633
327
.S45
c.1

CIAT
Serie CS-2
Agosto, 1975
COLECCION HISTORICA

Trabajos presentados en el Seminario sobre

El potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina

1973

26 de Febrero - 1 de Marzo, 1973

BIBLIOTECA
DONACION
DE
35185

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S. A.
Cables: CINATROP

SERVICIOS REFERENCIALES Y BIBLIOGRAFICOS

CONTENIDO

	Página
Resumen del Seminario	VIII
Lista de Conferencistas	XI
Lista de Comentaristas	XII
Moderadores del Seminario	XII
Información adicional acerca de algunas metas a alcanzar en la investigación sobre el cultivo del fríjol	XIII
Sección 1	
Las leguminosas de grano comestible y las necesidades proteínicas de los humanos	1
El mejoramiento de las plantas leguminosas de grano comestible como contribución a una mejor nutrición humana	
Samuel C. Litzenberger	3
Aceptabilidad y valor nutricional de las plantas leguminosas de grano en la dieta humana	
Ricardo Bressani, Marina Flores y Luis G. Elías	13
Comentaristas: **J.E. Dutra de Oliveira y Nelson de Souza**	30
Los problemas y los potenciales en el almacenamiento y procesamiento de las leguminosas de grano comestible en América Latina	
Luis G. Elías, Ricardo Bressani y Marina Flores	32
Factores y tácticas que influyen en los hábitos alimentarios del consumidor	
Marina Flores, Ricardo Bressani y Luis G. Elías	49
Comentarista: **Francis C. Byrnes**	65

Sección 2

La producción de plantas leguminosas de grano comestible 69

Méritos agronómicos que presentan algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las tierras bajas del trópico

Ken O. Rachie 71

Comentaristas: **H. Doggett** 86
Antonio M. Pinchinat 88

Los problemas de producción y potenciales del fríjol *(Phaseolus vulgaris)* en el trópico bajo

Guillermo Hernández-Bravo 90

Comentaristas: **Luis H. Camacho** 95
Colin Leakey 99

Los sistemas de producción de fríjol en América Central

Juan Antonio Aguirre y Heleodoro Miranda 103

Comentaristas: **Fernando Fernández y David L. Franklin** 120

Prácticas agronómicas para la producción de las plantas leguminosas de grano comestible en América Latina

George F. Freytag 128

Metas y medios para lograr la protección de fríjol *(Phaseolus vulgaris)* en el trópico

W.J. Zaumeyer 143

Comentaristas: **Leonce Bonnefil** 151
Rodrigo Gámez 154

Sección 3

El tipo de planta y los métodos de fitomejoramiento: dos factores básicos en un programa de fríjol 157

Introducción de plantas y de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* y de otras leguminosas de grano comestible

Clibas Vieira 159

Comentaristas: **Efraím Hernández X.** 169
Harold F. Winters 174
Colin Leakey 178

Arquitectura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de fríjol

M. W. Adams 181

Comentaristas: **A. M. Evans** 190
D. H. Wallace 196
H. C. Wien 202

Sección 4

Coordinación para lograr la cooperación institucional en un programa internacional de mejoramiento de fríjol 205

Oportunidades institucionales y de organización para los programas de fríjol en América Latina

A. Colin McClung 207

Encuesta sobre la situación de las leguminosas de grano comestible en América Latina

Antonio M. Pinchinat 215

Enfoques modernos para el adiestramiento de especialistas que trabajan en leguminosas de grano comestible en los trópicos

Fernando Fernández 223

La formación de redes de información como herramienta de apoyo en la investigación científica

Fernando Monge 234

Apéndices

I. Informe de los Moderadores 243
II. Informes de los Grupos de Trabajo integrados por Disciplinas 244
III. Informes de los Grupos de Trabajo sobre Temas Diversos 250
IV. Respuestas a algunas preguntas incluídas en un Cuestionario de Evaluación que llenaron los participantes al finalizar el Seminario. 259
V. Lista de Participantes 262
VI. Glosario 269

RESUMEN DEL SEMINARIO

Fue el hombre latinoamericano el que primero comenzó a cultivar el fríjol que luego pasó a formar parte de los grandes cultivos alimenticios del mundo. El fríjol ocupaba un lugar especial dentro de los patrones culturales y agrícolas de las civilizaciones precolombinas latinoamericanas y constituía uno de sus alimentos básicos.

Para los millones de seres que sufren hambre en todo el mundo, el fríjol, lo mismo que las otras leguminosas de grano comestible, representa una promesa y a la vez un desafío, por los innumerables problemas que involucra su cultivo. En ningún lugar del mundo, este hecho es tan evidente como en los países en desarrollo de América Latina.

Por qué es una promesa? Con dietas tan deficientes como las basadas exclusivamente en cereales tales como el maíz y raíces como la yuca, encuentran en el fríjol y en otras leguminosas las proteínas en cantidad necesaria de que carecen los alimentos de consumo diario de las clases de bajos ingresos. Las proteínas son fundamentales, en especial, para los jóvenes en crecimiento y no existe ninguna otra fuente de proteínas, fuera de las leguminosas, que esté al alcance del bolsillo de las masas y que sea aceptada por ellas.

Qué clase de problemas presenta? Los riesgos climáticos y la falta de tecnología limitan los rendimientos. La demanda excede la oferta y mantiene los precios fuera del alcance de las masas de bajos ingresos, en tanto que los agricultores consideran el cultivo del fríjol arriesgado y poco rentable. Muchas familias confían, con frecuencia inútilmente, en que sus pequeñas parcelas de fríjol los protegerán de la hambruna. Incluso, si pudiéramos aumentar la productividad por unidad de área, tendríamos que resolver varios y complejos problemas tecnológicos, tales como la forma de procesar el fríjol para transformarlo en diferentes productos alimenticios y la obtención del mayor provecho de sus valores alimenticios.

Cuáles podrían ser las soluciones? No existen soluciones sencillas; deben ser a la vez de carácter técnico y socioeconómico. Mientras se afrontan los problemas a largo plazo se debe hacer uso de toda la imaginación posible para solucionar los más urgentes. Los fitomejoradores pueden, por ejemplo, incrementar los rendimientos combinando los genes que controlar la producción que existe en la amplia gama de ecotipos de **Phaseolus vulgaris**.

Los agrónomos, con la ayuda de entomólogos y patólogos, pueden diseñar sistemas más apropiados para sembrar, desarrollar y proteger los cultivos. Se pueden buscar métodos más eficaces de almacenamiento y formas de procesar el fríjol para transformarlo en nuevos alimentos de mayor aceptación por amplios sectores de la población. Las nuevas cualidades alimenticias del fríjol ayudarán a los especialistas en dietética a encontrar la forma de utilizarlo en dietas saludables y compatibles con las costumbres tradicionales. Los técnicos que trabajan en programas de extensión agrícola deberán estar en capacidad de transmitir el nuevo "paquete tecnológico" a los agricultores y los nuevos conocimientos dietéticos a las amas de casa. Los gobiernos pueden proveer la infraestructura a las instituciones de apoyo.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) organizó un Seminario sobre El Potencial del Fríjol y de otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina y el área del Caribe para estudiar este complejo de posibilidades, problemas y soluciones. El seminario tuvo lugar del 26 de febrero al 1 de marzo de 1973, en Cali, Colombia, en la sede del CIAT.

Ciento cincuenta participantes de instituciones nacionales e internacionales, públicas y privadas, de más de 20 países de los cinco continentes, acudieron a escuchar a 32 conferencistas y comentaristas, más no sólo a escucharlos sino también a aportar sus propias experiencias y opiniones en animadas discusiones interdisciplinarias. Se hicieron presentes científicos de diversas disciplinas biológicas y sociales; investigadores, agrónomos e ingenieros; administradores y especialistas en información agrícola.

Uno de los resultados obtenidos de mayor significación fue la recopilación de un gran bagaje de conocimientos sobre el potencial y los problemas que presenta el cultivo de las leguminosas en las áreas tropicales. Esta información, que tendrá amplia difusión, será publicada por el CIAT en inglés y en español.

De este seminario no surgió ningún nuevo instituto o "programa" ni esto era lo que se pretendía al celebrar esta reunión. Sin embargo, las organizaciones nacionales e internacionales representadas ya se encuentran comprometidas en el desarrollo de programas de investigación, adiestramiento, comunicación y aplicación práctica en el campo. Esto es lo verdaderamente significativo que produjo el seminario. Sin embargo, sí se llegó al acuerdo de buscar sistemas prácticos para unificar todos estos esfuerzos y concentrarse en aquellas labores que se consideraron como prioritarias.

Con este objetivo en mente, los participantes pidieron al Comité Organizador del seminario que nombrara un pequeño grupo de trabajo que elaborara una propuesta sobre la forma más eficaz de lograr esta unificación de esfuerzos. Esta propuesta surgió al final de una sesión plenaria durante la cual se escucharon y aprobaron los informes de 12 grupos de discusión, cada uno con objetivos específicos.

Si bien hubo concenso general sobre la conveniencia de establecer una red o programa cooperativo regional, se presentaron opiniones divergentes en cuanto a cuál debería ser el criterio de estructuración y de funcionamiento de esta red. En términos generales, se consideró apropiado revisar las experiencias obtenidas en instituciones latinoamericanas tales como el Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios (PCCMCA) el cual podría servir de base para el establecimiento de una red operacional de gran alcance.

Los participantes estuvieron en completo acuerdo en que una red internacional no debería remplazar las actividades nacionales, sino complementarlas, además de proveer vínculos eficaces entre ellas. Entre las actividades sugeridas se mencionaron los proyectos cooperativos de investigación, los sistemas de publicación y documentación, la organización de conferencias y simposios, el intercambio de personal, las necesidades de adiestramiento y el funcionamiento de los bancos de germoplasma.

Una vez en operación, la red también podría ayudar a canalizar las actividades de investigación y de los recursos tecnicofinancieros a las instituciones miembros.

Una hora después de haber clausurado el seminario, el Comité Organizador se reunió y designó a tres participantes para que integrasen el grupo de trabajo propuesto.

Estas tres personas aún se encontraban presentes al concluir el seminario y aceptaron su nominación.

El grupo fue formado por el Dr. Ricardo Bressani, Instituto de Nutrición de América Central y Panamá, Ciudad de Guatemala, Guatemala; el Dr. Luis Marcano, Presidente de la Fundación Shell, Caracas, Venezuela y el Dr. Oswaldo Voysest, Departamento de Leguminosas de Grano Comestible, Estación Experimental "La Molina", Lima, Perú.

El grupo se basará en las recomendaciones de los 12 grupos de discusión mencionados anteriormente, en los informes de los grupos de trabajo por disciplinas específicas, en las conferencias y comentarios presentados en el seminario así como en opiniones y discusiones que se produjeron durante el seminario. Los informes de los grupos por disciplinas identifican las principales áreas/problema, las clasifican por prioridades, proponen diferentes enfoques y sugieren instituciones y participantes del seminario que, de acuerdo con su especialidad profesional, podrían ser de mayor utilidad en la resolución de las diferentes fases que integran el proyecto en conjunto.

Los objetivos específicos orientados a la investigación de un programa coordinado serían: identificar las áreas de investigación de interés común; establecer prioridades entre dichas áreas; planear el trabajo experimental con miras a lograr esos objetivos establecidos; buscar financiación adicional requerida para desarrollar los experimentos; asesorar a las personas que estén integradas para llevar a cabo la investigación propuesta y evaluar los resultados obtenidos y difundirlos con el fin de lograr un máximo aprovechamiento de este esfuerzo cooperativo de investigación.

Cada grupo que reunió a los técnicos que se dedican a disciplinas suministró una lista de varias áreas prioritarias. Las siguientes son aquellas en las cuales los grupos hicieron énfasis:

Agronomía. Dar mayor atención a los pequeños agricultores de las áreas montañosas que siembran el fríjol intercalado con otros cultivos, lo mismo que a las variedades y prácticas que utilizan aquellos que practican el monocultivo del fríjol, a escala comercial.

Fitomejoramiento. Intensificar los esfuerzos para identificar e incorporar a genotipos productivos, las características de resistencia a una amplia gama de insectos y enfermedades.

Fisiología de las plantas. Intensificar la investigación sobre las actividades fisiológicas que limitan el rendimiento como un programa permanente para determinar tipos superiores de plantas.

Protección de los cultivos. Identificar fuentes de resistencia o la forma de controlar las enfermedades más graves (roya, pudrición radical, añublo bacterial, mosaico común, mosaico dorado) y los principales insectos y plagas que atacan el cultivo (como gusanos trozadores, áfidos, insectos del grano almacenado, etc.).

Economía y nutrición. Fijar patrones nutricionales y de composición química acordes con los hábitos alimenticios; estudiar mecanismos de estabilización de los precios que resulten atractivos para los productores y consumidores; buscar sistemas mejorados de transmisión de la tecnología a los agricultores; estudiar el procesamiento comercial del fríjol; establecer condiciones adecuadas de almacenamiento y suministrar información estadística confiable sobre producción de los cultivos y precios del grano en el mercado.

Administración. Formar un grupo pequeño de trabajo que desarrolle planes y criterios para integrar una red internacional diseñada para lograr el mejoramiento del cultivo del fríjol en todas sus fases.

LISTA DE CONFERENCISTAS
(De acuerdo al orden en que fueron hechas sus presentaciones)

Samuel C. Litzenberger
Agronomy Research Specialist
Office of Agriculture
Technical Assistance Bureau
U.S. Agency for International Development
Washington, D.C., U. S. A.

Ricardo Bressani
Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
INCAP
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala, Guatemala, C. A.

Luis G. Elías
Científico, División de Ciencias Agrícolas
y de Alimentos
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
INCAP
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala, Guatemala, C. A.

Marina Flores
Jefe, División de Nutrición Aplicada
Instituto de Nutrición de Centro America y Panamá
INCAP
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala, Guatemala, C. A.

Ken. O. Rachie
Leader, Grain Legume Improvement Program
International Institute of Tropical Agriculture
IITA
Oyo Road, P. M. B. 5320
Ibadan, Nigeria

Guillermo Hernández-Bravo
Científico Asociado, Programa de Producción
de Fríjol
CIAT
Cali, Colombia

Juan Antonio Aguirre
Programador Agrícola
Dirección Regional de la Zona Norte
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
de la OEA
IICA
Apartado 1815
Ciudad de Guatemala, Guatemala, C. A.

Heleodoro Miranda
Investigador Agrícola
Dirección Regional de la Zona Norte
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola
de la OEA
(IICA)
Apartado 1688, Sucursal 1
San Salvador, El Salvador, C. A.

George F. Freytag
Chief of Party and Professor of Plant Breeding
University of Wisconsin Contract US/AID
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Caixa Postal 09676
Porto Alegre, R. S., Brazil

W. J. Zaumeyer
Collaborator
U. S. Department of Agriculture
Washington, D. C., U. S. A.

Clibas Vieira
Profesor de Agronómía
Universidad Federal de Minas Gerais
Vicosa, M. G., Brasil, y
Director
Proyecto Nacional de Fríjol
Ministerio de Agricultura
Brasilia, Brasil

M. W. Adams
Department of Crops and Soil Science
304 Agriculture Hall
East Lansing, Michigan, 48823, U. S. A.

A. Colin McClung
Director General Asociado
CIAT
Cali, Colombia

Antonio M. Pinchinat
Genetista
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la
de la OEA
CTEI - IICA
Apartado 74
Turrialba, Costa Rica, A. C.

Fernando Fernández
Coordinador de Adiestramiento en Ciencias
Agrícolas
CIAT
Cali, Colombia

Fernando Monge
Científico Asociado, Comunicación;
Director Biblioteca
CIAT
Cali, Colombia

LISTA DE COMENTARISTAS

(De acuerdo al orden en que fueron hechas sus presentaciones)

J. E. Dutra de Oliveira
Facultad de Medicina
Ribeirao Preto, Sao Paulo, Brasil

Nelson de Souza
Facultad de Medicina
Botucatu, Sao Paulo, Brasil

Francis C. Byrnes
Líder, Adiestramiento y Comunicación
CIAT
Cali, Colombia

H. Doggett
International Development Research Centre
Ottawa, Canada

Antonio M. Pinchinat
(Ver Lista de Conferencistas)

Luis H. Camacho
Director
Programa de leguminosas de grano comestible
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Bogotá, Colombia

Colin Leakey
Makarere University
Kampala, Uganda

Fernando Fernández
(Ver Lista de Conferencistas)

David L. Franklin
Systems Engineer
Harvard University
Cambridge, Massachusetts, U. S. A.

Leonce Bonnefil
Departamento de Recursos Naturales
Río Piedras, Puerto Rico

Rodrigo Gámez
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José, Costa Rica

Efraím Hernández X.
Profesor e Investigador
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Harold F. Winters
Horticulturist
Plant Genetics and Germplasm Institute
Germplasm Resources Laboratory
U. S. Department of Agriculture
Washington, D. C., U. S. A.

Colin Leakey
(Ver dirección en esta misma lista)

A. M. Evans
Department of Applied Biology
University of Cambridge
Cambridge, England

D. H. Wallace
Plant Breeding and Biometry Department
Cornell University
Ithaca, New York, U. S. A.

H. C. Wien
International Institute of Tropical Agriculture
(IITA)
Ibadan, Nigeria

MODERADORES

Leobardo Jiménez S.
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Alberto Pradilla
Unidad Metabólica
Departamento de Pediatría
Universidad del Valle
Cali, Colombia.

INFORMACION ADICIONAL ACERCA DE ALGUNAS METAS A ALCANZAR EN LA INVESTIGACION SOBRE EL CULTIVO DEL FRIJOL*

I. Introducción

El fríjol común *(Phaseolus vulgaris)* es un componente de la dieta humana en América Latina, donde se produce el 35 por ciento de la producción mundial. El fríjol es una fuente especialmente importante de proteínas en la dieta de las familias de ingresos medios y bajos, que no pueden comprar o producir proteína animal. El centro de origen del fríjol se encuentra en América Latina (Miranda, 1967 y Gentry, 1969).

Los rendimientos de las leguminosas de grano comestible, especialmente los de fríjol, varían considerablemente. En algunos experimentos se han registrado rendimientos de fríjol hasta de 5.000 kg/ha** En ensayos varietales replicados, establecidos en la Estación Experimental del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), cerca a Palmira, Colombia, es usual obtener rendimientos de aproximadamente 3.000 kg/ha. Los rendimientos de las fincas son generalmente más bajos y fluctúan desde 200 hasta 2.800 kg/ha. El nivel de productividad es más alto en los países desarrollados y en las áreas en las que se pueden utilizar insumos tecnológicos y tiende a disminuir en las laderas de las cordilleras. El rendimiento promedio de América Latina fue del orden de 580 a 620 kg/ha durante el período 1952-1971. En términos generales, los rendimientos y el índice de mejoramiento de los rendimientos de fríjol son mucho más bajos que los de los cereales. Por ejemplo, los rendimientos mundiales de arroz han aumentado en un 40 por ciento hasta 2.280 kg/ha, durante los últimos 20 años (Manual de Producción de la FAO, 1973).

Roberts (1970), al revisar los rendimientos de las leguminosas de grano en el mundo, citó la falta de investigación pertinente como uno de los principales factores limitantes de los rendimientos. Después de estudiar el potencial de los programas nacionales y regionales de cereales. Roberts concluyó que con este tipo de programas no se podía obtener mayores rendimientos, por lo que sugirió diseñar programas integrados de investigación sobre leguminosas de grano que les servirían de respaldo a tales programas nacionales y se realizarían a través de los centros internacioanles de investigación. Se propuso que el CIAT fuera el centro internacional que se ocupara de la investigación sobre el cultivo de fríjol. Aunque algunos miembros del personal habían trabajado anteriormente con *Phaseolus vulgaris*, el proyecto integrado de investigación del fríjol no se inició hasta el año fiscal 1972-1973. Este programa es uno de los dos programas de productos agropecuarios del CIAT que no se limita a las tierras bajas tropicales.

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) ha hecho responsable al CIAT de la investigación sobre producción de fríjol a nivel regional. Además, el CIAT es uno de los princiaples centros de germoplasma de fríjol. Recientemente, el Comité Técnico Asesor del Grupo Consultivo le solicitó desarrollar una red coordinada de investigación en toda América Latina.

II. Problemas de la producción de fríjol en América Latina

La producción de fríjol en América Latina se lleva a cabo principalmente en propiedades pequeñas, generalmente, sobre terreno ondulado. En El Salvador, por ejemplo, más del 95 por ciento de la producción de fríjol se obtiene en fincas de menos de 5 hectáreas.

* **Nota del Editor.** Se reproduce en esta publicación, como información complementaria, el texto de los primeros tres capítulos del folleto intitulado "El programa de fríjol del CIAT" el cual será publicado por esta institución en Septiembre de 1975 (Serie FS—5). Es posible que esta información complementaria sea de interés para los técnicos latinoamericanos que trabajan en diferentes aspectos del cultivo de fríjol, razón por la que se justifica la inclusión de estos tres capítulos en el texto de las Actas del Seminario sobre "El potencial del fríjol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina".

** Antonio M. Pinchinat (Comunicación personal).

En Panamá, el tamaño promedio de las fincas productoras de fríjol es de sólo 2,6 hectáreas. Generalmente, el fríjol trepador, de hábito de crecimiento indeterminado, se siembra con maíz. Los sistemas mecanizados y la mano de obra que no sea la de las mismas familias, son escasos; los insumos técnicos, tales como fertilizantes, herbicidas y pesticidas, son generalmente limitados (Gutiérrez *et al.*, 1975). Los pequeños agricultores también afrontan dificultades de mercadeo, restricciones de crédito y servicios de extensión deficientes. Tal vez, a estos motivos se deba el que la mayoría de los países estudiados por Pinchinat (1973) haya mencionado los factores socioeconómicos como una de las limitaciones principales de la producción.

No obstante, en Chile, Perú, Brasil, México y Colombia existen vastas áreas en las cuales los rendimientos y el uso de insumos tecnológicos ya han alcanzado prácticamente los que se registran en Estados Unidos. En estas áreas se cultivan fríjoles arbustivos que reciben abundante cantidad de fertilizantes y herbicidas; la preparación de la tierra y la recolección son mecanizadas y, con frecuencia, se utiliza el riego. Este sistema de producción es el que ha sido más extensamente estudiado, especialmente en los Estados Unidos. En cambio, es poco lo que se conoce sobre el sistema de producción asociado de maíz y fríjol.

Entre las diferentes razones aducidas para explicar los rendimientos generalmente bajos de fríjol en América Latina (Roberts, 1970; Hernández-Bravo, 1973; y Pinchinat, 1973), la más frecuente es la insuficiencia e inconsistencia del apoyo investigativo. América Latina posee un número reducido de investigadores de fríjol. La mayoría de los programas nacionales emplean fitomejoradores, agrónomos y patólogos, pero no sabemos con certeza si se trata de una necesidad nacional o si es simplemente el sistema educacional empleado en estas áreas. Pocos programas tienen entomólogos, economistas, fisiólogos, microbiólogos y especialistas en germoplasma y calidad de la semilla. Si bien es cierto que la financiación de este sin número de disciplinas reviste serias dificultades para los programas nacionales pequeños, también es evidente, como se podrá observar en las secciones siguientes, la necesidad de contar con dichos científicos.

El fitomejoramiento ha desempeñado y continuará desempeñando, un papel importante en el incremento de los rendimientos de fríjol en América Latina. De los 13 programas nacionales investigados por Pinchinat (1973), 11 consideraron el mejoramiento varietal de un valor práctico definitivo durante el período 1969-1972. Vieira *et al.*(1971) comparó los resultados obtenidos en más de 20 localidades en Minas Gerais y Goias donde las variedades mejoradas, tales como Rico 23 y Rosinha da Seca, superaron en un 80 por ciento los rendimientos de las variedades locales.

A pesar de la importancia del mejoramiento varietal y dada la gran variabilidad genética del *Phaseolus vulgaris*, muy pocos programas nacionales cuentan con recursos para mantener o conseguir germoplasma, lo cual redundaría en beneficio de los programas de fitomejoramiento. Por consiguiente, el banco de germoplasma del CIAT es la respuesta a las solicitudes nacionales de mantener germoplasma disponible, tal como se manifestó en el Seminario sobre El potencial del fríjol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina, realizado en el CIAT en 1973. Las preferencias del consumidor, que varían de acuerdo con los países y las regiones, dificultan y limitan la transferencia de germoplasma, incluso de las variedades prometedoras (Scobie *et al.*,1974).

También se debe tener en consideración la calidad de la semilla. Más del 50 por ciento de las enfermedades principales del fríjol, entre las que están el mosaico común, la antracnosis, la mancha angular y el añublo bacterial, son transmitidas por la semilla (Zaumeyer y Thomas, 1967). Bajo condiciones favorables, los materiales infectados pueden transmitir rápidamente las enfermedades. Ni siquiera esta amenaza ha logrado evitar que los pequeños agricultores continúen ayudando a transmitir las infecciones, sembrando semilla que les había sobrado de la cosecha anterior. (Gutiérrez *et al.*, 1975). A los pequeños agricultores les es prácticamente imposible obtener semilla certificada. La semilla certificada representa del 1 al 2 por ciento de la cantidad total sembrada (Terra-Wetzel *et al.*, 1971). Sánchez y Pinchinat (1974) compararon muestras de semillas de 77 fincas en Costa Rica y obtuvieron un índice promedio de germinación de sólo 68 por ciento, motivo por el cual los agricultores siembran más de un grano por hueco (Freytag, 1973).

Las enfermedades de las plantas son, probablemente, el principal factor limitante de los rendimientos de fríjol en América Latina. Los participantes al seminario sobre fríjol realizado en el CIAT en 1973 enumeraron la roya, el añublo bacterial, la pudrición radical y los virus del mosaico común y del mosaico dorado como las enfermedades más importantes del fríjol. Gutiérrez *et al.*(1975), en su estudio sobre 12 países latinoamericanos productores de fríjol, encontró que las enfermedades más difundidas son la roya, el mosaico común, la antracnosis, la mancha foliar angular y el mildeo polvoso.

Gutiérrez *et al.*(1975) también enumera más de 70 insectos que limitan los rendimientos de fríjol en América Latina. Entre los grupos principales de insectos **Empoasca sp, Diabrótica sp** y los gusanos cortadores sobresalen como las plagas más graves. Aunque este dato concuerda con las prioridades fijadas en el Seminario de Fríjol de 1973, los estudios recientes llevados a cabo en el campo por el personal del CIAT indican que muchos otros insectos (especialmente, los barrenadores de la vaina) pueden causar un daño significativo en localidades específicas. Un aspecto interesante, que obedece a los altos precios que se pagan actualmente por el fríjol, es que incluso los cultivadores de fríjol con escasos recursos económicos tienden a extenderse más de la cuenta*. Tal vez esto se deba a que muchos programas nacionales solamente hacen énfasis en un control químico de rutina relativamente simple (ver Costa y Rossetto, 1971).

Por lo general, los altos precios de los fertilizantes, especialmente de nitrógeno y de fósforo (Harre *et al.*, 1974), además de los desequilibrios del comercio in-

* Schoonhoven, A. (Comunicación personal)

ternacional, han aumentado el precio de muchos insumos de las fincas perjudicando tanto a los agricultores grandes como a los pequeños. Dado el gran número de áreas de América Latina que presentan deficiencias en fósforo (Fassbender *et al.*, 1968 y Vieira y Bornemisza, 1968) o que tienen una gran capacidad de fijación de fósforo (Fassbender, 1969), puede afirmarse que los requerimientos altos de fósforo de las plantas de fríjol limitaran los rendimientos en muchas áreas. Además, siendo el nitrógeno tan importante para la nutrición de la planta de fríjol (Malavolta, 1971), no deja de ser preocupante que sólo muy pocas áreas hayan respondido a la inoculación de *P. vulgaris* (Brakel, 1966; Brakel y Manil, 1965; y Whiteway y Nduku, 1967). A la temperatura, al pH y al rhizobium nativo del suelo se les ha culpado por esta respuesta tan baja (Graham y Hubbell, 1975).

Los sistemas de siembra de fríjol varían considerablemente según el tipo de semilla y la región. Muchos agricultores no labran el suelo y prefieren utilizar el sistema de "corte y quema" descrito por Freytag (1973). Los sistemas de siembra pueden variar desde el voleo al azar hasta sistemas mecánicamente controlados.

El fríjol con hábito de crecimiento determinado (Tipo I), preferido para la siembra mecanizada, ha sido utilizado ampliamente en estudios de densidad de poblaciones (Guazzelli y Miyasaka, 1971), generalmente, con resultados poco económicos con densidades superiores a 200.000 plantas por hectárea. Las plantas no trepadoras con hábito de crecimiento indeterminado (Tipos II y III) ensayadas en el CIAT presentan, por lo general, rendimientos estables con densidades de 200.000 a 400.000 semillas por hectárea. La densidad óptima de siembra para los fríjoles trepadores, ya sea en monocultivo o en cultivo asociado con maíz, todavía se desconoce, aunque para las siembras asociadas, muchos agricultores usan espaciamientos que resultan ser más apropiados para el maíz que para el fríjol. El fríjol y el maíz se pueden sembrar simultáneamente en cultivos asociados; no obstante, lo usual es sembrar el fríjol después del maíz e incluso cuando el maíz ya se está secando. Las épocas de siembra del maíz y del fríjol pueden deberse a las diferencias en los patrones de precipitación pluvial.

III. Objetivos del programa de fríjol del CIAT

El Programa de Fríjol del CIAT tiene un solo objetivo principal: **incrementar el rendimiento y la productividad del fríjol en América Latina.** Esperamos alcanzar este objetivo a través de los mejoramientos varietales y en manejo de la plantación obtenidos con nuestro programa experimental, de adiestramiento y de apoyo de científicos latinoamericanos que trabajan en los programas nacionales y de la investigación cooperativa realizada tanto en los laboratorios de América Latina como de los países desarrollados. Dados los bajos rendimientos que normalmente se obtienen en la mayor parte de América Latina, confiamos en lograr aumentar el rendimiento hasta en un 4 por ciento por año. De alcanzar este objetivo, el rendimiento promedio del fríjol en América Latina, para 1990, sería de más de 1.000 kg/ha.

A corto plazo, es más factible progresar por medio del uso de tecnología que reduzca al máximo la variabilidad de los rendimientos. Entre estas prácticas se encuentran el uso apropiado de fungicidas, insecticidas y pesticidas; mejores sistemas de fertilización con fósforo y nitrógeno; una mejor comprensión de las deficiencias de microelementos; el suministro de mayor cantidad de semilla libre de patógenos o por lo menos, de semilla certificada, y la adopción de densidades óptimas de poblaciones. Durante este período, se lograrían mayores progresos con el fríjol arbustivo cultivado bajo condiciones aceptables de campo.

A fin de mantener el ritmo de mejoramiento de los rendimientos durante el período intermedio se requeriría seleccionar las variedades y proteger a los agricultores de las principales fluctuaciones en precios y de la escasez de insumos. El fitomejoramiento cobraría mayor importancia en el CIAT al comenzarse, con los ensayos regionales de rendimiento, el suministro de materiales promisorios a los programas nacionales y la combinación de factores de resistencia contra diferentes plagas microbianas e insectiles; dichas actividades pasarían a ser parte sustancial del programa. Para conservar su tasa planeada de mejoramiento, el programa del CIAT debería tener disponible para 1977 variedades genéticamente mejoradas y para 1979-1980 se debería haber aumentado el número de selecciones resistentes a diversas enfermedades e insectos. En vista de las marcadas diferencias de color y tamaño del grano de cada región (CIAT, Informe Anual de 1973), sería imposible producir variedades apropiadas para todas las regiones.

El incremento de los rendimientos de los fríjoles trepadores tomaría mucho más tiempo. Se han hecho menos investigaciones sobre este grupo de fríjoles que generalmente, se cultivan —como ya se mencionó anteriormente— bajo condiciones ambientales muy pobres. La necesidad de considerar la compatibilidad del maíz y del fríjol es una necesidad adicional. Una prioridad urgente sería demostrar que las variedades trepadoras ocupan una posición similar a la de las otras variedades, independientemente del sistema de apoyo. Una vez más, el factor principal para el mejoramiento de los rendimientos del fríjol trepador sería el mejoramiento de las prácticas agronómicas, entre las que se cuenta una mejor comprensión del espaciamiento requerido entre la maíz y el fríjol, y de la interacción de los dos cultivos. En vista de que la mayoría de los agricultores que cultiva este tipo de fríjol dispone de poco crédito y dinero en efectivo, también sería necesario maximizar la eficiencia de los insumos tecnológicos. Esto incluiría el estudio de los microorganismos y su contribución a la fijación simbiótica y asimbiótica del nitrógeno y a la solubilización del fosfato; una mejor utilización de los fertilizantes y un conocimiento mayor del nivel de infestación al cual las aplicaciones de insecticidas y fungicidas son esenciales. Dicho paquete tecnológico no podría estar disponible antes de 1978.

El mejoramiento varietal del fríjol trepador, especialmente de aquellos para altitudes mayores, dependería de una mayor colección de germoplasma. Por esta razón, es improbable que los ensayos regionales de rendimiento con fríjoles trepadores puedan comenzar antes de 1977-1978. Indudablemente, será más

difícil realizar estos ensayos de rendimiento que aquellos para los fríjoles de tipo arbustivo. Si se piensa cultivar los fríjoles trepadores en enrejados, lo cual exije una gran cantidad de mano de obra pero produce grandes rendimientos por unidad de área, sería necesario considerar esta posibilidad con suficiente antelación.

Una de las dificultades principales de estos proyectos será determinar el punto hasta el cual los usuarios aceptarán la nueva tecnología. Ya hicimos referencia, por ejemplo, a la renuencia a adoptar nuevas variedades. La evaluación económica será vital en esta área y para 1976-1977 ya debería haberse identificado los factores que limitan la aceptación de nueva tecnología, a nivel de la finca, en un buen número de regiones. Para asegurar la aceptación por parte de los programas nacionales también será esencial conceder mayor importancia tanto a los programas de cooperación como a los de adiestramiento. El funcionamiento exitoso de las redes de investigación de fríjol será indispensable para la transferencia de información y de tecnología.

LITERATURA CITADA

BRAKEL, J. 1966. La fixation symbiotique de l'azote chez Le haricot (Phaseolus vulgaris L.); comparison de l'activité fixatrice de diverse souches de **Rhizobium**. Bulletin des Recherches agronomiques de gembloux, (Belgique) n.s. 1 (4): 525-533.

——— y P. MANIL, 1935. La fixation symbiotique de l'azote chez le haricot (Phaseolus vulgaris L.); essais de bactérization par Rhizobium phaseoli. Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux (Belgique) 33(1): 3-25.

CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1974. Informe Anual del año 1973. Cali, Colombia. 254 p.

COSTA, C.L. y C.J. ROSSETTO. Pragas e moléstias e seu controle. En: Simposio brasileiro de feijao. Campinas, S.P. Brasil (1971). Anales publicados por la Universidade Federal de Viçosa, M.G., Brasil. pp. 281-302.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production Yearbooks. 1972-73 (publicados en los años 1953-74).

FASSBENDER, H.W. 1969. Estudio del fósforo en suelos de América Central. IV. Capacidad de fijación del fósforo y su relación con las características edáficas. Turrialba 19(4): 497-505.

——— L. MULLER y F. BALERDI. 1968. Estudio del fósforo en suelos de América Central. II. Formas y su relación con las plantas. Turrialba 18(4): 333-347.

FREYTAG, G.F. 1973. Agronomic practices for food legume production in Latin America. En: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Actas de un Seminario. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 199-217.

GENTRY, H.S. 1969. Origin of the common bean, Phaseolus vulgaris. Economic Botany 23 (1): 55-69.

GRAHAM, P.H. y D.H. HUBBELL. 1975. Special Volume. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. (En prensa).

GUAZELLI, R.J. y S. MIYASAKA. 1972. Prácticas agrícolas. En: Simposio Brasileiro de feijao. Campinas, S.P., Brasil (1971). Anales publicados por la Universidad Federal de Viçosa, M.G., Brasil. pp. 245-272.

GUTIERREZ, U., M.A. INFANTE y A.M. PINCHINAT. 1975. Descripción de los principales aspectos del desarrollo del cultivo de fríjol en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín Técnico (En prensa).

HARRE, E. A. et al. 1974. Wored fertilizer market review and outlook. Boletin Y 70. National Fertilizer Development Center. Tennessee Valley Authority, T.V.A. Muscle Shoals, Alabama.

HERNÁNDEZ-BRAVO, G. 1973. Potentials and problems of production of dry beans in the lowland tropics. En: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Actas de un Seminario. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 144-150.

MALAVOLTA, E. 1972. Nutriçao e adubaçao. En: Simposio Brasileiro de feijao. Campinas, S.P., Brasil (1971). Anales publicados por la Universidad Federal de Viçosa, M.G., Brasil, pp. 209-242.

MIRANDA COLIN, S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (fríjol común). En: Actas de la 7a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, ALAF. Maracay, Venezuela.

PINCHINAT, A.M. 1973. Report on survey of the food legume situation in Latin America. En: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Actas de un Seminario. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 311-323.

ROBERTS, L.M. 1970. The food legumes: recommendations for expansion and acceleration of research. The Rockefeller Foundation. New York, N.Y. (Informe mimeografiado).

SANCHEZ, F.R. y A.M. PINCHINAT. 1974. Bean seed quality in Costa Rica. Turrialba 24(1): 72-75.

TERRA-WETZEL, CT. 1972. Produçao de sementes de feijao. En: Simposio Brasileiro de feijao. Campinas, S.P., Brasil (1971). Anales publicados por la Universidad Federal de Viçosa, M.G., Brasil. pp. 419-462.

SCOBIE, G., M.A. INFANTE y U. GUTIERREZ. 1975. Production and consumption of dry beans and their role in protein nutrition: a review. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. Boletín técnico (En prensa).

VIEIRA, C. et al. 1972. Variedades, melhoramento e genetica do fieijoeiro. En: Simposio Brasileiro de feijao. Campinas, S.P., Brasil. Anales publicados por la Universidade Federal de Viçosa, M.G., Brasil, pp. 155-200.

VIEIRA, L.S. y E. BORNEMISZA. 1968. Categorías de fósforo en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonía de Brasil. Turrialba 18(3): 242-248.

WHITEWAY, J.B. y W.K. NDUKU. 1967. Effects of mineral nutrition on nitrogen fixation in inoculated field beans (Phaseolus vulgaris L.) Rodesia, Zambia and Malawi of Journal of Agricultural Research 5(3): 309-311.

ZAUMEYER, W.J. y H.R. THOMAS. 1957. Monographic study of bean diseases and methods for their control. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin 868. Washington, D.C. 255 p.

Sección 1.

LAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE Y LAS NECESIDADES PROTEINICAS DE LOS HUMANOS

El mejoramiento de las plantas leguminosas de grano comestible como contribución a una mejor nutrición humana

Samuel C. Litzenberger

Aceptabilidad y valor nutricional de las plantas leguminosas de grano en la dieta humana

Ricardo Bressani, Marina Flores y Luis G. Elías

Comentaristas: J.E. Dutra de Oliveira y Nelson de Souza

Los problemas y los potenciales en el almacenamiento y procesamiento de las leguminosas de grano comestible en América Latina

Luis G. Elías, Ricardo Bressani y Marina Flores

Factores y tácticas que influyen en los hábitos alimentarios del consumidor.

Marina Flores, Ricardo Bressani y Luis G. Elías

Comentarista: Francis C. Byrnes

EL MEJORAMIENTO DE LAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE COMO CONTRIBUCION A UNA MEJOR NUTRICION HUMANA

Conferencista: Samuel C. Litzenberger

En la encuesta de la FAO sobre alimentos se estima que un 10 a 15 por ciento de la población mundial está subalimentada y más de la mitad padece hambre o mala nutrición, o ambas. Estas deficiencias nutricionales son más serias en los países en vías de desarrollo. Según Schertz (7), alrededor de dos tercios de la población mundial - o sea los países pobres - consumen la mitad de la proteína disponible en el mundo, y ésta es en su mayor parte proteína de cereales. Si el aumento de población previsto responde a cálculos realísticos de que en la próxima generación se duplicará la población del mundo, la situación alimenticia empeorará, a no ser que se dirijan esfuerzos substanciales hacia el aumento de producción de alimentos.

La subalimentación o mala nutrición puede provenir de inadecuada ingestión calórica, de deficiencias de proteína o de una escasez de vitaminas y minerales. De estas deficiencias, la que mayor interés ha suscitado es la proteínica. Las necesidades de proteína de procedencia animal o vegetal pueden satisfacerse aumentando su disponibilidad a precios asequibles a la población o reforzando sus materias primas. A menudo se han considerado estas vías como en competencia; en realidad, son complementarias. Cada una de ellas tiene ventajas y desventajas especiales y ambas tienen sus costos peculiares.

Los costos del refuerzo nutrimental incluyen el precio de los ingredientes (harina de soya, concentrado de pescado, aminoácidos, minerales, vitaminas, etc.) y los costos del transporte, de la incorporación a la dieta y de la distribución. El costo de los materiales puede calcularse; pero las proyecciones de la población futura (sus cantidades, niveles de edades, distribución geográfica, etc.) son en su mayor parte desconocidas, lo que dificulta la estimación de costos de transporte y distribución.

El incremento de las proteínas animales o vegetales puede conseguirse a través de variedades mejoradas de plantas o por mejores prácticas de manejo. Pero ésto requiere aumento de egresos para investigación. El aumento en la productividad resultante de la investigación puede predecirse casi con certeza; pero los costos involucrados en la investigación son menos susceptibles de predicción. Esto es así porque para muchos cultivos es mayormente desconocido el potencial de mejoramiento. En segundo lugar, la utilización eficiente de cultivos mejorados depende a veces de la infraestructura local (eficiencia de programas de extensión, producción de semillas, facilidades de transporte, de distribución y de mercadeo, etc.). Por lo tanto, cualquier comparación exacta de costos para aliviar la deficiencia de proteína o sea por programas de mejoramiento o por su refuerzo resulta en la actualidad imposible.

Este trabajo se referirá unicamente al posible papel que desempeñen las leguminosas alimenticias en el alivio de la deficiencia de proteína y a las oportunidades de incrementar su producción. A efectos comparativos de los costos de mayores fuentes de proteína en las dietas humanas, puede decirse que el costo por kilo de proteína en cultivos es considerablemente más bajo que el de proteína animal (Cuadro 1). Entre los cultivos productores de proteína, los cereales y la soya son los de menor costo.

Cuadro 1. **Costos comparativos de las principales fuentes de proteína en las dietas humanas.**

Alimento	U.S.$/kilo	Proteína (porcentaje)	U.S.$/kilo de proteína
Carne de res	1.54	15.2	10.12
Carne de cerdo	1.10	11.6	9.46
Aves	0.66	20.0	3.30
Sólidos no grasos de la leche	0.32	35.6	0.90
Frijoles	0.18	23.1	0.77
Soya	0.11	34.9	0.31
Avena	0.051	13.0	0.40
Trigo	0.062	12.2	0.51
Maíz	0.057	9.5	0.59
Papa	0.11	2.0	5.50

Fuente: Dimler, R.J. 1967. Soybean protein food. Protein Foods 1966. Agr. Research Service. USDA 71.

Las proteínas vegetales de todo el mundo representan aproximadamente el 70 por ciento de la proteína en la dieta humana, mientras el restante 30 por ciento es proteína animal. En los países en vías de desarrollo la menor parte de la proteína dietética de fuente animal. Las proteínas cereales constituyen por encima del 70 por ciento, fracción muy considerable del total de proteína vegetal consumida. El contenido proteínico de los cereales alcanza normalmente de unos 8 a 16 por ciento. En cada uno de los cereales la calidad de la proteína está por debajo del óptimo que el hombre necesita. Siendo limitantes alguno o algunos de los aminoácidos esenciales, son la lisina y el triptófano los que más. Ensayos hechos con animales pequeños con maíz opaco-2, cebada de muy buena calidad, trigo de alto contenido proteínico y especies interespecíficas producidas por el hombre (como el triticale) indican que aún con los cereales se ha mejorado la cantidad y la calidad de la proteína.

Comparadas con los cereales y raíces, las leguminosas de grano comestible presentan un cuadro mucho más favorable con respecto a cantidad y calidad de proteína. Esta varía del 20 al 40 por ciento. La metionina y también la cistina, que contienen azufre, son generalmente los dos aminoácidos más limitantes. Por lo tanto, los cereales y las leguminosas se complementan muy satisfactoriamente, tanto en cuanto a contenido como en los de calidad de la proteína. Las leguminosas alimenticias, en estado crudo, contienen cierta cantidad de factores tóxicos. Sin embargo, la mayor parte de éstos son sensibles al calor y se destruyen en los procesos normales de cocción. Los factores asociados con el calor que hay que tener en cuenta incluyen los cianógenos, los alcaloides (principalmente en las especies Lupinus), los latirógenos (**Lathyrus sativus**), el fabismo (**vicia faba**) y los factores de flatulencia.

Aproximadamente, veinte especies de la familia de las leguminosas se emplean como alimento humano, en algunas áreas del mundo. Ocho de ellas son los cultivos más extendidos; pero también en este grupo hay notables diferencias en cuanto a área de adaptación y uso. Roberts (5) ha agrupado seis de dichas especies en cuatro clases principales que dependen primordialmente de exigencias climáticas. Son ellas:

A. Trópicos bajos húmedos:

1) Gandul (**Cajanus cajan**)

2) Caupí (**Vigna sinensis**)

B. Trópicos estacionales semi-secos:

3) Maní o cacahuete (**Arachis hypogeae**)

C. Alturas medias tropicales hasta zonas templadas:

4) Soya (**Glicine max**)

5) Fríjoles (**Phaseolus vulgaris**)

D. Tierra fría, zona de alta elevación:

6) Garbanzo (**Cicer arietinum**)

7) Guisantes (**Pisum sativum**)

8) Habas (**Vicia faba**)

Hemos añadido a la lista original hecha por Roberts los guisantes y las habas a los garbanzos en el grupo de tierra fría por su relativa importancia como leguminosas alimenticias para esas regiones. Los guisantes y los fríjoles son, junto con la soya y el maní, los cultivos de leguminosas comestibles que se cosechan en mayores extensiones, ocupando cada uno de ellos alrededor de un 10 por ciento del área mundial de leguminosas alimenticias. Les siguen en importancia las habas con un promedio de 5 por ciento del área sembrada.

La limitación de leguminosas de grano comestible a las ocho especies citadas es en verdad algo arbitraria. En algunas áreas geográficas otras especies puede que excedan en importancia a las mencionadas. Por ejemplo, las lentejas y las habas se cultivan en igual extensión que los garbanzos en el Cercano Oriente, y el gandul, aunque ampliamente cultivado, es de poca importancia como cultivo alimenticio en Africa. De modo similar, el caupí es aun de influencia mayor en Africa como cultivo de leguminosa alimenticia.

En el Cuadro 2 se presentan datos de producción y de rendimiento promedio, por regiones, para un grupo seleccionado de especies leguminosas y oleaginosas. El promedio de rendimiento para todas esas especies varía grandemente entre las regiones y sólo la soya y los guisantes a nivel mundial y en menor extensión el maní y las habas acusan marcada superioridad en rendimiento. No obstante, este promedio de rendimiento da una mala indicación de lo que se puede esperar si se emplean prácticas de manejo más favorable.

METAS DE LA INVESTIGACION

Si las seis especies enumeradas por Roberts (5), además de algunas otras de importancia regional, han de jugar un papel importante en el alivio de la deficiencia proteínica se requerirá un programa de investigación ampliamente extendido. Con pocas excepciones, sólo se ha hecho una investigación limitada en leguminosas de grano comestible que comprenda un programa balanceado con inclusión de ambos aspectos: El desarrollo de cultivares mejorados y un examen cuidadoso de las prácticas de manejo de suelos y de producción. En términos de rendimiento de grano por hectárea, la característica de las leguminosas alimenticias es que son de rendimiento inferior al de los cereales. Faltan datos críticos para establecer qué fracción de la diferencia de rendimiento es inherente y qué fracción es reflejo del limitado esfuerzo realizado en lo referente a investigación.

Cuadro 2. **Producción mundial y por regiones (promedios) de granos expresadas en millares de toneladas métricas (M/TM) y rendimientos expresados en centenares de kilos por hectárea (k/ha) para un grupo seleccionado de especies de plantas leguminosas de grano comestible y de plantas oleaginosas.**

Cultivo	Total Mundial		América del Norte		América Latina		Cercano Oriente		Lejano Oriente		Africa	
	P*	R**	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Leguminosas de grano												
Fríjol	**10708(11)**[1]	470	833	1530	**4003**[2]	590	195	1100	2619	310	**805**	600
Arveja (guisantes)	**10115(10)**	1150	197	1630	101	690	7	1750	970	920	352	730
Habas	**4636(5)**	990	—	—	189	590	328	1500	11	1220	341	830
Garbanzo	**7445(7)**	690	—	—	150	720	206	910	**6558**	690	316	630
Lenteja	**996(1)**	620	31	1240	22	590	223	770	**458**	510	128	590
Gandul	**1829(2)**	630	—	—	31	700	—	—	**1760**	640	38	380
Caupí	**1083(1)**	390	25	630	—	—	16	1230	26	620	**1004**	370
Oleaginosas												
Soya	**43613(44)**	1300	**30269**	**1810**	903	1050	9	1130	1161	700	23	770
Maní***	**15034(15)**	850	1153	1980	1246	1150	292	780	**5869**	700	4219	810
Ajonjolí	**16285** —	290	4	400	3211	660	2107	360	5930	190	1305	300
Girasol	**9944** —	1270	102	950	1032	870	237	960	—	-	155	600

* P = Producción total (M/TM) ** R = Rendimiento (kg/ha) *** Maní en cáscara

1. Los números entre paréntesis indican porcentajes del total de la producción mundial de granos de leguminosas alimenticias, el cual fue de 101.347.000 toneladas métricas.
2. Los números impresos en letra negrita indican el actual centro mundial de producción del cultivo correspondiente. Para los guisantes y el girasol, el centro mundial es Rusia, con una producción de 4.818.000 y de 6.685.000 toneladas métricas, respectivamente, y un rendimiento de 1.540 y de 1.540 kg/ha, respectivamente. China Continental es el centro mundial, con una producción promedia de aproximadamente, 3.000.000 de toneladas métricas y un rendimiento de 980 kg/ha.

Fuente: 1969 FAO Production Yearbook. Volumen 23.

En cuanto a producción de nutrición proteínica por hectárea, no todas las leguminosas de grano dan menores rendimientos que los cereales (Cuadro 3). La soya promedió alrededor de 150 por ciento más que los tres cereales cultivados en mayor extensión en el mundo; el maní fue aproximadamente 25 por ciento más productivo, en tanto que los guisantes fueron cerca de 10 por ciento más altos en producción. Para los fríjoles, uno de los más extendidos cultivos de leguminosas de grano comestible en América Latina, el promedio de nutrición proteínica fue alrededor de 30 por ciento menos que el mejor de los cereales. Las otras leguminosas alimenticias rindieron menos en forma progresiva.

En tanto que el clima es el máximo factor limitante en el rendimiento definitivo de todo cultivo, de estos datos resulta que el esfuerzo hecho en el pasado fitomejoramiento y en selección ha jugado un papel importante en la consecución de ventajas comparativas a la soya, los guisantes y el maní, en cuanto a superioridad de rendimiento. Por ejemplo, partiendo de una planta casi totalmente adaptada al trópico alto, la soya se transformó por conveniencia en uno de los más eficientes productores de grano entre todos los cultivos de leguminosas de la zona templada. Esto no quiere decir que no sea posible seguir mejorando esta planta. Todo lo contrario. Recordemos que los anteriores esfuerzos se encaminaron en su mayor parte hacia la producción de una semilla con el máximo contenido de aceite. Al orientar sistemáticamente la investigación al desarrollo de tipos con más y mejor proteína y a la selección de tipos de plantas particularmente bien adaptadas a los ambientes tropicales y subtropicales, se pueden desarrollar igualmente plantas superiores no sólo de soya, sino de otras plantas leguminosas de grano comestible. La mayor parte de las especies están dotadas de diversidad genética suficiente para que este adelanto sea posible; de otro modo, ya hubieran desaparecido esas especies como tales. Es necesario un esfuerzo continuado en la investigación que permita localizar primero los factores genéticos adecuados y conduzca luego a su ventajosa combinación.

Los campos en los que obviamente se necesita investigación adicional incluyen el desarrollo de cultivares de mayor rendimiento con el máximo de resistencia posible a las enfermedades y a las plagas de insectos de importancia local, mayor contenido proteínico, balance adecuado de aminoácidos y otras cualidades nutricionales, así como el desarrollo de mejores prácticas de manejo y producción.

Cuadro 3. **Eficiencia relativa en producción mundial de proteína en algunos cultivos alimentarios seleccionados.**

Cultivos	Producción mundial total	Rendimiento de grano	Contenido proteínico de la semilla	Valor nutricional	Coeficiente nutricional del contenido proteínico	Promedio mundial en rendimiento de nutrición proteínica
	Millones de toneladas métricas (TM)	TM/ha	Porcentaje	Porcentaje en relación con la proteína del huevo		
Cultivos de leguminosas alimenticias						
Soya	43.6	1.3	38	62	23.6	306.8
Fríjoles	8.7	0.8	22.1	47	10.4	83.1
Guisantes	10.1	1.2	22.5	50	11.3	130.0
Garbanzos	7.4	0.7	20.1	53	10.7	73.8
Maní	15.0	0.7	25.6	69	17.7	123.9
Habas	4.6	1.0	23.4	41	9.6	95.0
Gandul	1.8	0.6	20.9	39	8.2	51.7
Caupí	1.1	0.4	23.4	57	13.3	51.9
Lentejas	1.0	0.6	24.2	41	9.9	61.4
Fríjol Mungo	2.0	0.3	23.9	32	7.6	19.7
Cultivos de cereales						
Trigo	332.5	1.5	12.2	68	8.3	121.2
Arroz	284.2	2.2	7.5	76	5.7	96.8
Maíz	251.1	2.4	9.5	55	5.2	123.2
Otros						
Girasol	9.9	1.3	12.6	93	11.7	148.6
Patata	315.5	13.8	2.0	53	1.1	151.8
Yuca	85.6	8.7	1.6	85	1.4	121.8
Plátano	12.7	15.0	1.1	71	0.8	120.0

Fuentes: 1969 Production Yearbook (FAO Vol. 23) y 1970 Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Protein (FAO Vol. 24).

MEJORAMIENTO DE VARIEDADES

El mejoramiento de variedades en las áreas tropicales en lo concerniente a las leguminosas ha sufrido tanto por falta de continuidad como por limitación de recursos. En donde se han realizado mayores adelantos (en México y Colombia para los fríjoles, en Nigeria para el caupí, en India para el gandul), las nuevas variedades tuvieron impacto limitado debido a la restringida producción y distribución de semilla, así como a la baja eficiencia de los programas de extensión agrícola.

En la Conferencia de Estocolmo sobre Ambientes para el Ser Humano se dió considerable énfasis a la necesidad de recolectar y preservar tanto las plantas cultivadas como las silvestres. Nunca será excesivo el énfasis que se de a la importancia de tales esfuerzos. Uno de los primeros requisitos para un desarrollo efectivo de la investigación en todo cultivo es disponer de un adecuado depósito de germoplasma, el cual incluya las fuentes de variabilidad genética dentro de cada especie. Existen algunas colecciones pero la cuestión es determinar si son adecuadas para todas las especies botánicas de interés.

Las mayores colecciones disponibles en la actualidad incluyen fríjoles, soya y maní en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; fríjoles en el CIAT, caupís en IITA y el Gobierno de Nigeria. Un programa patrocinado en Irán y la India por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Investigación Agrícola (ARS) y la AID hizo una colección de unos 26.000 linajes representando 10 especies. Generalmente esta colección ha sido sostenida por el All India Coordinated Pulse Program y por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en Puerto Rico. Además, se mantienen otras colecciones más pequeñas, que contienen materiales de interés local, en cada programa activo de fitomejoramiento.

Reunir diversidad de germoplasma en las colecciones mundiales, aun en gran escala, resulta de valor limitado a no ser que se haga provisión adecuada para cumplir dos funciones básicas: mantenimiento adecuado de la colección y evaluación del material existente. Es muy frecuente que estas dos actividades dependan del interés de unos pocos individuos. Como resultado de ello, ningún esfuerzo ha sido completamente satisfactorio.

Roberts (5) ha sugerido un sistema que podría proporcionar mayor grado de estabilidad y plena utilización a las colecciones hoy existentes para su ulterior expansión. Los diversos institutos internacionales de-

berían asumir esta responsabilidad. Algunas de sus recomendaciones se han transformado ya en realidad. Por ejemplo, los fríjoles estarán generalmente a cargo del CIAT para su desarrollo inicial; el caupí ha sido aceptado por IITA como el mayor cultivo de leguminosas de grano comestible para la necesaria investigación y adiestramiento a nivel internacional, el gandul y los garbanzos están ahora bajo la responsabilidad internacional de ICRISAT; la soya fue asignada al CIAT o al IITA y el maní posiblemente al IITA.

No se fijó prioridad de asignación para guisantes y habas, dos leguminosas alimenticias que mostraron tener algunas ventajas efectivas como productoras en volumen de calidad proteínica en los ambientes elegidos. La Estación Federal de Mayagüez y la Universidad de Puerto Rico habrían de continuar su interés general por la soya en los trópicos y subtrópicos en colaboración con la Universidad de Illinois y su extensa colección de plantas leguminosas.

El fríjol mungo, aun cuando los datos del Cuadro 3 sobre su escasa producción y calidad de semilla muestran la pobreza de su capacidad, su importancia como cosecha de ciclo corto, después de otros cultivos propios de las regiones tropicales, especialmente el arroz, requiere ser apoyada por alguna investigación. Esto habrá de realizarse probablemente por el Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Cultivos Hortícolas (AVRDC) en Taiwan, que trabajará en estrecha colaboración con el IRRI.

Sin perjuicio de la disposición final sobre responsabilidades para la recolección y mantenimiento de las colecciones, tendría que crearse también una red de estaciones cooperativas para obtener información necesaria sobre rentabilidad relativa, respuestas a la duración de la luz solar y reacciones a enfermedades e insectos.

Más recientemente, la AID ha sido invitada por el Grupo de Consulta (GC), por medio del TAC (Comité Técnico Asesor en Investigaciones Agrícolas Internacionales), para que someta a consideración el desarrollo de una Base Internacional de Recursos de Soya en la Universidad de Illinois en el cual se aprovecharían las ventajas de la amplia competencia técnica que ya existe en este cultivo en los Estados Unidos, en la mencionada Universidad y con el apoyo del Laboratorio Regional de Soya situado en sus proximidades. Para satisfacer su necesidad inmediata de ambiente tropical, Puerto Rico se convertiría en parte integrante de la Base de Recursos.

La propuesta en cuestión serviría para crear un núcleo para el ulterior establecimiento de un Instituto Internacional que proporcionase servicios de investigación y adiestramiento para la red internacional de soya, como se ha venido haciendo generalmente con los otros Centros Internacionales Agrícolas. Las actividades anexas y conexas deberían tratarse en forma análoga a lo que ya se hace con los cultivos diversos en los Institutos internacionales. Las conexiones de actividad de la Base de Recursos de Soya con IITA, CIAT, ICRISAT, IRRI, etc., deberán ser directas y apoyadas por fundaciones multilaterales a través del Grupo de Consulta (GC).

En el proyecto Regional AID/ARS para el Mejoramiento de Plantas Leguminosas de Grano Comestible que desde 1969, varias veces ha cooperado con India, Irán y Puerto Rico, para el apoyo especial a América Latina en las enfermedades de fríjol y caupí y los insectos relacionados con estas plantas, se han observado diferencias muy grandes entre las colecciones que representaban cada especie. Estas variaciones comprenden el aparente potencial de rendimiento, madurez, tipo de planta y resistencia a varias enfermedades y plagas de insectos. Resultó que se conseguía mayor nivel de mejoramiento mediante la selección entre y dentro de tipos cultivados corrientemente. También sería posible obtener mayores aumentos de rendimiento potencial mediante selección entre progenies de padres cuidadosamente seleccionados o a través de fitomejoramiento utilizando poblaciones en las que se requiere una amplia base genética que determine el control de enfermedades e insectos. Es relativamente poca la labor de fitomejoramiento de este tipo que se ha emprendido y sin embargo es éste el camino más sencillo para producir las recombinaciones deseadas.

Cada cultivo plantea sus problemas peculiares. Se ha hecho extensa labor con soya en las regiones templadas, disponiéndose de un gran número de variedades comerciales. Sin embargo, la soya es sensible a la duración de la luz solar y esas variedades tienen limitada su total utilización fuera de la región en que se desarrollan. La mayor parte de ellas tendrían un mal desempeño bajo los rangos de duración de luz solar que imperan en los trópicos. Otras muchas leguminosas presentan respuestas similares a las variaciones en la duración de la luz solar. De modo similar, las más importantes enfermedades y plagas de insectos varían de especie a especie y posiblemente en menor escala, según las zonas ecológicas. Es pues evidente que toda selección de tipos mejorados tiene que hacerse a final de cuentas en el ambiente en el que el cultivo ha de crecer.

El manejo del cultivo y el fitomejoramiento son actividades complementarias; las cosechas de alto rendimiento no pueden manifestar su potencial si existen limitaciones de agua o de fertilidad. De igual manera, un buen manejo de germoplasma no puede compensar un germoplasma de inferior calidad. Esta correlación exige que los estudios de fitomejoramiento y manejo se conduzca simultáneamente. La densidad de población, la época de la siembra, el control de plagas, la distribución de aguas y los regímenes de fertilidad, todos y cada uno de ellos pueden afectar los resultados de rendimiento y tienen por consiguiente que estar incorporados a todo programa de mejoramiento y

evaluación. Es necesario el conocimiento de las respuestas en un régimen adecuado y óptimo para proporcionar información útil con relación al potencial de rendimiento.

MEJORAMIENTO DE LOS CARACTERES NUTRICIONALES

Se dispone de información sobre variación en el porcentaje de proteína para varias de las leguminosas alimenticias. Se sabe que son importantes los efectos ambientales. La información correspondiente a los efectos del ambiente en los aminoácidos individuales es mucho menos amplia.

CONTENIDO DE PROTEINA

La labor más extensa en cuanto a variación en proteína se ha hecho en la soya (1). La proteína y el rendimiento están en relación inversa como lo están también la proteína y el contenido de aceite. Estas correlaciones, aunque estadísticamente significativas, no son de consideración suficiente como para constituir una barrera mayor para el progreso genético. El mayor énfasis para modificar la composición se ha hecho en dirección al aumento de porcentaje de aceite. Sólo se ha hecho un esfuerzo limitado para incrementar el porcentaje de proteína, resultando sólo dos variedades, Protana y Bonus, que tenían aproximadamente 43 por ciento. Si hubiese de dedicar más énfasis a la proteína parece que se podrían desarrollar variedades con contenidos aún mayores de este elemento.

Silbernagel (8) ha descrito un gran número de variedades de fríjol e introducciones y encontró valores proteínicos del orden del 16 al 33 por ciento. Se encontró que el ambiente tiene influencia sobre el contenido de proteína con variación considerable tanto según los lugares de ubicación como según los años. No obstante, algunas líneas mantuvieron alto contenido de proteína en todos los ambientes experimentados. Rutger (6), que también trabaja con fríjoles, halló variación en el contenido de proteína que iba del 19 al 31 por ciento con una media de 24.6 por ciento. En la muestra de líneas que se usaron, el rendimiento y el contenido de proteína no estaban significativamente correlacionados; pero se observó una correlación positiva entre el contenido de proteína y la madurez tardía y una correlación negativa entre proteína y peso de la semilla.

Si bien los fríjoles mungo no se incluyeron en el grupo seleccionado de la lista mencionada, la variación en el porcentaje de proteína es de algún interés. Se hicieron estudios en la Universidad de Missouri en 1970 y 1971 bajo contrato con la AID. Entre los 313 linajes de la colección mundial que fueron ensayados, el porcentaje de proteína estuvo en el rango de 10.1 a 28.3 por ciento en 1970 y de 22.1 a 31.2 por ciento en 1971. El rendimiento, el porcentaje de proteína y el peso de la semilla estuvieron correlacionados negativamente.

En estudios realizados en India con garbanzos, gandul, fríjol mungo, guisantes y caupís, Krober y sus asociados (3) informaron haber hallado diferencias significativas en el contenido de proteína de las variedades. No se encontraron diferencias significativas entre las variedades investigadas de fríjol URD y lentejas.

De los datos de que se dispone y que son más bien limitados, resulta que el contenido de proteína está en algún grado bajo control genético; sin embargo, no se ha establecido el patrón de herencia. Debería por consiguiente ser posible desarrollar tipos de más alto contenido proteínico en la mayor parte de las especies examinadas. En la mayor parte de los estudios se observó el efecto del ambiente en el contenido de proteína. Esta relación complica el problema de obtener por cruzamientos linajes con contenidos mas altos de proteína, ya que hay que evaluar el material en un amplio rango de ambientes para obtener una medida exacta de las diferencias efectivas. Queda por establecer hasta qué punto pueden reducirse a un mínimo las diferencias provocadas por las condiciones ambientales mediante prácticas uniformes de manejo.

CALIDAD DE LA PROTEINA

La información sobre perfiles de aminoácidos en las leguminosas alimenticias es menos extensa que la del contenido de proteína. Los datos sobre algunas de las leguminosas de interés están contenidos en el Cuadro 4. Están presentados para efectos comparativos con algunos cereales, tubérculos/raíces y productos de origen animal.

Dos puntos son de interés particular. Primero: los valores en lisina tienden a ser altos en las leguminosas. Este hecho permite su utilización como complemento entre cereales y leguminosas. Segundo: entre las diferentes especies de leguminosas hay variaciones bastante amplias en los valores de metionina más cistina. Los valores dados sirven para efectos comparativos de promedio pero tienen la limitación de que las muestras estudiadas no fueron plantadas bajo condiciones uniformes.

El fitomejoramiento orientado hacia un aumento en la calidad de la proteína, debe tener énfasis primordialmente en la metionina, ya que normalmente es el primer aminoácido limitante. La variación de cistina podría también ser de algún interés, ya que la metionina y la cistina presentan alguna relación recíproca. Es posible que sea necesario dar alguna atención a la lisina para asegurar la eliminación de linajes con valores menores de lo normal.

Cuadro 4. **Comparación del contenido de aminoácidos por 100 gramos de alimento.**

Alimento	Humedad (gramos)	Proteína (gramos)	Lisina (mg)	Aminoácidos que contienen azufre: Metionina (mg)	Cistina (mg)	Total	Triptofano (mg)	Total aminoácidos esenciales	Total de aminoácidos (mg)
Cereales									
Maíz	12	9.5	254	182	147	329	67	3.820	9.262
Arroz moreno	13	7.5	299	183	84	264	98	3.033	7.973
Arroz pulido	13	6.7	255	150	108	259	95	2.695	6.785
Trigo	12	12.2	374	196	332	528	142	4.280	12.607
Raíces y tubérculos									
Patatas	78	2.0	96	26	12	38	33	667	1.572
Ñame (Dioscorea)	72.4	2.4	97	38	27	65	30	821	2.009
Harina de yuca	13.1	1.6	67	22	23	45	19	404	1.184
Leguminosas									
Fríjoles (Phaseolus)	11	22.1	1.593	234	188	422	223	8.457	20.043
Habas	11	23.4	1.513	172	187	359	202	8.244	20.951
Garbanzos	11	20.1	1.376	209	238	447	174	7.802	19.290
Caupí	11	23.4	1.599	273	255	528	254	8.640	21.086
Maní	5.2	25.6	1.036	338	366	704	305	9.502	27.610
Lentejas	11	24.2	1.739	194	221	415	231	9.504	23.447
Fríjol de lima	11	20.0	1.466	246	199	444	199	8.359	19.104
Fríjol Mungo	11	23.9	1.927	126	168	294	--	8.547	20.344
Gruisantes	11	22.5	1.692	205	252	457	202	8.464	20.901
Gandul	11	20.9	1.607	107	204	311	117	7.505	18.460
Soya	8	38.0	2.653	525	552	1.077	532	16.339	40.945
Carnes y aves									
Carnes de res y de ternera	61	17.7	1.573	478	226	704	198	7.875	17.163
Carne de Pollo	66	20.0	1.570	502	262	764	205	8.380	18.206
Huevos (de gallina)	74	12.4	863	416	301	717	184	6.338	12.763
Harina de pescado	10.1	75.0	5.808	2.052	924	2.976	720	30.360	70.308

El analizador de cambio de iones para aminoácidos no se ajusta muy bien a las necesidades del fitomejorador que se ocupa de la evaluación de un gran número de linajes. El ensayo microbial, aunque posiblemente sea menos preciso, puede adaptarse con mayor facilidad a la evaluación de un mayor número de muestras. El ensayo microbiológico modificado desarrollado por Kelley y sus colaboradores (2) ha sido extensamente utilizado en pruebas con fríjoles. De un estudio que incluyó 3.600 linajes obtuvo la conclusión de que el nivel de metionina estaba bajo control genético y especuló con la posibilidad de que, mediante fitomejoramiento y selección, el nivel actual de aminoácidos críticos puede duplicarse. Investigaciones hechas en Missouri (9,10) con fríjol mungo mostró un aumento de tres veces en el contenido de metionina. Desafortunadamente, pareció que había una relación inversa entre los contenidos de metionina y de proteína.

Están en marcha varios estudios sobre composición de aminoácidos en algunas instituciones tanto en los Estados Unidos como en India. Es de esperarse que pronto se dispondrá de información sobre los patrones de herencia de cada aminoácido que sea de interés y que se puedan luego establecer sus interacciones tanto con respecto a la proteína como al ambiente.

OTROS CARACTERES NUTRICIONALES

Los factores termoestables de máximo interés incluyen los cianógenos, los alcaloides, el fabismo y los factores de flatulencia. Afortunadamente, no todos ellos son comunes a todas las especies y por consiguiente, no es necesario seleccionar todo el material bajo estudio para determinar el efecto de tales factores. No obstante, toda variedad nueva debería ser cuidadosamente evaluada en cuanto a todos los factores termoestables antes de distribuirla a los agricultores. Existen análisis establecidos para determinar la presencia de los factores de mayor importancia potencial.

Las especies de leguminosas alimenticias requieren de muy diferentes duraciones en el tiempo necesario para su cocción. Un tiempo de cocción reducido puede ser un factor importante para la aceptación de nuevos cultivares en aquellas circunstancias en las que el suministro de combustible sea limitado.

La evaluación de cada uno de los factores de interés (composición de aminoácidos, factores termoestables y tiempo de cocción) puede incorporarse dentro de un programa de trabajo de laboratorio estrecha-

mente coordinado con un programa de fitomejoramiento. Lógicamente, es de esperarse que hay disponibilidad de fondos y de equipo humano para hacer tal labor. La experiencia probablemente indicará la necesidad de establecer algunas prioridades y que sólo un pequeño sector del material para estudios de fitomejoramiento deberá ser incluído en todos los ensayos que se hagan.

La evaluación final de cualquier material genético tendrá que incluir estudios de nutrición con especies animales experimentales, no sólo al utilizarse como fuente de proteína sino al emplearse en combinación con cereales, tubérculos y raíces disponibles y que se consuman conjuntamente con tal material. Se han encontrado diferencias en la disponibilidad nutricional de los aminoácidos en algunos de los cereales y puede que existan también aún en mayor grado en las leguminosas de grano comestible. Desafortunadamente, debido a las cantidades de material requerido para hacer análisis biológicos, la evaluación nutricional tiene que ser diferida hasta el final del proceso de fitomejoramiento y evaluación agronómica. Sin embargo, este es un paso previo obligado para dar el visto bueno a cualquier nueva variedad que se produzca. Por razones obvias, este criterio debiera también seguirse en la selección de material básico para programas de fitomejoramiento.

MANEJO DE PLANTAS LEGUMINOSAS

Ya se ha mencionado la relación complementaria entre procedimientos de fitomejoramiento y manejo de cultivos. Los estudios sobre manejo de plantas leguminosas de granos comestibles han sido limitados. La explicación parcial de este hecho arranca de las amplias diferencias en las prácticas de cultivo empleadas. Las leguminosas pueden ser sembradas en monocultivo o en combinación con maíz, sorgo, algodón u otros cultivos. Cuando se cultiva en asocio con otras plantas, el régimen de la época de siembra y de fertilización es el que corresponde al cultivo principal. Esta situación puede ser o puede no ser óptima para la leguminosa.

Cuando se cosecha en monocultivo, se asume por lo general que los requerimientos de nitrógeno se satisfarán mediante la fijación de nitrógeno por géneros apropiados de Rhizobium. En estudios hechos con soya efectuados en Illinois el uso de fertilizantes nitrogenados dió algún aumento de producción; pero la magnitud del resultado no fue económica. Sin embargo, las aplicaciones de nitrógeno produjeron un porcentaje más alto de proteína en la semilla. Las necesidades de fósforo y potasio dependerán de las características del suelo, así como de las prácticas previas de manejo y de cultivo. Al introducir cualquier especie nueva en una comunidad, bien sea para ensayo o para producción, y especialmente en los trópicos y subtrópicos, es de primordial importancia, asegurar la fijación apropiada de nitrógeno por el tipo de Rhizobium adecuado.

El nivel de población de plantas tiene que guardar relación con los patrones de distribución pluvial y la retención de humedad en el suelo, a no ser que el abastecimiento de agua tenga que hacerse por irrigación. Los niveles de fertilización tienen que adecuarse tanto al agua disponible como a los niveles de densidad de población de plantas.

FACTORES ECONOMICOS

A no ser que las investigaciones sobre fitomejoramiento y sobre manejo del cultivo tengan éxito en el aumento de los niveles de rendimiento en términos de que resulten competitivos con los cereales, puede que sea difícil conseguir el posible incremento de la producción. Algunos datos del Cuadro 5 pueden servir para ilustrar el problema.

Con anterioridad a la introducción de los trigos de tallo corto, los rendimientos del trigo eran aproximadamente 30 por ciento mayores que los del garbanzo. Con precios aproximadamente iguales, los rendimientos por unidad de área pudieron haber correspondido con los rendimientos en promedio. Al generalizarse el uso extensivo de los nuevos trigos mejorados y el si-

Cuadro 5. **Rendimiento promedio y precio para trigo y garbanzos en India para los años agrícolas 1950 a 1970.**

Cultivo	1950	1960	1965	1968	1969	1970
Trigo						
Rendimiento promedio (libras por acre)	591	759	738	1043	1079	1159
Precio en RO/Quintal			97.0	97.1	1068	104.5
Garbanzos						
Rendimiento promedio (libras por acre)	430	601	469	541	639	600
Precio en RO/Quintal			93.2	101.5	99.0	108.1

Fuente: Bulletins of Food Statistics. Ministry of Agriculture. New Delhi, India.

multáneo mejoramiento de las prácticas de manejo de las plantaciones, los rendimientos por hectárea casi se han duplicado, en tanto que las cosechas del garbanzo mostraron poca variación. El efecto de este ejemplo es evidente por sí mismo.

Es así que en 1970 los rendimientos por unidad de superficie fueron en el trigo casi el doble de los obtenidos con los garbanzos, sin haberse tomado en cuenta las diferencias en costos de producción.

Esta comparación no es enteramente válida, ya que estos dos cultivos no son totalmente competitivos. El trigo es cultivado en terrenos de riego en donde ello es posible, mientras que los garbanzos crecen por lo común en condiciones de sujeción a la provisión de agua pluvial. Sin embargo, la ilustración destaca el hecho de que sin un incremento diferencial de precios, será difícil alcanzar en una base sostenida un aumento importante en la extensión cultivada con plantas leguminosas de grano comestible.

CONCLUSIONES

En conclusión, la perspectiva para el desarrollo de variedades de plantas leguminosas de grano comestible con rendimiento superior a las de uso común, es excelente. Las mejoras en cantidad y calidad de proteína también parecieron ser igualmente factibles. Cualquiera de estos desarrollos contribuiría grandemente a aminorar el problema de la deficiencia de proteína. La medida en que se hayan de alcanzar estas posibilidades dependerá de los recursos que se consigan para llevar a cabo la necesaria investigación al nivel requerido.

Debería proporcionarse apoyo preferente a las ocho leguminosas alimenticias de más extenso cultivo cuyas perspectivas aparezcan comparativamente más amplias para la producción de más y mejor proteína en una base mundial o regional. El promedio corriente de resultados de producción de proteína por hectárea para las ocho leguminosas alimenticias principales para regiones o países específicos sirve como punto de partida para cualquier programa universal de mejoramiento de leguminosas alimenticias (Cuadro 6).

Para la mayor parte de América Latina, ningún programa nacional o regional encaminado a aliviar el problema de la deficiencia proteínica y que se haga en apoyo de la investigación, adiestramiento y producción, debería excluir el fríjol. Los fríjoles han sido y continuarán siendo por algún tiempo una importante fuente de suministro de proteína en esta parte del mundo. Parece, sin embargo, que como primera providencia será necesario un esfuerzo especial de parte de todos los interesados para concentrarse en el desarrollo de linajes mejorados y en el apoyo de prácticas de cultivo que den por resultado rendimientos económicamente competitivos en comparación con otros cultivos, mientras se retiene y aumenta su aceptabilidad por parte del consumidor y su valor nutricional.

Cuadro 6. **Niveles comparativos de producción con base en nutrición proteínica para América Latina y centros de mayor extensión del cultivo en el mundo.**

Cultivo	América Latina	Centros de mayor extensión de los cultivos
Soya	248	425 (EE.UU.)
Maní	163	90 (India/Pakistan)
Fríjoles	61	69 (Brasil)
Guisantes	78	174 (URSS)
Garbanzos	77	74 (India/Pakistan)
Habas	57	94 (China Continental)
Caupí	—	79 (Nigeria)
Gandul	57	54 (India/Pakistan)

Para realizar esto, el rendimiento actual de proteína por hectárea de fríjoles en América Latina tendrá que llegar a duplicarse para equipararse con los cereales; casi triplicarse para igualar al maní y cuadruplicarse para ponerse a la par de la soya. Por lo tanto, donde el suelo y las condiciones climáticas ambientales parezcan apropiados para el cultivo de soya y maní, y exista el potencial para su utilización, el equipo humano de investigadores y de productores encontrará en estos dos cultivos el camino más rápido para incrementar la producción de proteína de alta calidad. Ambos sectores ligados a la producción deberán recibir amplio apoyo.

Para los ambientes más húmedos, donde imperan las enfermedades y las plagas de insectos que limitan la producción, habrá que conceder especial consideración al caupí, al gandul, y posiblemente a otras especies. Siempre y cuando los niveles de rendimiento de nutrición protéica sea igual a los de otras leguminosas alimenticias que sí reciben apoyo para hacer investigación, será posible obtener igual apoyo para otras plantas menos difundidas que el fríjol. Sin embargo, lo mismo en el caso de otras leguminosas alimenticias, el progreso vendrá solamente como resultado de un esfuerzo continuado en la investigación, con dirección centralizada sobre una base multidisciplinaria.

LITERATURA CITADA

1. HARTWIG, E.E. 1969. Breeding soybeans for high protein content and quality. New approaches to breeding improved plant proteins. International Atomic Energy Agency. pp. 67—70.

2. KELLY, J.F., A. FIRMAN y H.L. ADAMS. 1971. Microbiological methods for the estimation of methionine content of beans. Informe No. 10. Dry Beans Research Conference. ARS. 74-56. U.S. Department of Agriculture. pp. 84—90.

3. KROBER, O. A., M. K. JACOB, R. K. LAL y V.K. KASHKARY. 1970. Effects of variety and location on the protein content of pulses. Indian Journal Agronomy Science. 40: 1025-1030.

4. LEVERTON, RUTH M. 1959. Amino Acids. 1959. U.S. Yearbook of Agriculture. pp. 64-73.

5. ROBERTS, L.M. 1970. The food legumes: recommendations for expansion and acceleration of research. Rockefeller Foundation. (Informe mimeografiado).

6. RUTGER, J.N. 1971. Variations in protein content and its relation to other characters in beans (**Phaseolus vulgaris** L.). Informe No. 10. Dry Beans Research Conference. ARS. 74—56. U.S. Department of Agriculture. pp. 59—69.

7. SCHERTEZ, L.P. 1971. Economics of protein improvement programs in the lower income countries. Informe de FED. p. 51.

8. SILBERNAGEL, M.J. 1971. Bean protein improvement work by USDA Bean and Pea Investigations. Informe No. 10. Dry Bean Research Conference. ARS. 74—56. U.S. Department of Agriculture. pp. 70--83.

9. YOHE, J.M., E.E. WALT, M.M. BASHANDI, D.T. SECHLER, y J.M. POEHLMAN. 1971. Evaluation of mungbeans (**Phaseolus aureus**, Robx) strains at Columbia, Missouri in 1970. Mo. Agr. Exp. Sta. Misc. Pub. 71--4.

10. YOHE J.M., R.E. SWIDELL, E.E. WATT, M.M. BASHANDI, D.T. SECHLER y J.M. POEHLMAN. 1972. Evaluation of mungbeans (**Phaseolus aureus**, Roxb) strains at Columbia, Missouri, in 1971. Mo. Agr. Exp. Sta. Misc. Pub. 72—9.

ACEPTABILIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DE LAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO EN LA DIETA HUMANA

Conferencistas: Ricardo Bressani, Marina Flores y Luis G. Elías

INTRODUCCION

Las leguminosas de grano se han reconocido como fuentes importantes de proteína en la dieta de poblaciones de muchas regiones tropicales del mundo. En vista de que la producción de carne, leche, huevos y pescado aumenta lentamente, las leguminosas de grano ofrecen una solución al problema de una deficiencia cada vez mayor de proteína. Ellas pueden fácilmente cubrir la necesidad de cantidad de proteína, y, lo que posiblemente es más importante, éstas pueden también, cuando se consumen en cantidades apropiadas, proveer la calidad proteínica deseada para la alimentación de grupos de población vulnerables, como los infantes, niños, madres embarazadas y lactantes.

Estos alimentos son generalmente aceptados y consumidos por todas las poblaciones, incluyendo aquellas donde hay más abundancia de alimentos proteínicos de origen animal. Por consiguiente, el trabajo de proveer más proteína por medio de leguminosas de grano es posiblemente más fácil que a través del uso de otros sistemas.

A pesar de estos hechos generales, bien conocidos y aceptados, las leguminosas de grano han sido en cierto modo miradas más como "curiosidades de laboratorio", por su proteína y por sus factores antifisiológicos que como alimentos que pueden proporcionar cantidades significativas de nutrientes. Más aún, los esfuerzos realizados por los agrónomos para mejorarlas están muy atrasados en comparación con lo logrado en cereales, semillas oleaginosas, frutas y verduras. Hoy día, sin embargo, el problema de la deficiencia de alimentos del mundo, especialmente de proteína, hace imperativo aumentar la investigación de las leguminosas de grano en todos los aspectos desde su producción hasta su consumo.

ACEPTABILIDAD

Es difícil conseguir información acerca del consumo de leguminosas, y los datos que pueden obtenerse se derivan en su mayoría, de los registros de producción; sin embargo, existe alguna información más confiable de algunas encuestas dietéticas. Aún con las limitaciones inherentes a estos tipos de estadística, los valores reportados de ambas fuentes, por países latinoamericanos, figuran en el Cuadro 1.

Este cuadro también incluye información sobre la ingesta total dietética de calorías y de proteína, así como sobre las leguminosas de grano que se consumen.

Cuadro 1. **Consumo de leguminosas de grano en los países latinoamericanos, excluyendo el fríjol soya y el maní.**

	Alimento producido por las leguminosas de grano			Ingesta total	
País	Ingesta g/día	Calorías 1/día	Proteínas 1/día	Calorías 1/día	Proteínas 1/día
Argentina	6.3	20	1.3	2820	81.6
Bolivia	5.6	19	1.3	1840	47.9
Brasil	64.4	220	14.8	2780	66.3
Chile	27.1	92	5.8	2410	77.2
Colombia	11.4	38	2.6	2160	51.9
Costa Rica	27.3	93	6.0	2430	53.9
Ecuador	26.3	91	6.1	1890	48.4
El Salvador	31.6	108	7.1	2030	56.7
Guatemala	23.3	80	5.3	2080	55.4
Honduras	29.9	102	6.6	2080	53.7
México	54.7	208	12.0	2610	71.9
Nicaragua	72.0	245	17.3	1986	64.4
Panamá	24.0	82	5.2	2310	58.1
Paraguay	30.6	105	7.1	2560	64.1
Perú	26.2	91	5.8	2230	55.9
Uruguay	9.0	28	1.8	3220	104.3
Venezuela	29.6	100	6.5	2310	58.7

Fuente: Food Balance Sheets. 1960 - 1962. FAO, Roma (1966).

Se puede concluir, por lo tanto, que, excepto en tres o cuatro países de los 17 estudiados, las leguminosas de grano son parte de la dieta del pueblo. Sin embargo, la ingesta no es realmente tan alta como fuera deseable, probablemente por razones distintas a la falta de aceptación o porque no pertenecen al patrón alimenticio de la región. La razón debe ser más probablemente, su falta de disponibilidad.

La cifra en el cuadro es para todo el país; sin embargo, se ha informado muchas veces que diferentes áreas dentro de un país, muestran tasas de mayor consumo. Por ejemplo, en Venezuela, para el año de 1966 el promedio nacional fue de 26 g por persona y por día, representados por **P. vulgaris, O. sativum, C. Cajan** y **V. sinensis**, mientras que en un pueblo en los Andes Venezolanos el consumo por persona fue alrededor de 71 g principalmente de **P. sativum** (2). Un estudio realizado en una finca de café en Guatemala mostró que niños entre 18 y 32 meses de edad consumían 24 g/día, las madres 79 g/día, y los hombres adultos 91 g/día (3). Estas cifras son significativamente mayores que las del promedio nacional, mostrado anteriormente (4).

ESPECIES CONSUMIDAS

El Cuadro 2 detalla las leguminosas de grano de mayor consumo en la población latinoamericana. Aunque la especie de leguminosa **P. vulgaris** tanto negro, como rojo o blanco, ocupa el primer lugar en la mayoría de los países, existe preferencia de color entre éstos, siendo los fríjoles negros los preferidos. Otras leguminosas consumidas, pero en menores cantidades, probablemente debido a factores relacionados con su aceptación son: **Vigna sinensis, Cajanus cajan** y **Vicia faba**. También se consumen **Cicer arietinum** y **Pisum sativum** en pequeñas cantidades debido posiblemente a su alto costo.

Cuadro 2. **Leguminosas de grano consumidas en América Latina.**

Nombre Científico	Nombre común: Inglés	Nombre común: Español
Phaseolus vulgaris	Garden bean	fríjol caraota poroto habichuela
Phaseolus angularis	Adzuki	judía
Phaseolus calcaratus	Rice bean	judía
Phaseolus coccineus	Scarlet runner bean	judía
Phaseolus lunatus	Sieva bean	judía
Vigna sinensis	Cowpea	fríjol caupí
Cajanus cajan	Congo pea Pigeon pea	gandul guandul quinchoncho
Pisum sativum	Alaska pea	arveja guisante
Cicer arietinum	Chick pea	garbanzo
Lens esculenta	Lentils	lenteja
Vicia faba	Broad bean	haba
Dolichos lablab	Field bean	gallinazo
Phaseolus limensis	Lima beans	judía
Lathyrus sativus	———	almorta chorequa
Lupinus mutabilis	Lupin	lupino

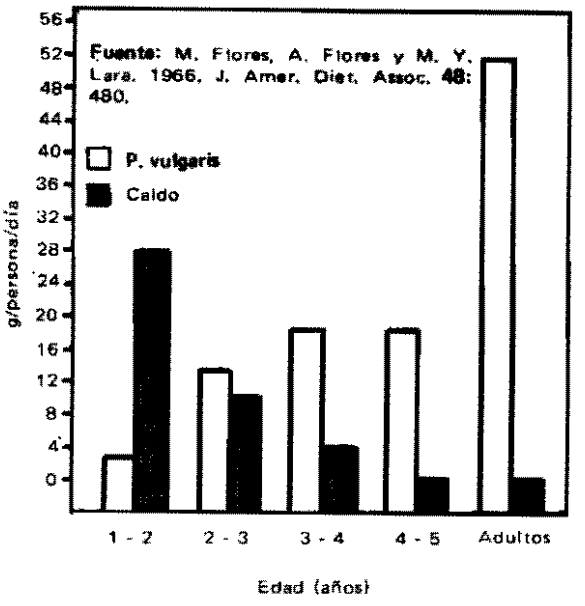


Fig. 1. **Relación entre la ingesta de algunos preparados alimenticios con** Phaseolus vulgaris **y la edad.**

RELACION CON EDAD E INGRESO ECONOMICO

Los hábitos alimenticios o patrones de aceptación se forman a edad temprana y, como otros hábitos fundamentales, tienden a resistir cualquier cambio. El patrón de aceptación para el consumo de leguminosas se muestra claramente en la Figura 1, (5).

Los valores representan un promedio de encuestas nutricionales llevadas a cabo en tres pueblos de Guatemala. Estos datos demuestran que la ingesta de leguminosas, en una u otra forma, comienza en la niñez. El consumo de caldo de **P. vulgaris**, relativamente alto al principio, va disminuyendo con la edad, mientras aumenta progresivamente la ingesta del grano cocido.

Este patrón altamente deseable desde el punto de vista nutricional, no es necesariamente estable y cambia mucho debido a la baja disponibilidad, y consiguiente precio alto del **P. vulgaris**. La ingesta de fríjol, relativamente reducida en los niños, no es peculiar de Guatemala, sino que constituye una práctica alimentaria de casi todas las madres de regiones en donde se consume el fríjol. Por ejemplo, Martínez y Chávez (6) indicaron que en un pueblo rural pobre de México, las madres no incluían el fríjol en la alimentación de sus hijos en edades entre 3 y 24 meses. No obstante, después de un programa educativo, casi el 50 por ciento de las madres aceptaron el fríjol como alimento para sus niños. La misma observación se ha informado de

Cuadro 3. **Frecuencia de la ingesta de** Phaseolus **por familia en Santa María Cauque, Guatemala***

Frecuencia Días/Semana	Número de familias	Distribución (porcentaje)
2	10	12.7
3	20	25.3
4	36	45.5
5	10	12.7
6	3	3.8

* Promedio de 690 g de **Phaseolus**, suministrado en tres comidas, a una familia de seis miembros.

Fuente: INCAP. B. GARCIA y colaboradores. 1972. (Datos no publicados).

otros países, por ejemplo de Jamaica, en donde los niños de uno a seis años de edad consumen de 2.6 a 5.3 g de leguminosa de grano por día (7).

Por su baja disponibilidad, la frecuencia con que se consumen hoy día las leguminosas está lejos de ser diaria sobre todo en comunidades muy pobres, como lo muestra el Cuadro 3. Los datos del cuadro fueron obtenidos de los resultados de encuestas dietéticas continuas en un pueblo del altiplano de Guatemala, llamado Santa María Cauqué (8). El 37.0 y 49.0 por ciento del fríjol es consumido por la madre y el padre, respectivamente, y la diferencia por los otros cuatro miembros de la familia. De ahí resulta que los cuatro miembros jóvenes, que necesitan más proteína de mejor calidad, ingieren solamente de 8 a 10 g por comida, mientras que los adultos, de 85 a 113 por comida.

La frecuencia de la ingesta es importante en casi todos los nutrientes, para que hagan un impacto nutricional favorable a la calidad de la dieta. Un ejemplo se muestra en el Cuadro 4. En este estudio llevado a cabo con ratas jóvenes alimentadas con una dieta de maíz, se les suministró proteína de soya diariamente, cada dos días y cada tres días. Los resultados muestran una relación favorable entre la frecuencia de la ingesta y la ganancia en peso de los animales, y entre la frecuencia de ingesta y la calidad proteínica de la dieta, y la proteína utilizable.

Cuadro 4. **Efecto de la frecuencia de ingesta de un suplemento de proteína de soya sobre la calidad proteínica de una dieta de maíz.***

Frecuencia suplementación	Aumento de peso (g) en 28 días (promedio)	P.E.R.	Proteína utilizable (promedio)
diariamente	74	2.26	6.71
cada 2 días	61	1.98	5.83
cada 3 días	60	1.84	5.42
ninguna	35	1.49	3.47

* 8 por ciento de harina de soya adicionada a la dieta basal cuando se hizo la suplementación.

Fuente: R. BRESSANI, L. G. ELIAS y M. FLORES (INCAP). 1971.

Obviamente, una ingesta diaria de fríjol representa una ingesta mayor de proteína, por consiguiente, más proteína utilizable que cuando la ingesta es menos frecuente (9). El mismo efecto se observa en niños. El Cuadro 5 presenta los resultados de un estudio en el cual **Phaseolus vulgaris** fue administrado cada 3, 6 ó 12 horas como suplemento en una proporción constante de una parte de fríjol, para tres partes de maíz. Los efectos fueron medidos por el método de balances de nitrógeno. Estos resultados sugieren una falta de complementación entre las proteínas del maíz y las de **Phaseolus**. También indican la necesidad de aumentar la disponibilidad del fríjol si se desea obtener mejor nutrición proteínica (10).

El patrón de aceptación indicado por la cantidad de leguminosas consumidas, es más o menos constante durante el año, para la unidad familiar. El Cuadro 6 muestra cifras publicadas por Flores **et al.** (11), acerca del consumo de leguminosas durante un período de 12 años en Guatemala. El consumo por familia varió de 48 a 54 g por persona al día, mientras que la ingesta para niños de 3 - 5 años de edad, varió de 10 a 14 gramos. Durante el mismo período la producción aumentó 25 por ciento, mientras que los precios aumentaron de $0.07 a $0.10 por libra. El aumento relativo de la producción, juntamente con el alto precio y la población del país podrían explicar la constancia de ingesta.

Cuadro 5. **Efecto de la frecuencia de la ingesta de** Phaseolus **sobre la retención de nitrógeno en niños.**

Frecuencia de intervalos en horas	Balance de nitrógeno (*/**) Ingesta	Absorbido	Retenido	Ingesta Absorción	Ingesta Retención
	mg/kg/día			Porcentaje	
cada 3 horas	326	209	74	64.1	22.7
cada 6 horas	340	211	61	62.0	17.9
cada 12 horas	310	202	50	65.2	16.1
leche	322	260	55	80.7	17.1

* Nueve niños de 2 - 6 años de edad; peso: 9.30 - 23.20 kg.
** Relación de ingesta entre maíz/ Phaseolus vulgaris: 3 partes de maíz/ 1 parte Phaseolus vulgaris.

Fuente: D. WILSON y colaboradores. 1964. INCAP (Datos no publicados)

BIBLIOTECA

Cuadro 6. **Consumo de** Phaseolus vulgaris **en el área rural de Guatemala.**

Año	g/persona/día.	
	familia	Niño
1953	54	—
1956	54	—
1959	51	10
1960	52	14
1961	48	10
1962	53	11
1965	50	13

Fuente: M. FLORES y colaboradores. 1955, 1957, 1964, 1966.

METODOS DE PREPARACION

Debido a que el **Phaseolus vulgaris** es la leguminosa más aceptada en América Latina, nos detendremos más en la descripción de su preparación que en la de otras leguminosas. La Figura 2 representa esquemáticamente el proceso de cocción y los productos obtenidos. En el caso del **P. vulgaris** los granos se ponen con suficiente agua, como para cubrirlos, y con agua adicional para la absorción y evaporación. Usualmente se les agrega cebolla y otros ingredientes, y se cuecen a presión atmosférica durante 4 ó 5 horas hasta que los granos estén tiernos. El caldo del fríjol que resulte, se consume en forma de sopa, con arroz, trocitos de pan tostado o cualquier otro alimento. Los fríjoles cocidos pueden entonces, ser consumidos como están. Usualmente con plátanos, arroz o maíz en forma de tortillas, o bien se muelen y cuelan, para obtener los fríjoles colados. Estos se mezclan con manteca o grasa, para preparar fríjoles fritos. Los cambios en composición química y valor nutricional se muestra en el Cuadro 7. Parte de la fibra cruda se pierde durante el proceso de colado y el contenido de grasa aumenta como es de esperar en los fríjoles fritos. El proceso de cocción mejora la calidad proteínica, por la destrucción de factores antinutricionales; pero los fríjoles fritos muestran un valor algo inferior, probablemente debido a la destrucción de algunos de los aminoácidos esenciales como lisina y/o metionina (12). Existen variaciones al proceso de cocción descrito, particularmente en la adición de sales, como bicarbonato de sodio. En la mayoría de los países, los fríjoles fritos son más populares para el consumidor.

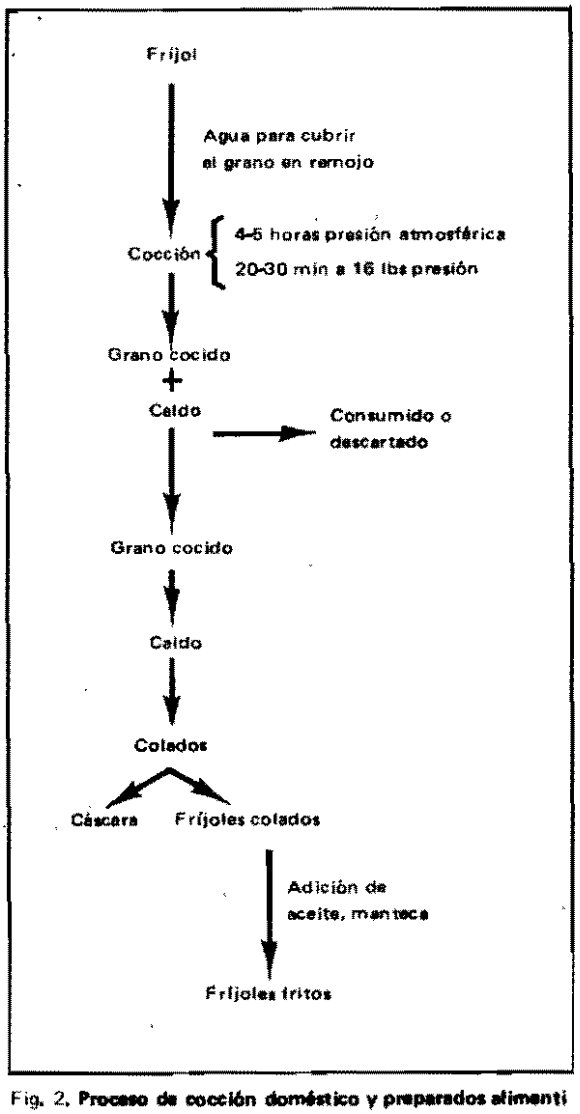


Fig. 2. **Proceso de cocción doméstico y preparados alimenticios con** Phaseolus vulgaris **en Guatemala.**

La preparación de otras leguminosas de grano sigue un proceso similar; pero algunas se consumen de una manera diferente. Por ejemplo, **Vicia faba** puede consumirse en su forma inmadura, pero generalmente se deja madurar y luego se tuesta. La semilla tostada es, entonces, molida hasta lograr un polvo fino, y así se usa para preparar bebidas frías. El **C. cajan** se consume igualmente seco, en las áreas en donde también se consume preparado en forma inmadura, como las arvejas (13).

FACTORES IMPORTANTES EN LA ACEPTABILIDAD DE LEGUMINOSAS DE GRANO

Las leguminosas de grano que se sabe contienen factores antifisiológicos, han sido objeto de la atención de muchos investigadores. El Cuadro 8 relaciona

Cuadro 7. **Efecto de la cocción del fríjol sobre su valor nutritivo en Guatemala.**

Producto obtenido del procesamiento	Aumento peso (g) (promedio)	P.E.R.	Lisina disponible g/16gN	Proteína	Grasa	Fibra cruda
				Porcentajes		
Fríjol crudo	0	—	5.83	24.6	1.9	4.6
Fríjol cocido	34	1.24	6.30	24.9	0.7	2.8
Caldo de Fríjol	—	—	—	1.9	0.1	0
Fríjol colado	37	1.43	6.35	24.0	0.6	1.6
Fríjol frito	10	0.87	5.17	17.8	13.3	1.6
Caseína	130	2.73	—	—	—	—

Cuadro 8. Factores antifisiológicos en las leguminosas de grano.

Inhibidores de la tripsina
Hemaglutinina
Inhibidores de amilasa
Glucosido cianogénico
Factores bociogénicos
Factores de flatulencia
Latirismo
Favismo

tales factores, que —debe aclararse— no son universalmente encontrados en todas las leguminosas de grano (14, 15). Más aún, la concentración de estas substancias no es la misma para todas las leguminosas de consumo humano.

Los más comunes entre estos factores son los inhibidores de la tripsina. Estos factores antifisiológicos son de importancia principalmente en las leguminosas crudas, ya que el proceso de cocción los destruye en la mayoría de los casos. Estas substancias son fuentes ricas de cistina, un aminoácido semi-esencial, el cual puede reemplazar parte de los requerimientos de metionina en animales monogástricos. Debido a que la proteína de las leguminosas de grano es deficiente en metionina, la presencia de cistina puede ser de beneficio nutricional. Por lo tanto, se ha sugerido que se haga una selección de leguminosas de grano con un mayor contenido de inhibidores de tripsina, que podría ser de utilidad para aumentar la calidad proteínica de las leguminosas (16). Sin embargo, Jaffé y otros, han indicado una relación negativa (17, 18). La mayoría —si no todos— los estudios sobre la actividad de los inhibidores de tripsina en leguminosas, se han referido a animales monogástricos, particularmente ratas; sin embargo, algunas especies como las aves, no son tan sensibles y se ha demostrado que este efecto antifisiológico no ha sido detectado en los humanos (19). Este aspecto, sin embargo, deberá investigarse.

Las hemaglutininas también se encuentran en la mayoría de las leguminosas de grano. Estas se caracterizan por aglutinar o coagular la sangre. Al suponerse que se destruyen por el calentamiento, son importantes solamente en los granos crudos. Resultados recientes han indicado sin embargo que en algunas circunstancias la cocción no destruye toda la actividad de las hemaglutininas (20).

Los factores bociogénicos y los glucósidos cianogénicos son compuestos antifisiológicos presentes en las leguminosas, que como los inhibidores de tripsina y las hemaglutininas, también son destruidos durante el proceso de calentamiento (15).

Los factores latíricos presentes en **L. sativus** constituyen un problema serio en las áreas en donde esta leguminosa se consume. Se ha trabajado mucho para identificar los compuestos responsables y su forma de acción. Lo mismo sucede con el favismo, compuesto tóxico presente en **Vicia faba**, una leguminosa de grano producida y consumida en Centro América, y con alcaloides tóxicos de sabor amargo, presentes en **Lupinus mutabilis**, leguminosa que se consume en el Ecuador (21, 22).

Los factores de flatulencia han recibido mucha atención en los años recientes, particularmente en la soya. Estos compuestos no se destruyen con el proceso de cocción, y en la mayoría de las personas, limitan el consumo de fríjol. El consumo de fríjoles ha aumentado la flatulencia, en algunos casos de 16 cc/hr a alrededor de 190 cc/hr. Conjuntamente con el aumento de volumen, el contenido de CO_2 sube de un valor normal de 10 a 12 por ciento a más del 50 por ciento.

La evidencia sugiere que la causa primordial de la flatulencia, puede ser la producción de gas por bacterias gram-positivas, anaerobias, que están presentes en el tracto intestinal, al ser estimuladas por factores desconocidos que haya en el fríjol seco. Se ha demostrado que los microorganismos **Clostridium perfringens** son la primera fuente productora de gas, siendo los principales anaerobios intestinales. Los factores desconocidos del fríjol utilizados por la bacteria, podrían muy bien ser fracciones de carbohidratos de bajo peso molecular, incluyendo sucrosa, estachiosa y rafinosa (23, 24, 25). Se informó recientemente que el procesamiento podría disminuir en grados variables los factores de flatulencia en algunas leguminosas (26).

Hasta ahora se han mencionado únicamente los factores antifisiológicos de las leguminosas. Sin embargo, algunos informes relativamente recientes, demuestran que tienen también una propiedad hipocolesterolémica que consiste en la disminución de los niveles de colesterol de la sangre. Estudios hechos en Estados Unidos y en India han demostrado que los individuos que consumen fríjol cocido como **P. vulgaris** o **C. arietinum**, tenían niveles de colesterol menores que aquellos que no los consumían. Los factores responsables no se conocen, y algunos investigadores han sugerido que las leguminosas contienen una fracción de carbohidrato que causa la disminución de colesterol (27). Sin embargo, debe señalarse que el contenido de lípidos del fríjol, aunque presente en pequeñas cantidades, es altamente no-saturado.

Las leguminosas de grano contienen otros factores que hasta ahora no están bien clasificados, y que pueden causar efectos patológicos cuando se consumen crudos. Por ejemplo, se ha notado en ovejas preñadas, ratas y pollos, que al alimentarlos con fríjoles crudos, se les provoca distrofia muscular, lo cual aumenta el requerimiento de vitamina E. Estos compuestos, sin embargo, son sensibles al calor, y por lo tanto, se destruyen durante el procesamiento (29, 30).

Cuadro 9. **Nitrógeno fecal y digestibilidad aparente de la proteína de huevo y de arvejas en adultos jóvenes.**

Fuente de proteína	Nitrógeno (g)					Digestibilidad aparente de la proteína (%)
	Ingerido	Urinario	Fecal	Absorbido	Retenido	
Huevo	5.60	4.90	0.81	4.79	−0.11	85.6
Arveja	5.47	4.62	1.16	4.31	−0.31	78.8
Arveja + metionina	5.95	4.21	1.19	4.76	+0.55	80.0

Fuente: N.C. ESSELBAUGH y colaboradores. 1952.

EL PROBLEMA DE DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA DE LAS SEMILLAS LEGUMINOSAS

La mayor parte de la gente reconoce que los fríjoles son difíciles de digerir y pueden dar origen a problemas estomacales. Los nutricionistas están conscientes de que tienen, en general, una baja digestibilidad proteínica. La información disponible sobre este problema en particular, es limitada, y no se sabe si los efectos son causados por un traslado más rápido de la leguminosa cocinada a través del tracto intestinal ó por una resistencia de las enzimas gastro-intestinales a la hidrólisis proteínica. De todos modos, cuando se consumen suceden significativas pérdidas de nitrógeno en las heces.

El Cuadro 9 resume los resultados de un estudio en humanos adultos alimentados con arvejas (**P. sativum**) (31). Lo mismo se ha observado en los niños. El Cuadro 10 presenta resultados de varios estudios en niños alimentados con **P. vulgaris** en combinación con otros alimentos. El nitrógeno fecal aumentó conforme la ingesta de nitrógeno de proteína de leche disminuyó. No todo el efecto debe atribuirse a la proteína del fríjol, ya que ésta fue administrada conjuntamente con la del maíz. No obstante las pérdidas de nitrógeno aumentaron y el fríjol puede ser responsable en cierto grado (32).

Los resultados en la parte inferior del Cuadro 10 fueron obtenidos con perros jóvenes. La ingesta de fríjol era equivalente al 32 por ciento del nitrógeno total y aun con estas cantidades relativamente pequeñas de fríjol, el nitrógeno fecal aumentó de 36 a 40 por ciento del nitrógeno ingerido (32).

En el Cuadro 11 se resume información adicional sobre niños, en forma de balance de nitrógeno. En estos resultados (33), el nitrógeno fecal de leche fue el 10 por ciento del nitrógeno de leche ingerido. Por el contrario, en el caso del fríjol, el nitrógeno fecal fue equivalente al 36 por ciento del nitrógeno ingerido. La pérdida de nitrógeno por la orina, es muy similar para ambas fuentes de proteína. Por consiguiente, se puede concluir que la mayor retención de nitrógeno es debida principalmente a las pérdidas significativas de nitrógeno fecal, más bien que a un balance pobre de proteína absorbida. El autor indicó que en comparación con el número de defecaciones cuando consumían leche, usado como referencia, el consumo de fríjol produjo seis defecaciones más. También hubo un aumento en el peso de las heces, cuando los niños consumieron fríjol (33).

Estos hallazgos señalan de nuevo algunas de las razones para la baja digestibilidad del fríjol. Sin embargo, no se conocen los factores fundamentales. Estudios con ratas han mostrado que al consumir fríjol, ocurre en el tracto intestinal un traslado más rápido del alimento ingerido. Demostraron además que los causantes de este efecto eran los cotiledones y no la cáscara del grano (24).

Cuadro 10. **Nitrógeno fecal de niños y perros jóvenes alimentados con varias proteínas conteniendo fríjol cocido.**

Dieta	Nitrógeno			Porcentaje de N en las heces con relación al N de la ingesta
	Ingesta		Fecal	
	mg/kg/día			
		Niños		
Leche	387		70	18.1
25% Leche + 75% (maíz + fríjol)	358		98	27.4
10% Leche + 90% (maíz + fríjol)	353	134	38.0	
100% (maíz fríjol)	347	107	30.8	
		Perros		
Maíz	520		189	36.3
Maíz Fríjol negro	635		254	40.0

Cuadro 11. **Pérdidas de nitrógeno en heces de niños alimentados con leche y** Phaseolus vulgaris

Fuente de proteína	Balance de nitrógeno				
	Ingerido	Fecal	Urinario	Absorbido	Retenido
	mg/kg/día				
Leche	236	46	116	190	74
Fríjol negro cocido	227	81	109	37	

Fuente: A.M. ROSALES ARZU (INCAP). 1972.

La baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas de grano ha sido observada no sólo entre especies, sino también entre variedades de la misma especie. Véase el Cuadro 12 (34).

Los resultados experimentales no permiten estimar con precisión la variabilidad de la digestibilidad proteínica de algunos cultivares de fríjol, para poder seleccionar variedades con valores más altos. Es posible que el tamaño del grano tenga una influencia considerable, ya que semillas pequeñas tienen cotiledones más pesados.

Cuadro 12. **Digestibilidad verdadera de la proteína de especies y variedades de leguminosas.**

Especie de planta leguminosa de grano	Digestibilidad verdadera de la proteína (%)
Phaseolus vulgaris (negro)	76.8
Phaseolus vulgaris (blanco)	84.1
Phaseolus vulgaris (rosado)	79.5
Vigna sinensis (negro)	90.0
Vigna sinensis (beige)	86.4
Pisum sativum (verde)	90.7
Pisum sativum (amarillo)	93.9
Cajanus indicus	90.5
Cajanus indicus	59.5
Lens esculenta	92.6
Cicer arietinum	90.5

Fuente: W.G. JAFFE (15).

Recientemente, Seidl y colaboradores (18) obtuvieron una fracción proteínica del fríjol negro que era resistente a la digestión en **vitro** para 10 enzimas proteolíticas, aun después de denaturación de la proteína, siendo esta fracción inhibidora de la actividad de la tripsina y de la papaína. No se sabe si tal proteína está presente en todas las leguminosas de grano. El inhibidor clásico de la tripsina es termolábil, por consiguiente, no puede ser responsable de la baja digestibilidad de la proteína que se ha observado en algunas especies y variedades de fríjol.

CONTENIDO Y CALIDAD PROTEINICA DE LAS LEGUMINOSAS DE GRANO

Por ser las leguminosas de grano nutricionalmente importantes entre los vegetales, debido a su contenido de proteína relativamente alto, se ha dado aquí atención solamente a este nutriente.

El contenido proteínico de las leguminosas comestibles, excepto la soya y las nueces, varía entre los 18 y 32 por ciento. El cotiledón contiene 27 por ciento, mientras que el eje embrionario y la cáscara contienen 48 y 5 por ciento respectivamente. El cotiledón contribuye con la mayor cantidad de la proteína debido a su mayor peso. La clase de proteína predominante en la especie **Phaseolus** son las globulinas, solubles en sal y algunas de éstas se ha demostrado que son resistentes a la hidrólisis por las enzimas proteolíticas. La presencia de estas proteínas en las leguminosas podría explicar la baja digestibilidad de la proteína de las leguminosas de grano (18).

Además de las diferencias entre especies, se ha demostrado que otros factores afectan el contenido de proteína, así como el de otros nutrientes, incluyendo los aminoácidos esenciales. El Cuadro 13 resume los resultados de un estudio hecho con 25 variedades de **Phaseolus vulgaris.** El contenido de proteína varió de 20.1 a 27.9 por ciento y estuvo influenciado significa-

Cuadro 13. **Análisis de varianza del contenido de nutrientes de variedades de fríjol en dos localidades.**

Fuente de variación	G.L.	Promedio del cuadrado			
		Nitrógeno	Metionina	Lisina	Triptófano
Variedades	24	0.560**	0.009	0.193*	0.003**
Localidades	1	2.869**	0.189**	0.998**	0.041**
Var x Loc	24	0.090**	0.006**	0.091**	0.001**
Réplicas por localidades	4	0.016	0.0002	0.021	0.0002
error experimental	96	0.024	0.001	0.019	0.0002

* Diferencias estadísticamente significativas al nivel de 5% de probabilidad.

** Diferencias estadísticamente significativas al nivel de 1% de probabilidad.

Fuente: O.B. TANDON y colaboradores (35).

tivamente por la variedad y la localización. La metionina varió de 0.17 a 0.33 por ciento, la lisina de 1.69 a 2.42 por ciento y el triptofano de 0.14 a 0.22 por ciento. Esta variación fue el resultado de ambos factores: variedad y localidad, excepto en la metionina, en la que las diferencias en variedad no fueron significativas.

Este estudio sirvió para demostrar que los coeficientes intervarietales de correlación entre pares de estos nutrientes, fueron todos positivos y que la mayoría de ellos fueron altamente significativos. Esto sugiere que los factores genéticos que causan un aumento en el contenido de un nutriente, producen también aumento de otros nutrientes (35).

El contenido de aminoácidos esenciales de las leguminosas ha sido estudiado muchas veces. Valores representativos que indican las variaciones de que se ha informado se muestran en el Cuadro 14. Con propósito de comparación, el cuadro contiene también valores para carne, ya que el fríjol ha sido llamado "la carne del pobre". Este cuadro muestra que la proteína de las leguminosas tiene un alto contenido de lisina, factor de mucha significación nutricional, cuando el fríjol se considera como suplemento proteínico de los cereales. Un segundo factor de interés es que tienen un bajo contenido de aminoácidos azufrados, lo cual es de importancia cuando se considera en términos de dietas basadas principalmente en raíces como la yuca. El aminoácido que sigue en cuanto a especial interés, es el triptofano, con valores relativamente bajos.

El contenido de aminoácidos de las leguminosas depende de la especie, variedad, localidad y forma de manejo. De significación especial son los resultados de la aplicación de fertilizantes de elementos menores. Por ejemplo, se ha demostrado que una sobredosis de zinc en la arveja, causa aumentos en metionina. En otro estudio, la aplicación de azufre a **Pisum sativum**, aumentó el contenido de metionina de 1.29 a 2.18 g/100 de proteína (11).

Cuadro 14. **Variación del contenido de aminoácidos esenciales en especies y variedades de leguminosas.**

Aminoácidos	Rango de variación (g/g de N)	Contenido de aminoácidos en carne (g/g de N)
Arginina	0.36 – 0.57	0.40
Histidina	0.08 – 0.21	0.22
Isoleucina	0.32 – 0.62	0.33
Leucina	0.20 – 0.68	0.51
Lisina	0.34 – 0.71	0.55
Metionina	0.03 – 0.11	0.16
Cistina	0.01 – 0.07	0.08
Fenilalanina	0.15 – 0.49	0.26
Treonina	0.16 – 0.31	0.28
Tirosina	0.06 – 0.24	0.21
Triptófano	0.01 – 0.07	0.07
Valina	0.24 – 0.49	0.35

Cuadro 15. **Valor biológico de algunas especies y variedades de leguminosas.**

Planta leguminosa de grano comestible	Valor biológico (Porcentaje)
Cajanus cajan	46 – 74
Phaseolus vulgaris (negro)	62 – 68
Vigna sinensis	45 – 72
Cicer arietinum	52 – 78
Lens esculenta	32 – 58
Phaseolus aureus	39 – 66
Phaseolus mungo	60 – 64
Pisum sativum	48 – 49

El valor nutricional de las leguminosas de grano también ha sido estudiado extensamente. El valor biológico que representa la cantidad de nitrógeno absorbido, que es retenido en el cuerpo, ha mostrado ser variable y bajo en la mayoría de las leguminosas. En el Cuadro 15 se muestran resultados representativos. Los valores oscilan entre 32 y 78 por ciento. Se observan grandes variaciones para variedades de la misma especie (34, 36). Es difícil de explicar esta alta variabilidad, por los muchos factores involucrados. Sin embargo, es muy probable que el factor principal sea la baja concentración de aminoácidos azufrados de las leguminosas de grano.

El efecto benéfico de la adición de metionina al fríjol ha sido demostrado muchas veces (11). El Cuadro 16 resume los resultados. La adición de 0.3 por ciento de metionina aumenta el índice de eficiencia proteínica en todos los casos; pero no fue igual en todas las especies. Este pequeño efecto de la adición de metionina puede explicarse en algunos casos a base de que la metionina no es ni el más limitante ni el único aminoácido limitante en algunas leguminosas.

Cuadro 16. **Efecto de la adición de metionina a varias especies y variedades de leguminosas.**

Planta leguminosa de grano comestible	Indice de eficiencia proteínica (P.E.R.)	
	– Metionina	+ Metionina
Phaseolus vulgaris (negro)	0.0 - 0.9	3.5 - 3.8
Phaseolus vulgaris (rojo)	0.0	1.7
Phaseolus vulgaris (blanco)	1.2	2.7
Vigna sinensis (negro)	1.0	1.6
Vigna sinensis (beige)	1.0	1.8
Pisum sativum (verde)	0.3	2.7
Pisum sativum (amarillo)	0.0	1.2
Lens esculenta	0.0	0.9
Cicer arietinum	1.7	2.8

Fuente: W. G. JAFFE (17).

Cuadro 17. **Suplementación con aminoácidos del** Cajanus indicus.

Aminoácido	Cantidad agregada (porcentaje)	Aumento en peso (g) (promedio)	P.E.R.
Ninguno	–	48	1.82
DL–metionina	0.1	35	1.52
DL–metionina	0.3	30	1.32
DL-triptofano	0.1	58	1.81
DL–metionina + DL–triptófano	0.2 0.1	118	2.65

Fuente: J. E. BRAHAN y colaboradores (37).

Los resultados que aparecen en el Cuadro 17, obtenidos con **Cajanus cajan**, muestran que la adición de metionina no tiene ningún efecto en el mejoramiento de la calidad de la proteína. Esto también sucede si se agrega solamente triptofano. Sin embargo; cuando los dos aminoácidos fueron agregados, la calidad de la proteína mejoró, lo que indica que, al menos en el **Cajanus**, ambos aminoácidos son casi igualmente limitantes (37). Esta misma situación puede existir con otras leguminosas, particularmente con aquellas que no responde significativamente en el mejoramiento de la calidad proteínica, cuando se suplementa con metionina.

La calidad proteínica de las leguminosas también puede ser afectada por otros factores, tales como el almacenamiento y el procesamiento para su consumo. Estos dos factores producidos después de la cosecha, pueden haber tenido un papel importante en el valor nutricional, de que informan varios autores. Las leguminosas contienen factores antinutricionales, que se destruyen por la cocción, y esto puede disminuir la calidad proteínica. Por lo tanto, es posible que, si el proceso no se lleva a cabo en igualdad de condiciones, esto puede contribuir a la variabilidad en el valor biológico que se puede leer en la literatura.

El almacenamiento afecta la calidad de cocción, porque es muy usual encontrar fríjol de cáscara dura entre el fríjol almacenado. El fríjol de cáscara dura requiere períodos de cocción más largos, lo que puede disminuir su calidad proteínica. Por lo tanto, se sugiere que deben establecerse condiciones óptimas de cocción para cada especie de leguminosa de grano, con el objeto de reducir la variabilidad en el valor nutritivo determinada biológicamente. Esto será de valor para los programas de mejoramiento agronómico y nutricional. Más aún, debe tenerse cuidado de comparar solamente especies y variedades de fríjol que hayan estado bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

VALOR NUTRITIVO

Entre los vegetales que se cosechan son las leguminosas de grano las que contienen la mayor cantidad de proteína; generalmente más del doble de la de los cereales y en cantidades significativamente mayores que las de raíces y tubérculos. La proteína de las leguinosas de grano, se considera fuente rica en lisina. Los aminoácidos que contienen azufre constituyen el mayor defecto. La proteína de los cereales es escasa en lisina, pero ellos contienen cantidades adecuadas de aminoácidos azufrados. Es evidente que la proteína de las leguminosas constituye el suplemento natural de la proteína de los cereales. Si esto es acertado, cualquier mejoramiento nutricional que tenga que hacerse en las leguminosas, debe tomar en cuenta el papel nutricional que juegan en dietas a base de cereales o de tubérculos. En el caso específico de tubérculos, como por ejemplo la yuca y otros alimentos farináceos, como el plátano, la proteína de las semillas leguminosas puede que sea la única fuente de proteína.

El efecto suplementario de la proteína de las leguminosas a la de los cereales, está bien documentado. En base seca, el nivel de ingesta de fríjol representa alrededor del 10 por ciento del peso seco de las dietas, al menos en los que se consumen en Centro América (4.5). Por consiguiente, en los resultados presentados en los Cuadros 18 y 19, las dietas usadas para alimentar ratas, fueron preparadas con 90 por ciento de cereal y 10 por ciento de fríjoles negros **P. vulgaris**. Los resultados fueron comparados con los de dietas que contenían 100 por ciento de cereal.

El efecto de la adición del fríjol en el aumento de la cantidad de proteína utilizable en la mezcla cereal-leguminosa, es atribuido a un aumento en calidad proteínica, así como también a un mayor contenido proteínico. Esto se demuestra en el Cuadro 18 en el cual el contenido de proteína se mantuvo constante entre

Cuadro 18. **Porcentaje de proteína utilizable de dietas de cereales y de mezclas de 90% cereal + 10% fríjol.**

Fuente de proteína	Proteína: En dieta (%)	Proteína: Utilizable (%)
100% arroz	6.9	4.01
90% arroz + 10% fríjol	7.9	4.96
100% maíz	8.5	2.41
90% maíz + 10% fríjol	10.3	4.10
100% maicillo	7.7	2.23
90% maicillo + 10% fríjol	8.6	3.93
100% trigo	11.0	4.26
90% trigo + 10% fríjol	12.0	5.94
100% avena	13.8	8.22
90% avena + 10% fríjol	14.6	8.73
Caseína	10.7	8.02

Cuadro 19. **Calidad proteínica de cereales y de cereal-fríjol en dietas isoproteínicas.**

Fuente de proteína	Aumento de peso (g) (promedio)	P.E.R.
100% arroz	43	2.15
90% arroz + 10% fríjol	56	2.32
100% maíz	13	0.87
90% maíz + 10% fríjol	32	1.40
100% maicillo	12	0.88
90% maicillo + 10% fríjol	30	1.39
100% trigo	19	1.05
90% trigo + 10% fríjol	41	1.73
100% avena	34	1.60
90% avena + 10% fríjol	75	2.37
Caseína	75	2.71

dietas a un nivel de 7.5 por ciento. A pesar de que la presencia del 10 por ciento de harina de fríjol en las dietas aumentó la calidad proteínica del cereal, el aumento fue mayor para aquellos cereales de peor calidad proteínica, como el maíz y el maicillo (sorgo), seguidos del trigo, arroz y avena.

Los resultados obtenidos cuando el contenido de proteína de la dieta no fue ajustado a un nivel fijo se muestran en el Cuadro 19.

El Cuadro 18 muestra dos resultados de interés. Uno, es el aumento en el contenido de proteína en las dietas cuando llevan el 10 por ciento de fríjol que es significativo, especialmente para los niños que requieren ingestas de proteína relativamente mayores que los adultos, y tienen en cambio una capacidad estomacal inferior. El segundo punto de interés, puede verse en la columna de proteína utilizable, que es mayor para las dietas a base de un cereal y fríjoles. De nuevo es de interés observar que se obtienen mayores aumentos en proteína utilizable con las mezclas de cereal-leguminosa, cuando el cereal es de peor calidad: maíz, maicillo (sorgo), trigo, arroz y avena, en ese orden.

El término proteína utilizable, significa el producto de calidad por cantidad proteínica, relativo a una proteína de referencia, que en el caso presente fue la caseína.

La evidencia presentada sirve para destacar por lo menos dos factores que deben de considerarse en programas de mejoramiento de la calidad de las leguminosas. Lo primero es la conveniencia de un mayor contenido de proteína. Esto adquiere mayor significación con respecto a la alimentación del niño. Segundo, que las proteínas de leguminosas deberían contener un nivel mayor de lisina, ya que este aminoácido limita la calidad de la proteína en todos los cereales analizados.

A pesar de que la lisina no es el único aminoácido limitante en la proteína de los cereales, un mayor contenido de proteínas en las leguminosas llevará con ella más triptofano, treonina y metionina, aminoácidos que son algo deficientes en la proteína de los cereales.

A pesar de que la presencia de 10 por ciento en fríjol aumenta la calidad proteínica del cereal, estas mezclas aún son bajas en los mismos aminoácidos deficientes en el cereal de la mezcla. Sin embargo, las cantidades requeridas son menores. La información del Cuadro 20 lo atestigua. El maíz solo muestra respuestas altamente significativas a la adición de lisina y triptofano; estos dos aminoácidos, también mejoran la calidad de la mezcla de maíz y fríjol, que se está considerando (38). La adición de metionina al fríjol, estando o no el maíz suplementado con lisina y triptofano, no mejoró la calidad de la proteína. Resultados similares han sido observados en mezclas de arroz y fríjol, en las cuales el fríjol aporta cerca del 10 al 12 por ciento del peso seco de la dieta.

La información anterior fue presentada para indicar que cualquier consideración que se haga para el mejoramiento del valor nutritivo de los fríjoles, debe basarse en el hecho de que ellos se consumen junto con otros alimentos, en particular, con los cereales. En este sentido, es de interés analizar los resultados del Cuadro 21. Este estudio persigue información sobre los posibles cambios a introducir en el fríjol, para obtener dietas a base de cereales de una calidad proteínica superior.

Los resultados fueron obtenidos cambiando las características nutritivas en los fríjoles que se reflejen en dietas de mejor calidad proteínica. Añadiendo fríjol a la dieta de maíz, mejora el contenido y calidad de la proteína.

Cuadro 20. **Suplementación de dietas de maíz-fríjol con aminoácidos.**

Tratamiento dietético	Aumento en peso a los 28 días (g) (promedio)	P.E.R.
Maíz + Fríjol*	69	2.11
Maíz + Lis + Tri + fríjol**	103	2.64
Maíz + fríjol + met***	66	1.93
Maíz + Lis + Tri** + fríjol + Met***	108	2.69
Maíz	32	1.21
Maíz + Lis + Tri****	100	2.68

* 72.4% maíz + 8.1% fríjol.
** 0.30% L—Lis HCL + 0.10% DL—tri
*** 0.30% DL—Met.
**** 0.40% L—Lis HCL + 0.10% DL—tri

Cuadro 21. **Efecto de varios tratamientos dietéticos en fríjol, en la calidad proteínica de dietas de maíz-fríjol.**

Tratamiento dietético	Proteína en la dieta	Proteína: Maíz	Proteína: Fríjol	Aumento en peso a los 28 días (g) (promedio)	Proteína utilizable (%)
		porcentaje			
100% maíz	8.7	100	0	25	2.93
87% maíz + 13% fríjol	10.6	71	29	48	4.54
74% maíz + 26% fríjol	12.3	51	49	86	6.26
87% maíz + 13% fríjol*	12.3	62	38	72	5.87
87% maíz + 13% fríjol**	12.8	59	41	94	7.09
87% maíz + 13% fríjol***	10.5	71	29	71	5.45

* Fríjol con un contenido proteínico 1.5 veces el contenido proteínico del fríjol común.
** Fríjol con un contenido proteínico 2.0 veces el contenido proteínico del fríjol común.
*** Fríjol con un contenido de lisina mayor que el del fríjol común.

En el tratamiento 6, la ingesta de fríjol y el contenido de su proteína, fue mantenido según datos de las encuestas dietéticas. Sin embargo, la proteína del fríjol corresponde a una con mayor contenido de lisina que el normal. Los resultados indicaron que éste fue un cambio adecuado en la composición de la proteína del fríjol, así como lo fueron las otras modificaciones estudiadas.

A efectos prácticos, la información presentada en éste y otros cuadros, sugiere que la calidad proteínica de dietas a base de cereales pudiera incrementarse mucho si la ingesta de leguminosas aumentase incrementando su disponibilidad con menores precios del fríjol, siempre que no existan factores fisiológicos adversos que limiten su ingestión. Así mismo, la información sugiere que las leguminosas con mayor contenido proteínico o con niveles normales de proteína, pero con niveles superiores en lisina, podrían ser nutricionalmente benéficas para poblaciones que consumen dietas a base de cereales. Esto se aplica principalmente a poblaciones de preescolares, en las que parecen concentrarse los problemas de tipo nutricional. Cualquier alternativa puede ser buena, y depende del agrónomo y/o del genetista el concentrarse en una de estas posibilidades. Sin embargo, no es recomendable generalizar, ya que la situación descrita es aplicable para: a) poblaciones que consumen maíz, b) cuando la semilla leguminosa contribuye con un 13 por ciento del peso seco de la dieta y c) cuando la semilla leguminosa es **P. vulgaris.**

Existe alguna información también sobre dietas a base de yuca. Los resultados se muestran en el Cuadro 22. El fríjol con o sin adición de metionina, mejoró el crecimiento de los animales, con menores pérdidas de peso en un período experimental de 28 días. Se esperaban esos resultados, ya que el nivel de proteína era de 4.6 por ciento que es demasiado bajo para ratas jóvenes en crecimiento. La solución sería aumentar la ingesta de fríjol y el que se utilice que contenga un mayor nivel de metionina.

Como muestra el Cuadro 23, las dietas a base de harina de yuca con y sin la suplementación de metionina, fueron ensayadas en la presencia a 3 niveles de fríjol en las mismas. La ingesta de proteína es mayor conforme el porcentaje de fríjol en la dieta aumenta. Se obtuvieron mejores resultados en todos los casos en los que la metionina estaba presente, como era de esperar, en vista del hecho bien conocido de la deficiencia de aminoácidos azufrados en las proteínas de las leguminosas. Auncuando el índice de eficiencia proteínica parece disminuir conforme el nivel de fríjol en la dieta aumenta, el porcentaje de proteína utilizable fue prácticamente el mismo.

Debe hacerse resaltar que una recomendación de que se consuma fríjol con mayor contenido de metionina en dietas a base de yuca dependerá de la ingesta actual de fríjol que hagan las poblaciones que consumen esas dietas. A pesar de que la adición de metionina al fríjol, en estudios con humanos, ha producido mejor valor proteínico (31), los niveles necesarios para estos fines son menores que los comunmente usados en estudios con ratas.

Cuadro 22. **Efecto de pequeñas cantidades de leguminosas sobre el valor nutritivo de dietas a base de yuca.**

Tratamiento dietético	Porcentaje de proteína	Aumento en peso (g) (promedio)
Yuca (100)	1.8	-- 13
Yuca + fríjol (87/13)	4.6	-- 7
Yuca + fríjol + Met (87/13/0.3)	4.6	– 6

Cuadro 23. **Calidad de la proteína de harina de yuca con y sin adición de metionina mezclada con varios niveles de fríjol.**

Tratamiento dietético	Proteína en la dieta (porcentaje)	Aumento en peso (g) (promedio)	P E.R.
65% harina de yuca + 35% harina de fríjol	8.04	7.7	0.78
65% harina de yuca + 0.6% metionina + 35% harina de fríjol	8.85	68.2	2.70
55% harina de yuca + 45% harina de fríjol	9.97	14.2	0.96
55% harina de yuca + 0.6% metionina + 45% harina de fríjol	10.09	66.8	2.68
45% harina de yuca + 55% harina de fríjol	12.17	31.7	1.28
45% harina de yuca + 0.6% metionina + 55% harina de fríjol	12.23	71.0	2.27

Fuente: J.E. DUTRA DE OLIVEIRA y Colaboradores (39).

CONSIDERACIONES NUTRICIONALES SOBRE MEZCLAS DE LEGUMINOSAS–CEREALES, Y LEGUMINOSAS–YUCA

Se ha demostrado que pequeñas cantidades de proteína de leguminosas adicionadas a cereales mejoran la cantidad de proteína utilizable en la mezcla. También se ha mostrado que una mayor ingesta de fríjol con mayor contenido proteínico y fríjol con un contenido mayor de lisina, pueden mejorar también la calidad nutricional de las dietas. Asumiendo que la producción de fríjol puede ser incrementada fácilmente y que esta mayor producción estimularía mayores ingestas, la pregunta que surge es ¿Cuánto debe ser el consumo de fríjol en términos de calidad proteínica?

La Figura 3, presenta los resultados en dietas para ratas en crecimiento, que contenían la misma cantidad de proteína, derivada en proporciones diferentes de maíz y de **Phaseolus**. Se obtuvo un valor proteínico máximo cuando el 50 por ciento de la proteína de la dieta procedía del fríjol y el 50 por ciento del maíz (40), correspondientes a 72 g de maíz y 82 g de fríjol. La tasa de maíz a fríjol es de 2.6 a 1.

Es interesante que la mezcla de los dos componentes en la proporción indicada tiene un valor proteínico superior a la de los componentes individuales. Del contenido de aminoácidos de los dos componentes y su comparación con patrones de referencia de aminoácidos, resulta que la lisina es el aminoácido limitante en primer término, cuando el maíz proporciona del 50 al 100 por ciento de la proteína de la dieta. Por el contrario, la metionina es el aminoácido limitante en primer lugar, cuando el fríjol proporciona mayores cantidades de proteína a la dieta.

Evidencia en este sentido se presenta en el Cuadro 24. La adición de una pequeña cantidad de los tres aminoácidos limitantes del maíz aumenta la utilización proteínica del cereal, de un índice de eficiencia proteínica de 1.05 a 2.47. La mezcla óptima de maíz y fríjol 50/50, fue mejorada en su calidad proteínica,

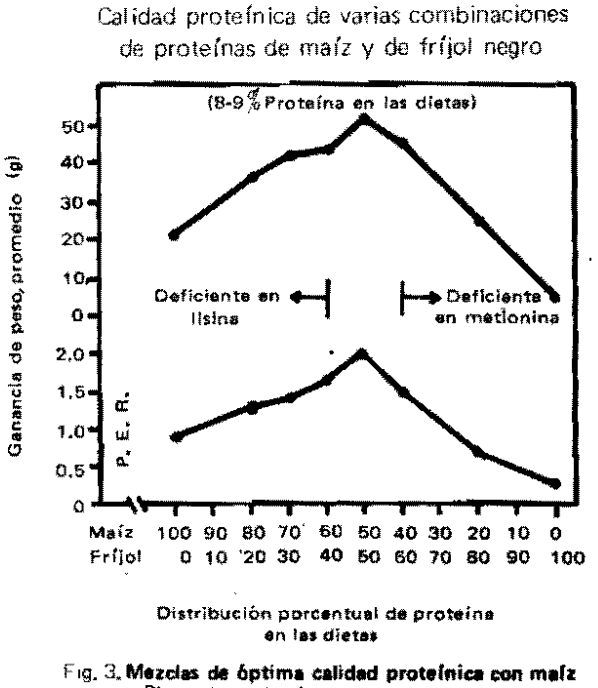


Fig. 3. **Mezclas de óptima calidad proteínica con maíz y** Phaseolus vulgaris.

Cuadro 24. Suplementación de mezclas de 72% de maíz y 28% de fríjol con aminoácidos

Distribución por peso (porcentajes)		Aminoácidos agregados	Aumento de peso (g) (promedio)	P.E.R.
Maíz	Fríjoles			
100	0	ninguno	29	1.05
100	0	Lis - Tri - Leu	74	2.47
72	28	ninguno	51	2.10
72	28	Met - Tri	59	2.03
72	28	Met - Lis	75	2.42
0	100	ninguno	−3	—
0	100	Met - Tri - Leu	23	1.04

a través de la adición de pequeñas cantidades de lisina y metionina, aumentando el valor de 2.10 a 2.42. La adición de metionina, triptofano y leucina, mejoró la calidad de la proteína del fríjol, efecto que es probable se deba principalmente a la metionina.

En el Cuadro 25 se incluyen resultados adicionales. Este muestra el efecto de la suplementación con aminoácidos de la mezcla de calidad proteínica óptima entre un cereal y una leguminosa de grano. El efecto de la suplementación con metionina depende tanto del cereal, como de la leguminosa. Por ejemplo, la mezcla de maíz y la de maicillo con **P. vulgaris** mejoran al suplementarlas con metionina, pero esto no sucede en el caso del arroz y **P. vulgaris**. Por el contrario, las mezclas de cereal con **P. lunatus** no son mejoradas en calidad, cuando se suplementan con metionina.

Aumento en peso e índice de eficiencia proteínica de mezclas de fríjol y maíz opaco 2

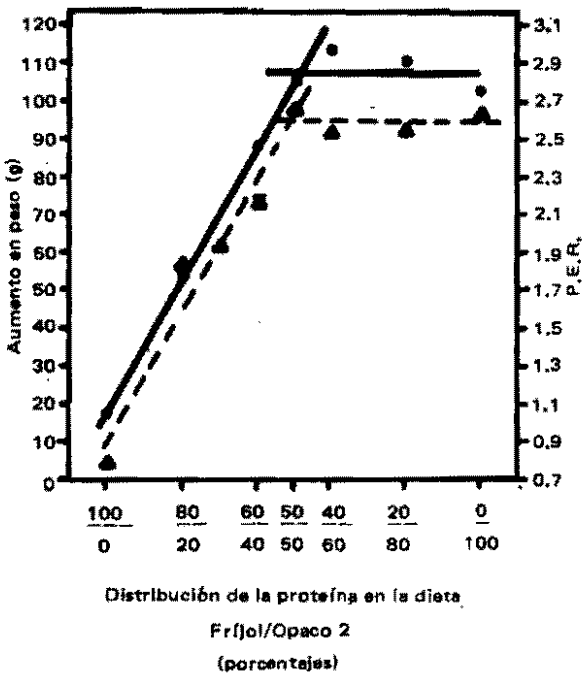


Fig. 4. **Mezclas de óptima calidad proteínica con maíz opaco-2 y** Phaseolus vulgaris.

Estudios similares se han realizado con el maíz opaco-2 y **P. vulgaris** negro, con los resultados que se presentan en la Figura 4 (42). En este ejemplo, la proteína del fríjol es todavía deficiente en metionina. Sin

Cuadro 25. Suplementación de combinaciones de cereales y leguminosas con aminoácidos.

Distribución por peso (porcentajes)		Aminoácidos agregados	Aumento de peso (g) (promedio)	P.E.R.
Cereal	Leguminosa			
Maíz (70)	P. vulgaris (rojo) (30)	ninguno	47	2.41
		Met	58	2.60
		Met - Lis	42	2.35
Maíz (80)	P. lunatus (20)	ninguno	52	2.50
		Met	51	2.56
		Met - Lis	46	2.49
Maicillo (70)	P. vulgaris (negro) (30)	ninguno	56	2.54
		Met	58	2.61
		Met - Lis	64	3.05
Maicillo (70)	P. lunatus (30)	ninguno	50	2.44
		Met	50	2.47
		Met - Lis	77	3.27
Arroz (80)	P. vulgaris (rojo) (20)	ninguno	57	2.86
		Met	62	2.98
		Met - Lis - Treo	67	3.20
Arroz (80)	P. lunatus (20)	ninguno	62	3.08
		Met	63	3.13
		Met - Lis - Treo	73	3.66

Fuente: K. SIRINIT y colaboradores (41).

embargo, aunque el maíz opaco-2 tiene practicamente el mismo contenido de metionina que el común, tiene niveles significativamente mayores de lisina y triptofano.

El mejor resultado se obtuvo cuando el 50 por ciento de la proteína de la dieta procedía de cada uno de sus componentes. Se observaron valores similares cuando el maíz proporcionó mayores niveles de proteína en la dieta. Por el contrario un mayor nivel de proteína de fríjol en la mezcla, dio por resultado un comportamiento inferior, debido a una creciente deficiencia de metionina. La mezcla 50/50 de maíz y **P. vulgaris** dió un índice de eficiencia proteínica de 2.1 y un aumento en peso de 52 g. En contraste, la mezcla 50/50 a base de proteína de maíz opaco-2 y **P. vulgaris**, dio un índice de eficiencia proteínica de 2.6 con un aumento en peso de 108 g en 28 días.

Los resultados experimentales muestran que las proporciones óptimas de maíz y fríjol, son 72 g de maíz y 28 g de fríjol, para una tasa de 2.6 a 1. Los resultados de varias encuestas dietéticas en Centro América, permiten calcular la tasa actual ingerida. Estos datos se presentan en el Cuadro 26 (4,5). En ambos casos —adultos y niños—, el consumo de maíz predomina, lo cual permite llegar a la conclusión de que estas dietas son bajas en proteína y deficientes en lisina.

Mezclas de máximo valor proteínico han sido determinadas para otros cereales y leguminosas de grano (43). Un resumen de esos resultados se presenta en el Cuadro 27. Estos resultados sugieren que cuanto peor es la calidad del cereal, tanto mayor es la cantidad de leguminosa requerida para mezclas de valor proteínico óptimo. Indican también que dietas a base de cereales pueden ser de una calidad proteínica superior cuando la ingesta de leguminosa-cereal es mayor que la de hoy día.

Cuadro 26. **Ingesta diaria promedio de maíz y fríjol en diferentes áreas de Centro América.**

	Maíz g/día	Fríjol g/día	Relación entre maíz/fríjol
Guatemala			
Adultos	423	58	7.3
Niños	281	24	11.7
	295	26	11.3
	277	15	18.5
Honduras			
Adultos	398	56	7.1
El Salvador			
Adultos	374	60	6.2
Relación más favorable	72	28	2.6

Cuadro 27. **Valor proteínico de combinaciones óptimas entre cereales y leguminosas.**

Distribución de la proteína en la dieta (porcentaje)			
En el cereal	En el fríjol	P.E.R.	Aumento (promedio)
100 arroz	0 fríjol	2.25	16.4
80 arroz	20 fríjol	2.62	
100 maíz	0 fríjol	0.90	122.2
50 maíz	50 fríjol	2.00	
100 maíz	0 caupí	1.22	50.8
50 maíz	50 caupí	1.84	
100 trigo	0 fríjol	47*	48.9
73 trigo	27 fríjol	70*	
100 maíz	0 soya	1.50	90.0
40 maíz	60 soya	2.85	

* PNU = Proteína neta utilizable.

El análisis de la ingesta de fríjol en los diferentes países, muestra que en general, es relativamente bajo. Por ejemplo, el promedio mayor ingerido en los países de Centro América es de 72 g por persona al día, que no es suficiente para dar una tasa de 2.6 a 1, con respecto al consumo de cereal (5). De estas y otras consideraciones, se deducen varias preguntas. ¿Por qué la gente consume esas pequeñas cantidades? ¿Es posible consumir más? ¿Está limitado el consumo por su baja disponibilidad, o porque contienen factores no-reconocidos, que imponen un límite fisiológico de ingesta? ¿o es porque son poco digeribles? Si debe aumentarse el consumo de fríjol para ayudar a resolver el problema mundial de deficiencia proteínica habrá que responder estas preguntas.

Con los resultados del Cuadro 28 se intenta contestarlas. Este estudio se realizó con ratas jóvenes a las que se permitió consumir como quisieran de dos copas de alimento, colocadas en la jaula. Una de ellas contenía maíz y la otra fríjol **Phaseolus vulgaris**. Las dietas de maíz y fríjol fueron modificadas (segunda columna) para permitir que la rata escogiese el alimento nutricionalmente mejor para ella. La ingesta de cada comedero fue medida (3a. columna) y usada para calcular la relación maíz/fríjol. Por la cantidad de proteína ingerida y por el índice de eficiencia proteínica, se calculó el porcentaje de proteína utilizable.

El primer grupo fue alimentado con maíz y con fríjol, sin ningún otro tratamiento dietético. La razón de maíz a fríjol fue 3.58 con una proteína utilizable de 3.11 por ciento.

Estos resultados indican que el animal trató de balancear la calidad de la proteína ingerida, ya que la razón 3.6 está cerca del mejor valor de 2.6 hallado en otros experimentos. Cuando, tanto el maíz como el fríjol, se suplementan individualmente con vitaminas, minerales y calorías adicionales, los animales consu-

Cuadro 28. Efecto de varios tratamientos dietéticos sobre la ingesta voluntaria de maíz y fríjol por ratas jóvenes.

Alimentos	Tratamiento dietético	Ingesta g/rata/28 días	Ingesta Relación	Proteína utilizable (porcentaje)
Maíz	ninguno	188	3.58	3.11
Fríjol	ninguno	53		
Maíz	Vit - Min - Cal	238	3.87	5.15
Fríjol	Vit - Min - Cal	61		
Maíz	ninguno	257	2.08	6.24
Fríjol	Vit - Min - Cal	124		
Maíz	Vit - Min - Cal	250	2.65	5.19
Fríjol	ninguno	94		
Maíz	Lis - Tri	184	3.86	3.81
Fríjol	Met	47		
Maíz	Lis Tri - Vit Min - Cal	272		
Fríjol	Met - Vit - Min Cal	120	2.26	5.68
Maíz	Lis - Tri - Vit Min - Cal	291	2.94	6.10
Fríjol	Vit - Min - Cal	59		

mieron cantidades mayores de maíz y fríjol para dar una relación de 3.87, similar a la del caso anterior. El porcentaje de proteína utilizable aumentó, lo que era de esperar, ya que otros nutrientes fueron proporcionados en los alimentos.

El tercer tratamiento estimuló la ingesta libre del fríjol, y también la del maíz. La mayor ingesta de fríjol puede explicarse con base en que el animal consumía más para suplir sus necesidades de otros nutrientes. También hubo un aumento en el consumo de maíz, posiblemente requerido por la rata como fuente de calorías para balancear el aumento en ingesta de proteína por un mayor consumo de fríjol. Estos resultados también indican que el fríjol no impone un límite fisiológico de ingesta.

Factores más directamente relacionados con la calidad de la proteína se estudiaron en los tratamientos 5 a 8. La adición de lisina y triptofano al maíz y de metionina al fríjol no alteraron significativamente la relación maíz a fríjol observada en el primer grupo. La proteína utilizable aumentó ligeramente. Cuando los tres aminoácidos y otros nutrientes son adicionados a los dos alimentos, hay un aumento en la ingesta de ambos, para dar una relación de 2.3 con 6.7 por ciento de proteína utilizable. El tratamiento 7 mejoró la calidad de la proteína del maíz pero no la del fríjol, con otros nutrientes presentes en ambas. Este tratamiento estimuló la ingesta de maíz, pero no la del fríjol, contrariamente a lo observado en el tratamiento 8, en el que el fríjol pero no el maíz, fue suplementado con metionina para mejorar su calidad proteínica. Esto dio por resultado un aumento en la ingesta del fríjol, pero no difirió mucho de las observadas en el tratamiento tercero.

Los resultados de este estudio indican claramente que cuando se permite que la rata escoja su comida, lo hace en cuanto a suplementación de nutrientes, pero no de aminoácidos solamente. Muchas observaciones son difíciles de explicar y no se tratará de hacerlo ahora. No obstante, los resultados muestran de una manera clara, que los animales tienden a consumir más fríjol si éste está disponible, y que son posibles mayores ingestiones sin que éstas causen daños adversos al animal. Por consiguiente, deben hacerse esfuerzos para incrementar la producción de leguminosas de grano, para conseguir que tengan menor precio y haya por consecuencia mayor consumo.

A base de los resultados obtenidos en relación con el efecto suplementario y complementario de la proteína de leguminosas en la proteína de cereal, así como el efecto de la adición de aminoácido a las mezclas de leguminosa-cereal, se han hecho cálculos sobre niveles óptimos de ciertos aminoácidos esenciales y otros nutrientes que deberían tener las leguminosas. También se consideró en estos cálculos la posibilidad de llegar a esos niveles óptimos, ahora o en un futuro próximo, de acuerdo con la variabilidad de nutrientes hallados normalmente en un número relativamente grande de muestras analizadas.

Los cálculos basados en estos hechos sugirieron que la proteína de las leguminosas debería contener 6.4 g de lisina/16 g de nitrógeno, 1.2 g de triptofano/16 g de nitrógeno y 2.3 g de aminoácidos de contenido total de azufre por 16 g de nitrógeno. Estos valores en la proteína de leguminosa complementarán la proteína del cereal. El nivel de proteínas en las leguminosas no debe ser menor de 25 por ciento. Ya se han expuesto las razones para fijar esta cifra. Además las actuales

dietas cereal-leguminosa son de bajo contenido proteínico, lo que dificulta para un niño hacerse a las proteínas que necesita por medio de esas dietas que tienden a ser voluminosas. La digestibilidad de la proteína de leguminosas debe ser de 85 por ciento aproximadamente. Finalmente las dietas de maíz-leguminosa tienen una baja densidad de calorías y las poblaciones que las consumen adolecen también de deficiencia en calorías. Por consiguiente sería ideal que la concentración de lípido en la leguminosa fuese de 6 a 8 por ciento. El mayor contenido de grasa en la soya es una ventaja como alimento con respecto a otros alimentos leguminosos. Los lípidos en las leguminosas deberían ser de gran beneficio nutricional, no solamente como fuente de calorías, sino como fuente de ácidos grasos esenciales.

CONCLUSIONES

El esfuerzo más importante que debe hacerse en las investigaciones sobre leguminosas, es el que conduzca a incrementar el rendimiento. Es de esperar que tales investigaciones redundarían en una mayor disponibilidad de estos granos, a un menor costo. Ya se han logrado en este respecto importantes avances en algunos países, por ejemplo, El Salvador. Sin embargo, los esfuerzos para incrementar los rendimientos pueden resultar de corto alcance debido a las deficientes condiciones de almacenamiento. Esta deficiencia causará disminución de la calidad culinaria del grano.

Cuando se cumpla este objetivo, las investigaciones deberán concentrarse en aumentar el contenido proteínico total del grano. Los resultados logrados indican que concentraciones de lisina, triptofano y metionina, en ese orden, provienen de leguminosas de grano con mayor contenido proteínico. Un mayor contenido de proteína es beneficioso en situaciones en las que las leguminosas de grano son consumidas, conjuntamente con cereales y tubérculos.

Las leguminosas de grano con un contenido mayor de lisina, pueden ser muy efectivas para mejorar la calidad de la dieta de cereal. Sin embargo, si la digestibilidad de la proteína es mejorada, es probable que las cantidades de lisina que ahora existen sean suficientes para compensar el bajo contenido de lisina en los cereales.

El factor de la flatulencia es otra característica de las leguminosas, que debería ser eliminada. Quizá se puede anular por medio de ciertas técnicas de procesamiento.

Las leguminosas de alto contenido de metionina también deberían ser objeto de atención, en especial para las poblaciones que consumen dietas a base de yuca, que aporta poca proteína.

Quizá pudieran obtenerse mayores ingestas de proteína de leguminosas a través de productos precocidos que son más estables, y que ofrecen la ventaja de su estabilidad mejorada, menores costos para su preparación y posiblemente contenido de otros nutrientes suplementarios.

Finalmente, debe subrayarse que para efectos de selección por valor nutritivo, es esencial estandarizar todas las operaciones, principiando por el almacenamiento, los procesamientos, la deshidratación e incluyendo las técnicas de evaluación biológica. Las condiciones óptimas de cocción para inactivar los inhibidores de la tripsina y de otras sustancias tóxicas sensibles al calor no son probablemente las mismas para todas las especies o variedades de leguminosas, ya que contienen diferentes concentraciones de estos compuestos. Asimismo, algunas especies tienen una mayor tendencia que otras a endurecerse. La estandarización y la definición de los procedimientos de selección por valor nutritivo, ayudarán a que las leguminosas jueguen un papel más importante en la nutrición de la población humana.

También deben encaminarse los esfuerzos al problema de aumentar la digestibilidad de la proteína de algunas especies de leguminosas de grano. Los factores responsables del problema de la baja digestibilidad no son conocidos. Los inhibidores de la tripsina no pueden ser únicamente los responsables ya que éstos son destruídos durante la cocción. Sin embargo, es posible que las técnicas de las que se dispone no sean suficientemente sensitivas para detectar factores estables al calentamiento.

LITERATURA CITADA

1. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 1966. Food Balance Sheets for 1960-1962. FAO. Roma.

2. JAFFE, W. G. 1971. Las semillas de leguminosas como fuentes de proteína en América Latina. En: Recursos Proteínicos en América Latina. (M. Béhar y R. Bressani, Editores). INCAP Publicación L-1. p. 228.

3. PECK, E.B. 1971. Ecologic assessment of the nutritional status of a Guatemalan finca population. 4. Individual dietary intakes of preschool children, lactating women and working men. Informe de un curso de verano del INCAP celebrado en 1971 (sin publicar).

4. FLORES, M. 1961. Food Patterns in Central America and Panamá. En: Tradition Science and Practice in Dietetics. Proc. of the 3rd. International Congress of Dietetics. London. 10-14 July, 1961. William/Byles Yorkshire, Great Britain. p.23.

5. FLORES, M., A. FLORES y M.Y. LARA. 1966. Food intake of Guatemalan indian children aged 1 to 5 years. J. Amer. Dietet. Assoc. 48:480.

6. MARTINEZ C., y A. CHAVEZ. 1968. Estudio sobre la recuperación de niños desnutridos en comunidades rurales. III. El papel de la educación en una comunidad muy pobre. Arch. Latinoamer. Nut. 18:263.

7. FOX, H.C., V.S. CAMPBELL y J.C. MORRIS. 1968. The dietary and nutritional status of Jamaican infants and toddlers. Information bulletin. Scient. Res. Council (Jamaica). 8:33.

8. GARCIA, B. 1972. División Microbiología, INCAP. Comunicación personal (sin publicar).

9. GOMEZ BRENES, R., L.G. ELIAS y R. BRESSANI. 1972. Mejoramiento de la calidad proteínica de dietas de bajo valor nutritivo a través del uso de maíz fortificado y del opaco-2. En: Mejoramiento Nutricional del Maíz. (R. Bressani, J.E. Braham y M. Béhar, Editores). Memorias de una conferencia. INCAP. Publicación L-3. p. 261.

10. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. 1964. Comunicación personal. D. Wilson (sin publicar).

11. FLORES, M. y COLABORADORES. (Citado en: Legume Foods). Capítulo 7. Bressani, R. y L.G. Elías. Academic Press (A.M. Altschul, Editor). En prensa.

12. ELIAS, L.G., M. ESPIGARES y R. BRESSANI. Efecto del procesamiento en la preparación de harinas precocidas de fríjol, sobre su composición química y valor proteínico. Datos sin publicar.

13. SANCHEZ-NIEVA, F., A.J. RODRIGUEZ y J.R. BENERO. 1961. Improved methods of canning pigeon peas. Univ. Puerto Rico. Agricultural Station. Boletín 157. Río Piedras, Puerto Rico.

14. PUSZTAI, A., 1967. Trypsin inhibitors of plant origin their chemistry and potential role in animal nutrition. Nut. Abst. & Revs. 37:1.

15. JAFFE, W.G. 1968. Factores tóxicos en las leguminosas. Arch. Venez. Nutrición 18:205.

16. KAKADE, M.L., R.L. ARNALD, I.E. LINER y P.E. WARBEL. 1969. Unavailability of cystine from trypsin inhibitors as a factor contributing to the poor nutritive value of navy beans. J. Nut. 99:34.

17. JAFFE, W.G. 1950. Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds. Proc. Exptl. Biol. Med. 75:219.

18. SEIDL, D., M. JAFFE y W.G. JAFFE. 1969. Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin. J. Agr. Chem. 17:1318.

19. LIENER, I.E. Comunicación personal.

20. KORTE, R. 1972. Heat resistance of phytohemagglutinins in weaning food mixtures containing beans **(Phaseolus vulgaris)**. Ecology of Food and Nut. 1:303.

21. NAGARAJAN, V. 1969. Lathyrism. Ind. J. Med. Res. 57:92.

22. DONOSO, G., H. HEDAYAT y H. KHAYATIAN. 1969. Favism, with special reference to Iran. Bull. World Health Organization 40:513.

23. STEGGERDA, F.R. y J.F. DIMMICK. 1968. Effects of bean diets on concentrations of carbon dioxide in flatus. Amer. J. Clin. Nut. 19:120.

24. HELLENDOORN, E.W. 1969. Intestinal effects following ingestion of beans. Food Technol. 23:87.

25. RACKIS, J.J., D.H. HONIG, D.J. SESSA y F.R. STEGERDA. 1970. Flavor and flatulence factors in soybean protein products. J. Agr. Food Chem. 18:977.

26. CALLOWAY, D.H., C.A. HICKEY y E.L. MURPHY. 1971. Reduction of intestinal gas-forming properties of legumes by traditional and experimental food processing methods. J. Food Science 36:251.

27. GRANDE, F., J.J. ANDERSON y A. KEYS. 1965. Effect of carbohydrates of leguminous seeds, wheat and potatoes on serum cholesterol concentration in man. J. Nut. 86:313.

28. MATHUR, K.S., S.S. SINGHAL y R.D. SHARMA. 1964 Effect of Bengal gram on experimentally induced high levels of cholesterol in tissues and serum in albino rats. J. Nut. 84:201.

29. HOGUE, D.E., J.F. PROCTOR, R.G. WARNER y J.K. LOOSLI. 1962. Relation of selenium, vitamin E and an unidentified factor to muscular dystrophy (stiff-lamb or white muscle disease) in the lambs. J. Animal Sci. 21:23.

30. HINTZ, H.F. y D.E. HOGUE. 1964. Kidney beans **(Phaseolus vulgaris)**, and the effectiveness of vitamin E on prevention of nutritional muscular dystrophy in the chick. J. Nut. 84.

31. ESSELBAUGH, N.C., H.C. MURRAT, L.W. HARDI y M.M. HARD. 1952. The replacement value of the Alaska field pea **(Pisum sativum)** for human subjects. J. Nut. 46:109.

32. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. INCAP. Datos sin publicar.

33. ROSALES ARZU, A.M. 1972. Estudio sobre la calidad proteínica del fríjol y la de tres fracciones derivadas por solubilidad diferencial, en niños preescolares. Trabajo de tesis. Escuela de Nutrición, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala, C.A.

34. JAFFE, W.G. 1950. El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana. Arch. Venez. Nut. 1:107.

35. TANDON, O.B., R. BRESSANI, N.S. SCRIMSHAW y F. LE BEAU. 1957. Nutritive value of beans. Nutrients in Central American beans. J. Agr. Food Chem. 5:137.

36. PARWARDHAN, V.N. 1964. Pulses and beans in human nutrition. Amer. J. Clin. Nut. 11:12.

37. BRAHAM, J.E., R.M. VELA, R. BRESSANI y R. JARQUIN. 1965. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul. **(Cajanus indicus)** Arch. Venez. Nut. 15:19.

38. ELIAS, L.G. y R. BRESSANI. 1971. Improvement of the protein quality of corn-bean diets by the use of fortified corn or opaque-2 corn. En: III Western Hemisphere Nutrition Congress. Bal Harbour, Miami, Florida, Agosto, 1971.

39. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. y E.B. ZAPPELINI DE MENEZES SALATA. 1971. Methionine fortified manioc flour to combat protein malnutrition. Nut. Reports Int. 3: 291.

40. BRESSANI, R., A.T. VALIENTE y C. TEJADA. 1962. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The growth promoting value of combinations of lime treated corn and cooked black beans. J. Food Sci. 27:394.

41. SIRINIT, K., A.G.M. SOLIMAN, A.T. VANLOO y K.W. KING. 1965. Nutritional value of Haitian cereal-legume blends. J. Nut. 86:415.

42. BRESSANI, R. y L.G. ELIAS. 1969. Studies on the use of opaque-2 corn in vegetable protein-rich foods. Agric. & Food Chem. 17:659.

43. ELIAS, L.G., R.P. BATES y R. BRESSANI. 1969. Mezclas vegetales para consumo humano. XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas. Arch. Latinoamer. Nut. 19:109.

Comentarios a la Conferencia sobre:

ACEPTABILIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DE LAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO EN LA DIETA HUMANA

Comentaristas: **J.E. Dutra de Oliveira y Nelson de Souza**

VALOR NUTRITIVO DE LOS FRIJOLES

Nos agradaría hacer algunos comentarios sobre la base de nuestro pasado trabajo, particularmente con el fríjol común (**Phaseolus vulgaris**). Brasil es el mayor productor de fríjol común en el mundo y tenemos allí uno de los consumos per capita más altos. Puede decirse que es el alimento más común. En el área nororiental del país se consume con harina de yuca y en el sur con arroz.

La encuesta de ICNND en Brasil nororiental halló que el fríjol común se usa generalmente una vez al día por casi el 100 por ciento de las familias y es la fuente más importante de proteína en la dieta local (1).

El consumo de fríjoles varía dentro del Nordeste de un lugar a otro. En el Cuadro 1 aparecen unos pocos resultados de encuestas dietéticas en esa área. Como en ella los fríjoles se comen junto con harina de yuca, pensamos que sería conveniente utilizar la yuca como vehículo de metionina para balancear la dieta local. Nuestros resultados iniciales fueron discutidos por el Dr. Bressani y más adelante se publicaron estudios sobre la misma materia, incluyendo variadas proporciones de fríjol-maíz y cantidades variables de metionina (2).

En el sur del Brasil, donde los fríjoles se consumen comúnmente junto con arroz, estudiamos intensamente esta combinación. El fríjol más común es el de color castaño. En experimentos con ratas nos encontramos con que el mejor valor nutritivo es el de 80 a 90 por ciento de la proteína del arroz y 10 a 20 por ciento de la de los fríjoles.

Cuadro 1. **Consumo de alimentos en algunas áreas del noreste de Brasil (expresado en gramos por día).**

Alimento	Recife	Area urbana	Area rural A	Area rural B
Fríjol	80	130	215	70
Arroz	100	155	125	15
Harina de yuca	65	125	200	330
Carne	235	105	40	70

Hicimos una serie de estudios en suplementación del aminoácido del arroz y en mezclas de fríjoles. Creemos interesante informar sobre un estudio de auto-selección de proteína de arroz y de fríjoles en la dieta, hecho con ratas (3). Observamos que en la elección **ad libitum** de la ingesta, las ratas escogieron una mezcla con 80 por ciento de la proteína del arroz y 20 por ciento de la de los fríjoles. Vimos también que la suplementación con metionina de los fríjoles es responsable de un triple incremento en la ingesta total con una mejor PER (relación proteínica). Si se refuerzan tanto el arroz como los fríjoles con aminoácidos, el animal gana más peso, la PER es mayor pero el consumo de fríjol no es tan grande como cuando se suplementa sólo el fríjol (Cuadro 2).

Hicimos unos pocos estudios metabólicos en niños dándoles una dieta de arroz y fríjol en la misma proporción como la que consumen en su casa. La retención de nitrógeno no es tan alta y el valor nutritivo de la mezcla puede mejorarse si una parte de ella se sustituye por leche o mezcla de maíz y soya (4).

La aceptabilidad de los fríjoles como alimento diario en el Sur es buena y no creemos tener problemas en este respecto. Los hábitos alimentarios en Brasil hacen suponer que no es de esperar que vaya a ocurrir un gran consumo de fríjoles en infantes o niños peque-

Cuadro 2. **Ingesta de alimentos y su utilización por ratas en dietas que ellas seleccionan.**

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Ingesta de alimentos (g)				
Arroz	166	137	233	234
Fríjoles	41	129	50	75
Con suplementación de aminoácidos				
Arroz	–	–	+	+
Fríjoles	–	+	–	+
Aumento de peso (g)	40	67	70	95
P.E.R.	2.71	3.51	3.39	4.28

Cuadro 3. **Precio en cruzeiros* de los fríjoles comparado con el de otros alimentos en Brasil (año 1972).**

Alimento	Belem	Recife	Río de Janeiro	Sao Paulo	Contenido de proteína g/100 g
Fríjol (kg)	2.13	1.46	1.31	1.89	20-25
Arroz (kg)	1.50	-	1.73	1.89	7-8
Harina de yuca (kg)	0.75	1.06	1.01	1.11	0.8-1.8
Carne (kg)	7.33	5.89	5.91	6.32	18-22
Litro de leche	1.30	0.70	0.67	0.71	3.4-3.6

* Valor del cruzeiro: 6 cruzeiros = U.S.$ 1.oo

ños. Creemos que en esta región tendría valor una harina de fríjol o una mezcla alimenticia bien balanceada a base de fríjol.

El precio de los fríjoles en el Brasil (Cuadro 3) no es más alto que el de otros alimentos usuales; en términos de proteína, es hasta más barato.

Podría lograrse una mayor contribución de los fríjoles a la dieta humana, por medio de nuevas variedades con más metionina o con productos precocidos. La metionina puede infusionarse a los fríjoles en el proceso de pre-cocción, como hemos informado anteriormente (5).

El uso de concentrados a base de proteína de fríjol común es otra variante mediante la cual los fríjoles pueden suplir proteína para el consumo humano.

También, nuevas variedades o nuevos sistemas de procesamiento del fríjol por medio de los cuales se ahorraría de tres a cinco horas de cocción y gasto de combustible, podrían estimular el mayor consumo de fríjol.

En resumen, concluimos que los fríjoles pueden tener un impacto real en la cantidad y calidad de la ingestión de proteína y en la dieta de algunas áreas si se presta interés y apoyo para investigar a fondo diferentes aspectos de su utilización.

LITERATURA CITADA

1. ICNND Nutrition Surveys. Northeast Brazil, 1965.
2. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E., E.B.Z.M. SALATA y J. CAMPOS, Jr. 1973. Manioc flour as a methionine carrier to balance common bean-based diets. J. Food Science 38: 116.
3. SOUZA, N. y J.E. DUTRA DE OLIVEIRA. Self selection of dietary protein from rice and beans. A ser publicado próximamente.
4. DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. y N. SOUZA. 1967. Metabolic studies with a corn and soya mixture for infant feeding. Arch. Latinoam. Nut. 17: 197.
5. CAMPOS, Jr., J. y J.E. DUTRA DE OLIVEIRA. 1972. Absorcao de metionina pelo feijao e melhoria do seu valor nutritivo. III. Reuniao de SALAN. Guatemala.
6. MORAES E SANTOS, T. y J.E. DUTRA DE OLIVEIRA. 1972. Valor nutritivo de fraccoes proteicas isoladas do feijao. Arch. Latinoam. Nut. 22: 547.

LOS PROBLEMAS Y LOS POTENCIALES EN EL ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE EN AMERICA LATINA

Conferencistas: Luis G. Elías, Ricardo Bressani y Marina Flores

INTRODUCCION

Las semillas de leguminosas comprenden aproximadamente 600 géneros con alrededor de 13.000 especies; sin embargo, solamente alrededor de 20 son de importancia económica y son consumidas verdes o secas por la población humana. En América Latina aún son menos las variedades de leguminosas reconocidas y aceptadas como comestibles. En Centro América y México, así como en la Argentina, el fríjol más consumido es el **Phaseolus vulgaris** en todas sus variedades de forma y colores. Otras variedades que se consumen en menores cantidades y en determinadas regiones, son: **Phaseolus lunatus, Vigna sinensis, Cicer arietinum, Lens esculenta y Cajanus cajan.**

Es probable que la razón por la cual existe preferencia por determinado tipo de leguminosa sobre otro se deba a su mayor abundancia en el área y ésta, a su vez, obedezca a las condiciones ambientales que favorecen mayor rendimiento en una variedad que en otra. Es también posible que otros factores que no sean agronómicos causen las preferencias, como el hábito dietético, y los patrones culturales. Fuera de estos problemas, hay que reconocer que gran parte de este potencial proteínico, que podría ayudar a mejorar nutricionalmente la dieta de la población latinoamericana, no está siendo utilizado a plenitud. Esto se debe no sólo a una baja producción de este alimento, sino también a las condiciones deficientes de almacenamiento que limitan aun más su disponibilidad.

El propósito de este informe es analizar algunos aspectos presentes y potenciales que se relacionan con el almacenamiento y procesamiento de las leguminosas comestibles en la América Latina.

PRODUCCION

Obviamente, cualquier plan destinado a mejorar las condiciones de almacenamiento e incrementar las posibilidades de procesamiento, exige el conocimiento previo de las disponibilidades de materia prima. Desafortunadamente, debido a los extensos vacíos de las estadísticas de producción no puede determinarse la situación exacta de la producción de leguminosas comestibles en Latinoamérica. Esto se debe a que en la mayor parte del área el fríjol se cultiva en pequeñas parcelas para suplir las necesidades familiares. Solamente se vende en el mercado la parte que se considera excedente, o lo que exigen las necesidades de dinero. A pesar de las limitaciones que presentan esas cifras estadísticas nos permiten deducir algunas observaciones interesantes.

Los datos publicados por FAO en 1966, para los seis continentes, aparecen en el Cuadro 1. Como se puede observar, la producción de fríjol seco en Latinoamérica, es superada solamente por la del Lejano Oriente. El rendimiento por hectárea varía para la misma especie, no solamente entre regiones sino también entre especies, en la misma región, sugiriendo que algunas especies están mejor adaptadas a las condiciones ambientales que otras. En consecuencia, un aumento en producción, podría lograrse a través de la selección de especies que se adapten mejor a las condiciones ambientales que prevalecen en determinada región.

Por otro lado, la variabilidad en producción y rendimiento indica también que definitivamente existen posibilidades para un aumento significativo en la producción de leguminosas en los países en vía de desarrollo. Es de interés también notar que los rendimientos varían de acuerdo con el tipo de leguminosa y con respecto a la región, y son más bajos para Latinoamérica, Africa y el Lejano Oriente. Es posible, que eso se deba al lento desarrollo de variedades mejoradas, a prácticas de cultivo inadecuadas y al ambiente adverso. Es posible pensar que la aplicación de una tecnología apropiada permitiría aumentar la producción de alimentos de leguminosas en Latinoamérica. Sin embargo, una mayor producción significa también disponer de las facilidades y utilización de la cosecha.

Cuadro 1. **Producción de leguminosas de grano por continente en 1966.**

1965		Fríjol seco	Arveja seca	Haba	Garbanzo	Lenteja	Gandul	Caupí	Guisante	Lupino	Otros
Europa	Area	4009	484	715	391	109	—	13	314	225	357
	Producción	863	722	841	162	67	—	12	250	257	204
	Rendimiento	2.2	14.9	11.8	6.1	4.1	—	9.2	8.0	11.4	5.7
América del Norte	Area	645	112	—	—	—	—	41	—	—	—
	Producción	805	219	—	—	—	—	24	—	—	—
	Rendimiento	12.5	19.6	—	—	—	—	5.9	—	—	—
América Latina	Area	6293	151	297	132	64	23	—	—	4	31
	Producción	3776	120	188	120	40	15	—	—	6	25
	Rendimiento	6.0	7.9	6.3	9.1	6.3	6.5	—	—	15.0	8.1
Cercano Oriente	Area	190	13	248	247	307	—	13	325	7	209
	Producción	207	12	432	209	281	—	13	298	12	227
	Rendimiento	10.9	9.2	17.4	8.5	9.2	—	10.0	9.2	17.1	10.4
Lejano Oriente	Area	7560	1146	16	10256	973	2584	47	—	—	4199
	Producción	2315	946	17	6546	473	1915	27	—	—	1995
	Rendimiento	3.1	8.3	10.6	6.4	4.9	7.4	5.7	—	—	4.8
Africa	Area	1233	463	333	400	207	127	2504	21	226	1654
	Producción	607	346	245	240	122	49	1083	11	56	822
	Rendimiento	4.9	7.5	8.9	6.0	5.9	3.9	4.3	5.2	2.5	5.0

Area: 1.000 hectáreas
Producción: 1.000 toneladas métricas
Rendimiento: 100 kilogramos/hectárea

Fuente: FAO Production Yearbook (1966 b).

PROBLEMAS DESPUES DE LA COSECHA

Por sus características físico-químicas, las leguminosas pueden ser consideradas como uno de los alimentos más estables. Sin embargo, períodos relativamente largos de almacenamiento requieren ciertas precauciones técnicas, para evitar cualquier efecto adverso en relación a su calidad para procesamiento, en su valor nutritivo y en sus propiedades culinarias y organolépticas.

La calidad del fríjol seco comprende la cualidad de suavizarse en un tiempo razonable de cocción, la uniformidad en el tamaño y color de las semillas, la ausencia de fisuras y condiciones sanitarias normales (1).

Almacenamiento

Como uno de los problemas tecnológicos más importantes que ha afectado indirectamente la producción y de una manera más directa la disponibilidad de las semillas de leguminosas se presenta la falta de condiciones adecuadas de almacenamiento. Este problema puede influir en estos aspectos principalmente de dos maneras:

1. El agricultor tiene que vender su cosecha a intermediarios a precio más bajo antes de presentarse la demanda, con lo que se reduce el incentivo económico.

2. La disponibilidad total se ve afectada por los cambios físico-organolépticos que ocurren en el fríjol durante el almacenamiento en condiciones inadecuadas, siendo el endurecimiento del grano el efecto que se observa más a menudo.

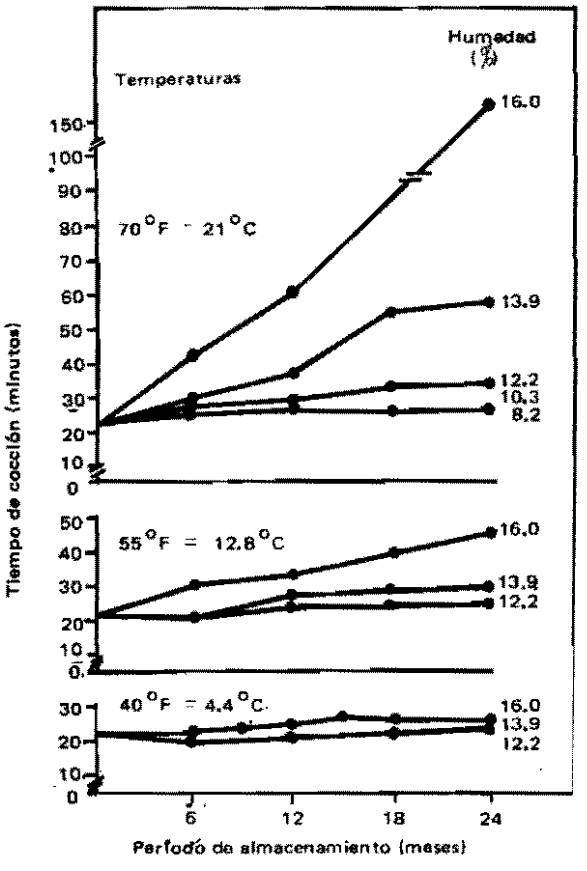
De acuerdo con los resultados de algunos estudios llevados a cabo con el propósito de establecer las condiciones óptimas para mantener la calidad de los fríjoles, los factores que más intervienen son el grado de humedad del grano, la temperatura ambiente, la humedad relativa y el tiempo de almacenamiento. (2, 3, 4, 5). Aunque no se han hecho estudios que evalúen simultáneamente estos cuatro factores variables, los resultados obtenidos hasta ahora indican que éstos tienen alguna interrelación (Cuadro 2).

Alteraciones físicas

El deterioro físico más notorio en la calidad por condiciones inadecuadas de almacenamiento es el endurecimiento de la cáscara del grano. Esta condición

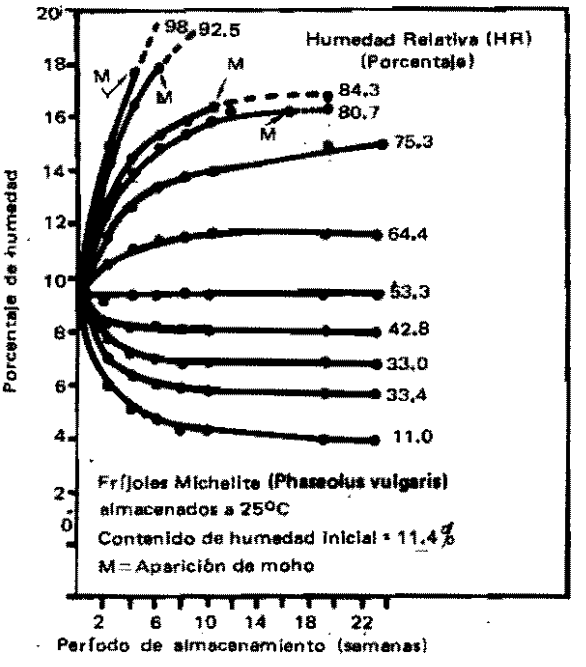
Cuadro 2. **Factores que afectan la conservación del fríjol durante el almacenamiento.**

1.- Contenido de agua en la semilla.
2. Temperatura ambiental.
3. Humedad relativa en el ambiente.
4. Tiempo de almacenamiento.



Fuente: H.K. BURR, S. KON y H.J. MORRIS. 1968. Food Tech. 22: 336.

Fig. 1. **Tiempo de cocción de fríjoles Pinto almacenados a diferentes humedades y temperaturas.**

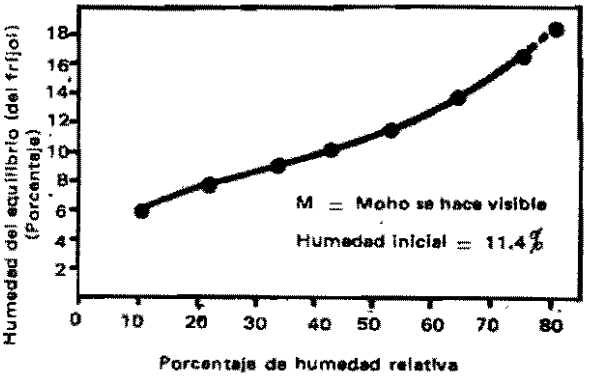


Fuente: W.J. WESTON y J.H. MORRIS. 1954. Food Tech. 8: 353.

Fig. 2. **Tiempo en el que se obtiene el equilibrio higroscópico a diferentes humedades relativas.**

es generalmente evaluada por el tiempo que el fríjol necesita para ablandarse por la cocción. La Figura 1 muestra el efecto producido por la temperatura, por el contenido de humedad en el grano y por el lapso de almacenamiento sobre el tiempo de cocción de una variedad de **Phaseolus vulgaris**. Al incrementar la humedad, la temperatura y el período de almacenamiento, el tiempo de cocción aumenta considerablemente. Estos resultados también indican que con una humedad en las semillas menor de 13 por ciento, no se afecta el tiempo de cocción, independientemente de la temperatura y del período de almacenamiento. La importancia que tiene el contenido de humedad en el grano, para conservar la calidad del fríjol durante el almacenamiento, ha sido confirmada por otros estudios (3) que indican una alta correlación positiva entre el contenido de humedad del grano y el tiempo de cocción. Es sabido que tal condición depende no sólo de la temperatura, sino también de la humedad relativa ambiental. Sería interesante estudiar el equilibrio higroscópico a diferentes humedades relativas (6). La Figura 2 muestra los resultados obtenidos al almacenar una variedad de fríjol con un contenido de 11.4 por ciento de humedad inicial a una temperatura de 25 grados centígrados, con humedades relativas que variaron de 11 a 75 por ciento.

No fue posible obtener valores para los equilibrios de humedad con humedades relativas entre el 80 y el 98 por ciento debido al desarrollo de hongos. Con este mismo procedimiento, se estudiaron diferentes variedades no encontrándose diferencias significativas entre ellas, con respecto al equilibrio higroscópico, pero se encontraron cuando los fríjoles fueron almacenados a altas humedades. Con esta base, se pudo establecer la relación entre el equilibrio de humedad en el fríjol y la humedad relativa ambiental (Figura 3).



Fuente: W.J. WESTON y J.H. MORRIS. 1954. Food Tech. 8: 353.

Fig. 3. **Porcentaje de humedad del equilibrio higroscópico vs. humedad relativa (%) de fríjoles Michelite** (Phaseolus vulgaris) **almacenados a 25 °C.**

Estos estudios para establecer las condiciones adecuadas de almacenamiento deberán ser llevados a cabo con las variedades que más se consumen en nuestros países.

Un tiempo prolongado de cocción de los fríjoles debido a diferencias de variedades o a condiciones adversas de almacenamiento, constituye un problema no sólo para el ama de casa por el gasto de combustible, sino que también a nivel industrial, ya que los procesadores de alimentos estandarizan los métodos de procesamiento.

Otro problema importante aunque menos apreciado es el bio-deterioro de los granos, al ser atacados por insectos, hongos y roedores. En este caso también las condiciones adecuadas de almacenamiento, el tratamiento apropiado y la limpieza del material contribuyen a ahorrar serias pérdidas de un alimento actualmente deficitario.

Alteraciones químicas y organolépticas

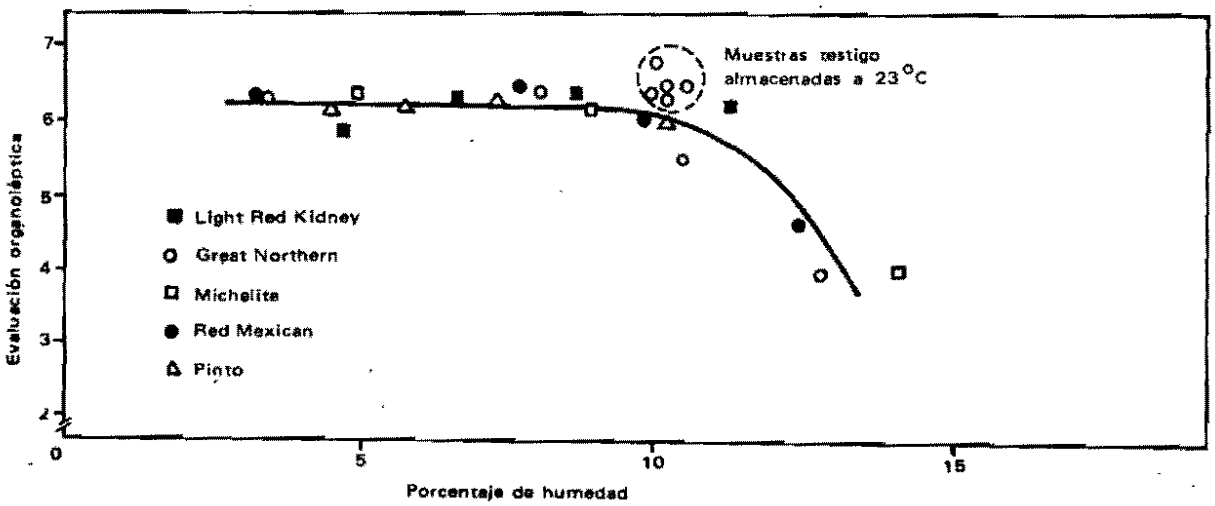
Además de los cambios observados en su textura, el fríjol puede ser afectado durante su almacenamiento, en sus propiedades organolépticas.

La Figura 4 muestra los resultados de almacenar seis variedades de fríjoles con diferentes grados de humedad durante dos años, a 25 grados centígrados. Estos datos indican que los fríjoles con un contenido de humedad superior a 10 por ciento desarrollan un olor y sabor desagradables, mientras que los almacenados con grado inferior de humedad conservan su calidad, por dos años. Estos cambios organolépticos se deben al deterioro de la fracción lipídica de las leguminosas, como se ilustra en la Figura 5 que muestra un aumento en los valores de acidez de esta fracción química para los fríjoles que contienen más de 10 por ciento de humedad. También es interesante señalar que el contenido de lípidos en las leguminosas, constituye relativamente un pequeño porcentaje de su composición total, variando de 1 a 6 por ciento según la especie. No obstante, se ha encontrado que un gran porcentaje del contenido de lípidos lo forman ácidos grasos no saturados que consisten principalmente en ácidos palmítico, linoléico, y con pequeñas cantidades de ácidos esteárico y oléico (7, 8, 9, 10, 11, 12). La acción de la lipoxidasa que hay en el fríjol sobre los ácidos grasos no saturados durante el almacenamiento puede muy bien ser la causa de que se produzca olor rancio. También es posible que la oxidación y polimerización de éstos, pueda causar cambios en permeabilidad al agua, afectando así el tiempo de cocción (9).

El principal factor que afecta la textura de los fríjoles, o sea el contenido de humedad en el grano, es también responsable en gran parte por el deterioro de sus propiedades organolépticas. La Figura 6 ilustra el efecto de la humedad sobre la acidez de la fracción lipídica de una variedad de **Phaseolus vulgaris**. La muestra con un contenido de humedad de 16 por ciento, resultó a los seis meses de almacenamiento con un valor relativamente alto de acidez lipídica, comparado con los valores iniciales, y aumentó significativamente durante el almacenamiento. En cambio, la muestra con 5 por ciento de humedad se mantuvo estable a través de los 24 meses de almacenamiento. Las pruebas organolépticas llevadas a cabo posteriormente demuestran una relación directa entre los valores de acidez y la aceptabilidad de estas muestras.

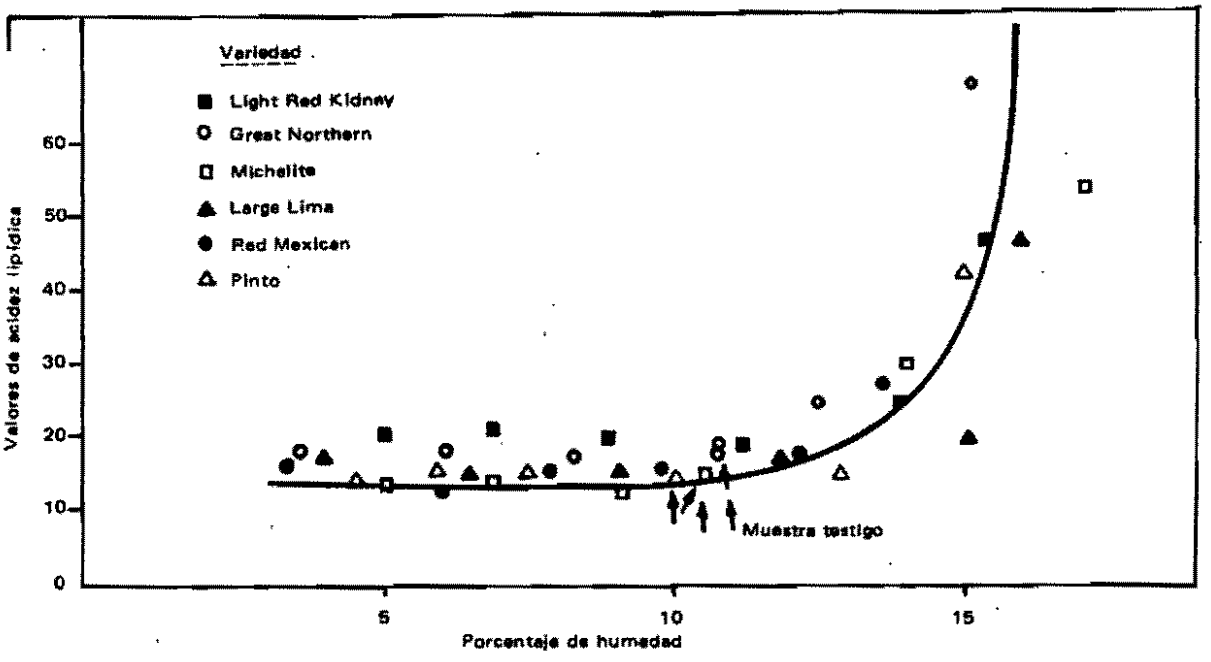
Cambios en valor nutricional

Hay poca información en la literatura relacionada con el efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo de la proteína de los fríjoles. Sin embargo, algunos investigadores (1) han sugerido que los factores que afectan las características físico-químicas, orga-



Fuente: H.J. MORRIS y E. R. WOOD. 1956. Food Tech. 10: 225.

Fig. 4. **Evaluación organoléptica vs. porcentaje de humedad de variedades de fríjoles secos almacenados por dos años a 25 °C.**



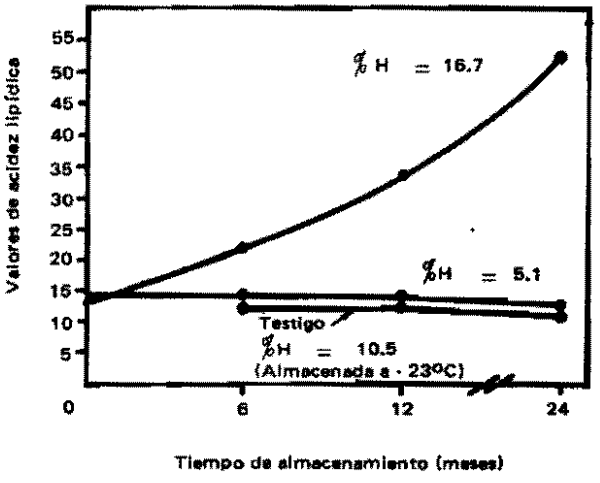
Fuente: H.J. MORRIS y E.R. WOOD. 1956. Food Tech. 10: 225.

Fig. 5. **Valores de acidez lipídica vs. porcentaje de humedad de seis variedades de fríjoles secos almacenados dos años a 25 °C.**

nolépticas y culinarias de las leguminosas comestibles, pueden también afectar su calidad nutricional debido a que necesitan más tiempo de cocción (3, 13).

Con base en estudios relacionados con el valor nutritivo del fríjol de soya durante el almacenamiento, algunos investigadores (14, 15), han informado haber encontrado, en pruebas "in vitro", que la solubilidad de la proteína en solución salina y la digestibilidad enzimática decrecían durante el almacenamiento. El Cuadro 3 presenta los efectos del almacenamiento sobre el valor biológico y la digestibilidad de la proteína de la soya. El valor biológico decrece durante el almacenamiento tanto en los fríjoles enteros como en los molidos y autoclaveados. Es también de interés observar que en el caso del fríjol autoclaveado, no hubo disminución en la calidad de la proteína hasta los doce meses. El almacenamiento redujo la digestibilidad de la proteína sólo en el fríjol entero fresco.

Estudios posteriores llevados a cabo por Mitchell y Beadles (16) sobre este problema, indicaron que la mejor estabilidad del fríjol autoclaveado, al compararlo con el crudo, se debe, posiblemente, a la ausencia



Fuente: H.J. MORRIS y E.R. WOOD. 1956. Food Tech. 10: 225.

Fig. 6. **Efecto de la humedad sobre la acidez de la fracción lipídica de la variedad de fríjol Michelite** (Phaseolus vulgaris) **almacenada a 25 °C.**

Cuadro 3. **Efecto del almacenamiento sobre la digestibilidad verdadera y valor biológico del fríjol soya entero y del fríjol soya molido y procesado en autoclave (autoclaveado).**

Tratamiento	Digestibilidad verdadera (%)	Valor Biológico
Fríjol de soya fresco	84	72
Almacenados 8.5 meses a 26° – 27°C (78-80°F)	78	63
Almacenados 12 meses a 26° – 27°C (78-80°F)	79	66
Molido, autoclaveado y almacenado por 8.5 meses	85	73
Molido, autoclaveado y almacenado por 12 meses	84	68

Fuente: H.H. MITCHELL. 1953. Citado en: Advances in Food Research 4: 269 y en: Industrial Engineering Chemical Anals. 1944. Edition 16: 696.

en el fríjol procesado de condiciones que permitan reacciones de carácter enzimático. Estas enzimas están involucradas en la respiración del embrión de la semilla que corresponde alrededor de 92 por ciento del peso total del grano. Este hecho, según los autores, podría explicar también, la mayor estabilidad en valor nutritivo de los cereales almacenados en esas condiciones, ya que en éstos, el embrión o germen, solamente representa de 9 a 10 por ciento del peso total del grano.

Las condiciones adversas de almacenamiento pueden afectar también la calidad nutritiva de la proteína del fríjol, por una disminución en la disponibilidad de ciertos aminoácidos, como se ha demostrado con otros alimentos (17, 18, 19, 20, 21, 22).

Procesamiento

Las medidas para aumentar la producción así como las condiciones de almacenamiento de leguminosas, son uno de los aspectos más importantes para la solución de los problemas que enfrenta este cultivo. Un aspecto adicional es que se requieren procesos tecnológicos para tomar en cuenta el incremento de disponibilidad. También es muy importante hallar nuevas maneras de utilización del producto.

La industrialización del fríjol podría constituir de hecho una manera indirecta de incrementar su cultivo a través de un incentivo económico más estable y una garantía para la utilización de la cosecha. Permitiría además seleccionar variedades para la industria y en consecuencia, estimularía el empleo de mejores prácticas de cultivo.

Además, el producto procesado tendría las ventajas de: mayor estabilidad, disponibilidad constante a través de todo el año, más uniformidad, más fácil preparación y además podría ser un vehículo para otros nutrientes. El problema principal desde el punto de vista industrial es el económico, ya que el procesamiento involucra un aumento en el costo final del producto. Este aspecto resulta más importante al tratarse de fríjoles, puesto que es un ingrediente básico en la dieta de la mayoría de los países latinoamericanos.

Tipos de procesamiento

Los tipos de procesamiento deben desarrollarse de acuerdo con los hábitos dietéticos de la población y con la forma en que se consume el alimento. Esto no significa que otro tipo de producto no pueda ser preparado; pero, al principio, sería mucho más fácil introducir preparaciones que formen parte de la dieta normal.

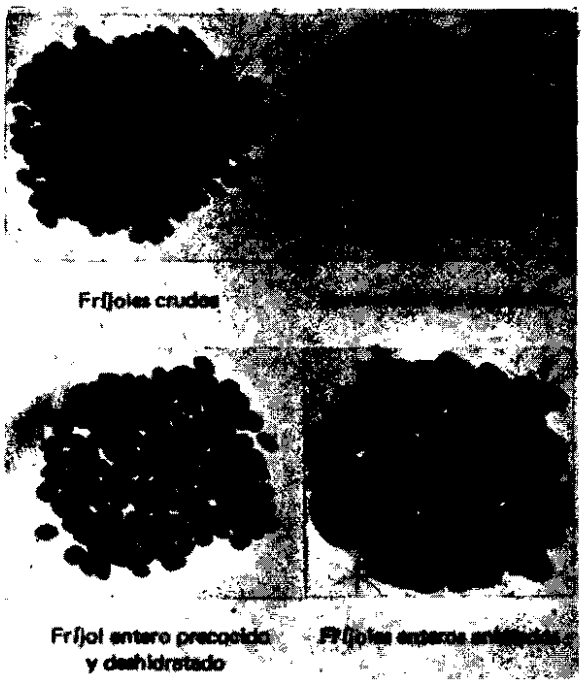


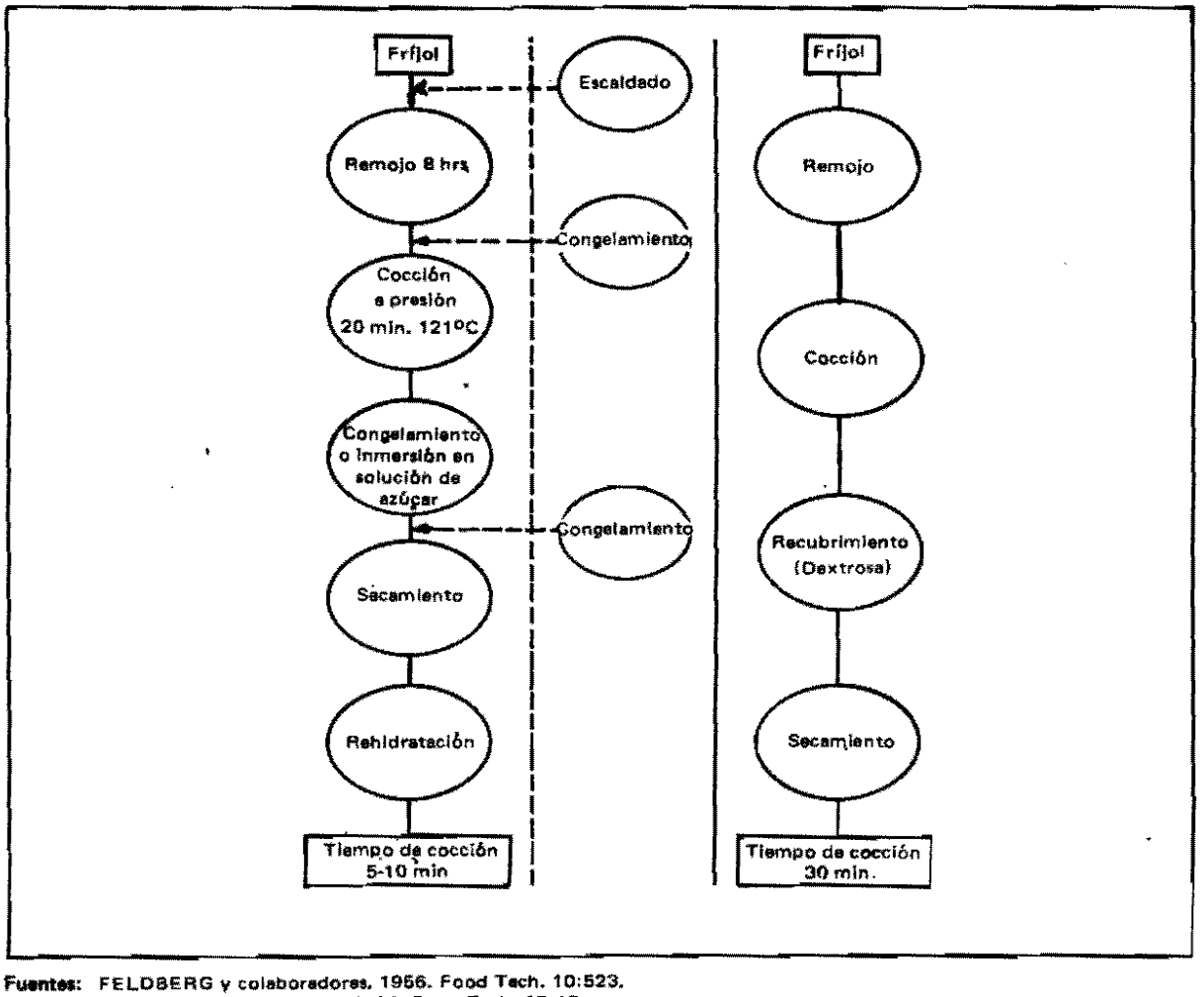
Fig. 7. **Con base en el fríjol se pueden preparar productos para el consumo familiar.**

Asimismo, el tecnólogo al preparar el producto, deberá tener en mente la conveniencia de las amas de casa. En el caso del fríjol, los tipos de productos que pueden procesarse son: 1. Fríjol entero precocido deshidratado. 2. Harina de fríjol precocida. 3. Fríjoles enteros enlatados. 4 Fríjoles fritos enlatados (Figura 7). A continuación se analizará cada uno de estos procesos con sus ventajas y problemas.

Fríjol entero, precocido y deshidratado

El continuo adelanto en la tecnología de alimentos ha permitido desarrollar diferentes métodos de preparación de fríjoles enteros precocidos y deshidratados. La mayor parte de la investigación ha sido enfocada a la disminución del tiempo de cocción y al mismo tiempo, a evitar cambios adversos en las características físicas del producto final. La Figura 8 presenta un esquema de varios métodos propuestos y utilizados en la preparación de este producto. La Figura 9 ofrece un contraste entre muestras bien y mal procesadas.

En líneas generales, éstos consisten en someter el material a remojo en agua, cecerlo a presión y deshidratarlo (23). La etapa de escaldado ha sido propuesta por algunos investigadores (24, 25) porque este tratamiento adicional ofrece las ventajas de garantizar la hidratación completa e inactivar la lipooxidasa, afianzando así la estabilidad del producto procesado durante el almacenamiento.



Fuentes: FELDBERG y colaboradores. 1956. Food Tech. 10:523.
DORSEY y colaboradores. 1961. Food Tech. 15:13.
STEINKRAUS y colaboradores. 1964. Food Tech. 18:1945.

Fig. 8. **Diferentes procesos para la preparación de fríjoles enteros precocidos y deshidratados.**

El congelamiento antes o después de la cocción, así como el recubrimiento con una capa de azúcares, tiene como finalidad evitar las fisuras que se presentan en el grano del fríjol cocido (Figura 10).

El tiempo de cocción del producto final varía de acuerdo con el método de preparación empleado, con la variedad de fríjol usada, así como las condiciones previas de conservación. En este caso el producto final está listo para el consumo después de rehidratarlo y cocerlo por 5 a 10 minutos.

El proceso que se muestra en el lado derecho de la Figura 8 consiste en hidratar los fríjoles secos remojándolos en agua, precocción a vapor, cocción y deshidratación. Los fríjoles procesados están listos para el consumo después de recubrirlos con agua caliente y hervirlos luego durante 30 minutos. Este proceso tiene la ventaja de ser más económico y dar un producto final de mejor calidad.

Otros procesos (26, 27) aseguran no sólo la apariencia física del producto, sino también la conservación de sus propiedades nutricionales. En uno de estos procesos (Figura 11), los granos no se cuecen; se emplea un sistema de vacío intermitente con una solución de sales inorgánicas por 30-60 minutos que facilita la absorción del agua, en la fase posterior de remojo con está misma solución. Posteriormente, el material es lavado y secado. El tiempo de cocción varía entre 25 y 30 minutos. Con pequeñas variaciones de este proceso se pueden preparar también fríjoles precocidos y congelados con un tiempo de cocción menor, que varía de 10 a 20 minutos.

El otro proceso (Figura 12) consiste en recubrir los granos de fríjol con sucrosa, en lugar de dextrosa, evitando no sólo la aparición de fisuras durante la deshidratación, sino también el deterioro en el valor nutritivo. Esto es posible al no haber reacción de Maillard (29, 30, 31) que sí ocurre cuando se usa un azúcar re-

Fig. 9. **Los granos de fríjol pueden dañarse al ser deshidratados (abajo). Al centro, fríjoles procesados adecuadamente.**

ductor como dextrosa (32). Esta reacción reduce el valor nutritivo del alimento al producir una reacción del carbohidrato con aminoácidos que resulta en una disponibilidad fisiológica menor de este nutriente.

Fríjoles precocidos enlatados

La tecnología a usarse en la preparación de la harina precocida de fríjol (33, 34) es muy similar al proceso antes descrito (Figura 13). El material es sometido a remojo, cocción y deshidratación, seguido de la molienda. El producto final queda listo para el consumo una vez cocido durante 10 a 15 minutos. En este proceso, como en el caso anterior, el principal objetivo es obtener un producto de cocimiento rápido con el mínimo de deterioro en las propiedades organolépticas y nutricionales de la materia prima original.

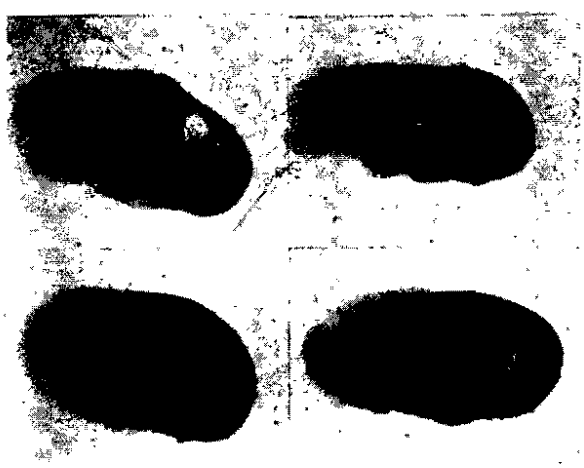
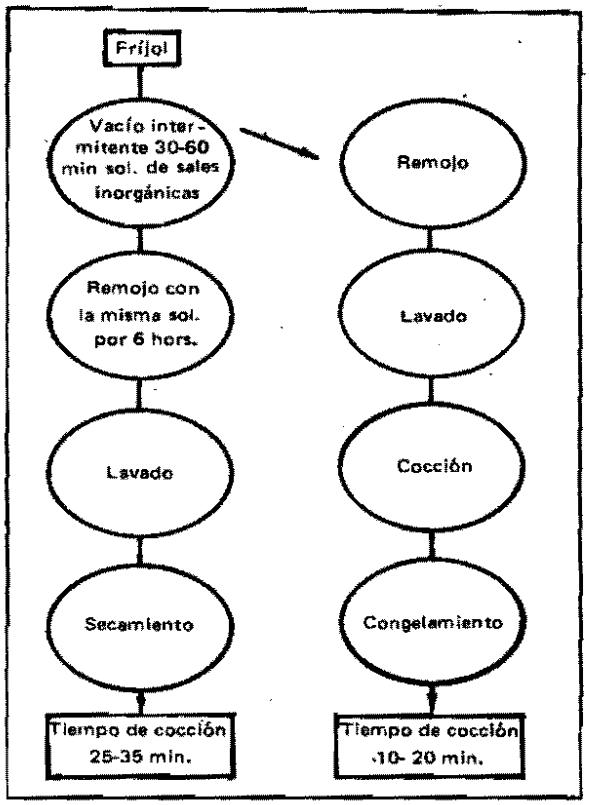


Fig. 10. **Fisuras producidas al romperse el grano de fríjol.**



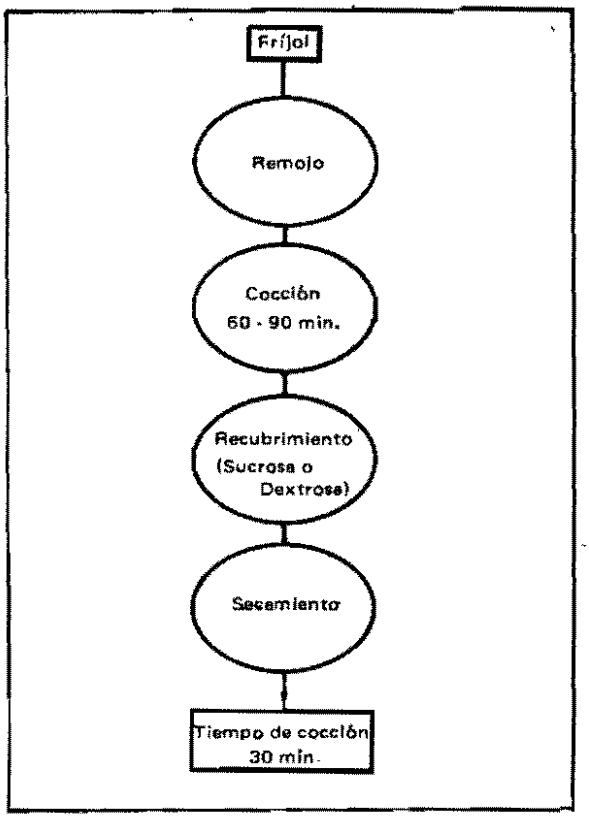
Fuente: L.B. ROCKLAND y E. METZLER. 1967. Food Tech. 21: 344.

L.B. ROCKLAND y colaboradores. 1969. J. Food Sci. 34: 411.

Fig. 11. **Procesos para la preparación de fríjoles enteros precocidos y deshidratados.**

Con respecto a las propiedades físicas, dos han sido los problemas encontrados: la textura del producto final y la decoloración de la harina (Figura 14). La pérdida parcial del color se observa más cuando se emplea fríjol negro.

Este cambio aparentemente puede controlarse mediante condiciones de procesamiento durante la cocción. La cocción con agua parece facilitar la solubilidad de los pigmentos localizados en la cáscara que luego penetran en los cotiledones, dando por resultado el oscurecimiento del color de la harina. Cuando se efectúa la cocción sin la adición de agua se observa la decoloración de la harina. Este es un aspecto muy importante desde el punto de vista del consumidor que asocia la buena calidad de la sopa, con el color más oscuro. La textura más espesa de la harina se debe a la presencia de partículas secas de la cáscara que no está



Fuente: R.L. LA BELLE y Colaboradores. 1969. Ninth Dry Bean Research Conference. Fort Collins, Colorado (Agosto 13-15, 1968) ARS 74-50.

Fig. 12. **Procesos para la preparación de fríjoles enteros precocidos y deshidratados.**

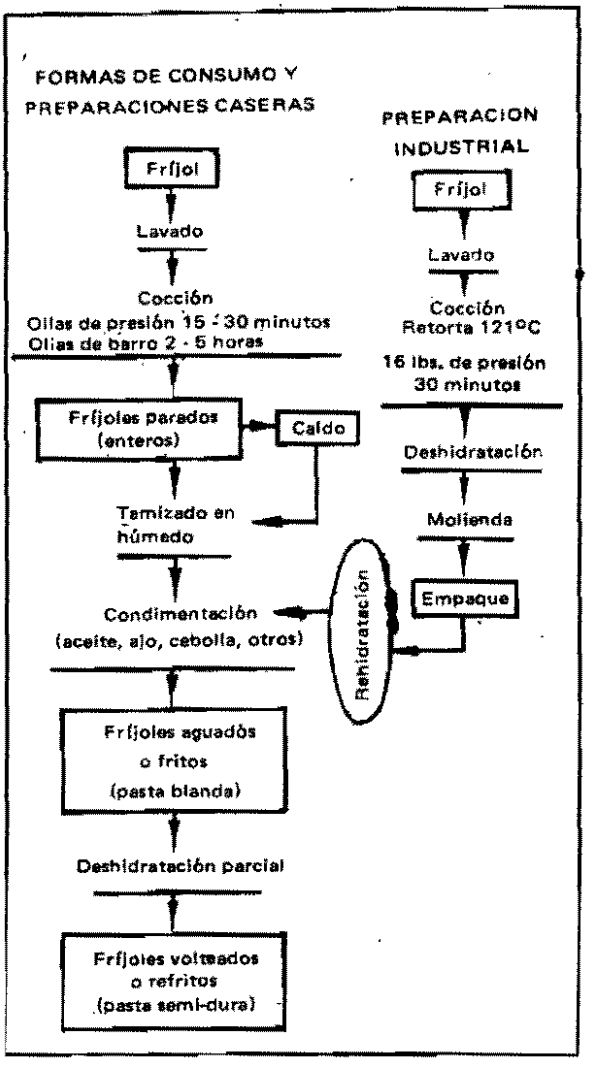


Fig. 13. **Diferentes procesos para la preparación de fríjoles precocidos y deshidratados.**

totalmente pulverizada. Se debe tener cuidado con la molienda, tratando de obtener un producto más homogéneo, ya que la eliminación de la cáscara hace más costoso el proceso.

Se han hecho varios estudios relativos al efecto de este procesamiento sobre el valor nutritivo del fríjol (13, 34, 35, 36). Los resultados que se muestran en el Cuadro 4 prueban que un tiempo de cocción mayor de 30 minutos a 121 grados centígrados y a 16 libras de presión, sin un remojo previo, disminuye el valor nutritivo de las proteínas. Esta disminución se debe en parte a la menor disponibilidad de lisina, uno de los aminoácidos esenciales (13). El efecto combinado de diferentes períodos de remojo y de cocción en la calidad de la proteína se ilustra en la Figura 15. Los datos indican que el tiempo óptimo de cocción para las muestras sin remojo varía entre 20 a 30 minutos. En cambio, en las muestras remojadas hubo una reducción en el valor nutritivo cuando el tiempo de cocción fue superior a los 10 minutos.

Por medio de análisis estadísticos se han constatado diferencias significativas entre muestras sometidas a 16 y 24 horas de remojo, y otras cocidas por 20 y 30 minutos (37). Por consiguiente, las condiciones de

Cuadro 4. **Efecto del tiempo de cocción sobre la calidad proteínica del fríjol.**

Tiempo de cocción (minutos)*	Aumento de peso (promedio) g/28 días	Indice de utilización proteínica
0	0**	0
10	75	1.31
20	72	1.35
30	76	1.29
40	59	1.20
60	35	0.89
90	37	0.92
120	37	0.88
150	29	0.78
180	24	0.63

* Todos los animales se murieron.

** Cocidos en autoclave a 121 °C y 16 libras de presión.

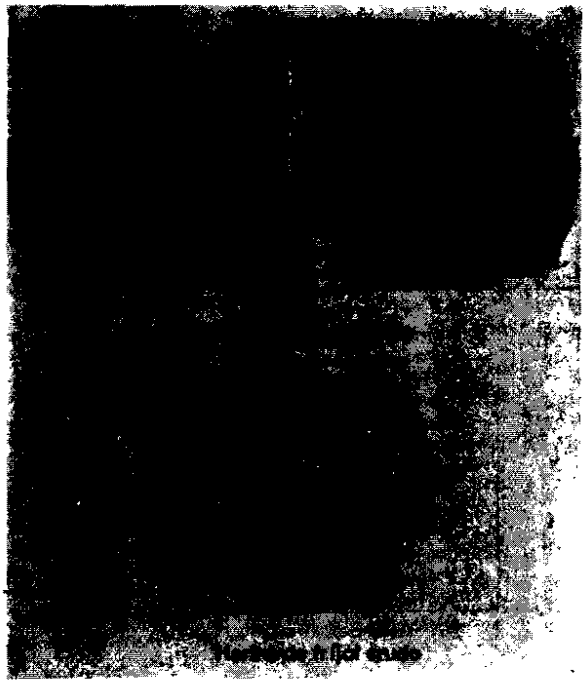


Fig. 14. **El color de la harina puede variar de acuerdo con el proceso utilizado en la cocción de los fríjoles.**

remojo, cocción y molienda tienen que ser controladas para obtener un producto aceptable desde el punto de vista organoléptico y nutricional.

Harina precocida de fríjol

La preparación de fríjoles precocidos enlatados difiere de los procesos anteriormente discutidos en dos aspectos. Primero: Los fríjoles por lo general son cocidos dentro del envase, y segundo: algunas veces pueden ser acompañados de otros ingredientes, como carne, salsa de tomate, y otros condimentos. El producto más sencillo es cocido sólo en salmuera.

Para obtener una textura aceptable en el producto final, es importante emplear fríjoles que tengan un tiempo de cocción normal, ya que los envasadores han encontrado que el proceso de calentamiento requerido para esterilizar fríjoles enlatados no es suficiente para ablandarlos (38).

En algunos casos se encontró que el enlatado afecta significativamente la calidad proteínica (39). Por ejemplo, cuando se preparan fríjoles enlatados con salsas, a éstas por lo general se les añaden azúcares que en las condiciones de alta temperatura del procesamiento, pueden reaccionar con las proteínas del fríjol dando lugar a una reacción no enzimática de empardamiento (29). Esta reacción es deseable desde el punto de vista organoléptico, porque da un producto con el olor característico que se conoce como de "fríjoles horneados". Sin embargo, el valor nutritivo es drásticamente afectado si se usa un azúcar reductor, como la glucosa (39, 40, 41, 42).

El Cuadro 5 presenta el efecto del procesamiento sobre la calidad proteínica de fríjoles enlatados cuando se usa glucosa y sucrosa. En fríjoles enlatados, cocidos en agua por 70 minutos, decreció el aumento de peso y la proporción de eficiencia proteínica, indicando una reducción del valor nutritivo. La adición de sucrosa al caldo de ingredientes da por resultado una leve disminución de estos dos parámetros, mientras que la presencia de glucosa sola en el producto enlatado redujo significativamente el aumento de peso así como la proporción de eficiencia proteínica. La adición simultánea de sucrosa y dextrosa en el caldo no afectó de modo significativo la calidad proteínica comparada con la de la adición de glucosa sola.

Un tiempo excesivo de cocción afecta no sólo la calidad proteínica, sino también el contenido de vita-

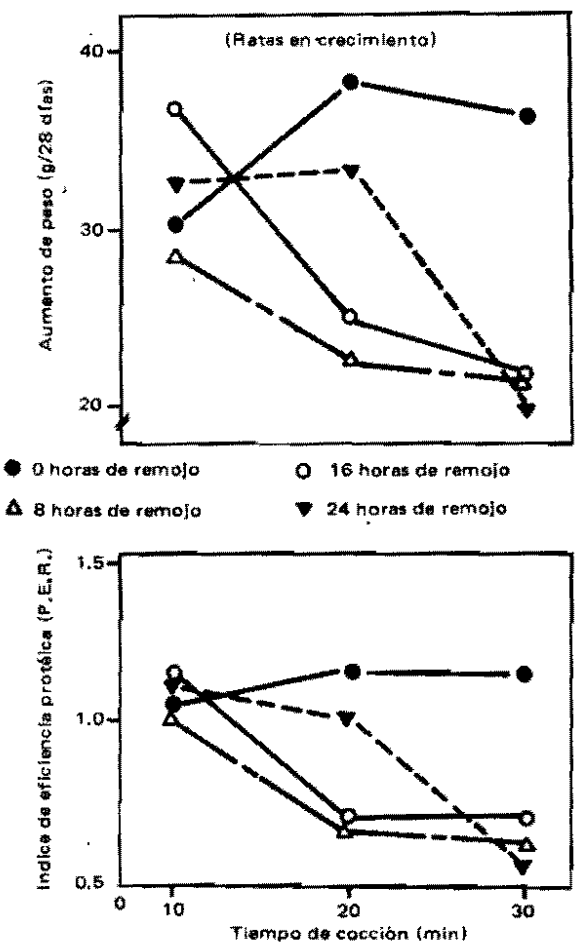


Fig. 15 **Relación entre valor nutritivo y tiempos de cocción en muestras de fríjol almacenadas y sujetas a diferentes tiempos de remojo.***

* Las muestras de fríjol fueron procesadas después de cuatro meses de almacenamiento bajo condiciones normales de ambiente.

Cuadro 5. **Calidad proteínica de fríjoles cocidos enlatados.**

Muestras de fríjol enlatado	Promedio de ganancia en peso g/53 días	Eficiencia proteínica
1. Cocido* con agua (20 min)	72	1.53
2. Cocido con agua (70 min)	44	1.06
3. Cocido con solución al 10% de sucrosa	40	1.09
4. Cocido con solución al 10% de glucosa	4	0.16
5. Cocido con solución al 8% de sucrosa y 2% de glucosa	26	0.78
6. Testigo: caseína lacto-albúmica (5:1)	158	3.64

* Temperatura de cocción: 121 °C.

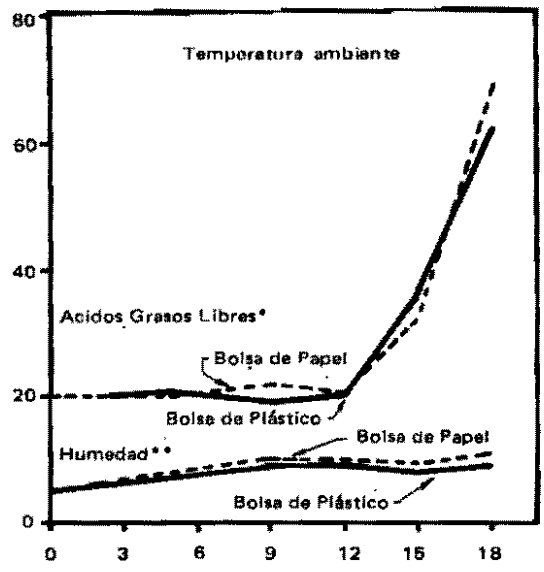
Fuente: W.D. POWRIE y E. LAMBERTS. 1964. Food Tech. 18: 111.

minas del producto. Lantz y colaboradores (43) han demostrado un incremento de destrucción de tiamina en la cocción prolongada.

Estabilidad de los productos procesados

Es indudable que los procesos a que se someten los fríjoles, aumentan su estabilidad química y las características organolépticas, culinarias y nutricionales de la materia prima. Sin embargo, el tiempo y las condiciones de almacenamiento, así como el tipo de empaque utilizado, pueden influir en mayor proporción las cualidades de conservación del producto. Por ejemplo, en el caso de los fríjoles enteros precocidos y deshidratados almacenados en bolsas plásticas (25) a la temperatura ambiente, no hubo ningún indicio de deterioro después de un año de almacenamiento. Muestras similares almacenadas a 50 grados centígrados y 50 por ciento de humedad relativa, desarrollaron un olor desagradable a los dos meses. Se ha encontrado también que un mayor contenido de humedad en el producto contribuye a una menor estabilidad de sus características físicas y organolépticas.

También se han llevado a cabo estudios similares sobre la estabilidad de la harina de fríjol precocida. Recientemente, Del Busto y colaboradores (50) encontraron que la temperatura de almacenamiento y el tipo de empaque afectan la estabilidad de este producto (Figura 16). A los 15 meses de almacenamiento la harina empacada en bolsas de papel o de polietileno, acusó un incremento en el contenido de ácidos grasos libres, así como en el contenido de humedad. Hubo resultados similares a la temperatura de 5 grados centígrados aunque el incremento de ácidos grasos libres fue más bajo que en el caso precedente (Figura 17). Estos y otros resultados (51, 52), indican que el contenido de humedad final en el alimento ya procesado es un factor muy importante para conservar las propiedades organolépticas del producto. En este aspecto



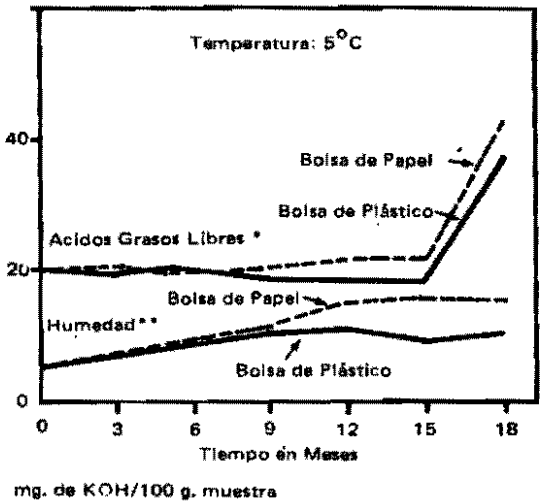
* mg de KOH/100 g. de muestra

** Porcentaje de humedad

Fig. 16. **Contenido de humedad y valores de acidez lipídica de la harina precocida de fríjol almacenada a Temperatura ambiente.**

la adición de antioxidantes es una solución adecuada para evitar el daño debido al deterioro de la fracción lipídica.

La pérdida del color original y las alteraciones en la textura y olor, han sido los principales problemas encontrados durante el almacenamiento prolongado de fríjoles enlatados. Este daño físico y organoléptico se debe a una interacción de trazas de minerales con los constituyentes orgánicos del grano que ocurre durante el autoclaveo y luego mientras dura el almacena-



* mg. de KOH/100 g. muestra

** Porcentaje de humedad

Fig. 17. **Contenido de humedad y valores de acidez lipídica de la harina precocida de fríjol almacenada a 5 °C**

miento. En muchos casos, la adición de productos químicos en la fase de remojo (53) contribuye a conservar características exigidas por el consumidor. Obviamente, estos aspectos son muy importantes, y deben tomarse en consideración, debido a las diferentes condiciones climáticas de la América Latina.

Problemas técnicos y nutricionales

Los problemas de orden tecnológico y nutricionales inherentes a cada uno de los productos descritos pueden solucionarse en general empleando técnicas adecuadas de procesamiento. Sin embargo, esta tecnología se usa en limitada amplitud por parte de la industria en los países latinoamericanos, debido principalmente a la carencia de disponibilidad de materia prima y a la falta de aceptabilidad del producto por el consumidor por razones económicas.

La industria necesita forzosamente una disponibilidad constante de materia prima. En el caso del fríjol el problema es más complicado, porque, siendo un alimento básico en la mayoría de los países de la América Latina, la demanda por parte de la población compite con las posibles necesidades industriales.

La solución, al menos en parte, sería un aumento en la producción o la utilización de otras leguminosas de grano de menor consumo, aptas para emplearse en alimentos procesados. Por ejemplo, en el caso de preparación de la harina precocida de fríjol negro, es posible reemplazar parcialmente este último por otra leguminosa, sin que se afecten sus características organolépticas y nutricionales. En el Cuadro 6 se hace un resumen de los resultados biológicos obtenidos al substituir la harina de fríjol negro por la de caupí (**Vigna sinensis**). Como se puede apreciar, la substitución de una leguminosa por otra, no altera significativamente la calidad proteínica del producto, al compararla con la dieta preparada.

Otro aspecto de interés que muestra este Cuadro, es que cuando se sustituyó el caupí por el fríjol negro no se observó un aumento en el peso del páncreas, lo que, según estudios anteriores (44, 45, 46), es un reflejo de la presencia residual de inhibidores de la termo-

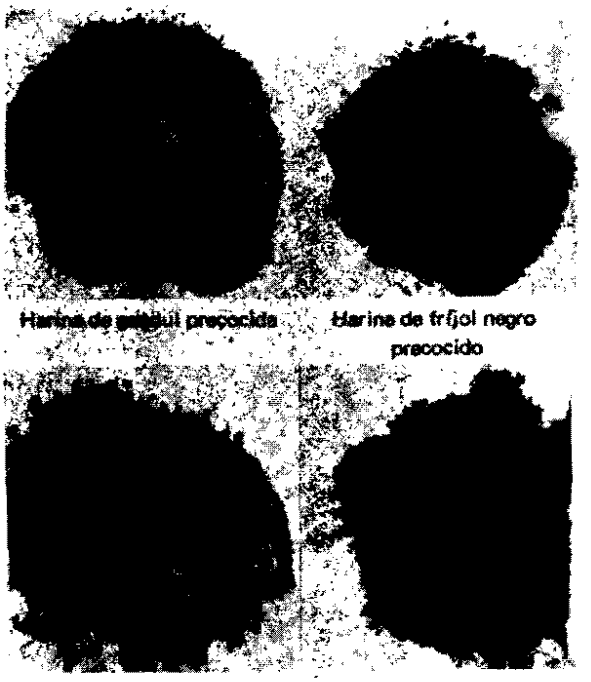


Fig. 18. **Harinas obtenidas con gandul, fríjol negro, caupí y una mezcla de estos dos últimos granos.**

estable tripsina que se encuentran presentes en algunas leguminosas. El caupí presenta pues la ventaja adicional de no poseer estos inhibidores, y algunas variedades poseen una calidad proteínica superior al fríjol común (**Phaseolus vulgaris**) (47, 48).

Combinaciones de fríjol negro, con otras leguminosas, como por ejemplo, el gandul (**Cajanus cajan**) podrían también ser usadas con el propósito de extender la disponibilidad del fríjol negro, disminuyendo posiblemente el precio del producto e incentivando el cultivo de otras leguminosas en América Latina. En lo que concierne a la aceptabilidad de estos productos, por parte de nuestra población, se ha dicho que por diferentes razones aún no tendría éxito (Figura 18).

Cuadro 6. **Calidad proteínica de diferentes combinaciones entre el fríjol negro** (Phaseolus vulgaris) **y el caupí** (Vigna sinensis).

Ingredientes	Combinaciones							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Harina de caupí %	33.00	26.40	23.10	19.80	16.50	13.20	6.60	–
Harina de fríjol negro %	–	8.30	12.50	16.70	20.80	25.00	33.40	–
% de distribución proteínica en la dieta proveniente del caupí	100	80	70	60	50	40	20	0
Proveniente del fríjol	0	20	30	40	50	60	80	100
Aumento de peso (g)	56	46	50	53	48	55	55	57
Eficiencia proteínica	1.69	1.53	1.40	1.61	1.50	1.54	1.57	1.62
Peso total del páncreas (g)	0.445	0.368	0.326	0.995	0.923	1.038	0.9657	1.090

Fig. 19. **Con base en harina de fríjol precocida se fabrican en Guatemala diferentes productos industriales que ya tienen aceptación por los consumidores.**

Creemos que el cambio industrial y económico que viene realizándose en nuestros países, permite ya el consumo de los mismos por la mayor parte de la población. En Guatemala, por ejemplo, por lo menos dos de estos productos, la harina precocida de fríjol, y el fríjol enlatado, ya están en el mercado en los últimos dos años, indicando así la factibilidad de procesamiento y consumo de estos productos (Figura 19).

VENTAJAS Y USOS

Las ventajas de un producto de los que se mencionan anteriormente, son: mayor estabilidad, uniformidad y disponibilidad del producto. El menor tiempo de cocción de estos productos con relación al fríjol, es obviamente una ventaja adicional para el ama de casa. El uso de estos productos dependerá, naturalmente, de las preparaciones culinarias de cada lugar. Los fríjoles precocidos y deshidratados, pueden consumirse de varias maneras: solos, con arroz, en ensalada y demás (Figuras 20 y 21).

La harina precocida de leguminosas puede usarse principalmente en la preparación de sopas de diferentes tipos y sabores y en otros preparados caseros. Además, puede servir de base para la preparación de sopas de alto valor nutritivo, en combinación con otros alimentos (49). El Cuadro 7 ilustra la composición y el valor nutritivo de uno de estos productos desarrollados en el INCAP. La calidad de la proteína de la fórmula básica, evaluada por el método de proporción de eficiencia proteínica, es relativamente alta (Figuras 22 y 23).

INTERRELACIONES ENTRE EL ALMACENAMIENTO Y EL PROCESAMIENTO

La calidad de la materia prima determina en gran parte la calidad del producto final. Las condiciones adecuadas de almacenamiento son de importancia primordial para mantener la calidad del fríjol para procesamiento. El fenómeno conocido como endurecimiento del grano representa uno de los problemas más se-

Cuadro 7. **Composición y calidad proteínica de fórmulas para usar como base para elaborar sopas de alto valor nutritivo.**

Ingredientes de la fórmula basal	Porcentaje (g)	Base para elaborar sopas	Porcentaje (g)
Harina de leguminosas	45.00	Fórmula basal	90.00
Harina de cereales (maíz, arroz)	25.00	Condimentos y otros ingredientes	10.00
Harina de semilla de algodón	27.00	Total	100.00
Levadura Torula	3.00		
Total	100.00		
Proteína en la dieta, %	12.5		
Ganancia en peso, g	97		
Indice de eficiencia proteínica	2.19		

Fig. 20. **Los fríjoles precocidos y deshidratados pueden ser consumidos solos o bien en mezcla con arroz, según las preferencias del consumidor.**

rios para la industria de la alimentación ya que los fríjoles duros no se cuecen bien en el tiempo normalmente empleado en el proceso.

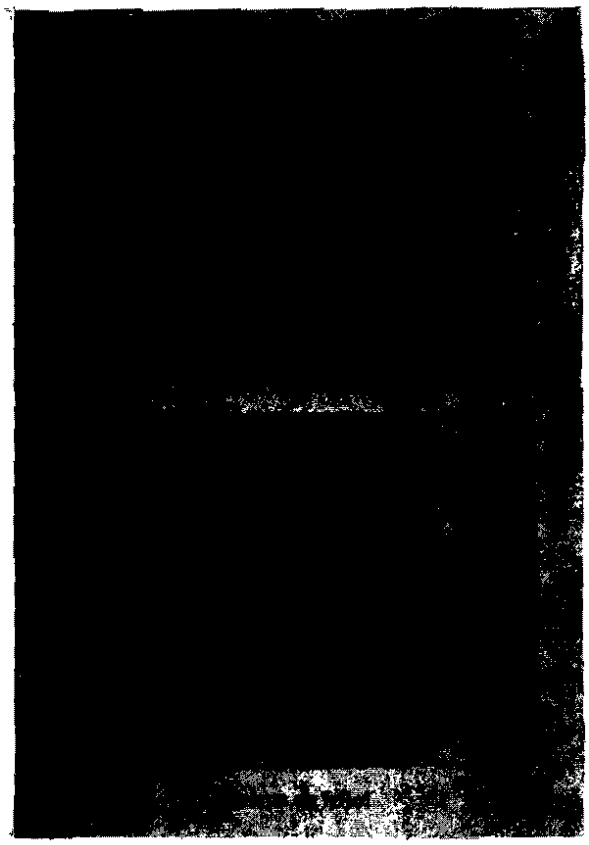


Fig. 21. **La preparación más sencilla que se puede hacer con base en la harina precocida de fríjol es la crema de fríjol.**

Fig. 22. **Cuatro tipos de materia prima para preparar sopas que tienen buen sabor y aceptable calidad como alimento.**

Con el propósito de separar los fríjoles "normales" de los duros Bourne (54) desarrolló un método práctico interesante, basado en el hecho de que el tamaño del grano de un determinado lote de fríjoles secos sigue un patrón normal de distribución, encontrándose los "duros" en la fracción que comprende los de menor tamaño. El rechazo del 20 por ciento de los fríjoles antes del remojo, descarta 70 por ciento de los fríjoles duros. Asimismo, durante la fase de remojo, los fríjoles normales absorben agua y se hinchan mientras que los fríjoles duros no se dilatan y son por consiguiente descartados con los de menor tamaño. Seleccionando nuevamente por tamaño, después del remo-

Fig. 23. **Se pueden preparar diferentes tipos de sopa, con diferente sabor, en fórmulas base elaboradas con granos de plantas leguminosas.**

jo, los fríjoles duros pueden ser practicamente eliminados, resultando así en una materia prima final de mejor calidad para su procesamiento.

Las condiciones de almacenamiento pueden tambien determinar el procesamiento a que deben someterse los fríjoles. Por ejemplo, se ha encontrado que al procesar el fríjol fresco recién cosechado con la misma tecnología usada para fríjoles que estuvieron almacenados, los resultados con respecto al valor nutritivo, son diferentes (37), como se puede observar en la Figura 24.

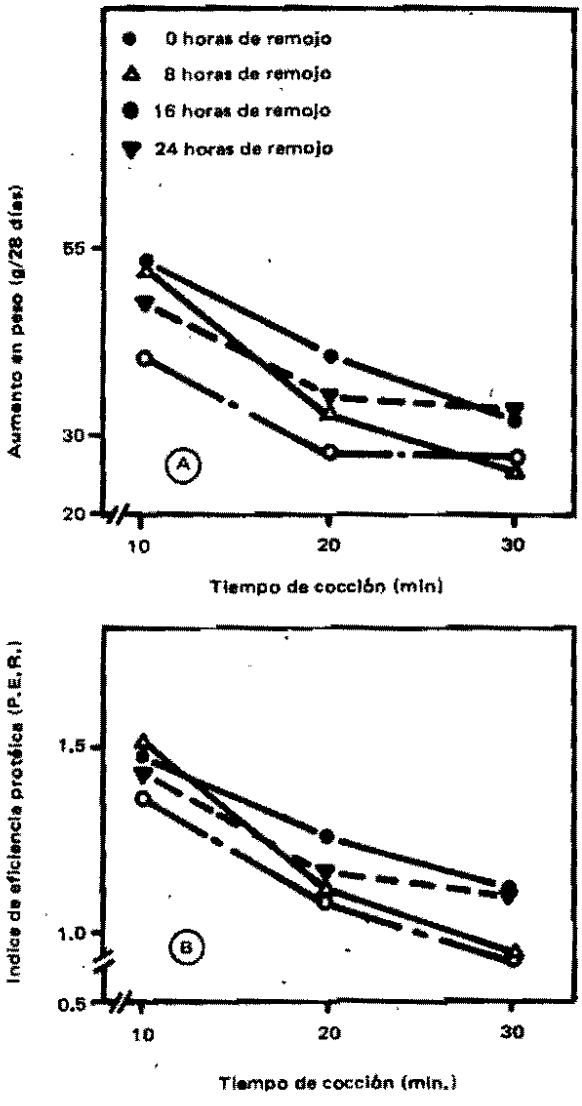


Fig. 24. **Relación entre valor nutritivo* y tiempos de cocción en muestras de fríjol fresco** sujetas a diferentes tiempos de remojo.**

* El valor nutritivo es expresado en función de dos relaciones: A = Aumento de peso (promedio) de ratas y B = Eficiencia proteínica (P.E.R.).

** Las muestras de fríjol fueron procesadas inmediatamente después de efectuada la cosecha.

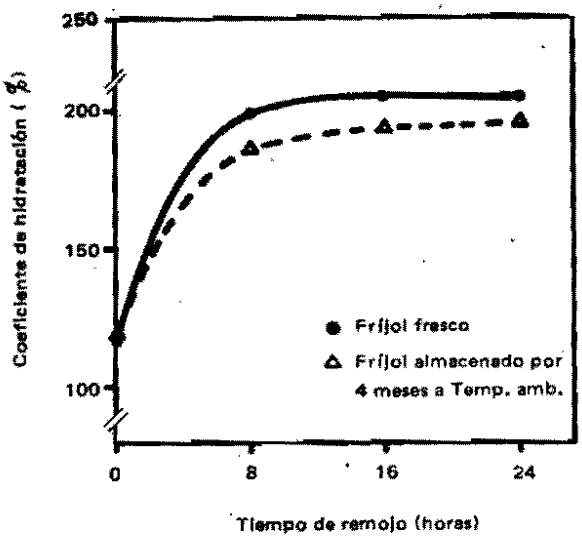


Fig. 25. **Coeficientes de hidratación de fríjoles frescos y almacenados, respectivamente, por cuatro meses, a temperatura ambiente.**

En este caso la calidad proteínica fue dañada por tiempos de cocción mayores de 10 minutos, incluyendo las muestras que no fueron previamente remojadas, lo que sugiere una mayor capacidad de dilatación en los fríjoles recién cosechados. Esta hipótesis fue confirmada (Figura 25) cuando se compararon los coeficientes de hidratación de fríjoles recién cosechados y fríjoles almacenados durante cuatro meses en condiciones de laboratorio. Los fríjoles que estuvieron almacenados no alcanzaron en 24 horas el nivel de hidratación logrado en 8 horas por el fríjol recién cosechado (37). Estos resultados podrían explicar la mayor sensibilidad de las proteínas del fríjol fresco al tratamiento térmico empleado durante el proceso, principalmente los que no fueron sometidos a remojo.

En algunos casos, la calidad del fríjol puede también determinar el tipo de procesamiento más adecuado desde el punto de vista práctico, y económico. Por ejemplo, los granos que requieren un mayor tiempo de cocción pueden ser usados con preferencia en la preparación de harinas precocidas, dando así utilización a una materia prima inadecuada para el consumo corriente o para otras preparaciones.

CONCLUSIONES

El problema nutricional más urgente que encara Latinoamérica, parece ser la falta de disponibilidad de semillas de leguminosas para consumo humano debido principalmente a razones de naturaleza agronómica, económica y tecnológica.

Las condiciones inadecuadas de almacenamiento contribuyen a su vez a disminuir el consumo humano de esos productos por el deterioro de las características organolépticas y culinarias del grano.

La industrialización de los fríjoles podría ayudar a la solución parcial del problema de la producción como incentivo para la tecnificación agrícola, por la estabilización de precios, por la mayor disponibilidad del producto durante el año, y por la variedad de alimentos procesados ajustados a la conveniencia del ama de casa.

Siendo el fríjol un alimento básico en la mayoría de los países latinoamericanos y considerando su potencial como fuente proteínica, el incremento de su consumo contribuiría a mejorar el estado nutricional de esas poblaciones.

RECOMENDACIONES

Se necesitan estudios de almacenamiento para las variedades de fríjoles más comunes en el consumo de los países latinoamericanos con objeto de establecer las condiciones adecuadas, que garanticen la conservación de la cosecha hasta el momento de su adquisición por el consumidor. Esto permitiría la construcción de silos apropiados garantizando así al agricultor el incentivo económico de la cosecha.

Ya que la calidad de la materia prima es de importancia vital para la industria de alimentos, se deberían seleccionar variedades mejoradas de leguminosas que llenen los requisitos de calidad standard que se necesita para la producción de alimentos procesados que puedan competir ventajosamente en el mercado.

Otra medida deseable sería incrementar la producción de otras leguminosas de grano de alto rendimiento que normalmente no son consumidas en estos países y que sean de fácil cultivo. No debería tampoco omitirse la selección de variedades de forma y color similares a las de las que se consumen normalmente en las diferentes regiones. Estas podrían usarse en la preparación de productos procesados como sustituto parcial de las leguminosas de general aceptación, con el consiguiente aumento de disponibilidad de estas últimas.

Es posible que con investigaciones y conferencias como la presente, el fríjol alcance el lugar preeminente que le corresponde en el campo de la tecnología de la alimentación, puesto que a través de los años ha desempeñado y sigue desempeñando un papel significativo en los patrones culturales y dietéticos de los países latinoamericanos.

LITERATURA CITADA

1. BRESSANI, R. y L.G. ELIAS. Legume Foods. In: New Protein Foods. Vol. I. (A.M. Altschul, ed). Academic Press. New York. (Para publicar).

2. BURR, H.K., S. KON y H.J. MORRIS. 1968. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. Food Technol., 22: 336.

3. MORRIS, H.J. y E.R. WOOD. 1956. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. Food Technol. 10: 225.

4. MUNETA, P. 1964. The cooking time of dry beans after extended storage. Food Technol. 18: 1240.

5. DAWSON, E.H., J.C. LAMB, E.W. TOOPER y H.W. WARREN. 1952. Development of rapid methods of soaking and cooking dry beans. U. S. Departement of Agriculture. Technical Bulletin No. 1501. 53 p.

6. WESTON, W.J. y J.H. MORRIS. 1954 Hygroscopic equilibria of dry beans. Food Technol. 8: 353.

7. GUERRANT, N. B. 1927. Some relations of the phospholipids in seeds to other constituent. J. Agr. Res. 35: 1001.

8. KORYTNYK, W. y E. A. METZLER. 1963. "Composition of lipids of lima-beans and certain other beans". J. Sci. Food Agric. 14: 841.

9. TAKAYAMA, K.K., P. MUNETA y A.C. WIESC. 1965. Lipid composition of dry beans and its correlation with cooking time. J. Agric. Food Chem. 13: 269.

10. LEE, F.A. y L.R. MATTICK. 1961. Fatty acids of the lipids of vegetables. I. Peas (**Pisum sativum**). J. Food Res. 26: 273.

11. BAKER, B.E., J.A. PAPACONSTATINOU, C. J. CROSS y N.H. KHAN. 1961. Proteinand lipid constitution of some Pakistan pulses. J. Sci. Food Agric. 12: 205.

12. ZARKADAS, C.G. y B.E. BAKER. 1965. The constitution of leguminous seeds. IV The proteins of **Phaseolus mungo**. J. Sci. Food Agric. 16: 729.

13. BRESSANI, R.L., G. ELIAS, y A.T. VALIENTE. 1963. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (**Phaseolus vulgaris**, L.) Brit. J. Nut. 17: 69.

14. JONES, D.B. y C.E.F. GERSDORFF. 1938. Change that occur in the protein of soybean meal as a result of storage. J. Amer. Chem. Soc. 60: 723.

15. MITCHELL, H.H. 1944. Determination of the nutritive value of the proteins of food products. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 16: 696.

16. MITCHELL, H.H. y J.R. BEADLES. 1949. The effect of storage on the nutritional qualities of the protein of wheat, corn and soybeans. J. Nut. 39: 463.

17. LIENER, J.E. 1958. Effect of heat on plant proteins. En: Processed Plant Protein Foodstuffs. (A. M. Altschul, ed). Academic Press New York, pp. 79.

18. BRESSANI, R. y L.G. ELIAS. 1968. Cambios en la composición química y en el valor nutritivo de la proteína de la harina de semilla de algodón durante su elaboración. Arch. Latinoamer. Nutr. 18: 319.

19. BRESSANI, R. y L.G. ELIAS. 1968. Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. Adv. Food Res. 16: 1.

20. ALTSCHUL, A.M., C.M. LYMAN y F.H. THURBER. 1958. Cottonseed meal. En: Processed Plant Protein Foodstuffs. (A.M. Altschul, ed). Academics Press, New York. p. 469.

21. MARTINEZ, W.H., V.L. FRAMPTON y C.A. CABELL. 1961. Effects of gossypol and raffinose on lysine content and nutritive quality of proteins, in meals from glandless cottonseed. J. Agric. Food Chem. 9: 64.

22. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1950. The problem of heat injury to dietary protein. Washington, D.C. Serie de Reimpresos y Circulares No. 131.

23. FELDBERG, C., H.W. FRITZSCHE y J.R. WAGNER. 1956. Preparation and evaluation of pre-cooked dehydrated beans products. Food Technol. 10: 523.

24. DORSEY, W.R., S.I. STRASHUM, R.I. TOBERTS y K.R. JOHNSON. 1961. New continous production facility for processing "instant" precooked beans. Fodd Technol. 15: 13.

25. STEINKRAUS, K.H., J.P. VAN BUREN, R.L. LA BELLE D.B. HAND. 1964. Some studies on the production of precooked, Dehydrated beans. Food Technol. 18: 121.

26. ROCKLAND, L.B. y METZLER. 1961. Quick-cooking lima and other dry beans. Food Technol. 21: 344.

27. ROCKLAND, L.N. y B.L. GARDINER. 1968. Quick-cooking frozen products from dry beans. U.S. Agric. Res. Service. ARS 74-50. pp. 28.

28. LA BELLE, R. L., L. R. HACKLER y M. M. DANIEWSKI. 1969. Processing of precooked dehydrated beans for suitable balance of quality and nutritional value. Ninth Dry Beans Research Conference. Fort Collins. Colorado. Agosto 13-15, 1968. ARS 74-50.

29. ELLIS, G.P. 1959. The Maillard reaction. Adv. Carbohydrate Chem. 14:63.

30. REINOLDS. T.M. 1963. Chemistry of non-enzymatic browning. I. Adv. Food. Res. 12: 1.

31. REINOLDS, T.M. 1965. Chemistry of non-enzymatic browning. II Adv. Food Res. 14: 168.

32. POMERANZ, Y., J. A. JOHNSON, y J. A. SHELLERBERGER. 1962. Effect of various sugars on browning. F. Food Sci. 27: 350.

33. BAKKER-ARKEMA, F.W., R.J. PATTERSON y C.L. BEDFORD. 1969. The manufacturing, utilization and marketing of instant legume powders. Ninth Dry Beans Research Conference. Fort Collins, Colorado. Agosto 13-15. 1968. pp. 35-45.

34. ELIAS, L.G. Efecto del procesamiento sobre el valor nutritivo del frijol y sus preparaciones. En: Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Frijol. XVI Reunión Anual. Antigua Guatemala. Enero 25-30, 1970. (C.L. Arias, ed). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. México, D.F. pp 15-23.

35. KAKADE, M.L. y R.J. EVANS. 1965. Nutritive value of navy beans (Phaseolus vulgaris). Brit J. Nut. 19: 269.

36. KAKADE, M.L. y R.J. EVANS. 1966. Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans. J. Food. Sci. 31: 781.

37. MOLINA, M.R., G. DE LA FUENTE y R. BRESSANI. 1973. Condiciones óptimas de procesamiento para la preparación de harinas precocidas de frijol. Presentado en: III Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN). Ciudad de Guatemala. Guatemala Septiembre 11-14, 1972.

38. BIGELLOW, W.D. y F.G. FITZGERALD. 1927 Sugestions for canning pork and beans. Bull. 15-L (Revised) National Canners Assoc.

39. POWRIE, W.D. y E. LAMBERTS. 1964. Nutritive value of proteins in canned navy beans. Food Technol. 18: 111.

40. GIRI, K.V., P.B.R. y R. Rajagopalan. 1953. Some studies on the destruction of amino acids in protein caused by autoclaving in the presence of glucose. Food Res. 18:217.

41. MOHAMMED, A.H., H. FRANKEL-COURAT y H.S. OLCOTT. 1949. The Browning reaction of proteins with glucose. Arch Biochem. 24:157.

42. PATTON, A.R., R.C. SALANDER y M. PRANO. 1954. Lysine destruction in casein-glucose interaction measured by quantitative paper chromatography. Food Res. 19: 444.

43. LANTZ, E.M. 1938. Effect of different methods of cooking on the vitamin B content of Pinto beans. New Mexico Agr. Expt. Sta. Bul. 254.

44. SAMBETH, E., M.C. NESHEIM y J.A. SERAFIN 1967. Separation of soybean whey into fraction with different biological activities. J. Nut. 92: 479.

45. BOOTH, G.N., J. ROBBINS, W.E. RIBELIN y F. DeEds. 1960. Effect of raw soybean meal and amino acids on pancreatic hypertrophy in rats. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med. 104: 681.

46. JAFFE, W.G. y C.L. VEGA. 1968. Heat liable growth inhibiting factors in beans (Phaseolus vulgaris). J. Nut. 94: 203.

47. ELIAS, L.G., R. COLINDRES y R. BRESSANI. 1964. The Nutritive value of eight varietes of cowpea. (Vigna sinensis) J. Food Sci. 29: 118.

48. BRESSANI, R., L.G. ELIAS y D. A. NAVARRETE. 1961. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans and cowpeas of Guatemala. J. Food Sci. 26: 525.

49. ELIAS, L.G., R.P. BATES y R. BRESSANI, 1969. Mezclas vegetales para consumo humano. XVIII Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17, a base de semillas leguminosas. Arch. Latinoamer. Nut. 19: 109.

50. DEL BUSTO, A., L.G. ELIAS y R. BRESSANI. Estabilidad química y biológica durante el almacenamiento de harinas precocidas de frijol (Para publicar).

51. BOGGS, M.M., H.J. MORRIS y D.W. VENSTRON. 1964. Stability studies with cooked legume powders. I. Flavors judging procedure. Food Technol. 18: 114.

52. BURR, H.K., M.M. BOGGS, H.J. MORRIS y D.W. VENSTRON. 1969. Stability studies with cooked legume powders. II. Influence of various factors on flavor of lima bean powder. Food Technol. 23: 134.

53. FURIA, T.E. 1964. EDTA in foods. A. Technical review. Food Technol. 18: 50.

54. BOURNE, M.C. 1967. Size, density and hardshell in dry beans. Food Technol. 21: 365.

FACTORES Y TACTICAS QUE INFLUYEN EN LOS HABITOS ALIMENTARIOS DEL CONSUMIDOR

Conferencistas: Marina Flores, Ricardo Bressani y Luis G. Elías

INTRODUCCION

Los antropólogos y los sociólogos han sido los primeros investigadores que han presentado informes sobre hábitos de alimentación en regiones de interés histórico, de civilizaciones desaparecidas o de grupos aborígenes que viven en condiciones de vida muy primitivas. Se sabe muy poco sobre hábitos de alimentación en otras áreas del mundo porque las investigaciones han sido muy escasas.

Por otra parte, especialistas en nutrición han tratado de determinar cuál es el consumo cuantitativo o la disponibilidad de alimentos en cada país sin dar información sobre hábitos dietéticos de estos grupos. Sin embargo, los países en desarrollo son los que están más necesitados de esta información y en algunos de ellos se tiene conocimiento de cuáles son las costumbres y hábitos sobre alimentos, pero, desafortunadamente, estos investigadores sociales (sociólogos y antropólogos) sólo explican el origen o la existencia de dichas costumbres pero no proveen datos sobre el por qué o la razón lógica o ilógica de todas estas costumbres alimentarias. Por consiguiente, algunos especialistas en nutrición al investigar datos sobre el consumo cuantitativo de los alimentos han aprovechado esta oportunidad para obtener información explicativa de los hábitos alimentarios. En este caso se encuentra América Central (1-8), de la cual se conocen las características de las dietas de los diferentes grupos de población y las razones que han causado el establecimiento de los hábitos dietéticos en sus patrones de alimentación.

Inicialmente, estos estudios se hacían por medio de encuestas que tenían una duración de siete días conviviendo prácticamente con la familia (9) para observar la preparación, la manipulación y la distribución de los alimentos en el seno familiar. En el caso de Guatemala, único en su género, el antropólogo Antonio Goabaud Carrera (10) estudió extensamente todos los aspectos sociales, y en especial, la alimentación de las poblaciones rurales del país.

Más tarde, los estudios de dietas en América Central han continuado en forma más especializada para medir el consumo cuantitativo de los niños preescolares (11, 12) que representan uno de los grupos más vulnerables respecto al estado nutricional de las poblaciones de Centro América y Panamá.

HABITOS ALIMENTARIOS

La naturaleza ofrece al hombre una enorme variedad de productos para su alimentación y él los selecciona de acuerdo con la cantidad en que ellos se producen, dando preferencia a aquellos que satisfacen sus necesidades básicas. Las principales culturas y civilizaciones del mundo han surgido en áreas donde los esfuerzos del hombre fueron recompensados con la abundancia de determinado cereal indígena.

El arroz, el trigo y el maíz han representado la fuente de vida para las civilizaciones del Lejano Oriente, del Mediterráneo, (Egipto y Roma) y América, respectivamente, durante el desarrollo de sus sociedades. La apertura de las rutas que cruzan la tierra llevó estos granos al resto de las áreas del mundo, en las cuales combinados con otros productos, han formado diseños dietéticos especiales denominados patrones de alimentación.

En algunas áreas del mundo, la mayoría de la población goza de una gran cantidad de productos mientras que en otras la baja producción limita la disponibilidad de los alimentos drásticamente y sólo una minoría satisface sus necesidades. Las cantidades en que

la población en estas áreas consume los diferentes artículos y el tratamiento dado a ellos, según las costumbres, determina los niveles que pueden alcanzar las ingestas de calorías y nutrientes en cada grupo de población.

FACTORES QUE DETERMINAN LA SELECCION DE LOS ALIMENTOS

Las diferencias en los tipos de alimentos y en las combinaciones de los mismos en que se consumen, se han determinado por diversos factores ecológicos descritos a continuación:

Localización geográfica

El lugar donde vive el hombre le obliga a seleccionar el alimento básico y otros productos que constituyen su dieta. En las regiones montañosas o en las costas cerca del mar o cerca de ríos y lagos, en zonas templadas o tropicales, la tierra y el agua le ofrecerán diversos productos.

En general, la mayoría de los cereales, como el trigo o el maíz, y las semillas leguminosas, como fríjol o garbanzo, crecen mejor en las tierras altas y climas templados mientras que los tubérculos, como papa y ñame, o semillas oleaginosas, como ajonjolí o algodón son nativas de las tierras bajas y cálidas. Los habitantes de las áreas costeras disponen de frutos de palmeras que son ricos en proteína y grasa, así como productos marinos que forman su dieta. Las planicies extensas donde el ganado y otros animales domésticos pueden alimentarse de toda clase de pastos, proveen a sus habitantes con carne y leche. Por lo tanto, pueden existir grandes diferencias entre los patrones de alimentación no sólo de país a país sino dentro de un mismo país, según las regiones.

Factores culturales

A través de muchos siglos las civilizaciones desarrollaron en sus áreas alimentos indígenas básicos. El hombre aprendió a cultivar y domesticar las plantas y los animales necesarios. Después de varias generaciones heredó tecnologías especiales para preparar esos productos. Cada sociedad diseminó su propia cultura y los alimentos originarios de un lugar aparecieron en otras áreas, siguiendo las rutas por las que se expandía la civilización. Las condiciones óptimas de suelo y clima para ciertos productos que se encuentran en diferentes áreas, favorecieron la adopción de esos artículos importados. Además, la migración humana ha provocado un intercambio de alimentos entre los continentes. El cacao que se utiliza para preparar el chocolate, considerado como bebida de los dioses en América Central, emigró a otras tierras, mientras que el café de Etiopía vino a reemplazarlo en esa area americana (13). India ha sido la madre tierra de muchos productos que ahora se cultivan en Africa, en Europa y en los países de América Tropical.

La mayor o menor aceptación de los alimentos importados ha sido, más que todo, cuestión de tiempo, prestigio, facilidad de producción y las necesidades esenciales de la población. Si las condiciones locales son convenientes, el nuevo producto se transforma en parte esencial del patrón alimentario; si este nuevo producto fue inadaptable a las condiciones locales, no se le consideró importante aunque goce de mucho prestigio. Las experiencias de generaciones precedentes con nuevos productos, determinaron la aptitud social favorable o desfavorable hacia esos alimentos. La facilidad de preparación y la buena conservación así como también el sabor, la apariencia y otras cualidades juegan un papel importante para la adopción del nuevo producto en el patrón alimentario.

Si la introducción de un nuevo alimento fue asociada con un evento desagradable como una enfermedad o un cambio en la organización social, se considera como malo o "tabú", y es eliminado por lo menos para ciertos grupos de población. En otras circunstancias, la religión y otras clases de creencias obligan a la gente a evitar alimentos importantes. Alimentos con alto valor nutritivo pero asociados con significados religiosos puede ser que se consuman solamente durante las festividades locales pero durante el resto del año no se consideran apropiados como parte de la dieta acostumbrada (14).

Existen recientes ejemplos de creencias desorientadoras o malas experiencias con nuevos productos. Cuando la leche descremada en polvo se introdujo en diferentes partes del mundo y se preparó con agua contaminada, la gente dedujo que los niños se enfermaban por esta nueva clase de leche. En algunas áreas paupérrimas, donde las frutas son abundantes, los nativos evitan que sus hijos las coman porque la experiencia previa los ha convencido de que estas frutas producen parásitos. Carne y huevos pueden ser considerados como artículos de lujo, o como alimento muy fuerte y por consiguiente, deben ser evitados durante ciertas condiciones fisiológicas.

En muchas circunstancias también el sabor es la cualidad que ha guiado a la gente en la formación de una actitud hacia determinado alimento atribuyéndose sobre esta base efectos o propiedades medicinales.

FACTORES QUE MODIFICAN LOS HABITOS DIETETICOS

Aunque la ubicación geográfica y la cultura son las determinantes para fijar los patrones alimentarios, otros factores modificarán las dietas basándose en esos patrones, pero introduciendo cambios con productos nuevos.

Los factores que pueden modificar los patrones dietéticos son los siguientes:

Factores económicos

La disponibilidad de alimentos y los patrones tradicionales de alimentación guían a los diferentes grupos de población a comer el mismo tipo de dieta a través de las generaciones. Sin embargo, nuevos alimentos penetran a la estructura cultural, algunos con más prestigio que otros, y gradualmente pueden reemplazar a los productos locales, parcial o totalmente si las condiciones económicas permiten tal cambio, En cada encuesta dietética que se lleva a cabo en cualquier país del mundo, aunque sean pequeñas comunidades con la misma cultura y con más o menos el mismo status social, siempre se encuentran diferencias en el consumo, que están relacionadas íntimamente con el nivel económico de las familias.

El cuadro más común que se encuentra en una localidad pobre muestra que una proporción muy grande de familias tienen dietas en las cuales el alimento básico constituye casi el volumen total del consumo diario. Simultáneamente, una pequeña porción de las familias que goza de una entrada monetaria superior, consumen nuevos productos y menor cantidad de alimento básico, resultando en una mejoría en la calidad de las dietas. Por supuesto, las diferencias dentro de esta comunidad no son tan grandes en relación con las que se pueden encontrar entre diferentes localidades en un país. Esas diferencias son mucho más marcadas cuando las diferencias económicas entre las poblaciones son también grandes.

Desde el momento en que las calorías constituyen la primera necesidad de las familias pobres, para satisfacerlas se recurre a fuentes como cereales o tubérculos y —en muy pequeñas cantidades— otros productos, mientras que familias con un rango más alto estarán en capacidad de observar una dieta más variada y mayores cantidades de otros productos quizás más caros. Las diferencias dietéticas entre grupos sociales ricos y pobres son aflictivas, especialmente por lo que respecta a alimentos de origen animal.

En estudios hechos en países del Africa, por ejemplo (15) o en Centro América (16), donde la ocupación del hombre en las áreas rurales es casi exclusivamente la agricultura, la comparación entre el consumo de alimentos del área rural y el área urbana es paradójica. Los principales productos agrícolas de las áreas rurales llegan diariamente a los mercados de la ciudad y en consecuencia, las familias urbanas con una modesta capacidad económica pueden comprar una gran variedad de esos productos. Las familias en el área rural tienen que conformarse con una dieta monótona, donde el cereal básico se combina con fríjoles o arvejas y algunas hojas verdes silvestres.

En esos países, la disponibilidad de alimentos, especialmente productos animales, es insuficiente para toda la población del país y solamente las familias de la ciudad, que constituyen el menor segmento de la población, tienen el privilegio de tener buenas dietas. En cualquier encuesta dietética de estas ciudades, una lista muy extensa de frutos tropicales, vegetales frescos, carne, leche y huevos, forma parte de la dieta usual, además de mayor cantidad de azúcar y grasas. Las dietas que disfrutan unos pocos privilegiados son ricas en vitaminas y proteínas animales comparables a las dietas de las familias que viven en países ricos o bien desarrollados.

En los países muy desarrollados donde la economía no descansa ya en la agricultura sino en la industria y la tecnología que han sido suficientemente desarrolladas para ofrecer a la población un alto estándar de vida, las áreas rural y urbana no muestran esas grandes limitaciones dietéticas.

Educación

El nivel de educación ha influido en las dietas en forma significativa en los países muy desarrollados. En los países subdesarrollados los estudios no han sido realizados o no se han planeado buscando este objetivo y por lo tanto, la información es escasa. En los estudios de Hollingsworth (17) se comprueba que el nivel educativo modifica las dietas de las familias inglesas, ya que ciertos productos aparecen con mayor frecuencia o en mayor cantidad de acuerdo con los años de preparación escolar de los padres. Lo mismo prueban algunos otros estudios realizados en Estados Unidos (19); aún más, en estos países no sólo el patrón de alimentación ha cambiado respecto a los productos sino también los horarios y sistemas de trabajo.

Esos mismos estudios indican que el tamaño de la familia puede también modificar las dietas; pero los hallazgos no muestran claramente si los efectos resultan primordialmente del tamaño de la familia o del nivel económico.

Urbanización e Industrializacion

El grado de urbanización que se produce en algunas áreas también influye en los cambios de la dieta de las poblaciones, algunas veces transformándolas en dietas más variadas y otras veces provocando cambios negativos al abandonar productos locales altamente nutritivos. Como ya se indicó, las diferencias entre área rural y área urbana en los países pobres van disminuyendo conforme avanza el grado de urbanización que provoca cambios en las comunidades rurales ya sea por la apertura de caminos, la instalación de fábricas o el mejoramiento de los servicios públicos.

La industrialización de los países ha mejorado notablemente el nivel económico de las familias y ha provocado cambios en el tipo de dieta de familias de nivel socioeconómico bajo cuando se incrementan sus ingresos. En estos países los cambios estacionales, que en un tiempo provocaron modificaciones en la dieta, han desaparecido por la industrialización y la tecnología. Los adelantos en la tecnología de alimentos, tanto en su conservación y almacenamiento como en las facilidades de transporte, han hecho posible que la gente tenga a su disposición todos los productos durante todo el año.

ASPECTOS DINAMICOS Y ESTATICOS DE LOS PATRONES ALIMENTARIOS

El grado de variación o modificaciones en las dietas dependerá de la intensidad de éxito con que las sociedades alcancen sus planes económicos de desarrollo, de urbanización, de progreso agrícola e industrialización.

El área más estática en los patrones dietéticos corresponde al alimento básico consumido por la población, principalmente en países de bajos ingresos, donde el sistema agrícola es básicamente tradicional (19). La tendencia de este alimento básico a sobrevivir a través de las diferentes condiciones ambientales aumenta con el riesgo del cambio de sistemas agrícolas. La urgencia de las necesidades básicas hace que sea esencial asegurar la producción de la mayor parte de alimentos locales. Es más fácil cambiar los sistemas para productos no esenciales para las dietas, por medios tales como la introducción de nuevas semillas, de nuevos implementos o nuevos medios de cultivo.

Donde se encuentra la principal dificultad para cambiar los alimentos básicos es en el hecho de que están profundamente arraigados en el sistema de valores culturales de la sociedad.

En el área rural de Centro América, por ejemplo, el mismo alimento básico —el maíz— ha persistido por muchas centurias y ha sido siempre el principal producto de la agricultura. Para el cultivo del maíz los pobladores aún continúan utilizando los mismos implementos y siguiendo los mismos métodos que emplearon sus culturas ascendientes. Más aún, el proceso de convertir el grano de maíz a comida no ha cambiado desde los tiempos antiguos de la civilización maya, y esto no sólo sucede en Centro América, sino también en gran parte de México.

Una ilustración muy buena del mecanismo estático del alimento básico en una sociedad puede observarse en un proyecto relativamente reciente realizado en Nuevo México, E. U. A., con el propósito de ayudar a los indios Navajos. La dieta básica de este grupo era maíz, fríjoles, calabaza y papas (20). El agente extensionista que trabajaba en el área puso gran atención en la relación existente entre la tecnología agrícola y las condiciones ambientales y prácticas de cultivo, así como también de la organización social. Con excelentes métodos de demostración en el campo, cultivó maíz híbrido obteniendo con todo éxito las mejores cosechas, por lo cual la gente respondió con mucho entusiasmo.

Un buen porcentaje de familias adoptó y cultivó las nuevas semillas en lugar del maíz nativo y se obtuvo el mejoramiento en la cosecha que se deseaba obtener.

Sin embargo, los programas de extensión sufrieron un fracaso cuando las familias no pudieron utilizar el maíz como su pan diario. El extensionista olvidó investigar los hábitos de alimentación entre las mujeres, quienes muy pronto descubrieron que las cualidades del nuevo maíz diferían de aquellas del maíz común que utilizaban para preparar las tortillas, cambiando el sabor y la textura originales.

Por otro lado, los cambios económicos pueden causar tal impacto en la conducta y actitud social de la gente, que lleguen a producir cambios en el alimento básico. La proximidad de grandes centros urbanos con pequeñas comunidades rurales y la apertura de nuevas vías provoca con frecuencia un aculturamiento en los países en desarrollo. Cuando las familias gradualmente mejoran sus niveles económicos, comienzan a cambiar sus hábitos alimenticios introduciendo nuevos productos o reemplazando algunos de los locales.

Por ejemplo, en Centro América es frecuente observar en las familias rurales que, conforme aumenta el ingreso, se introduce la manteca en las dietas principalmente en la preparación del fríjol y del arroz, mientras éste sustituye parcial o totalmente al maíz a

pesar de su alto precio, aunque también en este caso no sólo el nivel económico es el que determina el cambio sino también el prestigio de que gozan la manteca y el arroz que son considerados como alimentos españoles (16).

Los cambios debidos al status social o los provocados por el prestigio pueden aportar efectos benéficos; pero esto no es siempre el caso. Una de las principales fuentes de caroteno en las dietas de los indígenas en Centro América la constituye el maíz amarillo y las hojas verdes silvestres. Como resultado del aculturamiento, esos alimentos faltos de prestigio están disminuyendo en las dietas de este grupo de pobladores, y se van reemplazando por maíz blanco u otros cereales, y por vegetales de bajo contenido vitamínico.

El área más dinámica en los patrones de alimentación está contituida por aquellos artículos utilizados generalmente sólo para complementar la fuente calórica como nuevos cereales, grasas y azúcares. Estos productos son fácilmente incorporados en las dietas para mejorar el sabor y la variedad de la dieta y pueden gradualmente reemplazar al alimento básico. Y si el nuevo producto puede ser preparado con menos trabajo y el sabor es aceptable, la adopción será más rápida. Así, los dulces, "pancakes" o galletas hechas de harina de trigo, tienen todos un alto grado de aceptabilidad por los habitantes de áreas primitivas como las Islas de la Polinesia (21), los esquimales en Canadá (22), o los indios de las "reservaciones" en los Estados Unidos (23). Los productos fueron traídos por los blancos, misioneros u otros visitantes considerados de una clase superior e inmediatamente aceptados por su valor en términos de prestigio.

Es claro que el prestigio es una guía definida para efectuar cambios en los patrones de alimentos, promovidos por factores socioeconómicos. En América Latina el uso de pan de trigo en las comidas rurales hace que la gente tenga la sensación de que están comiendo como los habitantes de la ciudad. El uso de agua azucarada por algunas familias más acomodadas en las Islas de la Polinesia en lugar de jugo de coco, más nutritivo pero de poco prestigio, es un ejemplo más para ilustrar el cambio en los patrones de alimentación.

Las creencias culturales o religiosas ya no cuentan más en grupos de familias de la India y de Africa, cuando disponen de dinero para comprar productos caros, como leche y carne, que son alimentos de la población europea en esas áreas (24).

En resumen: existen factores de muy distintos orden — religiosos, culturales, económicos, nivel educacional y atraso o avance en el desarrollo de los pueblos — que intervienen en los patrones alimentarios de esos pueblos.

PATRONES DE ALIMENTACION EN CENTRO AMERICA Y PANAMA

La economía de los países de América Central como de algunos países de la América del Sur, descansa en la agricultura. Alrededor del 50 por ciento de la población se dedica al cultivo de los principales productos que consisten en: maíz, arroz, fríjol, bananos y café, además de productos de exportación como algodón. La dieta básica, tanto para Centro América como para México, la constituye principalmente el maíz (que se consume en forma de "tortillas"), fríjoles, vegetales frescos, especialmente, tomates y verduras, bananos, frutas tropicales y café. Esporádicamente, las dietas también incluyen carne, leche, huevos en poca cantidad, además de azúcar y grasas.

En Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua el alimento básico es la tortilla de maíz, cuya preparación es a base de un tratamiento con agua de cal o agua de cenizas agregadas al agua de herbir el grano. Luego, se transforma el maíz en masa mediante una molienda muy fina, y se convierte en discos de un espesor variable, según el área o el país. En Costa Rica y Panamá el arroz reemplaza al maíz como alimento básico; en regiones donde la población es de extracción negra o caribe, preparan los "pancakes" de harina de trigo fritos en grasa para la elaboración del pan diario.

El segundo alimento en importancia, tanto en México como en Centro América y en algunos países de la América del Sur, lo constituye el fríjol en sus diferentes variedades, principalmente, el de color negro y rojo. Los indígenas prefieren la preparación de los fríjoles simplemente hervidos con una adición de hierbas para mejorar el sabor y olor, mientras que las poblaciones mestizas los hierven y les agregan manteca. Para platos más sofisticados, después de cocido el fríjol, se pasa por un colador y se muele para quitar la cáscara y se fríe, convirtiéndose en una pasta de consistencia muy suave y de un sabor especial.

Los vegetales frescos constituyen el tercer artículo en las dietas de Centro América, especialmente en Guatemala, en donde las verduras y tomates se cultivan con mucha frecuencia en las áreas rurales, mientras que en las áreas urbanas se presentan vegetales cultivados como coliflor, repollo, zanahoria y lechuga. Los grupos humanos negro-caribes prefieren las raíces farináces y tubérculos como yuca, ñame o papas. Las frutas no son importantes en Centro América, excepto para las familias de las áreas urbanas y aún en este grupo, solamente las cítricas y los bananos se comen con alguna frecuencia.

En todos estos países el consumo de carne es muy bajo, a excepción de Panamá en donde las cantidades promedio son dos veces más que las que se encuentran en los otros países de Centro América. La carne más usada es la de res, aunque el pescado también aparece en ciertos grupos de población de Panamá, Nicaragua y Costa Rica; en las tierras altas aparece un pequeño consumo de carne de cabra o cerdo el cual no tiene importancia como contribución a las dietas diarias del pueblo.

La disponibilidad de azúcar en todos estos países es alta puesto que la caña es el cultivo principal y por consiguiente, el nivel de consumo es suficiente. En las áreas rurales aún se prefiere la panela, mientras que en las áreas urbanas tiene mejor aceptación el azúcar blanco refinado. El consumo de grasas es sumamente bajo en Guatemala, especialmente entre la población indígena, siendo el aceite contenido en el maíz de las tortillas la única fuente de grasa que aparece en sus dietas. No obstante, en la Costa Atlántica y en Panamá se ingieren abundantes cantidades de aceites o mantecas vegetales, o leche de coco que sirve para preparaciones especiales (25).

Tanto en México como en Centro América hay platos tradicionales que se preparan en días festivos o en domingos, preparados con maíz, a veces con fríjol y maíz, con carne de cerdo, preparados en salsa y toda la masa envuelta en hojas de plátano o de maíz. Uno de los platos más típicos en Guatemala es el preparado de plátano molido revuelto con fríjol negro que ha sido hervido, colado y frito.

Otra característica de las dietas de Centro América y Panamá es que la leche y sus productos son de bajo consumo; los indígenas los ingieren solamente en cantidades insignificantes en forma de queso. Nicaragua y Costa Rica tienen mayor disponibilidad de productos lácteos y las encuestas dietéticas muestran un mayor consumo. Tanto en Honduras como en Nicaragua y Costa Rica uno de los panes típicos, denominado rosquillas, se prepara con harina de maíz y queso combinados, el cual es muy popular entre adultos y niños.

La mayoría de las familias indígenas y mestizas en las áreas rurales también poseen pequeños animales, tales como aves de corral, pero el consumo de esta clase de carne es muy reducido y con frecuencia se observa el consumo de huevos. Mientras que los indígenas preparan los huevos hirviéndolos solamente, los mestizos los prefieren fritos o en los platos españoles utilizando el huevo como cubierta de ciertos alimentos combinados con carne y verduras, o para chiles rellenos que son también platos festivos.

Estos patrones de alimentación no corresponden estrictamente a cada uno de los grupos de población sino que varían según las modificaciones que han sufrido por los contactos culturales, nivel de urbanización, mejoramiento en el estado económico o cambios sociales. La introducción de grasas en las dietas indígenas va siempre asociada con el grado de influencia española o urbanización, mientras que pescado, bananos verdes y arroz o raíces forman en gran parte la dieta de los mestizos, sobre todo en las áreas costeñas.

Cuadro 1. **Consumo de alimentos expresado en gramos por persona por día en familias de Centro América y Panamá día. (1965-67)***

Alimentos	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua		Costa Rica		Panamá	
	R**	U**	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U
Productos lácteos***	84	246	190	237	194	289	243	377	193	350	73	163
Huevos	13	31	10	31	13	21	12	21	15	23	11	19
Carnes	44	85	37	77	41	87	58	90	40	74	90	134
Leguminosas	54	49	59	52	56	47	72	50	57	48	20	19
Verduras	66	150	53	90	51	56	27	74	66	126	25	68
Frutas	14	58	17	71	40	54	41	52	7	60	50	99
Musáceas	20	64	16	49	43	49	72	75	47	57	99	75
Raíces y tubérculos	14	34	13	12	22	24	33	24	46	55	82	70
Cereales:												
Tortilla de maíz y Tamal	544	228	533	249	340	203	190	84	62	21	6	0
Pinol	0	0	0	0	0	0	14	26	0	0	0	0
Arroz	16	34	27	55	29	50	54	80	100	103	186	150
Pan de trigo	36	167	26	66	12	74	28	51	54	80	37	65
Harina de trigo y Pastas	4	5	0	0	8	9	7	0	12	16	10	9
Otros cereales	2	5	6	5	5	7	16	7	0	4	29	13
Azúcares	52	74	41	38	39	45	58	63	89	77	51	42
Grasas	4	24	15	37	16	21	19	29	19	41	26	35

* Método: Recordatorio de 24 horas.
** R = Rural U = Urbano
*** Expresado en términos de leche líquida

Cuadro 2. **Contribución porcentual de los alimentos a la ingesta de proteína en familias del área rural de Centro América y Panamá 1965 - 67***

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Productos lácteos	6.8	13.7	13.2	15.2	17.1	6.0
Huevos	3.2	1.9	2.6	1.8	3.5	1.6
Carnes	13.5	10.2	16.8	13.6	16.6	34.5
Leguminosas	18.7	18.8	21.9	32.2	23.4	9.3
Verduras	1.7	1.3	1.6	0.5	1.7	1.4
Frutas	0.2	0.2	0.7	0.6	0.2	1.6
Musáceas	0.4	0.2	0.8	1.8	1.4	2.0
Raíces y tubérculos	0.4	0.3	0.5	0.4	1.5	2.0
Cereales	52.6	52.0	39.7	32.3	31.6	39.3
Azúcares	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1
Grasas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Miscelánea	2.3	1.3	2.0	1.8	2.7	2.1

* Método: Registro diario de tres días.

El Cuadro 1 ofrece el consumo promedio de cada uno de los alimentos que se consumen en Centro América y Panamá, en área rural y en área urbana. Las diferencias tan marcadas que se observan entre el área rural y el área urbana revelan las limitaciones que existen en el área rural sobre alimentos importantes y en especial, los de origen animal.

Fuentes de proteína en las dietas

El papel que juegan estos diferentes productos en el patrón dietético de alimentación en Centro América y Panamá está representado en el Cuadro 2, en el cual las cifras corresponden a los porcentajes de contribución de los diferentes alimentos a la ingesta total de proteína. La contribución más importante corresponde a los cereales, esencialmente maíz y arroz, que proporcionan alrededor del 30 al 50 por ciento de la proteína total, siendo el segundo artículo de mayor importancia, en todos los casos, el grupo de los fríjoles, especialmente en Nicaragua donde el 32 por ciento de la proteína total se deriva de este grupo de leguminosas. Los otros alimentos, a excepción de carne y leche que contribuyen con una proporción de alrededor de 15 por ciento de la proteína total, no tienen gran importancia en el valor nutritivo de las dietas.

Consumo de fríjol en Centro América y Panamá

Las diferencias de consumo de fríjol en las poblaciones de Centro América, como ya se observó en el Cuadro 1, no existen entre el área rural y el área urbana; tampoco existen entre los diferentes niveles socioeconómicos, lo que indica que es uno de los hábitos dietéticos más arraigados en los patrones alimentarios que no ha sufrido modificaciones con la introducción de nuevos productos. Para ilustrarlo, se presentan en el Cuadro 3 los resultados sobre consumo de fríjol según el nivel socioeconómico de las familias rurales en Costa Rica. El consumo del grupo de nivel bajo es de 51 gramos por persona por día; el de la clase media 50 gramos, cifras prácticamente iguales; y la clase de nivel más alto de 43 gramos, o sea, un descenso muy pequeño.

Las diferencias marcadas que puede haber entre los países con respecto a fríjol consisten en que cada país tiene preferencia por un color, pero la misma especie de fríjol. En el Cuadro 4 se presenta el consumo de fríjol en las áreas rural y urbana de cada uno de los seis países, pudiendo observarse el consumo de gandul (**Cajanus cajan**) y de lenteja sólo en Panamá. Observando las cifras totales de consumo para Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá no hay diferencias apreciables entre el área rural y el área urbana, excepto en Nicaragua donde el consumo del área rural es muy alto por la gran disponibilidad de fríjoles que allí existe.

Dieta de preescolares en Centro América y Panamá

En las dietas de los niños preescolares, que constituyen uno de los grupos más vulnerables en Centro América, los fríjoles ocupan también un lugar muy

Cuadro 3. **Consumo de leguminosas expresado en gramos por persona por día, en familias del área rural de Costa Rica. 1966***

	Grupos socioeconómicos		
	Bajo	Medio	Alto
Fríjol rojo	33	25	21
Fríjol negro	17	22	20
Fríjol blanco	—	1	1
Fríjol cubá	—	1	1
Fríjol, otras variedades	1	1	—
Total	51	50	43

* Método: Registro diario de tres días.

Cuadro 4. **Consumo de leguminosas expresado en gramos por persona por día, en las familias de Centro América y Panamá. 1965 - 67***

Países	Fríjol negro	Fríjol rojo	Fríjol blanco	Fríjol otros	gandul seco	Lenteja	Total
Guatemala							
área rural	54	—	—	—	—	—	54
área urbana	48	—	1	—	—	—	49
El Salvador							
área rural	38	21	—	—	—	—	59
área urbana	5	46	1	—	—	—	52
Honduras							
área rural	15	41	—	—	—	—	56
área urbana	1	46	—	—	—	—	47
Nicaragua							
área rural	—	66	2	4	—	—	72
área urbana	—	48	—	1	—	—	49
Costa Rica							
área rural	23	34	—	—	—	—	57
área urbana	30	17	1	—	—	—	48
Panamá							
área rural	—	6	—	10	1	3	20
área urbana	—	13	—	—	—	6	19

* Método: Recordatorio de 24 horas.

importante en la alimentación diaria de los niños. El Cuadro 5 presenta el consumo promedio de alimentos de los niños preescolares del área rural de Centro América y Panamá. En cantidades más reducidas, el cuadro muestra la misma situación que presentan las familias de los diferentes países.

Si se analizan las cifras, sobre todo las de consumo de fríjol entre los niños preescolares por grupos de edad, se observa que aunque el fríjol forma parte de la dieta de los niños pequeños, de 1 a 2 años, tiene más importancia en los niños de 3, 4 y de más años. En el Cuadro 6 se presenta el consumo de fríjol de preescolares por edades en el área rural de Centro América y Panamá. En los primeros años de vida la familia dentro de sus limitaciones ofrece a los niños de 1 a 2 años toda la leche disponible; de aquí que las cifras de fríjol aumentan en los años siguientes porque disminuye drásticamente el consumo de leche. La Figura 1 ilustra el consumo de fríjol por término medio en cada grupo de edad de los niños en los diferentes países, sobresaliendo Nicaragua, con las cantidades mayores.

Cuadro 5. **Dieta del preescolar en el área rural de Centro América y Panamá. Cantidades expresadas en gramos por niño por (1965-67)***

Alimentos	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Productos lácteos**	127	300	255	336	403	154
Huevos	13	6	10	7	13	6
Carnes	10	6	11	14	11	40
Leguminosas	13	14	14	34	9	7
Verduras	17	20	20	9	19	7
Frutas	16	18	29	23	12	41
Musáceas	17	10	22	45	33	62
Raíces y tubérculos	7	5	8	8	20	40
Cereales:						
arroz	8	11	13	28	41	66
avena	1	—	—	—	1	3
pan de trigo	28	28	20	27	31	29
pastas	1	—	1	—	4	2
tortilla de maíz	140	164	128	58	12	6
otros cereales	1	6	5	26	5	20
Azúcares	32	31	26	43	52	43
Grasas	3	6	7	7	9	13

* Método: Registro diario de tres días

** Expresado en términos de leche líquida.

Cuadro 6. **Consumo expresado en gramos por niño por día de leguminosas en preescolares del área rural de Centro América y Panamá 1965 - 67.**

País	Grupos de Edad			
	1 año	2 años	3 años	4 y 5 años
Guatemala	6	14	23	14
El Salvador	4	11	18	23
Honduras	4	12	17	28
Nicaragua	17	17	48	74
Costa Rica	6	8	9	20
Panamá	5	9	11	4

* Método: Registro diario de tres días.

Fuente de proteína en las dietas de niños preescolares

La importancia del fríjol en la dieta del niño se puede apreciar mejor en la Figura 2, la cual muestra la contribución de los diferentes alimentos a la ingesta total de proteína en la dieta de los niños. Para efectos ilustrativos se presentan solamente El Salvador y Nicaragua. Durante los primeros años de vida la ingesta es escasa pero en los siguientes tercero y cuarto años los fríjoles constituyen alrededor de 50 por ciento del total de proteína ingerida, particularmente en Nicaragua.

EFECTOS DE LA DIETA EN EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS GRUPOS DE POBLACION

La disponibilidad limitada de alimentos en Centro América resulta en una alta incidencia de dietas deficientes en calorías, proteína y otros nutrientes. Las cifras correspondientes a los niveles de ingesta que alcanzan las dietas promedio para todo el país son, en cada caso, más o menos suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales pero la desigual distribución de los alimentos trae consigo un consumo inadecuado para un gran segmento de la población.

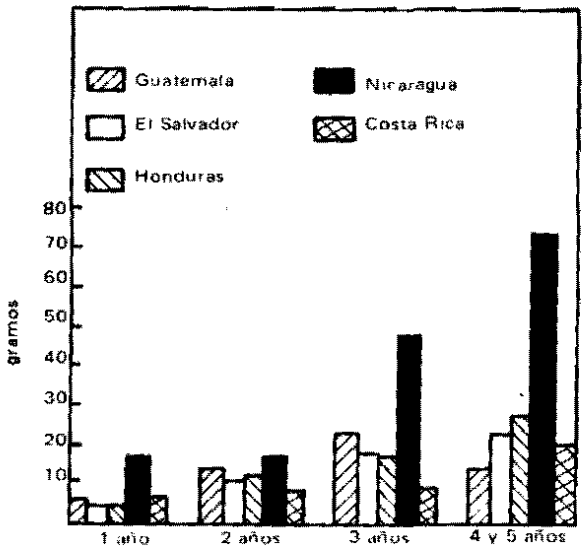


Figura 1. **Consumo de fríjol por niño/día en Centro América**

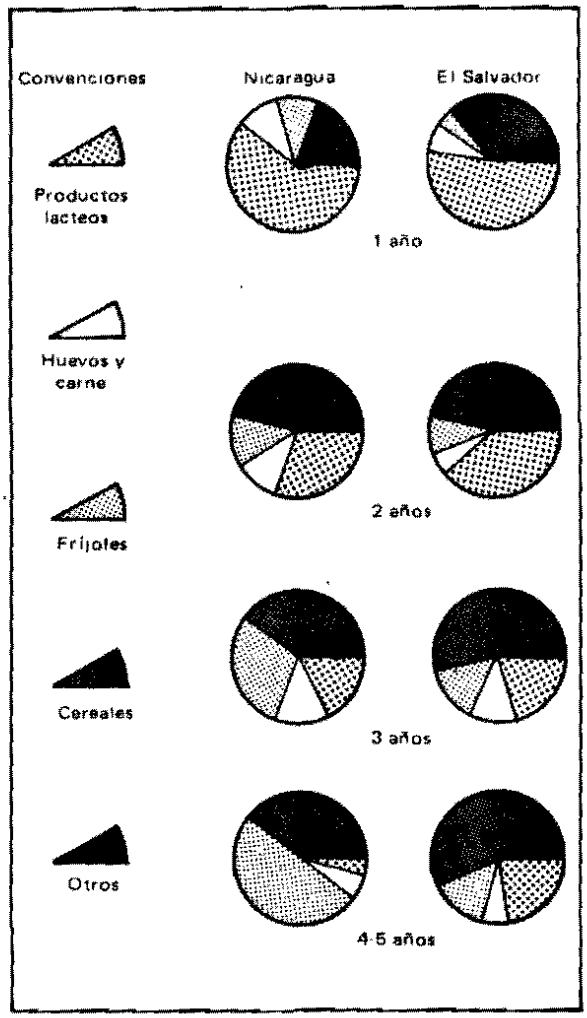


Figura 2. **Distribución porcentual de la ingesta de proteína en las dietas de los niños.**

Los hallazgos dietéticos de la evaluación nutricional hecha en cada uno de los países en los años de 1965-1967 (25) han revelado que en un número significativo de familias en todos los países, la ingesta de calorías y proteína no llegó a alcanzar nivel suficiente para cubrir las necesidades nutricionales.

La limitación en la ingesta protéico-calórica es una de las causas principales del retardo del crecimiento de los niños en países con las características socioeconómicas, agrícolas y dietéticas del subdesarrollo típico de los países centroamericanos. El niño pequeño recibe la porción más pequeña de los alimentos distribuídos dentro del seno familiar, y por consiguiente, resulta con una ingesta baja de proteína. Las medidas antropométricas y los hallazgos clínicos dan una ma-

yor evidencia de la existencia de mala nutrición proteico-calórica en estos grupos de población. La evidencia epidemiológica indica que la ingesta de proteína se reduce drásticamente conforme disminuye la cantidad de leche materna, y el niño en crecimiento empieza a recibir alimentos muy pobres en proteína y ricos en carbohidratos, como los cereales (26). Además, la edad preescolar es la más crítica, ya que es el período de crecimiento más rápido; todo retraso que se produzca, no se recupera más tarde.

Niveles de adecuación en las dietas de preescolares

En el Cuadro 7 se presentan los porcentajes de adecuación a que alcanzan las dietas de los niños por término medio en cada uno de los países de Centro América y Panamá. A pesar de que son cifras que no describen la realidad de la situación, puede observarse que las dietas de los niños son siempre deficientes en calorías. En las dietas con niveles más o menos adecuados en proteína y bajos en calorías, la proteína tendrá que utilizarse primordialmente para cubrir las necesidades calóricas. Por consiguiente, esas dietas resultan deficientes en calorías y proteína, así como en otros nutrientes.

DISPONIBILIDAD DEL FRIJOL EN EL PRESENTE Y EN EL FUTURO EN AMERICA CENTRAL

Al analizar el balance de las cifras de disponibilidad de alimentos en los países de Centro América, se encuentra que el consumo promedio de calorías y proteína en 1970 alcanzaba a cubrir sólo alrededor del 80 o 90 por ciento de las necesidades calóricas en Guatemala y el Salvador.

En esta misma información, ya no en términos de promedio para todo el país, sino por estratos sociales, se encontró que el 50 por ciento de la población del estrato bajo en Guatemala, El Salvador y Honduras, alcanzó sólo dos tercios de las necesidades calóricas y de proteína. Si esos países pudieran aumentar su disponibilidad en fríjol, como en el caso de Nicaragua y Costa Rica, este estrato social socioeconómicamente bajo podría tener dietas que cubriesen cifras adecuadas, si los precios del fríjol estuviesen al alcance de todas las familias.

El consumo de fríjol y proyecciones de demanda para 1990

En el Cuadro 8 se presentan cifras sobre el consumo de fríjol para 1970, obtenidas por medio de hojas de balance, así como las proyecciones de demanda estimadas con base en el incremento de producción y crecimiento de la población. En los estratos bajos se encuentra que, en 1970, solamente en Nicaragua el consumo de fríjol alcanza un promedio adecuado de 57 gramos diarios por persona. En 1970, ya en las clases media y alta de estos países, el consumo alcanza cifras entre 2 y 3 onzas por persona, que constituyen una proporción apenas adecuada dentro del patrón dietético. Finalmente, la clase muy alta, en la que el fríjol también es parte de su patrón dietético y su consumo es elevado, ya en el año 1970 alcanza cifras más que adecuadas.

Indudablemente, para alcanzar esas cifras en los años futuros los programas en agricultura, así como, los cambios socioeconómicos, tienen que seguir un ritmo acelerado paralelo al crecimiento de la población, como lo sugieren los estudios del Grupo Asesor de la FAO para la Integración Centroamericana (GAFICA).

Niveles de calorías y proteína 1970-1990 por estratos sociales

Para una ilustración más clara de la situación alimentaria en estos países, se presentan en los Cuadros 9, 10, 11 y 12 los análisis que ha realizado el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) de las cifras obtenidas por GAFICA. Las cifras para 1970 y 1990 revelan que existe y existirá un sector de la población en cada uno de los países que

Cuadro 7. **Porcentajes de adecuación de las dietas de preescolares del área rural de Centro América y Panamá (1965-67)***

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Calorías	64	74	65	87	76	82
Proteína	94	117	104	138	116	117
Calcio	97	138	122	143	148	64
Hierro	47	34	42	65	48	45
Vitamina A (Retinol)	66	47	50	69	77	77
Tiamina	90	90	68	98	82	79
Riboflavina	64	89	82	118	129	70
Niacina	50	52	44	60	45	57
Vitamina C	50	52	73	78	62	93

* Método: Registro diario de tres días.

Cuadro 8. **Disponibilidad de fríjol en el presente y en el futuro de Centro América. (Gramos diarios por persona).**

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
1970					
Estrato bajo	19	16	28	57	29
Estrato medio	31	24	46	70	39
Estrato alto	41	33	60	82	46
Estrato muy alto	55	41	79	94	58
1980					
Estrato bajo	25	21	30	59	32
Estrato medio	41	31	49	72	41
Estrato alto	52	40	65	85	49
Estrato muy alto	55	41	79	93	58
1990					
Estrato bajo	28	21	33	61	36
Estrato medio	46	33	53	75	45
Estrato alto	55	41	70	88	52
Estrato muy alto	55	41	79	93	58

Fuente: GAFICA (Grupo Asesor de la FAO para la Integración Centroamericana) Información sin publicar.

quedará afectado por deficiencia en el consumo de alimentos. Es decir, en 1990, continuando los países con el mismo ritmo de producción, el estrato bajo aún no alcanza a cubrir sus necesidades calóricas y de proteína en Guatemala, El Salvador y Honduras.

Por lo tanto, se requiere planificar una estrategia más ambiciosa para alcanzar una mejoría en producción y consumo, y otra vez el grupo GAFICA ha propuesto cifras más elevadas llamándolas "proyecciones 1990 tendencia alta o con cambio", en donde habrá que aumentar grandemente la producción para lograr mayores incrementos en el consumo de todos los alimentos, especialmente el de fríjol, proponiendo que la clase baja en cada uno de los países alcance las siguientes cifras por persona por día:

	Tendencia Alta		
País	1970 (gramos)	1990 (gramos)	Incremento (%)
Guatemala	19	40	111
El Salvador	16	31	94
Honduras	28	50	79
Nicaragua	57	70	23
Costa Rica	29	39	34

Cuadro 9. **Consumo diario per capita en términos de calorías y de porcentaje de adecuación por estrato de población, según nivel de ingreso. 1970.**

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Estrato bajo					
Consumo	1326.1	1345.4	1.464.6	1767.2	1990.0
Adecuación (%)	61	65	68	84	92
Estrato Medio					
Consumo	2362.1	2128.0	2661.0	2703.5	2631.6
Adecuación (%)	109	102	123	128	122
Estrato Alto					
Consumo	2918.8	2696.7	3267.8	3266.1	3107.3
Adecuación (%)	134	129	152	154	144
Estrato Muy Alto					
Consumo	4234.0	3694.8	4589.6	3931.2	4112.3
Adecuación (%)	195	177	213	186	191
Población Total					
Consumo	2021.3	1901.0	2250.1	2379.7	2466.5
Adecuación (%)	93	91	104	113	114

Cuadro 10. **Consumo diario per capita en términos de proteínas y de porcentaje de adecuación por estrato de población, según según nivel de ingreso: 1970.**

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Estrato Bajo					
Consumo (gramos)	30.7	30.0	33.3	46.6	47.2
Adecuación (%)	56	55	61	85	87
Estrato Medio					
Consumo (gramos)	56.9	50.1	65.0	72.5	69.6
Adecuación (%)	103	93	119	132	128
Estrato Alto					
Consumo (gramos)	75.5	67.8	85.8	90.3	86.9
Adecuación (%)	171	156	196	206	200
Estrato Muy Alto					
Consumo (gramos)	129.7	101.4	136.8	111.9	122.9
Adecuación (%)	294	234	312	255	283
Población Total					
Consumo (gramos)	50.3	45.1	56.8	64.2	63.6
Adecuación (%)	91	83	102	117	117

Esto significa que es necesario realizar un esfuerzo extraordinario en los programas agropecuarios, utilizando todos los mecanismos que puedan existir al alcance de estos países para poner en práctica los métodos más eficientes de cultivo, y todos los avances logrados en la tecnología de alimentos y mercadotecnia.

LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA Y LA TECNOLOGIA EN EL ESTADO NUTRICIONAL DE LAS POBLACIONES

El papel de la extensión agrícola en el mejoramiento de los patrones de alimentación es incuestionable, encontrándose que en algunas áreas los avances en tec-

Cuadro 11. **Consumo diario per capita en términos de calorías y porcentaje de adecuación por estrato de población, según nivel de ingreso; proyección hacia 1990 (Tendencia).**

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Estrato Bajo					
Consumo	1535.8	1477.4	1708.2	1928.8	2354.5
Adecuación (%)	70	71	79	91	110
Estrato Medio					
Consumo	2742.3	2379.9	3127.3	2991.4	2964.2
Adecuación (%)	125	114	145	141	138
Estrato Alto					
Consumo	3485.4	3117.0	4052.4	3643.2	3497.9
Adecuación (%)	159	150	188	172	163
Estrato Muy Alto					
Consumo	4243.3	3705.6	4573.6	3924.2	4110.4
Adecuación (%)	194	178	212	185	191
Población Total					
Consumo	2325.1	2112.4	2628.7	2596.3	2787.6
Adecuación (%)	106	101	122	123	130

Cuadro 12. **Consumo diario per capita en términos de proteínas y porcentaje de adecuación por estrato de población, según nivel de ingreso; proyección hacia 1990 (Tendencia).**

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Estrato Bajo					
Consumo (gramos)	36.9	33.1	40.4	51.6	60.4
Adecuación (%)	61	58	74	108	149
Estrato Medio					
Consumo (gramos)	67.7	55.5	77.6	81.1	81.9
Adecuación (%)	111	103	142	170	202
Estrato Alto					
Consumo (gramos)	91.1	77.7	107.7	102.1	101.1
Adecuación (%)	190	180	246	245	249
Estrato Muy Alto					
Consumo (gramos)	130.2	101.5	136.4	112.2	123.5
Adecuación (%)	311	251	332	269	304
Población Total					
Consumo (gramos)	58.8	50.7	66.5	70.8	76.1
Adecuación (%)	105	94	142	148	187

nología y ciencia de alimentos han sido paralelos con los avances en las investigaciones socioeconómicas. Se ha encontrado que hay países donde grupos de población son más susceptibles a los cambios en los patrones, no sólo porque ellos son más receptivos, sino porque no los obstaculiza una tradición antigua legada por las grandes civilizaciones. Si algunos rasgos permanecen de las culturas antiguas, pueden fácilmente cambiarse si se les ofrece a los pobladores un sustituto adecuado y los medios para un ajuste gradual. Esta es la razón por la que varias comunidades africanas han hecho un rápido avance social, económico y político con resultados exitosos en sus programas educacionales.

La industrialización y la tecnología de alimentos ha sido un factor influyente en cambiar los patrones de alimentación, no sólo en los países desarrollados, sino también en algunas áreas donde se han hecho progresos importantes en las diferentes disciplinas. Por ejemplo, con todo éxito los pobladores han aceptado alimentos enlatados, como jugos de frutas o cereales preparados para desayunos, donde ningún trabajo se necesita y su conservación es muy fácil, además de que adquieren cierto prestigio porque han sido utilizados primero por las familias acomodadas.

Estos productos reemplazan los alimentos nativos como frutas estacionales o cereales cuyos granos enteros tienen que pasar un proceso de cocimiento. Así también podría suceder con otros alimentos procesados tales como leguminosas. En algunas áreas del Caribe y en Panamá se ha encontrado que el plato principal de la comida del medio día fue siempre preparado con hueso de la carne de res y con algunos vegetales frescos; ahora, esta preparación típica ha desaparecido porque los sobres de sopas deshidratadas, que se obtienen a muy bajo precio, y se han popularizado (27), no necesitan más que la adición de agua y unos pocos minutos para hervir. Por supuesto, el valor nutritivo es muy bajo comparado con la sopa tradicional de esos países. Sin embargo, ese tipo de sopas puede procesarse adecuadamente para que conserven el valor nutritivo de los productos básicos.

Existen casos en los cuales la industrialización o los avances en tecnología de alimentos han traído efectos profundos beneficiosos a los patrones alimentarios, aún cuando durante la temprana introducción de esos cambios haya sido con resultados opuestos. En el caso de cereales que tienen que ser molidos, las máquinas sustituyeron a los implementos domésticos originales usados para preparar las harinas. Al principio, los nutrientes de esos cereales se perdieron porque el producto hecho en las nuevas máquinas no podía ser retenido al pasarlos a su forma refinada. Sin embargo, el enriquecimiento de los cereales o el mejoramiento de las máquinas, ofrece nuevos productos con mayor contenido de vitaminas del complejo B.

Por lo general, una de las metas a alcanzar por la industrialización es la mejora de la economía nacional pero, al mismo tiempo, la producción en gran escala causa la baja de precios de los productos para que lleguen a más hogares. En otras situaciones, la industrialización ha provocado cambios definitivos en todos los patrones de conducta de los pobladores, no sólo influyendo en los hábitos de alimentación, sino en otras modalidades como las horas de comida.

En muchos países en desarrollo donde la comida principal es la del medio día, las amas de casa disponen siempre de una mañana entera para cocinar una comida completa para la familia. Sin embargo, la industrialización hace necesario, eventualmente, que se cambien las horas de preparación de los alimentos, y la principal comida de la mañana pasa para la tarde, porque los jefes de familia tienen una jornada de trabajo de ocho horas continuas. Algunas industrias han instalado sus propias cafeterías, pero sólo en aquellas sociedades muy sofisticadas les ha sido posible adoptarlas con éxito, porque es muy difícil proporcionar a los trabajadores una atmósfera atractiva y comidas sabrosas, preparadas con higiene.

Es irónico que la mejoría de los estándars de vida, en ciertas sociedades, ha sido acompañada por un incremento del empleo de la mujer. Esto a su vez también ha traído cambios en los patrones de alimentación. Estos cambios son debidos no solamente a un aumento en el ingreso de la familia sino también por el hecho de que alimentos frescos y comidas hechas en casa tienen que ser sustituídas por alimentos manufacturados que pueden conservarse y prepararse fácilmente.

Finalmente, algunos eventos sociales inesperados han producido un cambio en los patrones alimentarios, introduciendo nuevos alimentos, aún algunos que no gozan de alto prestigio. En la historia de los patrones dietéticos, los cambios se han precipitado por desastres naturales o guerras. Nuevos productos rechazados bajo circunstancias normales fueron inmediatamente aceptados cuando esas circunstancias cambiaron y así, a través de una cadena de eventos inesperados, ciertos alimentos nuevos han modificado esos patrones apareciendo repentinamente en lugares muy diversos.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA MEJORAR LA DIETA

En todos los países en desarrollo es necesario, no solamente aumentar el consumo de los diferentes productos, sino también mantener un adecuado equilibrio entre calorías y proteínas. Se requieren suficientes calorías para satisfacer las necesidades energéticas de acuerdo con las diferentes actividades de la gente y también que la proteína satisfaga, en cantidad y en calidad, los requerimientos para la formación, mantenimiento y funcionamiento normal del cuerpo.

El mejoramiento de la calidad protéica depende primordialmente en lo que se logre hacer con el fríjol y otras leguminosas, ya que es casi irrealizable un aumento significativo en el consumo de proteínas de origen animal en los países en desarrollo. Es necesario pensar cómo se pueden aumentar los rendimientos de éstos u otros productos para mejorar las dietas, y cómo pueden ser aceptados ampliamente para que puedan formar una parte importante del patrón dietético. Un alimento procesado es mucho más fácil de incorporar y aceptar que un producto nuevo. Para ello, es necesario que estos nuevos productos alcancen determinados estándares y características de acuerdo con lo siguiente:

1). Se necesita que estos alimentos puedan ser preparados en el menor tiempo posible y con el menor esfuerzo. Hay muchas limitaciones en los países en desarrollo respecto al combustible, y si al ama de casa se le ofrecen productos en los cuales puede ella evitar o disminuir el gasto de combustible, se resuelve uno de los grandes problemas que se están confrontando en las áreas rurales. Con los actuales cambios sociales y económicos la madre necesita pasar menos tiempo en la cocina y buscar ciertas formas más convenientes para cumplir con estas obligaciones culinarias.

2). Que el nuevo alimento tenga algunas características similares a los alimentos básicos que ya forman parte de la dieta de los pobladores, para no desviarse mayormente de los patrones alimenticios.

3). Que el producto debe tener todas las cualidades que, bajo diferentes circunstancias, conserven su sabor, olor y textura para protegerlo de un deterioro que perjudicará el presupuesto familiar.

4). El nuevo producto tiene que conseguir cierto grado de prestigio, evitando siempre que se le señale como "alimento para pobres". Este prestigio se logra con una campaña eficiente de promoción comercial, un buen empaque o un envase atractivo.

5). Existe el problema del bajo poder adquisitivo de las familias de sectores que están en mala condición socioeconómica en las que el precio del producto va a tener mucha importancia en la aceptación rápida. El costo del producto debería ser lo bastante bajo para que pueda llegar a todos los hogares.

6). A pesar de que los alimentos básicos son los más arraigados en el patrón alimentario de los pobladores, es factible que se les pueda cambiar en una forma más acelerada si se logra que los nuevos productos sean de bajo precio, de fácil preparación, sabor agradable y

otras cualidades, y que se haga una bien planeada e intensa campaña educacional.

7). Para la introducción de un nuevo producto también se requiere de la colaboración de las ciencias sociales, para enseñar a la gente conceptos y actitudes hacia el nuevo producto, que pueden ser positivos o negativos, con relación a la información o propaganda que hagan los productores. No es suficiente saber que el producto se acepta porque tiene buen sabor, o un color agradable, sino que es necesario conocer cuáles son los conceptos que tiene el consumidor de los nuevos productos, para lo cual es esencial una investigación previa en este sentido.

LITERATURA CITADA

1. REH, E. y G. FAJARDO. 1955. Condiciones de vida y de alimentación de algunos grupos de población urbana y rural de la zona central de Honduras. En: Estudios Nutricionales en Honduras. Honduras, Ministerio de Sanidad y Beneficencia (Dirección General de Sanidad Pública, Departamento de Nutrición), en colaboración con el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Tegucigalpa, D.C., Honduras. Talleres Tipográficos Nacionales, p. 7-48.

2. SOGANDARES, L., A.P. DE GALINDO y H.P. MEJIA. 1953. Estudios dietéticos de grupos urbanos y rurales de la república de El Salvador. Suplemento No. 1 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá". p. 27-37.

3. REH, E., A. CASTELLANOS y Y.B. DE RUEDA. 1954. Estudio de la dieta y de las condiciones de vida existentes entre los trabajadores de una plantación azucarera de Guatemala. Bol. Of. San. Pan., 37: 32-52.

4. REH, E. y C. FERNANDEZ. 1955. Condiciones de vida y de alimentación en cuatro grupos de población de la zona central de Costa Rica. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá". p. 66-89.

5. FLORES, M. y E. REH. 1955. Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. I. Magdalena, Milpas Altas. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá". p.90-128.

6. FLORES, M. y E. REH. 1955. Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. II. Santo Domingo Xenacoj. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá" p. 129-148.

7. FLORES, M. y E. REH. 1955. Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. III. San Antonio Aguas Calientes y su Aldea, San Andrés Ceballos. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá". p. 149-162.

8. FLORES, M. y E. REH. 1955. Estudios de hábitos dietéticos en poblaciones de Guatemala. IV Santa María Cauqué. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 163-173.

9. FLORES, M. 1962. Dietary studies for assessment of the nutritional status of populations in nonmodernized societies. Am. Jour. Clin. Nutrition 11: 344-355.

10. REH, E., S. BENITEZ y M. FLORES. 1951. Estudio de la dieta popular en Centro América. Revista del Colegio Médico (Guatemala) 2 (4): 2-22.

11. FLORES, M., M.T. MENCHU, M.Y. LARA y M.A. GUZMAN. 1970. Relación entre la ingesta de calorías y nutrientes en preescolares y la disponibilidad de alimentos en la familia. Arch. Latinoamer. Nutr. 20: 41-58.

12. FLORES, M., M.T. MENCHU, M.Y. LARA y M. BEHAR. 1972. Dieta del preescolar en el area rural de El Salvador. Arch. Latinoamer. Nutr. 22: 205-225.

13. AYKROYD, W.R. 1961. Reflections of human food patterns. Nutrition (Londres) 15(2): 65-70.

14. U. S. Interdepartamental Committee en Nutrition for National Defense. 1959. Ethiopia, a nutrition survey. Sept.-Dec., 1958. Dept. of Defense. Washington, D.C.

15. WALKER, A.R.P. 1966. Nutritional, biochemical and other studies in South African populations. Part VIII. S. Afr. Med. J. 40 (34): 814-852.

16. FLORES, M. 1961. Food Patterns in Central America and Panama. "Tradition Science and Practice in Dietetits". Proceedings of the 3rd International Congress of Dietetics. London. 1961. p. 23-27. Yorkshire, Great Britain. Waliam. Byles and Sons, Limited (Bradford).

17. HOLLINGSWORTH, D.F. 1955. Nutritional pattern of the diet on the eve of decontrol. Proc. Nutr. Soc., 14: 71-77

18. CLARK, F. 1958. Dietary levels of families in the United States. J. Amer. Diet. Ass. 34(4): 378-382.

19. RAO, K.V. 1967. Patterns and trends in food consumption in India. J. Nutr. y Dietet. 4:79-87.

20. APODACA, A. 1952. Corn and Custom: The introduction of Hybrid corn to Spanish American Farmers in New Mexico. En: Human problems in technological change. A. casebook. Edward H. Spicer (Eds.). Russell Sage Foundation, New York. p. 35-39.

21. FRY, P.C. 1957. Dietary survey on Rarotonga and Cook islands. A general description, methods and food habits. Amer. J. Clin. Nutr., 5:42-50.

22. SINCLAIR, H.M. 1953. The diet of canadian indians and eskimos. Proc. Nutr. Society, 12:69-82.

23. DARBY, W.J., C.M. ADAMS, M. POLLARD, E. DALTON y P. MCKINLEY. 1956. A study of the dietary background and nutriture of the Navajo indian. J. Nutr., 60 (2): 19-33.

24. DEVADAS, R.P. y P. EASWARAN. 1967. Influence of socio-economic factors in the nutritional status and food intake of preschool children in a rural community. J. Nutr. Diet., 4:156-161.

25. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos de Salud (EEUU); Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 1969. (6 volúmenes).

26. MENCHU, M.T., M. FLORES, M.Y. LARA y M. BEHAR. 1972. Lactancia y destete en el area rural de Centro América y Panamá. Arch. Latinoamer. Nutr., 22:83-99.

27. SOGANDARES, L. y G. DE BARRIOS. 1955. Estudios dietéticos en Panamá. I. La Mesa, Provincia de Veraguas. Suplemento No. 2 del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana "Publicaciones Científicas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá", p. 38-46.

Comentarios a la Conferencia sobre:

FACTORES Y TACTICAS QUE INFLUYEN EN LOS HABITOS ALIMENTARIOS DEL CONSUMIDOR

Comentarista: **Francis C. Byrnes**

En primer lugar, deseo hacer un reconocimiento de la importancia del material que la señorita Flores ha presentado. Durante mucho tiempo la literatura, tanto científica como popular, se ha concentrado en publicar una serie de presentaciones anecdóticas relacionadas con los hábitos, aversiones y gustos alimentarios de las personas, a veces exóticas y a veces no tan exóticas. Aunque esta información es interesante, su utilidad era poca para el desarrollo de los programas de investigación o de fomento agrícola.

La información mencionada, al igual que otros factores que voy a comentar, deberían ayudarnos a ejecutar planes más beneficiosos. En lugar de atribuir los gustos o aversiones alimentarias a una variedad de factores culturales artificiosos, podemos aceptar la premisa de que esta faceta del comportamiento humano es el resultado de ciertos procesos e influencias que interactúan y que enlazan la cultura, el hombre y la naturaleza dentro de un sistema con un sentido específico. El reto para nosotros, como científicos y educadores, es estudiar la situación en forma que nos permita obtener una clara percepción y comprensión de ella.

Segundo. Nuestro interés básico no se limita al fríjol. El punto de aceptabilidad se presenta cada vez que una nueva variedad de cualquier cultivo es introducida, o cuando una antigua variedad hace su ingreso a un nuevo mercado. El problema surge más rápidamente cuando el nuevo producto es muy diferente al producto tradicional en una o varias de sus características, cuales son: tamaño, color, forma, gusto, contextura o propiedades de cocción. Más aún, cualquier producto nuevo corre el riesgo de verse asociado en forma desfavorable con algo preciado por la gente a la cual concierne directamente. El hecho de que las asociaciones o las percepciones no tengan una base corroborada por los hechos o lógica no importa, mientras la creencia permanezca y circule.

Tercero. Debido a la naturaleza propagativa del problema, el CIAT está llevando a cabo un esfuerzo limitado para reunir, en colaboración con otras agencias, datos importantes de investigación relacionados con las preferencias alimentarias y hábitos de consumo de alimentos, al igual que información relacionada con los esfuerzos educacionales y de fomento para cambiar dichos hábitos. Mis comentarios se basan en la información que hemos podido reunir hasta la fecha y en tal sentido suplementan y complementan el excelente material que ha sido presentado hoy por la señorita Flores.

INVESTIGACION: ¿qué debemos conocer?

Desafortunadamente, no tenemos a mano información como la presentada por la señorita Flores, en relación con los países de Centro América y Panamá, que nos brinde datos más precisos para el resto de América Latina. El CIAT estimula este tipo de estudios en otros países.

En lo que se refiere al fríjol, ¿qué cosas sabemos acerca de la base biológica de los gustos o aversiones alimentarias? Por ejemplo: ¿Acaso algunas personas evitan cierto tipo de fríjol debido a su incapacidad para digerirlo o bien, por otras reacciones fisiológicas?

Estudios recientes sugieren por qué un gran número de personas en Asia Oriental, Africa y Sur América consideran la leche como un alimento inadecuado para el consumo de la población adulta. La mayoría de los mamíferos adultos no bebe leche, y cuando lo hacen, tienen problemas digestivos debido a que la digestión adecuada sólo se produce en la presencia de lac-

tasa, que es una enzima producida por el revestimiento del intestino delgado. A saber, las principales excepciones a la regla de que los mamíferos adultos padecen una deficiencia de lactasa son las poblaciones lactófilas de Europa, de América y el gato doméstico. Más del 90 por ciento de los adultos tailandeses, taiwanenses (China nacionalista), los indios andinos y los esquimales presentan deficiencias de lactasa que han sido establecidas clínicamente. Deficiencias similares parecen presentarse en menos del 20 por ciento de los europeos, entre un 10 y un 20 por ciento de la población estadounidense de ancestro europeo y un 70 por ciento de los adultos de ascendencia africana (1,2).

El consumo de la leche fresca o en polvo en aquellas poblaciones deficientes en lactasa por lo regular se asocia con problemas estomacales tales como dolores y diarrea. ¿Cuáles podrían ser los problemas paralelos, en grupos similares de población, en relación con determinadas especies de fríjol? .

¿Podemos expresar en términos fisicoquímicos definitivos, las características asociadas con el tipo de fríjol preferido por la población de un área determinada?

Un ejemplo tomado del Instituto Internacional de Investigación de Arroz (IRRI) puede ilustrar este punto. Mientras que muchas personas que no tienen mucha familiaridad con el arroz consideran en forma simplista que "el arroz es arroz", ese no es el caso con muchos pueblos del Lejano Oriente cuyo alimento principal es el arroz. Existen preferencias muy marcadas entre cada país y cada región. Cuando el IRRI inició sus actividades, obtuvo muestras de las variedades de arroz que tenían mayor precio en los diferentes países, y sometió esas muestras a una amplia serie de análisis fisicoquímicos (3).

Los técnicos del IRRI encontraron que el factor principal que afectaba las características de textura del arroz cocido era su contenido de amilosa, lo cual se relacionaba directamente con lo seco o pegajoso que quedase el grano una vez sometido a cocción. Los contenidos de amilosa de las variedades de arroz analizadas fluctuaban entre un 12 a un 35 por ciento siendo los de 30 por ciento más preferidos en Ceilán y los de menos de 20 por ciento en Taiwan. Por lo tanto, no es de esperar que a un cingalés, le guste el arroz que se consume en Taiwan o viceversa.

Otras propiedades que también fueron asociadas con la selección, por parte del consumidor, incluyeron diferencias en las temperaturas de gelatinización, en el ancho y largo del grano, en la presencia o ausencia de manchas opacas, el aumento de tamaño del grano por el proceso de cocción, en sí el arroz cocido permanecía blando después de enfriarse y también en la ausencia o presencia de un aroma.

Más adelante el Instituto hizo pruebas colectivas para estudiar el gusto de los linajes nuevos de arroz y desarrolló técnicas confiables y válidas para seleccionar personas capaces de discriminar inteligentemente las diferencias en la aceptabilidad del grano por parte del consumidor.

Los resultados de estas investigaciones proporcionaron al IRRI y subsiguientemente al CIAT, elementos de juicio y bases técnicas para el diseño de nuevas variedades de arroz de alto rendimiento adaptadas a condiciones específicas de mercado.

En el caso del fríjol se necesita urgentemente hacer investigaciones similares debido a la amplia variabilidad del producto y a los contrastantes patrones de aceptación o rechazo de este producto agrícola. Una vez obtenida dicha información los fitomejoradores de fríjol podrían establecer objetivos definidos en lugar de perseguir metas ilusorias.

Por ejemplo, en Colombia, cuando se llevaron a cabo estudios que concluyeron que existía una gran resistencia del consumidor al maíz opaco-2, los fitomejoradores renovaron esfuerzos para introducir un gene de alto contenido de lisina en el maíz tradicional de tipo cristalino (4).

¿Existe un código adecuado para describir un patrón dietético? Tenemos urgencia de cooperar con otras personas interesadas en asuntos de esa naturaleza para hacer posible una descripción formal del patrón dietético de un pueblo. Dicha codificación permitiría la descripción de los alimentos en todos sus diferentes aspectos: fisiológicos, sensoriales, químicos, nutricionales y culturales. Estos últimos involucrarían factores tales como los agrícolas, económicos, socioculturales, educacionales, de manejo de alimentos y otros relacionados (5).

La siguiente cita nos ilustra el estado fragmentario en que se encuentra actualmente la ciencia de los hábitos alimentarios:

"Aunque se ha prestado algo de atención a los componentes físicos y a los atributos sicofísicos de los alimentos, se le debe prestar mayor atención a los aspectos sicosociales. Por ejemplo, sabemos que los alimentos varían en su apetecibilidad (un aspecto que se puede medir muy bien por las preferencias alimentarias). Es posible que existan otras dimensiones de importancia considerable, por ejemplo, los alimentos que sean considerados esenciales en una dieta; en su valor nutricional y en su prestigio" (6).

Dentro de un área determinada, en términos generales ¿cuáles son los factores socioeconómicos asociados, en forma positiva o negativa, con el fríjol y con una variedad en especial? Esto involucraría una seria consideración sobre semántica: ¿Qué significa que algo sea sumamente importante?

Dentro de un área específica, ¿cuáles son los factores económicos que en términos generales operan y que influyen significativamente en la disponibilidad y aceptabilidad del fríjol y de una variedad en particular?

ACCION: ¿Qué podemos hacer y Cómo podemos hacerlo?

Si nos hemos fijado como meta la de incrementar el consumo del fríjol dentro de una población determinada, los siguientes pasos parecieran lógicos:

1) Comenzar con una investigación de la situación. Documentarse tanto como sea posible sobre los hábitos alimentarios existentes.

a) Determinar la base y fortaleza de los mismos y sus relaciones con otros patrones de comportamiento, actitudes, creencias, etc.

b) Determinar cómo se obtiene el producto, cómo se prepara y consume, y por quiénes.

c) Determinar las características asociadas con las variedades preferidas en términos fisicoquímicos.

2) Introducir, en lo posible, las características deseables en aquellas variedades que se está tratando de promover.

3) Si esto no es posible, considerar las varias rutas a través de las cuales las nuevas variedades pueden lograr aceptación:

a) Reemplazar totalmente las variedades actuales; la gente no tendría entonces otra alternativa que aceptar las nuevas variedades.

b) Producir y distribuir la nueva variedad a precios significativamente inferiores a los de las variedades actuales.

c) Introducir la nueva variedad en situaciones de alimentación masiva y/o por medio de conductos de procesamiento que reduzcan las diferencias existentes.

d) Establecer programas de nutrición, educación y fomento, que combinen los factores de status con los de una buena educación.

4) El logro de los pasos que se han enumerado implicará el desarrollo de una filosofía de la educación que reconozca que los hábitos alimentarios no cambian cuando uno trata de mejorar los patrones de dieta existentes, por medio de modificaciones y adiciones, a menos que éstas involucren una perturbación mínima de la situación existente. Esto requerirá, entre otras cosas, prestar atención a las creencias religioso-culturales, a las actitudes y prácticas, al costo, al prestigio, al tiempo de preparación y a la viabilidad de los factores culinarios. El éxito del esfuerzo radicará en el incremento y suplementación de un patrón dietético local ya existente, y no en reemplazarlo. Y, como lo ha sugerido Margaret Mead, es mejor preguntarse en qué forma cambian los hábitos de alimentación? y no cómo podríamos cambiarlos? Sin embargo, es alentador saber que en el decurso del tiempo los hábitos alimentarios cambian, y lo hacen rápidamente.

5) Identificar y utilizar los recursos locales (humanos e institucionales), que se interesen en estos asuntos; necesitamos involucrar y trabajar con personas de diversas disciplinas. Sobre este tema recomiendo leer, como material básico de lectura, dos documentos:

Margaret Mead. Investigación sobre hábitos alimentarios: Problemas de la década de 1960. Publicación 1225, del Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de Ciencias, Washington, D.C. 1964.

Jean A. S. Ritchie. Aprendizaje sobre una mejor nutrición. Estudios nutricionales de la FAO No. 20, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 1967.

RESUMEN

En resumen, pareciera que quienes aspiran a aumentar los rendimientos y el consumo del fríjol u otras leguminosas comestibles, tienen las siguientes alternativas:

1) Aumentar el rendimiento del tipo de fríjol que se consume actualmente. Con un aumento en los rendimientos, se produce una baja de precio que resultaría en un incremento en el consumo. Con esta alternativa se evita por completo el problema de la aceptación.

2) Si no es posible aumentar de manera significativa los rendimientos de aquellas variedades que actualmente se consumen, entonces se debe tratar de trans-

ferir las propiedades fisicoquímicas a estos a linajes nuevos que presenten un mayor potencial de rendimiento.

3) Si lo anterior no es posible, será necesario montar programas de fomento y educación muy bien diseñados. Estos esfuerzos, si es que son posibles, pueden ser muy costosos; pueden demorarse mucho tiempo para lograr los efectos buscados en una magnitud significativa. Mientras tanto, los precios bajos de la nueva variedad quizás la eliminen de la producción, pero si sus rendimientos son lo suficientemente mayores que los de variedades anteriores, los agricultores pueden seguir sembrándola y seguramente la nueva variedad logrará obtener un buen grado de aceptación.

Se puede apreciar con claridad que el reto es para el fitomejorador del fríjol quien debe diseñar un material vegetal de alto rendimiento para un mercado que ya está bien establecido.

LITERATURA CITADA

1. HARRIS, MARVIN. 1972. One man's food is another man's whitewash. Natural History. pp. 12-14.

2. National Research Council. 1972. Background information on lactose and milk intolerance.

3. International Rice Research Institute. 1965. Annual Report of 1965, and subsequent Annual Reports. Los Baños, Filipinas.

4. ANDERSEN, PER PINSTRUP. 1971. The feasibility of introducing opaque-2 maize for human consumption in Colombia. Tech. Bul. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

5. MEAD, MARGARET. 1964. Food habits research: problems of the 1960's. Publication 1225. National Academy of Sciences-National Research Council. Washington, D.C. pp. 21-22.

6. GOTTLIEB, DAVID y P.H. ROSSI. 1961. A bibliography and bibliographic review of food and food habits research. Libr. Bul. 4. Quartermaster Food and Container Institute for the Armed Forces. Quartermaster Research and Engineering Command. U.S. Army. Chicago, Illinois.

Sección 2.

LA PRODUCCION DE PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Méritos agronómicos que presentan algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las tierras bajas del trópico

Ken O. Rachie

Comentaristas: H. Doggett
Antonio M. Pinchinat

Los problemas de producción y potenciales del fríjol *(Phaseolus vulgaris)* en el trópico bajo

Guillermo Hernández - Bravo

Comentaristas: Luis H. Camacho
Colin Leakey

Los sistemas de producción de fríjol en América Central

Juan Antonio Aguirre
Heleodoro Miranda

Comentaristas: Fernando Fernández y David L. Franklin

Prácticas agronómicas para la producción de las plantas leguminosas de grano comestible en América Latina

George F. Freytag

Metas y medios para lograr la producción de fríjol *(Phaseolus vulgaris)* en el tropico

W. J. Zaumeyer

Comentaristas: Leonce Bonnefil
Rodrigo Gámez

MERITOS AGRONOMICOS QUE PRESENTAN ALGUNAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE CULTIVADAS EN LAS TIERRAS BAJAS DEL TROPICO

Conferencista: Ken O. Rachie

INTRODUCCION

Varias especies de leguminosas comestibles tienen un potencial excelente para solucionar en parte el problema de la desnutrición en los humanos y en los animales domésticos*. También constituyen un componente vital de los sistemas agrícolas naturales e intensivos en las tierras bajas del trópico. Su capacidad para crecer vigorosamente dentro de un amplio marco de ambientes, incluyendo algunos suelos pobres sin tener que aplicar nitrógeno suplementario, es particularmente ventajosa para la agricultura de subsistencia en áreas remotas.

El crecimiento rápido de ciertas especies anuales, tales como el caupí y el fríjol, **Vigna sinensis** y **P. vulgaris**, respectivamente, al igual que la característica de algunas plantas que fructifican durante un largo período de su ciclo vegetativo constituyen ventajas complementarias en ciertos sistemas de agricultura en los que el suelo no se explota intensivamente. Lo mismo sucede con algunas especies que tienen hábito de crecimiento indeterminado (fríjol batata, **Pachyrrhizus erosus**; fríjol lima, **Phaseolus lunatus** y el haba, **Vicia faba**) y algunas especies perennes leñosas, como el gandul **Cajanus cajan, Canavalia spp.** y **Parkia** spp. Estas plantas constituyen la única fuente de proteína vegetal para el consumo de las poblaciones de ciertas áreas en el mundo.

* Algunas de estas especies de leguminosas de grano comestible no tienen un nombre común que las identifique en idioma Español; por lo tanto, en el presente texto ha sido necesario utilizar, en algunos casos, el nombre científico de la especie o el nombre en Inglés. **N. del Ed.**

Nombre común en Inglés	Nombre común en Español	Nombre científico
Soybeans	Fríjol soya	*Glycine max*
Peanuts	Maní	*Arachys bypogaea*
Common beans	Especies del género Phaseolus	—
Pigeon peas	Guandul	*Cajanus cajan*
Cowpeas	Caupí o chícharo de vaca	*Vigna sinensis*
Green/black grams	Fríjol mungo/fríjol mung*	*P. aureus/P. mungo*
Bambarra groundnuts	Maní de bambarra	*Voandzeia subterranea*
Guar bean	—	—
Moth bean	Fríjol moth	*Phaseolus aconititolius*
Horsegrams bean	Haba	*Vicia faba*
Hyacinth bean	Fríjol de Egipto	*Dolichos lablab*
Lima beans	Fríjol lima	—
Kersting's groundnut	Fríjol de tierra	*Voadzeia poissoni*
Tepary bean	Fríjol tepary	*Phaseolus acutitolius*
Locust bean	Algarraba	*Vicia monanthos*
Rice beans	Fríjol arroz	*Phaseolus calcaratus*
Jack/sword bean	Fríjol jack	*Canavalia ensitormis*
Winged bean	Fríjol alado	*Phosphocarpus tetragolobus*
Yam bean	Fríjol batata	*Pachyrrhizus*
Velvet bean	Fríjol terciopelo	*Stizolobium deeringianum*

* Esta sinominia en los nombres comunes de esta planta se presta a confusiones. **N. del Ed.**

Las plantas leguminosas de grano comestible, por lo regular, presentan una ventaja muy marcada sobre otros cultivos por la sencillez de su preparación culinaria y la multiplicidad de sus formas comestibles, tales como vainas, tallos y hojas tiernas, granos sin madurar (guisantes y fríjoles verdes) y granos secos. Algunas especies, principalmente **Pachyrrhizus erosus** (fríjol batata), en el Nuevo Mundo, y **Psophocarpus tetragonolobus** (fríjol alado), además de su fruto, produce tubérculos comestibles. El excelente valor nutritivo de la mayoría de las leguminosas comestibles, en términos de proteínas, calorías, vitaminas y minerales, tiene una excelente acción complementaria en las dietas que se consumen en el trópico y que consisten en raíces y tubérculos, plátanos, algunos cereales de grano, plantas hortícolas nativas, frutas tropicales y un mínimo de proteína de origen animal. Las fuentes de proteína menos costosa son las que suministran las plantas leguminosas de grano comestible.

EL PROBLEMA DE LA NUTRICION HUMANA

Pareciera que el problema de la nutrición en las zonas bajas tropicales se acentúa conforme desciende la altura sobre el nivel del mar y aumenta el promedio de la precipitación pluvial anual. En Nigeria, la más extensa y más rica nación del Africa tropical, tanto la disponibilidad de proteínas como de calorías **per capita** decrecen conforme se avanza del Norte hacia el Oeste y el Sureste. En una encuesta efectuada en 1963-64 por la FAO y publicada en 1966, se encontró que tanto las calorías (2.719 **per capita**) como las proteínas (80 g **per capita**) tenían un nivel adecuado en la región semiárida del Norte, pero declinaban a 1.909 calorías y 40 g de proteína **per capita** en la región subhúmeda Occidental llegando a 1.774 calorías y 33 g de proteína **per capita** en la región húmeda Oriental. En tanto que los cereales constituían el 64 por ciento de las calorías consumidas en el Norte, las raíces y los tubérculos representaban el 53 y 68 por ciento de las fuentes de energía en el Occidente y el Oriente, respectivamente.

Por otro lado, los evidentes resultados de una nutrición desequilibrada pueden ser más agudos en algunas regiones húmedas y subhúmedas, intermedias, como las que existen en Uganda (1.000 a 1.200 m sobre el nivel del mar) en donde las fuentes de carbohidratos resultan más que suficientes (3.000 a 4.000 calorías **per capita**), pero los niveles de proteína son inadecuados, lo cual ocasiona unas cinco muertes debidas a desnutrición por cada 1.000 personas, especialmente en niños postlactantes. Así pues, pareciera que las regiones semiáridas bajas del trópico y algunas áreas de más altura, que poseen una menor presión demográfica, y en donde los cereales y los granos comestibles de plantas leguminosas se cultivan y almacenan con mayor facilidad, ofrecen mayores ventajas desde el punto de vista de la nutrición. Sin embargo, esta observación no considera el hecho de que las estadísticas de población raras veces hacen hincapié en que estas regiones están mucho más sujetas a las inclemencias atmosféricas, las cuales han causado devastación y hambre con las consiguientes disminuciones en la población de esas áreas.

Las leguminosas tropicales de grano comestible frecuentemente se hallan sujetas a muchos riesgos naturales o no son genéticamente capaces de responder a condiciones favorables de desarrollo; por lo tanto, no logran alcanzar niveles razonables de productividad y de buena calidad de grano bajo condiciones de alta temperatura o humedad. Tales problemas incluyen la susceptibilidad a plagas y enfermedades, carencia de ecotipos eficientes con alto potencial de rendimiento y el rápido deterioro del grano bajo condiciones de almacenamiento. Estos problemas son frecuentemente acentuados por el agotamiento de la fertilidad de los suelos con mala estructura física, baja capacidad de retención de humedad, deficiente distribución de la precipitación pluvial, exceso de humedad y abundancia de plagas y enfermedades. Más aún, algunas leguminosas tienen deficiencias nutricionales específicas, o ciertos sabores indeseables, factores de flatulencia, inhibidores del metabolismo o bien, presencia de algunas sustancias tóxicas. Por otro lado, algunas especies que tienen muy buena adaptación, capacidad de alto rendimiento y características nutritivas aceptables, no se utilizan por falta de adecuada información en cuanto a su forma de cultivo o a su preparación como alimento.

PRODUCCION Y POBLACION HUMANA

La situación de las especies de leguminosas de grano comestible en las zonas bajas tropicales es compleja, debido a la distribución de las poblaciones humanas, a las relaciones climático/ambientales, a la gran diversidad de especies involucradas y a la inadecuada información disponible. En vista de que es necesario tener una perspectiva general de los problemas que tienen incidencia en la producción de las especies de leguminosas de grano comestible, para luego estar en posición de establecer prioridades en los programas de mejoramiento de estos cultivos, se decidió hacer un somero análisis de la población humana y la producción de leguminosas en las regiones tropicales, tomando como base la información contenida en los volúmenes 24 y 25 del Anuario de Producción Agrícola de la FAO, así como en otras

fuentes. En este estudio se establecen como áreas tropicales aquellos territorios que se encuentran localizados entre los Trópicos de Cáncer y de Capricornio. En esa amplia franja central quedan comprendidos muchos países. Por consiguiente, en el Continente Americano, México queda incluido en el Norte de dicha franja pero Argentina, Chile y Uruguay no lo están; en el Africa, los países que se hallan al Norte del Sahara, así como también Africa del Sur, quedan omitidos. En el Sur de Asia, India se incluye pero Pakistán, Bangladesh, Taiwan y Australia quedan por fuera.

En 1969, aproximadamente 1.036 millones de personas, o sea, el 38 por ciento de la población mundial, vivían en los trópicos. La gran mayoría, o sea, aproximadamente el 24 por ciento, está localizada en el Sur de Asia y en India y representa casi dos tercios de los 852 millones de personas que habitan en esa región. El Africa Tropical, con 260 millones y la América Latina, con 240 millones (7.2 por ciento y 6.7 por ciento, respectivamente), representan el resto de la población de los trópicos.

TENDENCIAS EN LA PRODUCCION

La producción mundial de todas las plantas leguminosas de grano comestible aumentó un 49.1 por ciento en área y un 103.5 por ciento en producción entre 1948-52 y 1971. Esto representa un aumento proporcionalmente mayor que aquellos obtenidos en los cereales, raíces y tubérculos durante el mismo período. También se observa que 111.6 millones de toneladas métricas de grano, producidas en una superficie de 117.5 millones de hectáreas en 1971, superó la producción del período 1961-65 en casi la cuarta parte. Sin embargo, una proporción considerable de este incremento es atribuible a la rápida expansión del cultivo de la soya en América del Norte.

Entre las regiones tropicales (incluyendo todas las alturas sobre el nivel del mar que se consideran como tropicales), en 1970, el Sur de Asia contribuyó con 20.8 millones de toneladas cultivadas en 33.1 millones de hectáreas, o sea, el 51.8 por ciento; el Africa Tropical produjo 8.0 millones de toneladas cultivadas en 12.6 millones de hectáreas, o sea, el 20.1 por ciento, y América Latina cosechó 7.9 millones de toneladas cultivadas en 9.8 millones de hectáreas, o sea, el 28.1 por ciento, alcanzando un total de 36.5 millones de toneladas métricas, cultivadas en 55.5 millones de hectáreas.

Los incrementos de producción de leguminosas de grano comestible en las regiones bajas del trópico en comparación con las intermedias y altas, fueron analizados para tres períodos diferentes durante un lapso de 22 años, comenzando en 1948 hasta 1952. Para todas las leguminosas cultivadas en los trópicos se constató un incremento de 47.3 por ciento en el área cultivada y 84.3 por ciento en producción, entre 1948-52 y 1970. El cultivo de plantas leguminosas en las tierras bajas del trópico aumentó aproximadamente dos tercios entre 1948-52 y 1961-65 y 89.2 por ciento de 1948-52 a 1970 cuando produjeron un total de 21.2 millones de hectáreas en 33.8 millones de hectáreas, o sea, 58 y 61 por ciento de la producción y área de cultivo de todas las leguminosas tropicales de grano comestible, respectivamente.

Los garbanzos **Cicer arietinum** (5.97 millones de toneladas) y los fríjoles **P. vulgaris**, (5.02 millones de toneladas) constituyeron las dos terceras partes del total de la producción de leguminosas de grano comestible en zonas de producción intermedias y altas, mientras que el maní, **Arachis hypogaea**, (13.3 millones de toneladas con cáscara; o sea, 8.85 millones de toneladas en grano) representó en 1970 el 53 por ciento de todas las leguminosas de grano en las tierras bajas del trópico. El gandul, **Cajanus cajan**, fue probablemente la leguminosa más importante en las tierras bajas del trópico con una producción estimada en casi dos millones de toneladas métricas; aunque, conjuntamente con varias especies de leguminosas asiáticas tuvieron una producción mayor en 1970 (2.7 millones de toneladas). Proporcionalmente, el cultivo de la soya **Glycine max**, fue mayor en las zonas intermedias y de altura, dando una producción cinco veces mayor entre los años 1961-65 y 1970. En regiones bajas, entre los años de 1948-52 y 1961-65, el caupí **Vigna unguiculata**, duplicó la producción y en 1970 la producción aumento 2.6 veces. En forma similar, las especies de leguminosas asiáticas* incrementaron su producción en las tierras bajas del trópico alcanzando en 1970 una producción 2.5 veces más que en el período 1948-52.

Más de una docena de especies contribuyeron a la producción registrada de leguminosas de grano comestible en las regiones bajas tropicales. De éstas, el fríjol (**Phaseolus vulgaris**), los garbanzos (**Cicer arietinum**), algo de soya (**Glycine max**), las arvejas (**Pisum spp.**), las lentejas (**Lens esculenta**) y las habas (**Vicia faba**), son especies cultivadas en climas fríos y por ende, apropiadas para zonas de altura o intermedias. Igualmente, el gandul (**Cajanus cajan**), el caupí (**Vigna unguiculata**), el maní (**Arachis hypogaea**) y las especies de leguminosas asiáticas por lo

* Las especies identificadas como "Asiam grams" están constituídas predominantemente por fríjol mungo Vigna radiata var. mungo, fríjol arroz Phaseolus calcaratus, fríjol adzuki Phaseolus angularis y otras especies menores. Muchas de estas plantas han sido reclasificadas en el género Vigna. N. del Ed.

regular se cultivan a altitudes menores. La soya se adapta a ambas ecologías, por lo menos, en el Sur de Asia. Sin embargo, e hace cada día más evidente que varias especies que son menos conocidas y distintas a las ya mencionadas, se utilizan en las tierras bajas del trópico pero no se han tomado en cuenta en las estadísticas de producción (Ver Cuadro 1).

ALGUNAS CARACTERISTICAS COMPARATIVAS DE LAS LEGUMINOSAS TROPICALES DE GRANO COMESTIBLE

Algunas de las características botánicas y de adaptabilidad a distintas condiciones ecológicas de las leguminosas de grano comestible de las tierras bajas del trópico, pueden resumirse en forma tabulada con el fin de observar su potencial para ciertas condiciones específicas (Cuadros 2, 3, 4 y 5). Las especies se agrupan de acuerdo con su afinidad genética y también de acuerdo a sus patrones ecológicos de su utilización. Cabe advertir que es frecuente la sobreposición en cuanto a la adaptación de las especies y a los macroclimas de las localidades particulares, dentro de una misma región.

Hay cinco especies adaptadas a las condiciones semiáridas; ocho especies están clasificadas en la zona semiárida a subhúmeda; cinco especies, en la región subhúmeda y siete especies en la región húmeda. Sin embargo, solamente seis de estos cultivos se siembran en forma extensiva.

Clasificación de las especies

Se ha hecho una distribución que comprende 24 especies de plantas leguminosas de grano comestible, de acuerdo con cuatro regiones tropicales específicas en las cuales esos cuatro grupos pueden ser adaptados. Esas cuatro regiones se han demarcado con base en la precipitación pluvial y a los tipos de suelo, en la siguiente forma: 1) regiones semiáridas, con menos de 600 mm de precipitación pluvial; 2) semiáridas a subhúmedas, con 600 a 900 mm de precipitación pluvial; 3) subhúmedas, con 900 a 1.200 mm de precipitación pluvial y 4) húmedas, con más de 1.200 mm de precipitación pluvial (Ver Cuadros 2, 3, 4 y 5 que corresponden a estas cuatro regiones con diferentes niveles de precipitación).

Cuadro 1. **Producción regional de leguminosas de grano comestible en áreas bajas tropicales en 1970. (Millares de toneladas métricas/hectárea) (Información adaptada de FAO, Yearbook 1971/1972).**

Cultivo/Especie		Sur de Asia		Africa Tropical		América Tropical		Producción Mundial	
		Prod.	Porcent.(1)	Prod.	Porcent.(1)	Prod.	Porcent.(1)	Prod.	Porcent.(2)
1. Maní(3)	Area	9.32	59.7	5.43	34.8	.85	5.5	15.59	46.1
	Prod	7.73	58.2	4.42	33.2	1.14	8.6	13.28	62.6
2. Gandul	Area	2.75	94.2	.13	4.3	.05	1.5	2.92	8.6
	Prod	1.87	95.5	.05	2.8	.04	1.8	1.96	9.2
3. Caupí	Area	.03	1.1	3.00	98.9	–	–	3.04	8.9
	Prod	.02	1.6	1.10	98.3	–	–	1.12	5.2
4. (Asian grams)(4)	Area	8.13	100	–	–	–	–	8.13	24.0
	Prod	2.69	100	–	–	–	–	2.69	12.7
5. Soya(5)	Area	.77	100	–	–	–	–	.77	2.2
	Prod	.52	100	–	–	–	–	.52	2.4
6. Otras leguminosas	Area	1.91	57.6	1.36	40.8	.05	1.5	3.32	9.8
	Prod	.91	55.2	.71	43.2	.03	1.5	1.64	7.7
Todas las leguminosas que se producen en zonas bajas(6)	Area	22.92	67.8	9.91	29.3	0.95	2.8	33.77	60.9
	Prod	13.73	64.7	6.28	29.5	1.20	5.6	21.21	57.9

1/ Porcentaje de la producción total de aquellas especies de plantas leguminosas que se cultivan en las zonas bajas.

2/ Porcentaje de todas las leguminosas de grano (incluyendo todas las especies) que se cultivan en las zonas bajas.

3/ Puesto que una tercera parte del peso del grano del maní corresponde a la cáscara se estima que la producción total de todas las áreas tropicales es de 8.9 millones de toneladas métricas, o sea, 52.8 por ciento.

4/ La producción de fríjoles en el Sureste de Asia se presume que, en su mayoría incluye la de "Asian grams" (fríjol de Mungo, black gram, rice bean y otros).

5/ El fríjol de soya en Africa Tropical y América del Sur, posiblemente, es cultivado en su mayor parte en elevaciones intermedias y altas.

6/ Proporción de todas las leguminosas de grano incluyendo las que se producen en alturas intermedias y altas.

Cuadro 2. **Posibilidad de adaptación y características botánicas de algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las áreas bajas tropicales.**

Nombre común de planta y posible lugar de origen	Nombre científico	Cromosomas (2n =)	Carácter de permanencia (1)	Duración a la cosecha (días)	Tipo y porte de las plantas	Preferencia/tolerancia a suelos y clima	Susceptibilidad a enfermedades/plagas (2)	Niveles de Producción de grano seco		Propósito y utilización
								Promedio kg/ha	Máximo kg/ha	
1. Maní Bambara (Africa)	Voandzeia subterránea	22	A	90 a 150	Pequeña, arbustiva, postrada, raíces ramificadas, cosecha producida en las raíces.	Secos, con baja fertilidad altas temperaturas.	MB	750	2600	Granos sin madurar se comen frescos; granos maduros se utilizan como los demás granos leguminosos comestibles.
2. Maní de Kersting (Africa)	Kerstingiella geocarpa	22	A	90 a 120	Idem	Suelos secos y de baja fertilidad. Temperaturas altas con mucha luminosidad solar.	MB	500		Granos sin madurar y granos maduros se consumen como otros granos de plantas leguminosas comestibles.
3. Moth bean	Vigna acontifolia	22	A	65 a 90	Planta erecta 10-30 cm de altura.	Suelos secos, ligeramente arenosos.	M	300 a 400	1600	Vainas verdes se consumen como legumbre; granos maduros se consumen enteros o partidos. La planta se utiliza como forraje, heno o abono verde.
4. Fríjol de Tepary (India/Burma)	Phaseolus var. latifolius	22	A	60 a 90	Planta semierecta, coposa, de 25 cm de altura, aprox.	Suelos secos. Las plantas no toleran acumulación superficial de agua.	M	400 a 700	1500	Los granos verdes se consumen como legumbre; hojas y tallos como forraje; grano secos para preparar mucílago.
5. Fríjol de Cluster (India)	Cyamopsis tetragonolobus	14	A	90 a 120	Arbusto coposo, de parte robusto.	Suelos aluviales de tipo arenoso; altas temperaturas.	MB	400 a 600	1600	Granos secos se consumen como otros granos de plantas leguminosas comestibles. Produce de 5 a 10 toneladas de heno seco.

Fuente: J.W. PURSEGLOVE, 1968; J. HUTCHINSON y J.M. DALZIEL, 1958; W.R. STANTON, 1966.

1/ A = anual; P = perenne; PCC = perenne, de ciclo corto.

2/ MB = muy baja; B = baja; M = mediana; AI = altura intermedia; MA = muy alta.

Cuadro 3. **Posibilidad de adaptación y características botánicas de algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las áreas bajas tropicales. II. Regiones semiáridas o subhúmedas. (600-900 mm de precipitación anual).**

Nombre común de la planta (posible lugar de origen)	Nombre Científico	Cromosomas (2n =)	Carácter de permanencia (1)	Duración a la cosecha (días)	Tipo y porte de las plantas	Preferencia/tolerancia a suelos y clima	Susceptibilidad a enfermedades/plagas (2)	Niveles de producción de grano seco: Promedio kg/ha	Niveles de producción de grano seco: Máximo kg/ha	Propósito y utilización
1. Maní (Brasil)	Arachis hypogaea	40	A	100 a 150	Plantas de porte bajo; cosecha se produce en las raíces, bajo tierra.	Suelos friables, loam - arenosos.	AI	600 a 800	3000	Materia prima para industria: aceites, grasas, torta de semilla; los granos secos son comestibles y sirven como condimento.
2. Gandul (Africa)	Cajanus cajan	22 (44)	P	100 a 300	Planta arbustiva semileñosa, de 1.5 a 5 m de altura.	Suelos arenosos/arcillosos, bien drenados.	B	400 a 500	3000 a 5000	Granos secos para alimentación; granos sin madurar, para consumo como legumbre. Produce forraje y es cultivo de cobertura.
3. Caupí (Nigeria)	Vigna unguiculata	22 44	A ó PCC	65 a 200	Planta procumbente, que crece sobre el suelo o en soporte; a veces, es planta erecta, coposa; de 20 a 120 cm de altura.	Suelos loam/arenosos bien drenados; altas temperaturas.	AI	300 a 400	2800	Granos secos se consumen como alimento; plántulas tiernas, hojas, vainas y granos sin madurar, como legumbre. Produce forraje y es cultivo de cobertura.
4. Fríjol Mung/Black gram (India/Burma)	Vigna radiata and var. mungo	22 (24)	A	80 a 120	Planta erecta o semierecta, velluda; 50 a 130 cm de altura.	Suelos bien preparados; loams o arcillas; prefiere suelos negros, en los que se cultiva algodón.	M	400 a 500	2700	Granos secos se consumen como alimento, enteros, partidos o germinados; vainas verdes como legumbre; produce forraje.
5. Horsegram (Sur de Asia)	Dolichos uniflorus	24	A	120 a 180	Planta de porte bajo, semierecta, de poca frondosidad	Tolera suelos de muy baja fertilidad.	M	200 a 300	800 a 1200	Granos secos se consumen como alimento humano y comida para ganado; produce forraje seco y abono verde.
6. Fríjol Hyacinth (Sur de Asia)	Lablab niger	22 (24)	PCC	75 a 300	Planta herbácea coposa o que se enrosca.	Suelos bien drenados; tolera suelos mal drenados y con baja fertilidad.	M	400 a 500	1500	Vainas tiernas y granos verdes se consumen como legumbre; granos secos como alimento humano y comida para ganado; produce forraje.
7. African locust bean (Africa)	Parkia spp	—	P	—	Arbol, de 10 a 30 m de altura.	Amplia gama de suelos aluviales.	MB	350 a 500	—	Granos secos fermentados se utilizan como condimento. La pulpa del fruto se utiliza como alimento harináceo (cocida).

Fuente: J.W. PURSEGLOVE, 1968; RPIP*, 1967; J.P.F. SELLSCHOP, 1962; B. VERDCOURT, 1970; J.M. YOHE **et al.** 1972.

1/ A = anual; P = perenne; PCC = perenne, de ciclo corto.

Cuadro 4. **Posibilidad de adaptación y características botánicas de algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las áreas bajas tropicales. III. Regiones subhúmedas (900-1200 mm de precipitación anual).**

Nombre común de la planta (posible lugar de origen)	Nombre Científico	Cromosomas (2n =)	Carácter de permanencia (1)	Duración en días a la cosecha	Tipo y porte de las plantas	Preferencia/tolerancia a suelos y clima	Susceptibilidad a enfermedades/plagas (2)	Niveles de Producción de grano seco		Propósito y utilización
								Promedio kg/ha	Máximo kg/ha	
1. Fríjol Phaseolus (América Central)	Phaseolus vulgaris	22	A	60 a 100	Planta coposa, a veces enredadera o que se enrosca.	Arenas ligeras a suelos arcillosos.	MA	500 a 700	2500	Granos secos como alimento; vainas verdes y fríjol tierno como legumbre; produce forraje para el ganado.
2. Fríjol de soya (Sureste de Asia China)	Glycine max	40	A	80 a 200	Planta erecta; a veces se enrosca. 20 a 180 cm.	Tolera moderadamente la acumulación de agua en los terrenos.	M	600 a 1000	5000 a 6000	Usos industriales: obtención de proteínas vegetales y aceites. Granos tiernos como legumbre; granos secos como alimento. Hojas y tallos producen forraje.
3. Rice beans (Sureste de Asia)	Vigna umbellata	22	PCC	60 a 90	Plantas erectas o suberectas que se enroscan. 150-300 cm.	Suelos de ligeros a pesados (después de cultivos de arroz).	B	200 a 300	1200	Granos secos como alimento; granos y vainas tiernas como legumbre. Utilizado como fuente de forraje.
4. Fríjol Jack/sword (América Central y Africa)	Canavalia spp C. ensiformis C. gladiata	22 (44)	P	180 a 300	Planta coposa, erecta 1-2 m. Enredadera.	Tolera alguna acumulación de agua en los terrenos.	MB	800 a 1000	4600	Vainas tiernas como legumbre; granos secos como alimento. Tiene propiedades medicinales, como fuente de ureasa y de lectina. Utilizada como forraje y cobertura.

Fuente: PURSEGLOVE, 1968; STANTON, 1966; HUTCHINSON y DALZIEL, 1958.

1/ A = anual; P = perenne; PCC = perenne de ciclo corto.
2/ MB = muy bajo; B = bajo; M = medio; AI = alto intermedio; MA = muy alto.

Cuadro 5. **Posibilidad de adaptación y características botánicas de algunas plantas leguminosas de grano comestible cultivadas en las áreas bajas tropicales. IV. Regiones húmedas y muy húmedas (con más de 1200 mm de precipitación anual).**

Nombre común de la planta (posible lugar de origen)	Nombre Científico	Cromosomas (2n =)	Carácter de permanencia (1)	Duración en días a la cosecha	Tipo y porte de las plantas	Preferencia/tolerancia a suelos y clima	Susceptibilidad a enfermedades/plagas (2)	Niveles de producción de grano seco		Propósito y utilización
								Promedio kg/ha	Máximo kg/ha	
1. Fríjol de lima (América Central)	Phaseolus lunatus	22	P	100 a 270	Pueden ser plantas erectas, coposas, rastreras o enredaderas.	Suelos húmedos, con buen drenaje y aireación.	MB	500 a 600	2800	Granos secos como alimento; fríjoles, vainas y hojas tiernas como legumbre (los granos pueden contener HCN)
2. Winged bean (Asia Tropical)	Psophocarpus tetragonolobus	—	P	180 a 270	Planta glabra, que se enrosca; 2-4 m longitud.	Prefiere climas húmedos, suelos de tipo loam.	MB	400 a 500	2500	Vainas y hojas tiernas, como legumbre; granos secos como alimento; produce tubérculos. Se utiliza como forraje y abono verde.
3. African yam bean (West Africa)	Sphenostylis stenocarpa	—	P	150 a 300	Planta que se enrosca, enredadera, o erecta, 3 a 6 m.	Loams húmedos con buen drenaje.	B	300 a 500	1200	Granos secos como alimento; tubérculos consumidos frescos o cocidos.
4. American yam bean (México & Central América)	Pachyrrhizus erosus	22	P	—	Planta trepadora 2 a 5 m.	Suelos húmedos, bien preparados, de tipo arenoso.	MB	—	—	Tubérculos consumidos crudos o bien cocidos. Vainas verdes como legumbre.
5. Fríjol terciopelo (Africa)	Mucuna pruriens var. utilis	—	P	240 a 300	Planta trepadora 3 a 8 m.	Suelos húmedos, loams arenosos de baja fertilidad.	MB	700 a 1000	—	Granos secos como alimento; planta es utilizada también como abono verde, cobertura o bien como forraje.
6. Horseye bean	Mucuna sloanet	—	P	240 a 360	Planta trepadora 3 a 10 m.	Suelos húmedos con buen drenaje, altas temperaturas.	MB	—	—	Granos secos como alimento para dar consistencia, o sopas o caldos.

Fuente: FAO/CCTA, 1958; HUTCHINSON y DALZIEL, 1958; PURSEGLOVE, 1968.

1/ A = anual; P = perenne; PCC = perenne de ciclo corto
2/ MB = muy baja; B = baja; M = mediana; Al = altura intermedia; MA = muy alta.

Tipos de planta

En su estado silvestre, la mayoría de las leguminosas de grano son plantas enredaderas o trepadoras. No obstante, algunas especies tienen estructura erecta, con buen soporte propio; entre ellas: el guandul que es un arbusto semileñoso y el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**). Existen también tres especies con plantas pequeñas y que fructifican dentro de la tierra: el maní, el fríjol de Bambarra y el fríjol de tierra. Otras especies tienen forma de arbusto erecto o semierecto lo cual implica una mayor eficiencia fotosintética, un alto potencial de rendimiento, fácil cultivo y adaptación a la mecanización, como el fríjol común, la soya, el fríjol mungo, el caupí, el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**), el fríjol lima, el fríjol moth y el fríjol tepary.

De las 24 especies estudiadas doce están clasificadas como anuales y las otras doce son perennes, aunque ambas formas se presentan con frecuencia.

Generalmente, en las especies erectas y semierectas como caupí, fríjol y en la soya, es común el encame de plantas siendo este problema menos frecuente en el ganduí y el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**). También, el desgrane de la vaina es un serio problema en las leguminosas de grano comestible y en los lugares en donde los períodos de humedad y de sequía se suceden con cortos intervalos. El desgrane es más problemático en la soya, como también en el fríjol tepary, el fríjol arroz y en los tipos silvestres y herbáceos del género **Vigna**. Menos susceptibles al desgrane son el guandul (a excepción de los cultivares de vaina larga existentes en Filipinas), el caupí cultivado y el fríjol mungo.

Preferencias climáticas y de suelo

La mayoría de las especies requiere una textura de suelo que oscile entre arenosa y franco arenosa, con buen drenaje. Sin embargo, pocas especies como el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**), la soya, el fríjol mung, y el fríjol arroz, toleran suelos pesados y hasta cierto punto, el anegamiento. En suelos más pesados y generalmente después de las cosechas de arroz, se cultivan el fríjol mung y el fríjol arroz. El fríjol jack (**Canavalia ensiformis**) tiene también alguna tolerancia a la salinidad: ciertas especies de **Canavalia** pueden crecer cerca de las costas ayudando a compactar las arenas y las dunas ya que crecen con rapidez y toleran las aguas salobres y estancadas, que son frecuentes en las costas. Las especies adaptadas a regiones semiáridas son, en general, más afectadas por el estancamiento de agua; crecen mejor bajo condiciones de baja humedad y de buena luz solar. Al cultivarlas bajo condiciones más húmedas, estas especies son afectadas por serias infecciones patológicas y plagas de insectos. Algunas de las especies trepadoras de prolongado ciclo vegetativo como el fríjol batata, el fríjol terciopelo y el fríjol "horseeye" pueden tolerar la sombra y también la humedad excesiva en los suelos; en general, estas especies habitan en bosques húmedos tropicales, con atmósferas muy húmedas.

Enfermedades e insectos

Una evaluación subjetiva y un tanto arbitraria sobre la susceptibilidad de estas especies a las plagas y enfermedades sugiere que, muchas de ellas, como **Voandzeia, Kerstingiella, Cyamopsis, Parkia, Canavalia, Vigna umbellata, Phaseolus lunatus, Psophocarpus, Sphenostylis, Pachyrrhizus** y **Mucuna** (fríjol terciopelo), tienen, comparativamente, menos problemas de plagas y enfermedades cuando se cultivan en sus respectivas zonas de adaptación. Sin embargo, el maní, el caupí y el fríjol son, con frecuencia, muy susceptibles a diversas enfermedades y plagas, aún en ecologías óptimas. Bajo tales situaciones, las prácticas de protección vegetal serían necesarias y representarían el principal concepto en el manejo de la plantación. Por ejemplo, en la región subhúmeda de Nigeria, el establecimiento de un programa sobre control de insectos puede aumentar de 5 a 10 veces, y aún más, los rendimientos de los cultivos de caupí.

Capacidad de rendimiento

Los registros de rendimiento constituyen un valioso indicativo del potencial de producción de las especies de leguminosas de grano comestible. El nivel promedio de rendimientos obtenidos puede sugerir diferentes factores negativos, como por ejemplo, que la especie se cultivó fuera de su ecología adaptable, de que hubo mezcla de variedades en una determinada plantación o de que ésta se usó para otros propósitos (obtención de hojas, de vainas verdes, frutos subterráneos, etc.), de que fue sembrado como cosecha complementaria (catch crop). No obstante, hay evidencia para confirmar que la soya, sobre la base de registros de producción máxima y promedio, tiene el más alto potencial de rendimiento, tanto en términos de cantidad como de calidad (alta proteína y alto contenido de aceite).

Sin embargo, es interesante observar que algunas especies relativamente no mejoradas, como el guandul (3.000 a 5.000 kg/ha de grano seco) y el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**) (hasta 4.600 kg/ha de grano seco) pueden producir altos rendimientos, bajo ciertas circunstancias. Aún ciertos cultivos de ciclo vege-

tativo corto, como el fríjol de Bambarra (2.600 a 3.000 kg/ha), el caupí (2.800 kg/ha), el fríjol mungo (2.600 kg/ha) y el fríjol común (2.500 kg/ha), tienen altos potenciales de rendimiento si se toma en cuenta el tiempo que toma su cultivo. En Ibadán, Nigeria, en donde es más o menos posible obtener 2.800 kilos de soya por hectárea, o aproximadamente, 32 kg de grano seco por ha/día, el caupí (que es planta de ciclo corto) produciría normalmente 1.500 kg o hasta 25 kg de grano seco por hectárea por día.

Cultivos forrajeros y de cobertura

Con frecuencia, se subestima la importancia de las leguminosas de grano comestible en cultivos subsiguientes así como también su utilización como plantas forrajeras y de cobertura. Muchas de las mejores praderas y lotes de forraje de mejor calidad provienen de plantas leguminosas tropicales como los distintos caupís, el haba, el fríjol mungo, el fríjol arroz, el fríjol terciopelo, el guar, la soya y otros. No es escepcional obtener más de 20 ó 40 toneladas de materia verde con alto contenido de proteína, o bien, de 5 a 10 toneladas de heno seco por hectárea, en un período comparativamente corto (60 a 90 días), utilizando campos sembrados con plantas leguminosas de grano sembradas densamente. En igual forma, estas y otras especies son valiosas por su capacidad restauradora de la fertilidad del suelo y también, como cultivos de cobertura para proteger suelos erosionables. Los tipos rastreros de caupí brindan una buena cobertura en tierras sujetas a problemas de erosión; el fríjol alado tiene una excelente capacidad de nodulación y de fijación de nitrógeno, hasta el punto de que se ha constatado en Birmania que, cuando se siembra caña de azúcar después de un cultivo de **Phaseocarpus**, los rendimientos son un 50 por ciento mayores que cuando no se incluye una leguminosa en la rotación. En el Sur del Estado de Georgia, E.E.U.U., los rendimientos de semilla de algodón aumentaron de 918 lbs/acre a 1.578 lbs/acre cuando se sembró algodón después de fríjol terciopelo, el cual fue incorporado como abono verde (Martin y Leonard, 1967).

Utilización como alimento

Los múltiples usos de las leguminosas de grano y la amplia variedad de platos que pueden prepararse con ellas, o con las vainas y semillas verdes y tiernas, son bastante conocidos pero podrían ser más difundidos. Sin embargo, la posibilidad de utilizar las plántulas y las hojas verdes tiernas de ciertas plantas leguminosas como hortalizas o como condimentos en la preparación de otros platos y por consiguiente, constituir una excelente fuente de proteína de gran calidad en las dietas (hasta 40 por ciento de proteína cruda) no es muy conocida. Más aún, el uso de los tubérculos del fríjol alado y del fríjol batata es desconocido; no existe información disponible acerca de los valores nutricionales y de la productividad de los tubérculos de las plantas leguminosas, aunque Burhill (1967) sostiene que los tubérculos del fríjol alado contienen hasta un 24 por ciento de proteína en base a peso seco.

Algunas plantas leguminosas de grano comestible tienen características especiales de utilización y de valor nutricional (Harvey, 1970). Otras tienen características tóxicas, inhibidores metabólicos, enzimas que producen sabores indeseables, o bien, factores de flatulencia. Afortunadamente, la mayoría de estos componentes químicos indeseables se disipan durante el proceso de cocción (con excepción de los factores de flatulencia, como los azúcares, estaquiosa y rafinosa).

COMPORTAMIENTO DE ESTAS ESPECIES EN EL SUR DE NIGERIA

En el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), en Ibadán, Nigeria, se han estudiado, en ensayos preliminares, muchas especies de leguminosas de grano comestible. Tales ensayos se han hecho para determinar su adaptación y susceptibilidad a plagas y enfermedades y para medir su posible rendimiento potencial. Se han establecido parcelas de observación en tres ciclos de crecimiento: períodos largos de lluvia, períodos cortos de lluvia y la estación seca irrigada, incluyendo las siguientes especies: caupí, soya, gandul, fríjol lima, fríjol mungo, fríjol soya, fríjol de Egipto, fríjol batata, yam mexicano ó jicama, (**Pachyrrhizus erosus**), fríjol común, fríjol alado, fríjol jack (**Canavalia ensiformis**), maní, fríjol de Bambarra, fríjol arroz y fríjol moth. Se ha logrado obtener una información cuantitativa sobre algunas de estas especies la cual se presenta en forma resumida en el Cuadro 6.

Potencial del fríjol soya

La productividad de la soya excede a la de todas las demás especies estudiadas, constituyendo esto un tributo al excelente trabajo experimental realizado con esta especie, a pesar de la desventaja casi insuperable que representa la estrecha base genética de esta especie, a partir de la cual se han logrado ya algunos mejoramientos. Esta circunstancia es particularmente evidente si se toma en cuenta la calidad y la cantidad de la proteína de la soya, además del 20 por ciento de aceite que contiene. Más aún, los problemas de

Cuadro 6. **Observaciones preliminares y resultados obtenidos en pruebas de rendimiento con seis plantas leguminosas tropicales de grano comestible, cultivadas en la sede del: IITA (Ibadan, Nigeria), Bende (Nigeria) y Kpong (Ghana), en 1971 – 1972.**

Cultivo: Tipo de ensayo y año de siembra (1)	Número de linajes estudiados	Control de plagas (2)	Altura de las plantas (cm)	Duración a la floración (días)	Duración a la primera y cuarta cosechas (3)	Rendimiento en grano kg/ha	Media de rendimientos máximos kg/ha (4)	Observaciones
	Valores promedio obtenidos en el ensayo							
I. Caupí								
1. Material seleccionado 1971P	24	A	–	39.5	62.7	1.660	2.205	Excelente crecimiento tempranero.
2. Mareriel seleccionado 1971S	24	A	–	42.0	65.4	713	998	Crecimiento fue afectado por una sequía tardía.
3. Parcelas de observación 1972P	245	A	–	46.3	57.3	1.773	2.928	Excelente material: 41 linajes superaron rendimientos de 2.300 kg/ha.
4. Ensayo exploratorio 1972S	86	A	–	45.2	66.1	1.118	1.535	Crecimiento fue afectado por una sequía tardía.
II. Soya								
1. Material de Illinois,-1971P	15	B	51.2	29.4	88.7	2.289	3.087	Baja población de plantas en algunas parcelas.
2. Material seleccionado, 1971P	25	B	68.9	31.2	85.9	1,948	2.920	Baja población de plantas en algunas parcelas.
3. Material seleccionado, 1971S	25	B	67.3	32.6	74.2	1.956	2.785	La sequía afectó los cultivares tardíos.
4. Material avanzado de Ibadan, 1972P	16	B	61.0	33.2	86.1	1,902	2.901	El máximo rendimiento obtenido fue de 3.001 kg/ha.
5. Material avanzado de Bende, 1972P	15	B	53.7	26.9	97.5	2.006	3.525	Ensayo establecido cerca de Bende, Nigeria (ECS).
6. Material avanzado de Ghana, 1972P	16	B	67.0	36.8	103.1	2.359	3.125	Ensayo establecido cerca de Kpong, Ghana.
7. Ensayo exploratorio, 1972P	20	B	74.0	34.0	85.0	2.588	3.080	Excelente crecimiento de las plantas.
8. Material seleccionado, 1972S	16 (5)	B	62.1	36.0	90.0	1.878	2.049	Plantas afectadas por sequía.
III. Fríjol Mungo								
1. Material seleccionado, 1972P	22	M	84.8	37.4	81-94	1,300	1.992	Buen crecimiento y desarrollo de las plantas.
2. Material seleccionado, 1972S	21	M	40.3	37.2	57-71	521	813	Debido a sequía, la siembra fue tardía.
IV. Fríjol lima y fríjol jack (1972)								
1. Semillero de fríjol lima	196	N	enredadera	60	96-122	1.200	2.563	Excelente material; máximo rendimiento obtenido: 3,291 kg/ha.
2. Fríjol jack (6)	1	N	120	66	166	2.698	4.580	Plantas produjeron grano aún después de 166 días.
V. Experimento sobre uso de espaldera (7)								
1. Caupí: Ivan Grey	1	A	enredadera	43	71-118	2.217	–	Ventaja observada con el uso de la espaldera = 1,9x
2. Caupí: Sitao Pole	1	A	enredadera	44	71-128	2.182	–	Ventaja observada con el uso de la espaldera = 3,6x
3. Lima: Large White	1	N	enredadera	69	125-180	177	–	Ventaja observada con el uso de la espaldera = 19,2x
4. Fríjol alado: variedad de baya larga	1	B	enredadera	63	108-137	692	–	Ventaja observada con el uso de la espaldera = 2,6x

1/ Cuando los números del año de siembra son seguidos por "P" se indica que la siembra se hizo en las Primeras lluvias (período largo de lluvias) con siembras hechas en Abril–Mayo; "S" indica Segundas lluvias (período mas corto de lluvias), con siembras hechas en Agosto – Setiembre.

2/ Intensidad de las aplicaciones de insecticidas: A = altas; M =medianas; B =bajas; N =control no fue necesario.

3/ Cuando aparece un solo número =días a la primera cosecha. Cuando aparecen dos números =días a la primera cosecha y días a la cuarta cosecha, respectivamente.

4/ Promedios obtenidos con los 10 rendimientos mas altos, excepto en el caso del caupí en que los promedios se hicieron con los 13 rendimientos mas altos, los cuales representaban el 5.3 por ciento de los linajes estudiados.

5/ Se analizaron solamente siete linajes con relación a rendimiento debido a que una fuerte sequía afectó los demás linajes; los cultivares tardíos recibieron riego para salvarlos de la sequía.

6/ El material estudiado se tomó de un ensayo hecho para determinar diferencias en el crecimiento de las plantas.

7/ El propósito de este ensayo era estudiar si el uso de la espaldera (armazón para proteger las plantas) es conveniente o no. Este experimento se estableció dos veces (1971 y 1972). Los resultados incluídos en este cuadro representan medias de ambos años; los rendimientos mas altos de caupí se obtuvieron en 1972; los rendimientos mas altos de fríjol lima y de fríjol alado se obtuvieron en 1971.

plagas y enfermedades en la soya son mucho menos serios que en el caupí y el fríjol, por lo menos, en Africa. En las áreas tropicales los conceptos de producción más importantes en relación con el manejo de la soya son los que se relacionan con el control de malezas, la producción suficiente del **Rizobium** adecuado (**R. japoncium**) y el suministro de fósforo y potasio como elementos fertilizantes esenciales.

La soya tolera muy bien los suelos muy húmedos lo cual es una ventaja, pero, desafortunadamente, con frecuencia sus granos no son aceptados para consumo directo, excepto en Asia Suroriental. Además, es difícil obtener en las plantaciones poblaciones satisfactorias; tiene germinación lenta (5 días comparados con 2 ó 3 días para el caupí y el fríjol jack, bajo condiciones de alta temperatura). Estudios recientes realizados en el IITA (Instituto Internacional de Agricultura Tropical) muestran que la soya (cv 'Kent') tiene niveles de productividad de hasta 32 kg de grano seco por ha/día comparados con unos 25 kg de caupí (cv 'Prima') cuando la humedad no es factor limitante (Moormann y Nangju, 1973). Sin embargo, estas capacidades comparativas de productividad se invirtieron cuando se acentuó la falta de humedad y en este caso el caupí, que es planta de duración más corta y de mayor resistencia a la sequía, demostró tener una ventaja definitiva. Uno de los factores que contribuyen a una mayor eficiencia de la soya en la productividad del grano es su período más largo entre la primera floración y la maduración del grano con un promedio de 42 a 60 días, comparado con 23 días entre la florescencia y maduración del caupí.

Gandul

Aunque no hay datos cuantitativos disponibles sobre las investigaciones hechas en IITA, esta especie tiene un potencial excepcional en términos de utilización (probablemente, en Africa Occidental, es el segundo grano en importancia después del caupí); esta planta presenta una amplia gama de adaptabilidad que abarca desde los trópicos semiáridos a los húmedos y desde las tierras bajas del trópico hasta las alturas intermedias; su grano tiene una gran variedad de usos, tanto de tipos perennes como anuales; la incidencia de plagas y enfermedades es más baja comparada con la del caupí; sus granos frescos y secos poseen excelente calidad nutritiva; su potencial genético tiene mucha amplitud debido a su diversidad genética y tiene una capacidad relativamente alta de cruce (hasta de un 20 por ciento).

Fríjol Lima

Esta especie constituye una posibilidad que debe ser explorada en mayor escala en los trópicos bajos subhúmedos y húmedos. En Ibadán, Nigeria, esta especie, en términos generales, crece libre de plagas y produce magníficas cosechas de grano seco en cuatro meses (hasta 3.291 kg/ha) bajo condiciones de humedad limitada. Además, en los trópicos africanos que tienen bajo nivel de humedad se consume ampliamente tanto en forma seca como también en forma de hortalizas, a pesar de que requiere bastante tiempo para su cocción. Las variedades nativas tienden a ser trepadoras; algunas introducciones recientes de cultivares de tipo arbóreo, de porte bajo, han mostrado tener un potencial considerable y han despertado gran interés en Nigeria.

Otras especies

Phaseolus aureus y **Phaseolus mung** tienen un potencial considerable como fuente productora de alimentos proteínicos, tanto en términos de cantidad como de calidad (alta digestibilidad) de proteínas y en cierta forma, una mayor tolerancia a las plagas y a las enfermedades, bajo las condiciones que existen en Ibadán, Nigeria. En términos de rendimiento **per se** el potencial de fríjol jack (**Canavalia ensiformis**) es extraordinario. Esta especie produjo altos rendimientos (hasta de 4.580 kg/ha) aún sin control de plagas y presenta gran tolerancia tanto a las condiciones de humedad como a las de sequía. No obstante, esta especie no es particularmente popular debido a su largo tiempo de cocción, a algunos principios tóxicos que contienen sus semillas (lectinas) y en general, a la carencia de buen sabor.

El fríjol alado es una planta que ofrece magníficas posibilidades por su amplio campo de utilización, por la excelente calidad de sus granos, su inmunidad a las plagas y alto contenido de proteína (37.3 por ciento) y de aceite (18.1 por ciento). Sin embargo, en Ibadán, la productividad de esta especie ha sido más desalentadora y la propagación del cultivo ha sido lenta debida a una condición clorótica de su follaje (de color verde muy claro), aún cuando las plantas han recibido fuertes aplicaciones de fertilizantes. Las causas que pueden contribuir a este fenómeno pueden ser la falta de humedad o del **rhizobium** apropiado, o bien, de elementos menores no determinados. Masefield (1967) considera que estas especies no alcanzarán mayor éxito en regiones que tienen ciclos vegetativos cortos, de menos de seis meses, con menos de 1.500 mm de lluvia bien distribuida y en suelos que no sean bien drenados.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Aproximadamente, más o menos unas 24 especies de plantas leguminosas de grano comestible se cultivan con alguna extensión en las tierras bajas del trópico de todo el mundo, siendo ellas cultivadas con diferentes propósitos: materia prima industrial, (fuentes de proteína, aceite o mucílago); obtención de un alimento con proteína vegetal; fabricación de concentrados para ganado, forraje; abono verde y cobertura o protección de suelos. Dos de estas especies, la soya y el maní, han recibido suficiente atención en los que concierne a su mejoramiento; el progreso ha sido notable, al menos, en la soya.

También se han hecho algunas investigaciones, de alcance relativamente limitado, con el caupí, el gandul, el fríjol mungo y el fríjol lima; en cuanto a otras especies, se ha hecho muy poca investigación. Sin embargo, es sorprendente y a la vez alentador el hecho de que, algunas de las especies menos estudiadas, frecuentemente muestran potenciales de productividad excepcionales y no presentan problemas de cultivo muy serios ni exigen el uso de insumos costosos. Esta circunstancia sugiere que si se hacen esfuerzos relativamente modestos en el renglón de mejoramiento genético, éstos podrían resultar en avances rápidos y significativos. Aún cuando algunas especies leguminosas de grano comestible presentan un claro potencial bajo ciertas condiciones específicas de las tierras bajas del trópico, el activar campañas de mejoramiento que incluyan más de tres o cuatro especies, a menos a nivel internacional, sería embarcarse en una empresa que estaría fuera de la realidad práctica.

Sin embargo, la organización de programas a largo plazo que incluyan algunas especies "secundarias" consideradas como más promisorias podría resultar provechosa a medida que haya más tierras marginales que se pongan en condición de ser cultivadas y haya mayor disponibilidad de recursos. Además, quizás ciertos intereses locales puedan decidir que se ponga más énfasis en mejorar algunas especies desconocidas, situándolas dentro del ámbito de las metas nacionales. Por esta razón, y porque las especies secundarias se pueden perder rápidamente con la expansión de sistemas agrícolas más sofisticados, hay urgente e inmediata necesidad de colectar cuidadosa y sistemáticamente el germoplasma nativo que corresponde a estas especies y mantenerlo en forma satisfactoria. Por otro lado, se debe observar que las especies de leguminosas de semilla grande pueden tener entre ellas una relación más estrecha de los que, hasta el momento, se ha pensado (la mayoría de estas especies tienen 2n = 22 cromosomas). Por eso, aún las especies menos estudiadas podrían tener un importante potencial genético cuando se desarrollen técnicas para recombinar a corto plazo materiales genéticos muy diversos. En el momento actual es muy importante escoger cuidadosamente aquellas especies que merezcan esfuerzos para lograr su mejoramiento. En el presente documento se ha intentado presentar información básica que permita diseñar y obtener selecciones mejoradas en un programa de investigación para el mejoramiento de plantas leguminosas de grano comestible para las tierras bajas del trópico. A este respecto los factores que se han tomado en cuenta son: la importancia actual de cada una de las especies, las preferencias alimentarias, las cualidades nutricionales, la diversidad genética disponible y la facilidad de manipulación genética. Se presume, además, que se podrían continuar y ensanchar separadamente los programas existentes en los cultivos de soya y maní, respaldados en parte por su potencial industrial a medida que lo justifique la demanda comercial. Por consiguiente, se debe considerar que estas dos especies tienen un gran potencial para las tierras bajas del trópico.

A continuación se enumeran características importantes de algunas especies de leguminosas de grano comestible que se consideran de interés como fuentes de alimentos:

A. Caupí

Para los trópicos semiáridos hasta los subhúmedos:

1. Importancia actual: aproximadamente, 1.2 a 1.35 millones de toneladas producidas anualmente.

2. Alta preferencia debido a su amplio consumo en diversas formas: grano seco, vainas verdes, semillas verdes, hojas y plántulas utilizadas como legumbre.

3. Alto valor nutricional, bajo contenido de inhibidores metabólicos y flatulentos.

4. Amplia gama de diversidad genética y de adaptación.

5. Fácil manipulación genética; proceso sencillo de emasculación de las flores y de cruzamiento de líneas seleccionadas; disponibilidad de mecanismos de polinización externa para mantenimiento de bancos de germoplasma.

6. Emergencia rápida de las plántulas; crecimiento precoz; ciclo corto de vida de algunos cultivares y alta eficiencia fotosintética (quizás, esta planta sea parcialmente no respiratoria).

B. Gandul

Para las elevaciones bajas e intermedias; en áreas tropicales desde semiáridas hasta húmedas.

1. Importancia actual: aproximadamente, se producen anualmente entre 2.0 a 2.25 millones de toneladas.
2. Excelente calidad nutricional; bajo contenido de inhibidores metabólicos y utilización como grano y como legumbre.
3. Uso potencial en sistemas de cultivo a corto o a largo plazo; esta posible utilización la brinda la existencia de tipos anuales y perennes.
4. Amplia gama de diversidad genética disponible y de adaptación, tanto en los trópicos semiáridos a húmedos como en altitudes bajas a intermedias.
5. Baja incidencia de enfermedades y de plagas insectiles (en comparación con el caupí).
6. Alto índice de cruce natural (cerca de 20 por ciento), lo cual facilita la recombinación natutal al utilizar métodos de mejoramiento genético de las poblaciones.

C. Fríjol Lima

Para las tierras bajas y húmedas del trópico.

1. Excelente adaptación y baja incidencia de enfermedades y de plagas.
2. Amplia aceptabilidad tanto del grano seco como de la planta como hortaliza.
3. Alto potencial de rendimiento, tanto de los tipos de enredadera como de arbusto.
4. Amplia gama de diversidad genética disponible, tanto en los tipos arbustivos, de corto ciclo de vida como en los de enredadera, de ciclo perenne.
5. Alto índice de cruce natural (hasta 18 por ciento) de disponibilidad genética y de androesterilidad lo cual facilita la recombinación de caracteres.

D. Fríjol mungo

Para las tierras bajas del trópico semiáridas y subhúmedas:

1. Importancia actual: particularmente en India (0.75 millones de toneladas anuales).
2. Buena adaptación; estas plantas tienen alto potencial de rendimiento.
3. Hasta cierto punto presentan menos problemas de plagas y de enfermedades que el caupí.
4. Excelente calidad de grano; muy alta digestibilidad proteínica. Se utiliza como grano seco, como hortaliza y como plántula.
5. Corta duración de la planta; rápida germinación del grano y facilidad de cultivo.
6. Amplia gama de diversidad genética disponible y facilidad de manipulación genética.

Otras especies que tienen buena adaptación a las condiciones existentes en las tierras bajas del trópico incluyen el fríjol de Bambarra y el fríjol de Egipto para las regiones semiáridas; el fríjol jack (**Canavalia ensiformis**) para condiciones semiáridas a húmedas; y el fríjol alado y fríjol batata, el fríjol arroz y el fríjol terciopelo, para los trópicos húmedos. Sin embargo, no se debieran realizar esfuerzos mayores en relación con el mejoramiento de estas especies hasta que se haya hecho una completa evaluación del potencial de las mismas bajo la luz de las necesidades locales, regionales e internacionales y se disponga de un respaldo financiero adecuado para llevar a cabo tales esfuerzos.

LITERATURA CITADA

1. BURKILL, I. H. 1967. Dictionary of the economic products of the Malay peninsula. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kuala Lumpur. Dos volúmenes, 2da. Edición.
2. FAO. 1966. Agricultural development in Nigeria 1965-1980. pp. 392-400. FAO, Rome.
3. FAO. 1971/1972. Agricultural production yearbook. FAO, Rome. Vol. 24 and 25. pp. 173-174; 228-235.
4. FAO/CCTA. 1958. Report of the FAO/CCTA technical meeting on legumes in agriculture and human nutrition in Africa. FAO Rome. pp. 68.
5. HARVEY, D. 1970. Tables of the amino acids in foods and feeding stuffs. Commonwalth Bureau of Animal Nutrition, Bucksburn, Aberdeen, AB2 9SB, Scotland. 2nd ed., pp. 65-75.
6. HUTCHINSON, J. y J. M. DALZIEL. 1958. Flora of west tropical Africa. The Whitefriars Press, Ltd., London and Tonbridge. Vol. 1, part 2. pp. 505-587.
7. MACKIE, W. W. 1943. Origin, dispersal and variability of the Lima bean, **Phaseolus lunatus**. Higardia 15: 1-29.
8. MARTIN, J. H. y W. H. LEONARD. 1967. Principles of field crop production. 2nd ed., pp. 643-704. The McMillan Book Co., New York.

9. MASEFIELD, G. B. 1967. The intensive production of grain legume in the tropics. Soil and Crop. Soc. Florida Proc. 27:338.

10. MOORMAN, F. R. y D. NANJU. 1973. Ecological adaptation of Kent soybeans and Prima cowpeas grown on hydromorphic and upland soils. Annual progress report of the IITA. Ibadan, Nigeria. (Unpublished).

11. POSPOSIL, F. S., K. KARIKARI y E. BOAMAH-MENSAH. 1971. Investigations of winged bean in Ghana. World Crops, 23:260-264.

12. PURSEGLOVE, J. W. 1968. Tropical crops: dycotyledons 1. Longman Green and Co. Ltd., London and Harlow. pp. 199-332.

13. RPIP. Regional Pulse Improvement Project. 1967. Progress Report No. 5. India Council of Agricultural Research, New Delhi. pp. 169-170.

14. SELLSCHOP, J. P. F. 1962. Cowpeas, **Vigna unguiculata** (L.) Walp. Field Crop Abstracts 15 (4) L 259-266.

15. STANTON, W. R. 1966. Grain legumes in Africa. FAO, Rome. pp. 180.

16. VERDCOURT, B. 1970. Studies in the **Leguminosae-Papilionoideae** for the flora of tropical East Africa: IV. Kew Bulletin 24: 507:569.

17. YOHE, J. M., R. E. SWINDELL, E. E. WATT, M. H. BASHANDE, D. T. SECHIER y J. M. POEHLMAN. 1972. Evaluation of mungbean (**Phaseolus aureus** Roxb.) straints at Columbia, Missouri, in 1971. Department of Agronomy, University of Missouri, Misc. Pub. No. 72-79. p. 21.

I. Comentarios a la Conferencia sobre:

MERITOS AGRONOMICOS QUE PRESENTAN ALGUNAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE CULTIVADAS EN LAS TIERRAS BAJAS DEL TROPICO

Comentarista: **H. Doggett**

Antes de planear un desarrollo a gran escala de las plantas leguminosas de grano comestible se debería prestar mucha atención a los sistemas de cocción que se utilizan en las áreas en que se concumen estos granos. Otras áreas productoras exportan los granos o bien los utilizan para la extracción de aceite.

Cuando se utilizan los granos como alimento, como sucede en muchos países de Africa y ciertos sectores de India, el combustible necesario para la cocción es un factor que limita el uso de los granos. Las mujeres tienen que caminar muchos kilómetros en busca de agua y de combustible, como leña, tallos secos de millo o de sorgo; a falta de estos materiales recogen boñiga de vaca. Transportan estos elementos a la casa sobre sus espaldas.

La cocción adecuada de los granos corrige muchos de los factores antinutricionales y de flatulencia de las leguminosas de grano, pero, cuando el suministro de combustible está restringido, cualquier alimento que requiera un tiempo largo de cocción presenta una seria desventaja y será desplazado por otros que puedan prepararse más rápidamente y sin que el ama de casa tenga que trabajar demasiado para conseguir combustible. Tengo la impresión de que la escasez de combustible ha sido un factor determinante en la selección que el hombre ha hecho a través de los siglos de cuáles plantas le son más útiles y le son más fáciles de utilizar. Lógicamente, le ha prestado más atención al mejoramiento de tales plantas. Puede haber sido ese el factor que ha limitado la adopción de la soya como alimento para consumo local, en contraste con el desarrollo que se le ha dado a este grano como artículo de exportación o bien como materia prima para extracción de aceite.

Otro hecho que me llamó la atención es la gran diferencia que existe en el uso de las leguminosas de grano en las dietas consumidas en el Africa Occidental y en la India y la posición intermedia que ocupa el Africa Oriental al respecto. Con excepción del maní, la historia de las leguminosas en el Africa Occidental y en la India debe haber sido muy diferente y por tal razón quizás sea conveniente tratar de intercambiar las leguminosas así como también los sistemas de preparación de los alimentos en los dos continentes.

Esto nos lleva a considerar la importancia que tienen las enfermedades virales. Estas enfermedades son el flagelo de muchas leguminosas de grano comestible. Hay un gran número de virus involucrados en el problema y es común encontrar dos o tres de ellos en la misma planta, como en el caso de la enfermedad denominada "roseta del maní" en la cual los tres virus que se conocen en la Costa Oriental del Africa no son los mismos tres que causan síntomas similares en las plantaciones de maní en las costas del lago Victoria, en el Africa Central.

Los virus son el problema más serio cuando se planean programas regionales o internacionales para el mejoramiento de las leguminosas de grano. Entiendo que el programa de leguminosas del Servicio de Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en el Medio Oriente y en India, tuvo dificultades muy graves con las enfermedades virales. La historia de este proyecto, en particular, necesita ser revisada cuidadosamente al planear el mejoramiento de leguminosas de grano a escala mundial. También, es evidente que sería erróneo hacer planes sin consultar previamente con los virólogos que tienen experiencia en el tratamiento de enfermedades virales en esta clase de cultivos. Por esta razón, no sería factible ni deseable hacer un intercambio libre de leguminosas entre India y los países del Africa Occidental; se deben observar rigurosamente las medidas cuarentenarias que se han establecido al respecto.

Aún dentro del Africa se debe tener precaución en cuanto al movimiento de leguminosas de grano. Considero que, por esta razón, el IITA parece estar situado en un lugar ideal para trabajar en el mejoramiento del caupí. Dentro de Nigeria, se puede cubrir desde el área de los trópicos húmedos hasta las sabanas sin problemas de cuarentena y si se pudiera llegar a un acuerdo con la República de Niger, el trabajo podría extenderse hasta el borde sur del desierto. Evidentemente, se necesitaría establecer centros de cooperación en esta extensa región pero, en realidad, pocos lugares están tan bien situados como el IITA para el mejoramiento del caupí.

La situación en Centro y Sur América también requiere atención, desde el punto de vista de las enfermedades virales. Se debería eliminar el libre intercambio de grano con otros continentes y aún dentro de América del Sur. Las grandes barreras naturales que presentan las selvas y las cordilleras andinas habrán, sin duda, confinado ciertas enfermedades a ciertas áreas. Los investigadores de América Latina están conscientes de los problemas causados por los virus.

En muchos lugares del mundo en desarrollo, con los cuales estoy familiarizado, las leguminosas se siembran intercaladas con un cereal. Esta práctica es bastante frecuente. Me agradaría mucho el que se diese mayor atención a esta modalidad de agricultura. El Dr. Andrews, en la Universidad de Ahmady Bello, ha demostrado que los cultivos asociados de sorgo, millo y caupí dan un mejor resultado por unidad de tierra y por unidad de mano de obra que el cultivo individual de estas tres cosechas. Las encuestas hechas por el Dr. David Norman, en el norte de Nigeria, confirman estos resultados. Tal vez, deberíamos pensar con más frecuencia en desarrollar cultivos asociados de cereales y de leguminosas que se compaginen bien y que sean analizados en términos de maximización de la producción del sistema de siembra intercalada, más que como un medio para medir un posible alto rendimiento individual del sorgo, del maní o del caupí. Los genetistas de cereales persiguen actualmente la obtención de un alto nivel de lisina en la proteína del grano. Quizás, deberíamos dar mayor atención a la dieta humana tomada como objetivo social de importancia primordial. ¿Debería utilizarse maíz sólo o mezclado con fríjol? ¿O bien, sorgo solo o mezclado con maní y caupí? Desde este punto de vista, es posible que el mejoramiento genético, para tratar de encontrar un mejor balance de aminoácidos en la dieta, presente problemas diferentes. Bajo este enfoque, el contenido de lisina ya no sería tan importante y tal vez la respuesta correcta sea un mayor rendimiento de proteína en la leguminosa con un aumento en el contenido de metionina.

II. Comentarios a la Conferencia sobre:

MERITOS AGRONOMICOS QUE PRESENTAN ALGUNAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE CULTIVADAS EN LAS TIERRAS BAJAS DEL TROPICO

Comentarista: **A.M. Pinchinat**

El Dr. Rachie ha subrayado el gran potencial que tienen las plantas leguminosas de grano comestible como factor que puede contribuir a aliviar la mala nutrición humana en el mundo. Ha destacado también la desventaja que representa la escasa altura de regiones húmedas y semihúmedas (comparadas con las regiones semiáridas de tierras bajas y las de mayor altura) para el suministro de dietas balanceadas para sus habitantes. Extensas áreas de América Latina, del Lejano Oriente y de Africa, entre las zonas menos desarrolladas del mundo, son tierras bajas tropicales.

Comparada con la de otros cultivos alimenticios, la productividad de las leguminosas de grano comestible que comúnmente se cultivan, ha sido por lo general, baja, debido principalmente a la menor potencialidad genética que se le atribuye y a su elevada susceptibilidad a los factores adversos del medio ambiente. Sin embargo, de acuerdo con un informe publicado en 1970 (2) en los Estados Unidos de Norte América, el rendimiento máximo comprobado de los fríjoles (**Phaseolus vulgaris**) era de 4035 kg/ha (3600 lbs/acre) bajo irrigación en el Estado de Colorado. El de la soya (**Glycine max**) era de 7371 kg/ha (109.6 bushels/acre) en el Estado de Missouri. En 1970, en el Valle de Constanza, de la República Dominicana, fue informado por agricultores de esa región que para ellos no era difícil obtener rendimientos comerciales de fríjoles de 4000 a 5000 kg/ha. Por otras fuentes de información me enteré también de la obtención de rendimientos de igual cuantía, durante la visita que hice a dicho país en 1971 y al principio del presente año. En 1971, el rendimiento promedio mundial de fríjoles según estimados de la FAO (1), fue de unos 510 kg/ha, o sea, casi un octavo o menos de los rendimientos potenciales de los que se asignaron a las plantaciones comerciales (dos hectáreas o más).

Excluyendo la soya y el maní (**Arachis hypogaea**), que han sido generalmente usados como cultivos industriales o para obtención de aceite de exportación (sobre todo, en América Latina), la producción mundial en 1971 de granos leguminosos fue 53 por ciento más alta y su rendimiento 26 por ciento mayor que los del período de 1948-1952 (1). Estos incrementos (especialmente, el del rendimiento), aunque modestos, son muy alentadores.

En América Latina (1) el grano leguminoso más importante es el fríjol (36.1 por ciento de la producción mundial de 1971); en el Lejano Oriente, especialmente en la India, es el gandul (94.7 por ciento de la producción mundial de 1971) y en Africa es el caupí (94.2 por ciento de dicha producción mundial). El Lejano Oriente está también a la cabeza en la producción de granos como el fríjol mung y algunas especies afines.

Pero, según lo ha indicado el Dr. Rachie, los fríjoles crecen mejor en los trópicos en niveles de elevación entre intermedios y altos; el gandul, el caupí y los granos asiáticos son cultivos propios de lugares con niveles bajos de elevación. Esto parece sugerir que por razones de lógica, se debería dar más atención a impulsar el gandul, el caupí y posiblemente, los granos asiáticos (de modo especial, los fríjoles mung) en los niveles bajos de elevación en América Latina. A este respecto, el trabajo presentado por el Dr. Rachie ofrece una descripción informativa y agronómica muy útil sobre estos cultivos; los resultados experimentales preliminares obtenidos en el IITA, en Nigeria, especialmente en caupí, son muy estimulantes.

El caupí, el gandul y los granos asiáticos tienen problemas agronómicos y también socioeconómicos. Sinembargo, comparados con los fríjoles **Phaseolus** (incluyendo las habas, al menos, en el área del Caribe) parecen ser cultivos agronómicamente más confiables y productivos para las tierras bajas del

trópico (desde semiáridas a húmedas), resultando así más fácil la solución de los problemas socioeconómicos.

Desde 1971, los países de América Central (incluyendo Panamá) han estado trabajando con mucha eficiencia en caupí y gandul, en escala regional, a través del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Si hubiera un interés común en estos cultivos y posiblemente en granos asiáticos, se podría producir y se justificaría una cooperación más estrecha entre instituciones de América Latina, por un lado, y las de Africa y Asia, por otro, que tengan interés en el mejoramiento de la producción de las plantas leguminosas de grano comestible y en su productividad en los trópicos.

LITERATURA CITADA

1. FAO. 1972. Production Yearbook 25: 154-183, 1971. Roma, Italia.

2. USDA (Departamento de Agricultura de los EE. UU.). 1970. Agronomic potential of U.S. Food crops for production of calories and protein. USDA/FEDS Staff Paper 2. 19 p. (mimeografiado).

LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION Y POTENCIALES DEL FRIJOL *(PHASEOLUS VULGARIS)* EN EL TROPICO BAJO

Conferencista: Guillermo Hernández-Bravo

Las áreas tropicales de producción se encuentran localizadas desde los 25° latitud Sur hasta los 25° latitud Norte. Estas regiones se caracterizan por la presencia de altas temperaturas, las cuales generalmente oscilan en el rango de 22° – 28°C como cifras medias anuales, y por copiosas precipitaciones pluviales cuya variación puede ser 400 mm hasta 4.000 mm anuales y aún alcanzar cifras más altas; esta variación en cantidades de lluvia justifica el que se consideren dos categorías de áreas tropicales: las secas tropicales y las húmedas tropicales.

El fríjol **Phaseolus vulgaris** tiene un alto valor nutritivo (23 por ciento de proteína), con un precio de su proteína (0.35 dólar/libra) que corresponde aproximadamente a una décima parte del precio de la proteína de carne. Su consumo es amplio. Siendo así, ¿por qué, hasta cierto punto su cultivo o producción es marginal?

El hecho es que la producción de esta leguminosa en el "trópico" adolece de problemas significativos. Por ello, el cultivo de fríjol es considerado como no remunerativo, de elevados riesgos y en desventaja competitiva con otros cultivos.

Los siguientes son factores colaterales que restringen la producción extensiva del fríjol: los sistemas tradicionales de cultivo o de manejo de la operación; el tamaño o superficie de las áreas de producción, y la necesidad de desarrollar prácticas agronómicas integradas en un "paquete tecnológico" con base en investigaciones y datos experimentales fidedignos y el adiestramiento de técnicos con sistemas eficientes de producción de fríjol.

Con base en información obtenida y experiencias logradas en viajes de estudio en Estados Unidos de Norte América, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, me permito hacer mención de los problemas o factores que, en mi concepto, están limitando la producción de fríjol en las regiones tropicales.

EN LA ACTUALIDAD, LA PRODUCCION DE FRIJOL EN EL TROPICO NO ES REMUNERATIVA

Algunos países como Canadá, E.U.A., Chile y Perú tienen, en términos generales condiciones climáticas que son favorables durante los períodos de producción de fríjol lo cual influye en que los promedios de rendimiento, a nivel nacional, sean más altos que en otros países. Por otro lado, en naciones en las que la mayor parte de sus siembras de fríjol se hace bajo condiciones de trópico, como sucede en América Central, la producción en general es más baja, lo cual se refleja también en los promedios de rendimiento a nivel nacional, como se observa en los siguientes datos obtenidos del Anuario de Producción de la FAO, Vol. 23, 1969 (Los promedios de rendimiento se dan en kilos por hectárea de **Phaseolus vulgaris**):

País	Rendimiento en kilos
Canadá	1600
E.U.A.	1500
Chile	1220
Perú	1170
Nicaragua	720
El Salvador	690
Guatemala	640
Honduras	450
Costa Rica	410
Panamá	330

Brasil, el primer país productor de fríjol en el mundo (2.5 millones de toneladas), con un promedio de producción de 660 kg/ha, tiene regiones productoras con muy buenas condiciones climáticas en las que se pueden obtener rendimientos de 1.2 ton/ha,

como en la región norte del Estado de Paraná en el sur de Sao Paulo, y algunas áreas de Santa Catarina y Río Grande do Sul.

Existen países o mejor, regiones productoras de fríjol con alto nivel de tecnología en las que se obtienen niveles de producción sobresalientes. Un caso representativo sería el de los E.U.A., el cual, en el período 1959-1969, logró un promedio de rendimiento de 1.4 ton/ha. Esta cifra es muy superior a las que corresponde a América Latina que es de 515 kg/ha. Básicamente, fue posible obtener estos resultados significativos debido al mejoramiento genético que se ha hecho con diferentes variedades de fríjol. Es indudable, asimismo, que los E.U.A. han podido mantener alto su promedio de rendimiento debido a que el mayor porcentaje de fríjol se siembra bajo irrigación en los Estados de Michigan, Nebraska, Montana, Idaho, Wyoming y Washington.

En México existe una region productora de fríjol también altamente tecnificada (áreas del Estado de Sinaloa), en la cual existen facilidades de riego. Esta región cubre aproximadamente una superficie de 40.000 hectáreas en las que se obtiene un promedio de rendimiento de 1.3 ton/ha en contraste con el promedio nacional de México que es de 460 kg/ha, promedio que es afectado en gran parte por el fríjol que se produce en áreas de "secano" sin irrigación con rendimientos muy bajos.

El cultivo de fríjol en el trópico tiene muchos riesgos

Un 7.5 por ciento de las áreas productoras de fríjol en el trópico depende del agua lluvia. Este factor hace que el cultivo del fríjol en su face inicial, estará expuesto a que sus rendimientos disminuyan significativamente. Para ilustrar este punto se puede mencionar el caso de El Salvador en donde el cultivo de secano representa el 90 por ciento del área dedicada a la producción de fríjol.

Las lluvias fuertes pueden destruir plantíos por ahogamiento de las plantas (terrenos inundados) o bien, por provocar la pudrición de raíces; asimismo, las lluvias constantes, aún siendo ligeras, establecen condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades.

Por otro lado, cuando las lluvias se presentan con oscilaciones muy marcadas en su frecuencia, lo cual sucede frecuentemente, ello da lugar a que los períodos de sequía causen disminuciones de consideración en el rendimiento. Diferencias marcadas sobre la disponibilidad de agua en el suelo también inducen a que se establezca otro tipo de enfermedades en el follaje y en consecuencia, a que algunas especies de insectos se multipliquen con gran rapidez y en un nivel elevado.

Las malezas constituyen otro factor que puede llegar a afectar significativamente las producciones de fríjol en el trópico. Las malas hierbas se desarrollan rápidamente por efecto de las altas temperaturas y es seguro que afectan las producciones de fríjol si no son eliminadas en el momento oportuno y antes de que se establezca una competencia crítica por nutrientes, agua y luz.

El cultivo de fríjol en el trópico está en desventaja competitiva

Al considerar la producción de fríjol como una actividad agrícola no rentable, en muchos casos además de estar expuesta a frecuentes riesgos, ello explica el hecho de que en el trópico el cultivo de fríjol no pueda competir con otros cultivos más rentables y con menos riesgos.

Por ejemplo, en Nicaragua, se tiene preferencia por la producción de algodón, café, maíz y arroz así como por las empresas ganaderas. En Costa Rica, son más importantes las explotaciones de café, caña de azúcar, banano y producción de leche y de carne que el cultivo de fríjol. En Panamá, hay predilección por la ganadería, el arroz, el maíz, la caña de azúcar y el caupí, antes que por los fríjoles. Una situación semejante prevalece en los demás países tropicales en donde las áreas de producción de fríjol también están restringidas a pequeñas superficies.

Los cultivos antes mencionados, a diferencia de lo que ocurre con el fríjol, frecuentemente tienen posibilidad de obtener un seguro de cosecha y la producción tiene el respaldo de una garantía de precios mínimos; ambos factores económicos favorecen a los otros cultivos en relación con el fríjol.

SISTEMAS TRADICIONALES DE CULTIVO EN LA PRODUCCION DE FRIJOL

El hecho de que el fríjol no es un cultivo tan rentable como lo son el café, el algodón, el banano, el arroz y tal vez otros más, ofrece una explicación lógica de por qué las áreas de producción de fríjol son limitadas.

Me atrevería a afirmar que quizás un 80 por ciento de las plantaciones de fríjol en América Latina se siembra en laderas de montañas o lomas y no en terrenos planos. No es necesario señalar cuáles son los inconvenientes que tiene una siembra realizada en terrenos de ladera sobre el rendimiento del cultivo

Al admitir que el fríjol es un cultivo marginado lo lógico es que se le encuentre en áreas de producción dispersas y que estén constituídas por pequeñas superficies, en manos de campesinos de escasos recursos. En Nicaragua, el área promedio de cultivos de fríjol es de 1-2 hectáreas; lo mismo ocurre en El Salvador, según el segundo Censo Agropecuario de 1961. En Costa Rica, la situación es más extrema pues el promedio de las áreas cultivadas es inferior a una hectárea.

Cuando se cultivan pequeñas parcelas de fríjol no necesariamente se obtienen rendimientos más bajos en comparación con áreas más grandes. Sin embargo, el hecho es que una superficie de cultivo pequeña es, comparativamente, menos rentable debido a la menor eficiencia en las operaciones de cultivo lo cual se traduce en costos de producción más elevados y por consecuencia, en utilidades menores.

En relación con los sistemas tradicionales de producción, es importante hacer notar que un alto porcentaje (por lo menos, el 75 por ciento) del fríjol que se produce en América Latina se cultiva asociado con maíz. Brasil produce el 70 por ciento de su fríjol en asociación con maíz y con otros cultivos. En Colombia esta cifra es aún más alta: llega al 92 por ciento.

Desafortunadamente, el sistema de cultivos asociados tiene, comercialmente, muchas desventajas y por tal razón, los rendimientos por hectárea son bajos, fluctuando entre 300 y 350 kilos por hectárea.

PROBLEMAS INVOLUCRADOS EN EL MANEJO DEL "PAQUETE TECNOLOGICO"

En relación con la aplicación del "paquete tecnológico" sobre el cultivo de fríjol, o sea, el uso de técnicas avanzadas en las operaciones de cultivo es factible mencionar cuáles son los factores de mayor importancia que pueden afectar directamente los rendimientos.

Sistemas de Siembra

En las regiones productoras tropicales pueden ocurrir, en cualquier momento, fuertes acumulaciones de agua de lluvia en el suelo lo cual puede dañar severamente los cultivos si no hay un drenaje apropiado que desaloje el agua sobrante del terreno cultivado. Si la siembra se hace sobre camas o caballones es más fácil dirigir los excedentes de agua hacia los canales de drenaje. Una siembra de fríjol "en terreno plano", sin formar surcos, estará mucho más expuesta a que gran parte de la población de plantas muera por ahogamiento, por pudrición de raíces o bien, por alta incidencia de enfermedades foliares.

Calidad de la Semilla

Es probable que en los países productores de fríjol, al menos en América Latina, no se produzca semilla certificada que garantice plenamente su pureza genética y su sanidad por lo que respecta a virus y a enfermedades fungosas o bacteriales transmisibles por la semilla.

En países como Nicaragua, Honduras, Guatemala, Perú, El Salvador, Brasil y otros, se produce semilla de fríjol "mejorada" pero que todavía no reúne las condiciones necesarias para ser considerada como de categoría "certificada". Este problema se podría tratar de resolver en principio por medio del establecimiento de una ley nacional sobre producción y certificación de semillas que incluyera al fríjol.

Sería interesante estudiar las causas por las cuales los agricultores hacen tan poco uso de las semillas mejoradas. Estudios hechos en El Salvador indican que allí se usa sólo un 10 por ciento de semilla mejorada de fríjol. En el Simposio sobre Fríjol en Brasil, celebrado en 1971, se informó que en las importantes regiones productoras de fríjol de las partes central y sur del país se usó, en 1968, solamente 0.2 por ciento de variedades mejoradas. Esto parece indicar que la mayor parte de los agricultores prefieren producir su propia semilla de fríjol, porque les resulta "más barato". Es importante demostrarles que a la larga "lo barato cuesta caro" pues una semilla producida sin la vigilancia de agrónomos especializados podría ser cosechada con algo de infección lo cual reducirá la producción hasta en un 50 por ciento.

Protección de la Semilla Sembrada

Las condiciones ambientales que prevalecen en los trópicos, durante la germinación de las semillas en el campo, originan un período crítico. Las plántulas en desarrollo pueden ser destruidas por insectos y/o enfermedades radiculares.

Si durante esta etapa no se asegura una población mínima de 90 por ciento de plantas, se tendrá luego una desventaja que no permitirá luego obtener "buenos" rendimientos. Es aconsejable desinfectar la semilla con un fungicida e incorporar al suelo un insecticida antes de la siembra.

Densidad de Población

Este es un factor importante para obtener buenos rendimientos y que se debe de tomar muy en cuenta en cada siembra, cualquiera que sea el sistema de plan-

tación que se siga. Para cada localidad en particular habrá un número óptimo de plantas por hectárea que producirá rendimientos máximos.

Protección de la Planta

En las condiciones que imperan en las áreas bajas tropicales, las enfermedades de las plantas, los insectos que dañan las plantas directamente y los insectos que actúan como vectores de virus, toxinas y otras partículas fitotóxicas, son factores que determinan el éxito o el fracaso de una producción de fríjol. La única solución para garantizar una sanidad razonable en las plantas es el uso de variedades de fríjol resistentes a los organismos mencionados. Desafortunadamente, todavía no contamos con variedades comerciales de fríjoles con esas características genéticas.

Nutrición de la Planta

La explotación continua de la tierra resulta en continuas deficiencias de elementos nutritivos en el suelo. Aquellos productores de fríjol que cuentan con recursos económicos pueden prever con precisión las necesidades de uso de fertilizantes por medio de un análisis químico del suelo. Por otro lado, los productores de bajos recursos no pueden pagar ciertos servicios como análisis de suelos y si deciden fertilizar (con N-P-K) lo hacen a riesgo de que la aplicación sea una inversión inútil o bien, si el suelo es fértil y tiene suficientes elementos nutritivos, por ejemplo, nitrógeno, el exceso de fertilizantes produciría follaje exhuberante pero un mínimo de vainas fértiles (fructificación deficiente).

EXPERIMENTACION, INVESTIGACION Y ESTUDIOS ECONOMICOS

Con respecto a la experimentación en las áreas de cultivo, se carece de información para integrar el "paquete tecnológico" para el logro de aumentos significativos en la producción. Los experimentos se deben hacer en las mismas áreas de producción o bien en áreas seleccionadas que sean representativas de las regiones productoras en cuanto a clima y suelo.

Se debe promover e intensificar la investigación en aspectos técnicos específicos de importancia económica. Esto es urgente. Para poder conducir experimentos e investigación sobre fríjol en áreas de mayor importancia económica y luego establecer prioridades, es indispensable que se realicen previamente estudios económicos para establecer cuál es la importancia real del problema.

TECNICOS ESPECIALISTAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE FRIJOL

En su mayor parte, los programas nacionales de fríjol están sujetos a problemas como la discontinuidad de proyectos a causa de los cambios o movimientos del personal ya adiestrado o a políticas agrícolas poco estables. La solución inmediata es seguir adiestrando personal joven con la colaboración de universidades o instituciones que tengan facilidades para realizar esta labor.

Cuando se haya llegado a un completo acuerdo con las partes interesadas se debe adiestrar personal en diversas disciplinas dentro del marco general de la producción de fríjol, procedente de: Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, El Salvador y quizá, de otros países.

¿CUAL ES EL VERDADERO POTENCIAL DEL FRIJOL EN EL TROPICO?

Con base en lo expuesto en la actualidad, por diversas razones la producción de fríjol no es atractiva económicamente como explotación agrícola. No obstante, es evidente que hay mucho campo en el que se pueden hacer cambios o introducir técnicas mejoradas a través de las cuales se logre que el cultivo de fríjol sea una inversión remuneradora.

¿Cómo lograr que el cultivo del fríjol sea atractivo para los agricultores?

Para hacer del fríjol un cultivo atractivo para los agricultores se requiere en principio que alcance un alto potencial de rendimiento y produzca buenas cosechas bajo las condiciones del trópico.

Para analizar el potencial de la planta de fríjol en el trópico será necesario investigar en detalle los factores o procesos genéticos y fisiológicos que determinan el rendimiento. Dentro de estos factores quedan incluidos los principales componentes de rendimiento así como los factores agronómicos ligados con la eficiencia de la planta. La estructura de la planta (tanto de la parte área como de la radicular) jugará un papel muy importante en la búsqueda de genotipos con alto potencial de rendimiento. Antes de iniciar cualquier programa de mejoramiento genético es importante tener la seguridad de que los genotipos seleccionados son realmente los más deseables para utilizarlos luego como progenitores.

Se debe procurar que el cultivo de fríjol sea una inversión remunerativa

Si se logra que las variedades mejoradas lleven intrínsicamente un potencial de rendimiento, el cultivo puede llegar a ser remunerativo aplicando debidamente el "paquete tecnológico". Esta premisa ya ha sido demostrada en El Salvador al haber obtenido incrementos en el rendimiento de hasta un 100 por ciento.

La inoculación de la semilla con bacterias nitrificantes, específicamente en variedades comerciales de fríjol, se considera como un potencial para reducir los costos de la aplicación de fertilizantes y lograr al mismo tiempo una mejor aptitud en la planta para la fijación del nitrógeno.

El establecimiento de servicios nacionales de inspección y certificación de semilla de fríjol será indispensable si se proyecta tener disponibilidad de semilla sana. Además de sistemas de inspección que sean realmente eficientes se necesitará contar con áreas aptas para la producción de semilla; estas áreas deberán tener baja precipitación fluvial, ausencia de enfermedades transmisibles a través de la semilla y que cuenten con facilidades de riego. En Guatemala se está desarrollando un área muy promisoria para la producción de semillas, localizada en el Valle de San Jerónimo.

ES NECESARIO INTRODUCIR CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION

En América Latina y en general, en los países en desarrollo, es necesario que se cambien los sistemas tradicionales de subsistencia por sistemas eficientes de producción de fríjol. El actual sistema de producción del fríjol asociado con maíz se puede hacer más rentable si se usan variedades mejoradas de fríjol, si se mejoran los sistemas de siembra y si el maíz sirve realmente como buen apoyo para las plantas de fríjol.

Cooperativas rurales o unidades de producción

Un problema común en la agricultura de América Latina es la poca o nula promoción y divulgación de las nuevas técnicas de producción entre los agricultores. Respecto a fríjol, se requiere organizar programas de promoción como el que se está llevando a cabo en Honduras (Proyecto "Francisco Morazán") directamente con los agricultores.

Considero que el "paquete tecnológico" se puede aplicar en forma integral y que los agricultores lo aceptarán y lo asimilarán tan sólo cuando se opere por medio de "unidades de producción" o cooperativas rurales. Lo fundamental en estas "unidades" es la integración de los minifundios para lograr una producción conjunta más eficiente y económicamente más fuerte. Este tipo de cooperativas rurales se está organizando con éxito en Colombia, México, Panamá, El Salvador y otros países latinoamericanos.

Para lograr un funcionamiento armónico de las "unidades de producción" es que los pequeños propietarios de una zona unan sus esfuerzos y tomen parte activa de las operaciones de la "unidad". Es deseable que en este tipo de "unidades" se siembren también otros cultivos, además del fríjol.

La gran desventaja de estas "unidades de producción" es que están orientadas por un cuerpo directivo nombrado por los integrantes de la unidad y tienen el asesoramiento técnico de un grupo de agrónomos que apoyan en todo momento la organización y el desarrollo técnico de la "unidad". El manejo operacional de cada cultivo resulta económicamente más eficiente debido a los siguientes factores: mayor facilidad para conseguir crédito, aprovechamiento más racional de la maquinaria agrícola, mayor facilidad para conseguir los insumos necesarios a un precio más ventajoso y mejores perspectivas de mercadeo del producto cosechado.

Integración de esfuerzos institucionales

Sólo con una colaboración amplia y sin recelos se pueden lograr avances significativos en la producción de fríjol en el trópico. Si se consigue establecer una coordinación efectiva de esfuerzos, entre las diversas instituciones gubernamentales y privadas que están realizando investigaciones sobre esta leguminosa, se podrá cristalizar este objetivo que es de tanta importancia para la economía de las naciones y para el bienestar de sus habitantes de pocos ingresos en las áreas rurales y centros urbanos.

La creación de "unidades de producción" modelo, a nivel nacional, con una buena organización en áreas de producción cuidadosamente seleccionadas en las cuales el fríjol desempeñe un papel primordial, constituye un paso a largo plazo que se debe dar hacia la solución de los diversos problemas de la producción de fríjol en el trópico.

El desarrollo, multiplicación y utilización de variedades de fríjol con alto potencial de rendimiento y con características aptas para superar las condiciones que ahora prevalecen en el medio ambiente tropical es una solución a corto plazo.

I. Comentarios a la Conferencia sobre:

LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION Y POTENCIALIDADES DEL FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* EN EL TROPICO BAJO

Comentarista: **Luis H. Camacho**

INTRODUCCION

El fríjol **Phaseolus vulgaris** es una especie nativa del nuevo mundo y un componente importante de la dieta del pueblo latinoamericano. A pesar de la importancia del valor nutritivo de la semilla y de la utilidad de la planta en el mejoramiento y conservación de la fertilidad del suelo, el fríjol mantiene bajos niveles de productividad y el aumento de la producción no parece guardar relación con el crecimiento de la población.

En el Cuadro 1 se muestran las cifras de producción y productividad de esta leguminosa en los años 1968, 1969 y 1970 tanto en la zona templada como en la zona tropical de América (7). Para efectos de esta comparación, se consideran como países de zona templada los siguientes: Argentina, Chile, Uruguay, Estados Unidos de Norte América y Canadá.

El resto de países, incluyendo los de la región del Caribe, se consideran incluidos en el área tropical.

Según los datos anteriores, la superficie cultivada en la zona templada representa solamente el 12 por ciento del área cultivada en la región tropical. Sin embargo, los rendimientos de la zona templada sobrepasan en 100 por ciento los de la zona tropical. Aunque los años 1969 y 1970 registran aumentos de producción en la zona tropical, estos aumentos fueron consecuencia del aumento del área cultivada en los dos principales países productores, Brasil y México.

Lo anterior demuestra que la producción de fríjol tiene mejores posibilidades en áreas situadas fuera del **habitat** original de la especie. Algunas causas que pueden explicar la baja productividad del fríjol en la zona tropical son: 1) Las condiciones de temperatura y de humedad, y las características particulares de los suelos de la región tropical. 2) El efecto causado por los enemigos naturales de la especie, en su área de origen, representados por enfermedades, insectos y nemátodos. 3) La falta de una tecnología avanzada y la carencia de medios para extender la tecnología existente y explotar el cultivo en forma eficiente.

EFECTOS DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y CONDICIONES DE SUELO EN LA PRODUCCION DE FRIJOL

En las regiones próximas a la línea ecuatorial, la temperatura es función de la altura sobre el nivel del mar. En las regiones bajas la temperatura puede fluctuar entre 26 y 36°C. Y aunque a estos niveles el crecimiento vegetativo de fríjol puede ser favorecido, el crecimiento reproductivo es severamente afectado produciéndose un alto porcentaje de caída de flores y de frutos pequeños. Este fenómeno es consecuencia del bajo poder germinativo del polen y de la escasa formación de las sustancias que retienen los frutos cuando la temperatura ambiental sobrepasa los 25°C (10, 18).

Cuadro 1. **Producción y productividad del fríjol en las zonas templada y tropical de América (período de tres años).**

	1968	1969	1970
	Zona templada		
Superficie x 106 ha	0.77	0.77	0.77
Producción x 106 t.m.	0.97	1.06	1.02
Rendimiento x 103 kg/ha	1.25	1.37	1.32
	Zona tropical		
Superficie x 106 ha	5.95	6.63	6.82
Producción x 106 t.m.	3.70	3.97	4.67
Rendimiento x 103 kg/ha	0.62	0.60	0.67

Estudios hechos bajo condiciones controladas han demostrado que el crecimiento del fríjol se desarrolla normalmente bajo condiciones de humedad relativa de 35 a 100 por ciento cuando la temperatura se mantiene entre 18 y 24°C. (13). Si extrapoláramos estos resultados en su nivel óptimo, podríamos decir que el fríjol se adapta a las condiciones del trópico húmedo. Desafortunadamente, la alta humedad relativa estimula la apertura de los estomas (11) y esta condición favorece la penetración de organismos patógenos cuyo ataque constituye uno de los principales problemas de la producción de fríjol. Las experiencias realizadas por el Instituto Colombiano Agropecuario, en regiones con humedad relativa de 70 a 80 por ciento, temperatura promedia de 28°C y alturas inferiores a 400 metros sobre el nivel del mar han mostrado que el fríjol produce un crecimiento vegetativo satisfactorio pero un crecimiento reproductivo prácticamente nulo y una alta incidencia de enfermedades foliares y radicales, a partir de la época de la época de floración.

Las variaciones de humedad y fertilidad del suelo afectan el crecimiento normal del fríjol. El sistema radical de la planta es superficial y requiere, por lo tanto, de un suministro apropiado de agua durante su crecimiento reproductivo. La disponibilidad de agua no es muy frecuente en la cantidad exigida y en la época requerida, pues, de un lado las áreas irrigadas no son extensas en América Tropical y de otro, las lluvias son erráticas y mal distribuidas durante la época de producción de las cosechas. A lo anterior se agregan la acidez de los suelos, la toxicidad del aluminio o del manganeso, las deficiencias de calcio y de fósforo y la probable interacción de estos factores con la efectividad de la nodulación.

ENFERMEDADES, INSECTOS Y NEMATODOS

Posiblemente, las enfermedades constituyen el factor limitante de mayor importancia para la producción de fríjol en las regiones tropicales. Existen enfermedades causadas por bacterias, hongos y virus. Entre las primeras, la bacteriosis común (**Xantomonas phaseoli**) y la bacteriosis de halo (**Pseudomonas phaseolicola**) son las más frecuentes. Las dos enfermedades se desarrollan ampliamente bajo condiciones de humedad relativa alta y de temperatura fresca y ambas son transmitidas por la semilla. La bacteriosis común es especialmente favorecida en ambientes de temperatura de más de 20°C. y es la enfermedad bacterial más difundida en las zonas productoras de fríjol de América Latina. La falta de variedades resistentes y la práctica común de los agricultores de usar semilla sin control sanitario ha contribuido a la amplia diseminación de la enfermedad.

Entre las enfermedades causadas por hongos, las de mayor importancia son, posiblemente, antracnosis (**Colletotrichum lindemuthianum**) roya, (**Uromyces phaseoli** var. **typica**) pudrición del tallo (**Sclerotium spp**) y pudrición de la raíz (**Fusarium solani f. phaseoli**). La antracnosis es más severa en ambientes de temperatura media y baja, y alta humedad relativa. La roya es más favorecida en condiciones de ambiente seco y la pudrición de raíz prospera en suelos livianos y ambiente seco. El complejo antracnosis/ bacteriosis común/roya constituye un problema de apreciable magnitud para la producción de fríjol en las regiones medias y altas de los Andes en Colombia.

Las enfermedades virales, mosaico común y mosaico amarillo son prevalentes en todas las regiones productoras de fríjol. El virus del mosaico común se transmite por semilla y además por insectos, especialmente, por áfidos. Plantas silvestres de la familia malváceas son hospedantes del virus del mosaico amarillo el cual es transmitido por la mosca blanca (**Bemisia tabaci**) (19).

Varias especies de insectos atacan al fríjol en diferentes formas y en diferentes estados de crecimiento. Algunas como el cucarrón mexicano del fríjol (**Epilachma varivastis**) y el gusano de la vaina (**Aphion godami**) son más comunes en México y América Central, mientras que otras como el lorito o chicharrita verde (**Empoasca kraemeri**) y la mosca blanca (**Bemisia tabaci**) se encuentran ampliamente diseminados en toda América Tropical (19).

Suelos livianos en condiciones de alta humedad y temperatura favorecen el ataque de nemátodos (**Meloidogyne**, spp). Existen tres métodos para controlar el problema: uso de productos químicos, rotación de cosechas y variedades resistentes. El primero de estos sistemas es demasiado costoso y está fuera del alcance económico del pequeño agricultor. El segundo es fácilmente aplicable y el tercero es el más económico y eficiente.

ASPECTOS TECNOLOGICOS DE LA PRODUCCION DE FRIJOL EN EL TROPICO LATINOAMERICANO

Varias instituciones nacionales e internacionales de América Latina han estado vinculadas, por varios años, al estudio de los problemas de la producción de fríjol. Las investigaciones realizadas han aportado resultados de gran importancia en relación con variedades mejoradas, identificación y control de enfermedades e insectos, fertilización y manejo del suelo, densidades de población y periodos de siem-

bra. No han sido investigados los aspectos relacionados con la fisiología y arquitectura de la planta y el mejoramiento de la calidad.

Se puede afirmar que cada programa de investigación ha desarrollado variedades mejoradas adaptadas a condiciones locales o regionales. La Zona Norte del IICA* ha coordinado estudios de adaptación de variedades en los países de América Central. Algunas variedades fueron adaptadas con éxito en El Salvador, Honduras, Costa Rica y Nicaragua como también en Colombia y Venezuela. El Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA en Turrialba ha desarrollado variedades mejoradas para Costa Rica y otros países centroamericanos. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha obtenido variedades mejoradas para climas fríos, medios y cálidos mejorados (4). El Centro de Investigaciones Agronómicas de Venezuela, de Maracay, ha desarrollado variedades mejoradas de fríjol negro y espera conseguir variedades que se adapten a zonas con alturas menores de 400 metros sobre el nivel del mar. La Estación Experimental "La Molina" en Perú ha desarrollado variedades precoces del tipo canario (3). Varias instituciones de investigación y de enseñanza de Brazil, entre ellas, la Universidad Rural del Estado de Minas Gerais, el Instituto Agronómico de Campinas y la Secretaría de Agricultura del Estado de Río Grande do Sul han promovido con buen resultado la búsqueda de variedades mejoradas (15, 17).

Varias instituciones han realizado estudios básicos sobre identificación de razas de organismos patógenos. En Costa Rica, se han caracterizado razas de virus transmitidas por la mosca blanca **Bemisia tabaci** (9) y se han identificado, por lo menos, siete razas del hongo de la roya **Uromyces phaseoli** var. **typica** (6). En México, se han identificado 31 razas y en Brasil, 26 razas del mismo organismo (17).

El potencial de rendimiento de las variedades mejoradas obtenidas en diferentes países de América Latina parece muy bueno. Los resultados de las investigaciones indican rangos de producción de 1.300 a 3.000 kilogramos por hectárea.

Estudios de fertilización hechos en distintos países indican que los suelos de América Latina responden a la aplicación N–P–K. Las recomendaciones sobre aplicación de nitrógeno varían entre 30 y 60 kilogramos por hectárea aunque en algunas hechas en Brasil y Costa Rica recomiendan de 100 a 400 kilogramos de nitrógeno por hectárea (15). Las respuestas al potasio no son muy frecuentes pero las dosis requeridas fluctúan entre 0 y 100 kilogramos de K_2O por hectárea(8). En algunos experimentos realizados en Venezuela se encontró respuesta negativa a la aplicación de fósforo y de potasio (1) pero, en las áreas frijoleras de Centro América y de Brasil, la aplicación de fósforo es esencial para obtener niveles satisfactorios de producción (12, 15).

Los escasos estudios que se han hecho sobre fijación de nitrógeno en los nódulos de la raíz indican poca efectividad de la inoculación con **Rhizobium.** Posiblemente, las condiciones de fertilidad y de acidez de los suelos requieran de ciertos procedimientos agronómicos para la fijación efectiva del nitrógeno. (8).

Experimentos hechos en zonas templadas y tropicales indican que los rendimientos del fríjol se aumentan con el incremento de la densidad de población de plantas. En Colombia y Venezuela (12, 14) se han obtenido rendimientos significativamente superiores con el sistema de doble hilera (30 cm entre hileras y 60 cm entre pares de hileras) en comparación con el sistema de siembra de una sola hilera. En Brasil y en Guatemala se ha encontrado que la siembra en hileras cercanas produce más que la siembra en hileras distantes(17). Es necesario, sin embargo, profundizar la investigación en este aspecto en vista de los diferentes tipos de crecimiento que existen en las variedades cultivadas. Las variedades arbustivas o enanas, posiblemente, tengan una mayor adaptación a las poblaciones de mayor densidad que las de enredadera. El crecimiento ilimitado de las últimas requiere que la cosecha se haga en varias etapas y la densidad de siembra puede afectar la producción de las diferentes épocas de cosecha. Otros aspectos que deberían considerarse en relación con densidades de siembra son: el control de enfermedades y plagas, la mecanización, la fertilización y las prácticas de irrigación.

SUGERENCIAS SOBRE ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

Mejoramiento genético

Recolección y evaluación de germoplasma; creación de nuevas poblaciones y amplia utilización de las selecciones obtenidas. La recolección debe incluir el mayor rango posible de diversidad genética incluyendo especies silvestres y afines del género **Phaseolus.**

La selección en estas colecciones y en las nuevas poblaciones generadas por cruzamiento intraespecífico e interespecífico, puede dar origen a nuevos tipos de plantas con alto potencial de rendimiento y capacidad de responder a la fertilización y las altas densidades de siembra. También se recomienda:

* Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

• La selección por resistencia a enfermedades, con base en resistencia horizontal o poligenética, especialmente en los casos en que se conoce la existencia de razas patógenas.

• La selección por resistencia vertical o monogenética en los casos de enfermedades controladas por herencia mendeliana simple.

• La selección por calidad para mejorar la cocción, eliminar sustancias productoras de gases y aumentar el contenido de proteína.

Agronomía

Estudio de distancias óptimas de esparcimiento entre surcos y entre plantas para los sistemas de monocultivo y de cultivo asociado, en variedades arbustivas y trepadoras. Desarrollo de métodos efectivos de control de plagas y malezas, en varios sistemas de cultivo.

Suelos

Recomendaciones sobre dosis y épocas de aplicación óptimas, de macro y microelementos. Comportamiento de diferentes variedades en condiciones de acidez del suelo y efecto del nitrógeno en la modulación y contenido de proteína. Aislamiento de razas efectivas de **Rhizobium** y posibilidades de utilizarlas como medio de disminuir los costos de la fertilización nitrogenada.

Fisiología

Identificación de los parámetros fisiológicos que determinan el rendimiento. Estructura ideal de la planta de fríjol para las condiciones de monocultivo y cultivo asociado. Efecto del fotoperíodo y de su interacción con la temperatura en el crecimiento de la planta. Requerimiento de agua en condiciones de suelos tropicales.

LITERATURA CITADA

1. BARRIOS, A., B. A. RODRIGUEZ y S. ORTEGA. 1970. Resultados de ensayos de fertilización en caraota. (**Phaseolus vulgaris** L.) Agr. Trop. 20:355-369.

2. BASTIDAS, G. y L.H. CAMACHO. 1969. Competencia entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características del fríjol **Phaseolus vulgaris**. Acta Agronómica 19:69-88.

3. BOCANEGRA, S. 1970. Investigación de fríjol en Perú (Comunicación personal).

4. CAMACHO, L. H. 1969. Informe anual del programa de Leguminosas de Grano. Instituto Colombiano Agropecuario. (Mimeografiado).

5. CRISPIN, A. D. y S. L. DONGO. 1969. New Physiologic races of bean rust, **Uromyces phaseoli**. var. **typica** from México. Plant Disease Reporter. 46:411-413.

6. CRISTIEN, R. y E. ECHANDI. 1967. Razas fisiológicas más comunes de la roya **Uromyces phaseoli** var. **typica** en Costa Rica y evaluación de la resistencia de algunos cultivares de fríjol a la roya. Turrialba 17:7-10.

7. FAO. 1970. Production Yearbook, vol. 23.

8. FASSBENDER, H.W. 1967. La fertilización del fríjol (**Phaseolus sp**). Turrialba 17: 46-52.

9. GAMEZ, R. 1969. Enfermedades virosas del fríjol en Costa Rica. Moteado clorótico. XV Reunión Anual del PCCMCA (Informe mimeografiado).

10. MACK, H. J. y H. N. SING. 1969. Effects of high temperature on yield and carbohydrate composition of bush snap beans. J. Amer. Hort. Sci. 94:60-62.

11. MACKLON, A. E. S. y P. E. WEATHERLEY. 1965. Controlled environmental studies of the nature and origins of water deficits in plants. New Phytol. 64: 414-427.

12. MARTINI, J.A. y A. M. PINCHINAT. 1967. Ensayos de abonamiento del fríjol (**Phaseolus vulgaris** L.) en el invernadero con tres suelos de áreas frijoleras de Costa Rica. Turrialba 17:411-418.

13. O'LEARY, J.W. y G.N. KNECHT. 1971. The effect of relative humidity on growth, yield and water consumption of bean plants. J. Amer Soc. North Sci. 96:263-265.

14. ORTEGA, S. y G.A. BARRIOS. Sistema de siembra en hileras pares en caraota (**Phaseolus vulgaris** L.). Agron. Trop. 18: 357-361.

15. SANCHEZ, P.A. (ed.), 1972. A review of soil research in tropical Latin America. North Carolina State University. 263 p.

16. Secretaría de Agricultura. Río Grande do Sul. 1967. Comissao Tecnica de Feijao (Informe mimeografiado).

17. VIEIRA, C. 1966. Progresos nos trabalhos experimentais com o freijoairo común, na Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, Brasil, ano Agricola 1965-1966. Assc. Latinoamericana de Investigadores en Leguminosas de Grano. (Informe mimeografiado).

18. WATANAKE, H. 1953. Studies on the unfruitfulness of the bean. 2. Influence of temperature on the bud differentiation. J. Hort. Assoc. Japan 22: 100-106.

19. ZAUMEYER, W.J. 1968. The Rockefeller Foundation Grain Legume Report concerning the lowland tropics of the Americas. p. 59. (Mimeografiado).

II. Comentarios a la Conferencia sobre:

LOS PROBLEMAS DE PRODUCCION Y POTENCIALIDADES DEL FRIJOL *Phaseolus vulgaris* EN EL TROPICO BAJO

Comentarista: **Colin Leakey**

Hay una definición completamente inadecuada de lo que son "los trópicos" y "los trópicos bajos". Es preciso considerar la distribución de lluvias y de temperaturas con relación a posibles fechas de siembra para cultivos que tienen características particulares de maduración. El concepto de confiabilidad en la lluvia, basado en límites calculados de confianza en medios corrientes (1), ha hecho caer en desuso la discusión sobre media anual y también media mensual de lluvia. Para los cultivos sensibles a la necesidad de saturación de lluvia lo importante es la confiabilidad en las lluvias que puedan esperarse en el transcurso del período de cultivo.

Hay mucha literatura sobre los efectos de fuerte humedad en los diferentes períodos de crecimiento (2). En el ICA en Colombia, Cardona **et al** (3) hicieron labor muy útil con Diacol Nima, que podría probablemente adaptarse con ventaja en cualquier región y relacionarse con estudios estadísticos de la interacción genotípica ambiental usando variedades y tipos de plantas contrastantes.

TOLERANCIA A LA TEMPERATURA

Los únicos estudios detallados sobre los efectos adversos de altas temperaturas en colecciones de germoplasma han sido hechos en Canadá (4). Carecemos de información sobre las diferencias de tolerancia a las altas temperaturas que puede esperarse existan entre genotipos. El guisante (**Pisum sativum** L.), el fríjol (**Phaseolus vulgaris** L.) y el caupí (**Vigna unguiculata** L.) constituyen una serie interesante de plantas que tienen tolerancia creciente a altas temperaturas con respecto a formación de flores y frutos sobre la cual se sabe muy poco. La investigación que se ha realizado en fríjol para determinar su tolerancia a bajas temperaturas al comenzar el crecimiento, en ambientes templados del norte (5) como factor para hacer selección de materiales, pone de manifiesto que también puede haber variación genética útil para la tolerancia a altas temperaturas.

El doctor Hernández-Bravo se ha referido a la tendencia que tienen los suelos tropicales a un cambio muy rápido en la humedad existente en las raíces. La capacidad de algunos genotipos de fríjol para desarrollar un sistema radicular mucho más extenso que otros, da la clave del relativo éxito y estabilidad de los tipos indeterminados sobre los determinados. Hay que dar mucha más atención al mejoramiento y selección de un buen sistema radicular y poner cuidado en el peligro de desarrollar sensibilidad a la sequía como carácter correlativo a la selección determinante del sistema de germinación y de madurez precoz. El problema es bien conocido en los cereales (como la cebada). Puede ser indicado señalar que en Estados Unidos los fríjoles pinto y norteño grande, del norte, cuyo comportamiento se considera superior al de los fríjoles de los trópicos, son del tipo indeterminado y se siembran frecuentemente después de una previa irrigación del terreno de siembra.

IMPORTANCIA DECISIVA DE LA GERMINACION RAPIDA Y UNIFORME

Opinamos que la germinación rápida y uniforme es de gran importancia para la producción eficiente del fríjol. Si la humedad es apropiada, la textura y la labranza del terreno de siembra no son críticos, pero, si los suelos están casi secos hasta algunas pulgadas de la superficie, un terreno de siembra accidentado acentúa el problema de lograr una buena población. En experimentos hechos en Kabanyolo tuvimos dificultades para realizar satisfactoriamente cualquier labor mecánica de operación a mano, en suelos tropicales rojos, como son, por ejemplo, los que existen también en Brasil. Pensamos que la

siembra a mano, en surcos hechos a máquina, habrá de ser el paso intermedio entre la plantación totalmente manual y la mecanización total para la producción moderna de fríjol en parcelas de tamaño intermedio.

Como ya se ha indicado, un alto porcentaje de la producción de fríjol en América del Sur se obtiene de cultivos asociados con maíz. En un trabajo mío (6), discutí ampliamente las ventajas potenciales de los cultivos asociados. Esta afirmación la hice por haber hecho observaciones para saber por qué los agricultores, en ciertas regiones de Africa, persisten en la práctica de hacer cultivos asociados y en cambio adoptan con facilidad otras innovaciones.

En un trabajo hecho recientemente en la Universidad de Makerere, Kampala, Uganda, por mi Colega R.W. Willey y nuestro estudiante graduado Osiru (7), ellos estudiaron bastante a fondo las prácticas de cultivos intercalados y confirmaron la existencia de sinergismo entre el maíz y el fríjol arbustivo en varios sistemas de cultivo asociado sembrando fríjol entre las hileras de maíz. Sin embargo, este estudio no incluyó un análisis detallado del efecto del maíz sobre la epidemiología patológica del fríjol (en particular, el tizón bacterial) pero, en el campo, las hileras de maíz actuaron temporalmente como una barrera a la propagación del tizón en las plantas de fríjol. En otros estudios se están investigando los aspectos de crecimiento de la raíz y competencia por agua, en relación con el sinergismo entre maíz y fríjol en cultivos asociados.

En el IITA se estudian diferentes sistemas para lograr máxima productividad. En esa institución existe mucho interés en estudiar la competencia entre genotipos de fríjol así como entre fríjoles y malezas. Una vez más, los tipos indeterminados de fríjol y los indeterminados arbustivos han mostrado tener mayor capacidad de competencia que los determinados arbustivos precoces y además, tienen la capacidad de aumentar más rápidamente el índice de área foliar así como de compensar, con mayor eficiencia, las fallas en el crecimiento de las plantas en un terreno que tiene una población irregular de éstas. La supresión de malezas está también interrelacionada con la importancia de una rápida germinación y con el vigor de las plantas en su etapa inicial de crecimiento.

LAS TECNICAS SOBRE PRODUCCION DE SEMILLA SE DEBEN DESARROLLAR CON ANTERIORIDAD A LOS REGLAMENTOS

Los problemas relacionados con la obtención de semilla de buena calidad para ser utilizada por los agricultores no pueden ser resueltos por medio de reglamentos o códigos que se legislen sobre el particular. Antes de emitir la reglamentación sobre estándares de certificación de semilla es necesario, con anterioridad, desarrollar las técnicas necesarias para producir y procesar esa semilla. De lo contrario, las reglamentaciones que se aprueben no tendrán ningún valor práctico. Precisamente por haber desarrollado tales técnicas con suficiente detalle y precisión es que se ha logrado en los Estados Unidos de Norte América una gran eficiencia en el proceso de producción de semilla de alta calidad para muchos cultivos, entre ellos, el fríjol. Esa eficiencia en dicho proceso ha tenido un gran impacto en la producción y en la productividad de este grano.

No podré dar suficiente énfasis en la importancia que tiene el producir grano de fríjol para semilla bajo condiciones de precipitación mínima. Estas condiciones de producción se obtuvieron en Tanzania, sin necesidad de irrigación, aprovechando las últimas lluvias del período lluvioso para sembrar, las plantas crecieron con la humedad residual, en suelos volcánicos profundos (que rodean el monte Kilimanjaro) logrando crecer y fructificar en una época relativamente seca, lo cual favoreció la cosecha y contribuyó a que la calidad de la semilla de fríjol cosechada fuera de primera calidad. Es posible que el caso de Tanzania no se duplique en otras regiones del mundo pero es posible que sí se logren condiciones semejantes en las faldas de los Andes en América del Sur y de la cadena volcánica que atraviesa América Central y México.

Nuestra experiencia en Africa, en especial en Kenia, indica que los agricultores responden positivamente a la disponibilidad de semilla de calidad superior pero es necesario advertir que con el solo hecho de decir que, por el hecho de que un lote de semilla fuera producido bajo control gubernamental, sea admitido con credulidad por los agricultores. El ambiente apropiado para la producción de semilla inspira más confianza que el llamado "ojo vigilante del técnico agrícola".

No se puede esperar que, a corto o mediano plazo, se logre producir semilla mejorada de fríjol que esté libre de enfermedades y que alcance a abastecer las necesidades totales de siembra. Además, existe el factor sicológico de que muchos agricultores prefieren continuar produciendo su propia semilla. Por tal razón, es necesario continuar educando a los agricultores para que escojan sus mejores lotes de siembra y los dediquen a obtención de semilla y dentro de este sistema, lograr los mejores resultados posibles. Quizás, si se logra establecer lotes de demostración en

terrenos de agricultores que cooperen en el programa de producción de buena semilla se podría difundir información entre los agricultores acerca de la necesidad de utilizar semilla de buena calidad.

UNA META IMPORTANTE: PRODUCIR ALIMENTOS A PRECIOS RAZONABLES PARA EL CONSUMIDOR

No creo que se llegue a conseguir que el cultivo de fríjol llegue a constituir una buena inversión para el agricultor ya que su rentabilidad en relación con el capital invertido alcanza un constante nivel de altos ingresos. Quizás ningún cultivo productor de alimentos alcance tal nivel.

Considero más valioso el tratar de desarrollar una tecnología de producción que permita un abastecimiento de alimentos a precios razonables para los consumidores, tanto en los campos como en las ciudades, dejando a los agricultores que producen alimentos básicos suficiente disponibilidad de tierra y de tiempo para que puedan producir otras cosechas que sean económicamente más provechosas.

Sugeriría que se tratara de alcanzar una producción generalizada a un nivel de unos 1.000 hasta 1.200 kg/ha de fríjol, utilizando una tecnología sencilla de aplicar. El logro de esta meta significaría una gran contribución al abastecimiento de alimentos a nivel nacional o regional. Si se ambicionan niveles más altos de producción —lo cual quizás sea técnicamente factible— quizás no sea factible de lograr en una escala de amplitud. Posiblemente, resultaría más provechoso utilizar esos recursos en la producción de cultivos alternos.

Si hubiera disponibilidad de grandes áreas aptas para el cultivo de plantas leguminosas, creo que preferiría dedicar esos recursos al cultivo de soya y no al de **Phaseolus**. Probablemente, los únicos tipos de fríjol que podrían tener un desarrollo comercial amplio, si se dispusiera de un paquete tecnológico amplio, serían algunos que tienen un mercado especializado, para satisfacer requisitos muy definidos, tales como los tipos que se utilizan para enlatar (de grano pequeño, como los llamados "Navy beans"). Sin embargo, en estos casos específicos, se corre el peligro de la limitación del mercado y la poca elasticidad del mismo. Con ellos no habría posibilidades de contar con un elemento estable para el desarrollo agroeconómico de una determinada zona.

Mis comentarios finales se refieren a la planeación de la futura investigación sobre fríjol.

El IICA, a través de su centro de investigación localizado en Turrialba, Costa Rica, ha publicado una valiosa bibliografía sobre este cultivo. El PCCMCA ha desarrollado actividad muy provechosa en este sentido. La organización denominada **Bean Improvement Cooperative**, a la cual, me imagino, pertenecemos la mayoría de los técnicos presentes en este Seminario, es un excelente medio de enlace bajo la acción coordinadora del Secretario Ejecutivo, Profesor Dermot Coyne. Sería conveniente considerar la conveniencia de publicar en idioma Español el Informe Anual que produce esta organización. Deseo anunciar que, en fecha próxima, aparecerá publicada una revisión sobre este cultivo en **Field Crop Abstracts.**

Muchos de ustedes me han facilitado reimpresos de sus publicaciones que han sido muy útiles en la elaboración del texto de esta revisión, de la cual soy autor. Recomiendo que, con base en la información de que se dispone en cuanto a fríjol, convendría iniciar una encuesta para saber qué hay publicado y quiénes trabajan en este cultivo, a fin de canalizar esta información a través de un programa que podría conducir el CIAT u otra institución similar; esta encuesta y su resultante programa de información servirían de base para el planeamiento posterior de la investigación y otras actividades complementarias dirigidas hacia el mayor impulso del cultivo del fríjol en el mundo.

LITERATURA CITADA

1. MANNING, H.L. 1956. The statistical assessment of rainfall probability and its application in Uganda agriculture. Proc. Roy. Soc. B 144, 460-480.

2. LEAKEY, C. 1973. Beans, **Phaseolus vulgaris** L., as a grain crop. Field Crops Abstract (en prensa).

3. CARDONA, C., L.H. CAMACHO y S.H. OROZCO. 1969. Diacol Nima, una variedad mejorada de fríjol. Bol. de Divulgación 8. 24 p. Departamento de Investigación Agrícola. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.

4. ORMROD, D.P., C.J. WHOOLEY, G.W. EATON y E.H. STOBBS. 1967. Effect of temperature on embryo sac development in **Phaseolus vulgaris** L.

5. AUSTIN, R.B. y M.S.M. MACLEAN. 1972. A method of screening **Phaseolus** genotypes for tolerance to low temperature. J. Hort. Sci. 47, 279-290.

6. LEAKEY, C. 1972. Factors affecting increased production and marketing of food crops in Uganda. East African J. Rural Development 4 (2) 1.20.

7. WILLEY, R.W. y D.S.O. OSIRU. 1973. Studies on mixture of maize and beans (**Phaseolus vulgaris**) with particular reference to plant population. J. Agric. Sci. (Cambridge). (En prensa).

LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE FRIJOL EN AMERICA CENTRAL

Conferencistas: Juan Antonio Aguirre y Heleodoro Miranda

Los sistemas de producción de fríjol son muchos y muy variados. La persistencia de tales sistemas es innegable y los factores que la motivan son poco conocidos.

El objetivo de este trabajo es, por tanto, describir los sistemas de producción de fríjol tratando de entender las interrelaciones entre éstos y el medio socioeconómico en que se desenvuelve la producción en función de las variables que lo caracterizan y que contribuyen a su permanencia y las deficiencias en cuanto al logro de un alto nivel productivo tanto en el aspecto físico como en el económico.

¿Qué es un sistema de producción agrícola? Es necesario definir este concepto antes de entrar en materia. Los siguientes son planteamientos que pueden ayudarnos a lograr tal definición.

Un sistema de producción agrícola se debe concebir como un conjunto suficientemente amplio para incluir los aspectos técnicos, económicos, sociales, políticos y culturales de los miembros de una sociedad que definen y enmarcan las relaciones básicas entre ellos y la tierra, canalizándolos hacia/o en favor de la producción agrícola.

Debemos comprender que los métodos y técnicas de producción se estandarizan a nivel local o comunal y que los sistemas de valores y condiciones imperantes a través del tiempo se orientan a la preservación de las formas de cooperar con la naturaleza. Es por eso que la herencia cultural y la organización socioeconómica forman el medio que condiciona los sistemas de producción agrícola (6).

Lo anterior lleva a concebir un sistema de producción agrícola como enmarcado por tres clases de componentes: a) biofísicos, b) tecnológicos y c) socioeconómicos dándole a este último el más amplio sentido sociocultural-económico-organizacional.

EL MEDIO AMBIENTE SOCIOECONOMICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE FRIJOL

El primer factor que caracteriza el medio ambiente de la producción de fríjol es la dispersión de las unidades. El fríjol no es como los cultivos tradicionales, base de nuestras economías, fácilmente ubicables geográficamente. Por ejemplo, al hablar de la zona algodonera de El Salvador, de un total de 1.642 explotaciones que se han registrado, 670 están en el departamento de Usulután, 642 en San Miguel y 179 en La Unión, o sea, el 90 por ciento de las explotaciones está concentrado en 3 de los 14 departamentos del país (4).

Por otra parte, si se observa el Cuadro 1, en el que aparece la dispersión geográfica del número de explotaciones, superficie neta y producción de fríjol solo o intercalado (con maíz principalmente) en El Salvador, se deduce que no se pueden señalar a simple vista las zonas principales de producción sin hacer un detenido análisis, como en el caso del algodón.

Como consecuencia directa de esta dispersión el agricultor busca la adaptación ecológica múltiple mediante variantes en los sistemas de producción con resultados muchas veces desalentadores, convirtiéndolos en métodos de producción puramente de subsistencia.

Los efectos secundarios de tal dispersión sobre los sistemas de producción, pueden actuar así:

— Impiden el desarrollo de un paquete tecnológico dentro de un marco ecológico razonable.

— Dificultan el desarrollo de material genético de alta potencialidad al buscar una amplia gama de adaptabilidad que, a lo mejor, no es ni económica ni ecológicamente necesaria.

Cuadro 1. **Distribución geográfica de la producción de fríjol en El Salvador.**

Departamentos	Número de explotaciones	Fríjol sembrado		Número de explotaciones	Fríjol sembrado con maíz		
		Superficie neta (ha)	Producción (kg)		Superficie neta (ha)	Producción fríjol (kg)	Producción maíz (kg)
Ahuachapán	1.456	324	406.963	1.877	1.283	1.036.047	1.819.794
Santa Ana	5.106	1.625	2.564.693	3.241	2.558	1.968.249	2.813.395
Sonsonate	1.290	547	531.689	307	292	186.752	382.522
Chalatenango	5.857	2.088	1.254.611	920	858	457.013	818.378
La Libertad	5.228	826	2.648.121	1.486	1.441	1.411.351	2.118.989
San Salvador	1.725	646	454.583	1.384	718	389.473	825.096
Cuscatlán	3.463	1.137	705.803	2.756	1.445	568.391	1.390.497
La Paz	2.395	982	564.318	756	449	234.130	445.134
Cabañas	4.617	3.393	1.450.403	1.219	946	354.862	807.674
San Vicente	2.818	1.642	1.153.139	266	148	78.003	128.533
Usulután	1.879	841	828.267	270	151	123.931	194.781
San Miguel	1.542	882	681.251	931	562	334.109	504.780
Morazán	660	201	102.454	1.398	1.001	423.947	832.158
La Unión	487	212	137.837	304	234	135.173	228.524

Fuente: Segundo Censo Agropecuario, 1961. República de El Salvador.

— Dificultan el desarrollo de un sistema de provisión de insumos agrícolas.

— No dan lugar para el establecimiento de un sistema integrado de comercialización.

— Encarecen los costos de asistencia técnica por cliente.

— Diluyen los limitados recursos técnicos.

— Dificultan el desarrollo de un sistema integrado de provisión de bienes y servicios necesarios para la producción.

El segundo factor es el tamaño de las explotaciones. En el caso del fríjol, estamos frente no sólo a unidades dispersas sino pequeñas; por ejemplo, en El Salvador, el tamaño promedio fluctúa entre 0.15 y 0.73 hectáreas en fríjol solo y en el fríjol asociado entre 0.51 y 0.95 hectáreas. Ver Cuadros 2, 3 y 4.

La primera y más importante repercusión del tamaño de la plantación es la imposibilidad de absorber niveles de inversión de capital fijo y variable que haría la explotación económica y tecnológicamente viable.

Lo anterior dificulta la introducción y el consecuente uso de mejor tecnología, cuando sabemos que

Cuadro 2. **Tamaño promedio y rendimiento de fríjol en El Salvador.**

Departamentos	Tamaño de la plantación		Rendimientos (kg/ha)	
	Solo (ha)	Asociado (ha)	Solo (ha)	Asociado (ha)
Ahuachapán	0,22	0,68	1.256	807
Santa Ana	0,31	0,78	1.578	769
Sonsonate	0,42	0,95	972	639
Chalatenango	0,35	0,93	600	532
La Libertad	0,15	0,96	3.205	979
San Salvador	0,37	0,51	703	542
Cuscatlán	0,32	0,52	620	393
La Paz	0,41	0,59	574	521
Cabañas	0,73	0,77	427	375
San Vicente	0,58	0,55	702	527
Usulután	0,44	0,55	984	820
San Miguel	0,57	0,60	772	594
Morazán	0,30	0,71	509	423
La Unión	0,43	0,76	650	577

Fuente: Segundo Censo Agropecuario, 1961.

Cuadro 3. **Número y tamaño de explotaciones de fríjol sembrado solo en diferentes épocas y su producción.**

Tamaño de la explotación (ha)	Número explotaciones	Superficie sembrada (ha)					Producción (kg)			
		Bruto	Neto	Mayo	Sept.	Otra época	Total (kg)	Mayo	Sept.	Otra época
Menores de:										
1	12.127	2.771.0	1.595,7	1.964.7	1.748.5	57.8	2.015.439	691.853	1.268.639	54.947
1 a 1.99	10.505	3.800.9	2.847.4	1.648.8	2.107.2	44.9	2.482.528	1.071.373	1.384.550	26.605
2 a 2.99	4.906	2.723.2	2.069.7	1.285.2	1.378.0	60.0	1.685.166	766.182	885.110	33.874
3 a 3.99	2.194	1.398.0	1.166.1	726.3	649.6	22.1	822.242	409.024	389.150	24.068
4 a 4.99	1.714	1.227.8	1.010.3	623.7	589.9	14.2	712.568	351.650	348.733	12.185
5 a 9.99	3.225	2.528.8	2.064.4	1.320.2	1.169.5	39.1	1.507.050	767.857	705.074	34.119
10 a 19.99	1.821	1.721.3	1.373.3	878.6	817.9	24.8	1.084.948	561.656	510.112	13.180
20 a 49.99	1.220	1.370.5	1.132.4	725.8	624.6	20.1	902.127	468.076	412.941	21.111
50 a 99.99	395	806.5	572.5	403.4	350.5	52.6	615.436	274.245	270.967	70.224
100 a 199.99	200	436.9	328.4	184.7	238.9	13.3	213.815	133.653	170.355	9.807
200 a 499.99	133	602.9	408.6	160.0	441.6	1.3	452.695	133.319	318.824	552
500 a 999.99	50	337.1	260.4	170.9	138.3	27.9	239.240	112.571	117.285	9.384
1.000 a 2.499.99	24	484.0	271.2	230.3	238.4	15.3	390.016	155.094	217.442	17.480
1.500 y más	9	269.4	251.9	164.4	105.0	—	260.867	203.367	57.500	—
Total	38.523	20.478.3	15.352.3	9.487.0	10.597.9	393.4	13.484.137	6.099.919	7.056.682	327.536

esto implica desembolsos y compromisos económicos cuyo riesgo implícito, por el tamaño de los productores, es de difícil aceptación.

Los problemas de dispersión y tamaño son tan reales como necesarios de ser considerados, si se desea realmente hacerle frente a los niveles tecnológicos que los sistemas de producción actuales representan.

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS: ESTUDIO DE UN CASO

Las comunidades seleccionadas para el análisis están ubicadas en el Valle de Siria, en la República de Honduras y la documentación se encuentra en el Informe del Año 1971 del Programa de Desarrollo de Granos Básicos (Proyecto "Francisco Morazán") auspiciado por los bancos hondureños Central y Nacional de Fomento (5).

El valle está localizado entre los 16°31' y 16°13' de latitud Norte y entre los 4°77' y 4°98' de longitud Oeste. Los terrenos se encuentran a unos 500 mts sobre el nivel del mar, con temperaturas mínimas absolutas de 8,8°C y precipitación media anual de 1.100 mm que se concentra entre Mayo y Octubre. Los suelos son depósitos aluvialescon exquisitos de mica, y volcánicos aluviales.

El valle posee una topografía variada; al lado de áreas planas existen otras de fuertes pendientes, en corta distancia se pasa de los 544 m.s.n.m. en el fondo del valle, a los 600 m.s.n.m. en las faldas de las montañas; no obstante la pequeña diferencia, el valle es bastante quebrado y siempre ha sido considerado como una zona frijolera importante.

Tenencia y tamaño de parcela

El 68 por ciento de los agricultores lo constituyen los pequeños propietarios y el resto son ocupantes; de lo anterior, el 43 por ciento es menor de 5 manzanas, 32 por ciento entre 5 y 10, y 24 por ciento mayor de 10. El 66 por ciento posee sólo un lote y el 34 por ciento, 2 o más lotes de fríjol. El promedio de tamaño de parcela es de 8 manzanas de las cuales 4 se dedican a maíz, 2 a fríjol y 2 a otros usos.

Cuadro 4. **Síntesis de las categorías por tamaño de las áreas productoras de fríjol en El Salvador.**

Categorías por tamaño (ha)	Explotaciones		Superficie neta		Producción	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Menores de 9.99	34.671	90.00	10.751	70.00	9.224.993	68.41
Mayores de 10.00	3.852	10.00	4.601	30.00	4.259.144	31.59
Total	38.523	100.00	15.352	100.00	13.484.137	100.00

Epoca de siembra

El 25 por ciento de los agricultores planta fríjol de primera siembra y el 51 por ciento de siembra tardía (postrera). Estas últimas son las preferidas debido a que se cosechan en la época seca.

Producción, uso y costos

Dos manzanas producen 20 quintales, de los cuales se vende el 67 por ciento y se consume en casa el 33. El costo total por manzana es de 168,00 lempiras (moneda hondureña: 2 lempiras = US$ 1.00).

Ingresos del agricultor que cultiva fríjol

Los agricultores del mencionado valle derivan sus ingresos anuales de la siguiente forma: 380 lempiras por la venta de maíz, 249 de fríjol, 568 de otros ingresos agrícolas, 954 de ingresos no agrícolas y 424 lempiras de consumo de productos agrícolas.

Es fácil ver que estos agricultores obtienen buena parte de sus ingresos de origen no agrícola. Las fincas que operan, en general, no son suficientes como fuente de ingreso y de sustento.

Tecnología y Crédito

La semilla es "criolla" en un 60 por ciento, el 90 por ciento de los agricultores no usa fertilizantes pero sí controla insectos en un 70 por ciento. El nivel tecnológico es irregular.

Sólo el 20 por ciento utiliza el crédito agrícola. La disponibilidad de este servicio es escasa y los requerimientos para el otorgamiento a este tipo de agricultor son estrictos, lo que no ayuda mucho a aquellos que de verdad necesitan ayuda.

Mercadeo del producto

La información sobre el mercadeo de los productos, en un 55 por ciento llega a los agricultores vía comerciantes, camioneros o compradores; el 31 por ciento, vía sus vecinos y amigos. El mercadeo está en manos de intermediarios.

Por carecer de recursos económicos, las facilidades de almacenamiento a nivel de finca son escasas y rudimentarias, cuando existen. A pesar de lo anterior, lo que venden lo hacen poco a poco, siempre que la situación económica lo permita; en otras palabras, el fríjol representa un ahorro en especie.

¿Cómo llegan los conocimientos tecnológicos?

El grupo, en general, no es de fácil acceso. La mitad de los agricultores no sabe ni leer ni escribir y su principal fuente de información son sus vecinos y amigos, en un 73 por ciento de los casos.

Los folletos, la radio y el periódico han servido de fuente de información en menos del 1,5 por ciento de los casos. Los empleados de banco y de empresas comerciales sirvieron de medio de difusión, en la introducción de fertilizantes, en un 18 por ciento de los casos.

Condiciones generales de vida

El 80 por ciento de los jóvenes menores de 15 años no asiste a la escuela. El promedio de personas por familia es de 7. El 80 por ciento de las casas no tiene luz eléctrica; el 70 carece de agua potable y el 73 por ciento tiene piso de tierra. En general, los agricultores están conscientes del origen de sus problemas: el 32 por ciento manifestó que eso era debido a sus bajos ingresos; el 41 a la falta de asistencia técnica; el 11 a las sequías; el 12 a la falta de tierras, el 2 a la asistencia médica y el 2 por ciento restante debido a otros factores. No obstante, en lo referente a su comunidad, en general le dan prioridad a luz, agua potable y caminos siguiéndole en orden: educación, adquisición de más tierras y alcantarillado.

Lo anterior, aunque en forma sintética, representa una visión rápida pero bastante exacta de la situación de la generalidad de los agricultores a quienes, en el caso del fríjol, se dirigirán los esfuerzos de la investigación, educación y extensión agrícolas.

SINTESIS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE FRIJOL DERIVADAS DEL MEDIO SOCIOECONOMICO

Las características de las unidades de producción que derivamos de las condiciones anteriores, podrían sintetizarse de la siguiente forma:

— Unidades numerosas y generalmente sin una concentración geográfica muy marcada.

— Predominantemente, parcelas pequeñas (minifundios).

— Sin orientación definida hacia una economía de mercado.

— Carencia de capital propio o de fácil acceso a fuentes de crédito público o privado.

— Uso de niveles tecnológicos rudimentarios.

— Carencia de información y/o conocimiento real del mercado de productos o insumos.

— Clientela no comúnmente acostumbrada al contacto con la asistencia técnica.

— Los sistemas de comercialización que utilizan son simples y limitados al movimiento de pequeñas partidas de productos.

— Infraestructura deficiente de servicios comunales.

— Niveles de vida de subsistencia, o muy cerca de ellos en los cuales un fracaso muy a menudo significa el hambre de la familia.

— Sin criterio de administración de sus fincas.

— Con recursos naturales muchas veces marginales o submarginales para la realización de actividades agrícolas.

— Sin poder político para participar en las decisiones que los afectan.

Las características anteriores definen un medio ambiente socioeconómico en el cual, aun cuando lográsemos incrementos de producción sustanciales a través de un esfuerzo tecnológico de gran magnitud, la estructura económica y las condiciones imperantes en las áreas de producción no garantizan una rápida absorción del nuevo paquete tecnológico que se lograse desarrollar.

La caracterización, por tanto, del medio socioeconómico de fríjol hace pensar en la necesidad de un esfuerzo combinado en dos frentes: **el tecnológico**, cuyo objetivo sería el desarrollo de un "paquete tecnológico" de alta productividad física y económica; y **el socioeconómico**, cuyo objetivo sería la transformación pareleta del medio socioeconómico y de los patrones de organización social y cultural que aceleren la adopción de dicho paquete.

LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE FRIJOL

Existen cuatro sistemas de producción de fríjol que son: 1) fríjol tapado, 2) fríjol solo, 3) fríjol asociado con algún otro cultivo, y 4) fríjol intercalado con algún otro cultivo; los demás sistemas son variantes de estos cuatro. La presentación de cada sistema se realizará brindando información descriptiva del mismo, sobre rendimientos físicos y económicos, y por último, estableciendo algunas de las implicaciones del sistema.

Fríjol tapado

Descripción

El sistema de producción denominado "fríjol tapado" es, a no dudar, la más rudimentaria de todas las formas de producir fríjol. El método consiste fundamentalmente en regar o "volear" el grano sobre una superficie cubierta de malezas de pequeño tamaño; terminada esta operación, se procede a pasar sobre las malezas con machete, cortándolas y volteándolas sobre las semillas de fríjol con el propósito de que cubran las semillas.

El sistema anteriormente descrito consta de dos componentes básicos: la semilla y la mano de obra que se utiliza a lo largo de todo el proceso. En este sistema no existe, como tal, limpieza y preparación de terreno y mantenimiento del cultivo. Las únicas dos operaciones identificables son: 1) la siembra, que se mezcla con algo de preparación a través de la pasada con el machete y volteo de la maleza y 2) la cosecha. La cosecha es la operación que requiere mayor esfuerzo y uso de mano de obra.

El uso de capital e insumos, como se ha mencionado, se reduce al costo del machete, de los sacos para guardar el grano y a veces, el valor del arriendo del terreno el que, en estos casos, es comúnmente pagado en especie. La semilla, en este sistema de producción, es casi siempre parte del fríjol que se guardó de la cosecha pasada.

El uso de mano de obra se reduce al equivalente en jornales del esfuerzo puesto en el riego de la semilla, cortada de las malezas y volteo de éstas. Por último, las operaciones de arranque, aporreo y soplado. El sistema de producción de fríjol tapado, como se observa, utiliza un mínimo de insumos y el esfuerzo mayor de mano de obra se utiliza al principio y al final del ciclo de producción.

Productividad física y económica

La productividad física y económica de este sistema es poco conocida; sin embargo, los estudios realizados a la fecha muestran que tiene un bajísimo rendimiento físico y económico.

En Costa Rica, Duplán y Aguirre (2) estudiaron los rendimientos físicos y económicos del sistema. Los resultados se presentan en el Cuadro 5. Aunque en principio el sistema de producción era el de tapado, siguiendo el patrón anteriormente descrito, se

Cuadro 5. **Productividad física y económica del fríjol tapado en Costa Rica.**

Rubros de gastos	Colones *
Mano de obra	167.69
Semilla	71.44
Abono	21.25
Babosicidas	4.72
Insecticidas	3.36
Sacos	4.10
Otros	65.70
Total	328.26
Rendimiento físico (qq/mz)	5.22
Ingreso bruto	382.20
Margen bruto	54.94
Costo por quintal	62.88

* Moneda costarricense = 8.60 colones por US$ 1.00.

encontró un fenómeno interesante. A medida que el cultivo fue avanzando en forma desordenada, los agricultores abonaron, regaron insecticidas y trataron de controlar las babosas (una plaga del cultivo).

En varias ocasiones se les hizo notar a los agricultores lo inútil del esfuerzo tardío de tecnificación, ya que, además de tardío, en el caso del abono, se descubrió que era excedente del utilizado para el café; que el insecticida lograría, por los niveles usados, sólo disminuir la infestación, nunca eliminarla, y el control de la babosa solamente incluía el cebo y no el veneno. Si a lo anterior se añade la forma inicial de siembra, el resultado estaba casi condicionado a un bajo nivel de productividad.

Esta tecnificación incipiente en sistemas tradicionales de producción de fríjol es común de encontrar. El agricultor de pocos recursos, al ver su cosecha en vías de pérdida, trata de remediar el fracaso con acciones que jamás resolverán el problema y que reflejan un cierto conocimiento de qué hacer, en caso de presentarse problemas.

Implicaciones del sistema

El sistema de producción descrito está enmarcado dentro de un nivel económico y sociocultural de los más bajos de América Latina. Económicamente, por su tamaño, cuando son propietarios de su parcela los productores carecen de toda infraestructura de capital de inversión, el que se reduce a la tierra y su choza de vivienda en la que acomodan sus utensilios de trabajo. Los terrenos, generalmente, son pendientes y bastante erosionados y no deberían ser utilizados para cultivos anuales que incrementan los problemas de la erosión.

En el caso de que no sean propietarios del terreno, cosa que es frecuente, utilizan el terreno en usufructo por una cosecha, como compensación por ser peones de una hacienda y como parte del pago imputado por su trabajo. En estos casos, el terreno varía cada año ya que el peón debe entregarlo limpio para que el patrón siembre pasto al año siguiente.

Ya sea propietario, peón o una mezcla de ambos, en general, el criterio de producción es para el autoconsumo; el excedente de producción, si existe, es sacado al mercado en pequeñas partidas que son vendidas a camioneros en los mercados locales, nunca en cantidades lo suficientemente grandes para afectar ni los canales de mercadeo ni los precios.

La asistencia técnica es casi desconocida como tal; la tecnología que conocen llega a ellos por su vecindad con fincas mayores en las que se aplica la tecnología o por laborar como peones en dichas fincas y muchas veces estar envueltos ellos mismos, como peones, en la aplicación de dichas prácticas tecnológicas.

El crédito agrícola, como tal, es desconocido en este grupo y los recursos utilizados son de forma de mano de obra y semilla; el primer componente no requiere desembolso y el segundo generalmente está disponible de la cosecha pasada, o sea que, si nos referimos al Cuadro 5, el desembolso efectivo real es de sólo $ 35,43 gastados en la compra de abono, insecticidas, babosicidas y sacos, ya que el resto de los costos para este nivel de tecnología tiene poco sentido en la práctica. La experiencia demuestra que, mientras el esfuerzo productivo hecho cubra las necesidades del grano de la familia y deje un excedente para cubrir los gastos en efectivo cuando los hubiese, la cosecha se considera como una actividad razonablemente productiva física y económicamente.

El sistema persiste a largo plazo por lo descrito en los párrafos anteriores, pero sobre todo porque no existe en el proceso productivo mayor compromiso económico para el productor. En caso de un fracaso, es el productor mismo su principal acreedor y éste paga a través del hambre que pasan él y su familia.

Fríjol Solo

El sistema de producción de fríjol "sembrado solo" es, como su nombre lo indica, la realización de un esfuerzo productivo con una meta y no un tanto accidental de obtener fríjol, como en el caso del fríjol al voleo. En el sistema de fríjol sembrado solo se pueden distinguir por primera vez las cuatro fases básicas del cultivo: limpieza y preparación; siembra y fertilización; mantenimiento y cosecha.

Las diferenciaciones básicas identificables son: 1) fríjol solo/operación manual, 2) solo/tracción animal, 3) solo/con alguna mecanización y 4) solo/con alguna mecanización y riego; esta última es una variante especial de las anteriores.

Las diferenciaciones se producen con posterioridad en las formas en que se realizan las actividades y el número de éstas dentro de cada una de las cuatro fases básicas.

Fríjol solo/operación manual

Descripción

En el fríjol manual se procede primeramente a la limpieza de la parcela con machete. La maleza cortada puede amontonarse o no; se deja secar y se le prende fuego para proceder al emparejamiento y limpieza total del terreno. Esta limpieza es totalmente manual y no se practica ninguna preparación del suelo como tal.

La siembra generalmente es a mano, ayudada por el espeque o chuzo para la apertura de los hoyos en los cuales se deposita la semilla. Aunque no hay preparación formal, se trata de seguir más o menos un orden en el proceso de siembra.

El mantenimiento es simple y consiste exclusivamente en una limpieza manual realizada con machete. La cosecha se compone de las etapas conocidas: arranque, aporreo y soplado. El uso de insumos se concreta a la semilla y a la compra de sacos para el envase del fríjol.

La semilla utilizada es un 70 por ciento "criolla" o comprada en el mercado local o bien, separada de la producción anterior con base en una apariencia más o menos aceptable.

Productividad física y económica

Los estudios realizados sobre la productividad física y económica de este sistema son un poco más abundantes debido posiblemente a que éste representa el primero de los esfuerzos formales en la escala tecnológica de producir fríjol.

En Honduras, en la zona de Santa Rosa de Copán, en los años 1966-67, se obtuvieron los resultados que se presentan en el Cuadro 6. La semilla utilizada fue "criolla" y no se usó ningún insumo tecnológico. La cantidad de semilla fue de 96 libras por manzana. Los resultados son un tanto más alentadores desde el punto de vista físico; por otra parte, el análisis económico no es comparativo por la diferencia en tiempo entre países y condiciones económicas imperantes; no obstante, son puntos de referencia que resultan interesantes.

Cuadro 6. **Productividad física y económica del fríjol sembrado solo/operación manual. Copán, Honduras. 1966-67.**

Rubros de actividad	Jornales	Lempiras
Preparación del terreno	23.96	43.15
Siembra	15.71	14.15
Mantenimiento	22.55	20.30
Cosecha	24.85	23.30
Insumos (96 libras)		13.55
Arrendamiento		10.00
Total		124.25
Rendimiento (qq/mz)	9.88	
Ingreso bruto		118.56
Margen bruto		5.89
Costo por quintal		12.59

Fuente: Secretaría de Recursos Naturales de Honduras. 1968. Servicio Cooperativo de Desarrollo Rural. Costos de Producción. Sección de Economía Agrícola. Tegucigalpa, Honduras p. 11.

Fríjol solo/tracción animal

Descripción

Este sistema difiere del anterior esencialmente en la etapa de preparación del terreno, después de la limpieza inicial y quema de las malezas, ya que en este sistema, después de limpio el terreno, se procede a ararlo, cruzarlo y a la hechura de los surcos correspondientes. El resto de las operaciones no difiere en absoluto de las realizadas en el sistema de fríjol solo/manual y son efectuadas sin la intervención de ningún elemento diferente a la mano de obra del agricultor.

Productividad física y económica

Duplán y Aguirre (2), trabajando en Costa Rica, mostraron que este sistema cuando se utiliza acompañado de cierto uso de insumos tecnológicos logra en promedio 11,41 quintales por manzana, un margen bruto por manzana de ₡ 150,47 y un costo por quintal de ₡ 60,95 (Cuadro 7).

El mismo sistema ha sido estudiado en El Salvador por Oviedo y Aguirre (1, 3) en forma preliminar para diferentes niveles de tecnología y los resultados se presentan en el Cuadro 8. En el mismo, se observa un rendimiento físico y económico superior, cuando se usa tecnología.

Cuadro 7. **Productividad física y económica del fríjol solo/tracción animal, en Costa Rica.**

Rubros de actividad	Colones
Mano de obra	366.61
Semilla	90.12
Abono	109.28
Babosicidas	12.61
Insecticidas	10.04
Fungicidas	1.96
Herbicidas	21.14
Sacos	7.20
Otros	76.53
Total	695.49
Rendimiento (qq/mg)	11.41
Ingreso bruto	845.96
Margen bruto	150.47
Costo por quintal	60.95

Cuadro 9. **Productividad física y económica del fríjol solo/semimecanizado, en Copán, Honduras. 1966.**

Rubros de gastos	Jornales	Lempiras
Limpieza y preparación	35	74.00
Siembra	6	9.00
Mantenimiento	20	30.00
Cosecha	21	24.50
Insumos (100 libras)		15.00
Arrendamiento		10.00
Total		162.50
Rendimiento (qq/ha)	20	
Ingreso bruto		220.00
Margen bruto	57.50	
Costo por quintal		8.12

Fuente: Secretaría de Recursos Naturales de Honduras. 1968. Servicio Cooperativo de Desarrollo Rural. Costos de Producción. Sección de Economía Agrícola. Tegucigalpa, Honduras p. 11.

Fríjol solo/con alguna mecanización

Descripción

Este sistema es semejante al fríjol solo/operación manual y, con bueyes, consistiendo la diferencia básica entre éste y el anterior en la sustitución de la tracción animal por el tractor, en algunas operaciones efectuadas al preparar el terreno, de preferencia, en la arada. El resto de las operaciones del sistema se realiza con la ayuda de los bueyes, complementándose con las labores usuales ya descritas anteriormente.

Productividad física y económica

Los estudios realizados en Honduras, en la zona de Copán, en 1966, muestran la productividad física y económica del fríjol producido en este sistema. Los resultados se incluyen en el Cuadro 9. La sustitución se realizó en el proceso de la arada del terreno que fue hecha con tractor; la limpieza y la siembra se realizaron a mano y la hechura de surcos con bueyes.

Debe resaltarse que en este estudio no se utilizaron insumos tecnológicos de ninguna clase y que la semilla fue "criolla", a razón de 100 libras por manzana.

Otras variantes del sistema

El fríjol solo es, como se ha mencionado, el primer esfuerzo formal para producir el grano. Existen dentro de este sistema variantes y resultados de importancia que por carencia de información no se han incluido y son: el fríjol solo/con tracción animal, bajo riego y el fríjol solo/con alguna mecanización, bajo riego.

Cuadro 8. **Productividad física y económica del fríjol solo/tracción animal, en El Salvador. 1971.**

Etapas del cultivo	Sistema tecnificado ₡/mz	Sistema tecnificado Porcentaje	Sistema tradicional ₡/mz	Sistema tradicional Porcentaje
Limpieza y preparación	18.71	9.55	23.20	17.52
Siembra y fertilización	16.41	8.39	6.22	4.69
Mantenimiento	19.13	9.77	9.64	7.28
Cosecha	29.68	15.16	21.92	16.56
Insumos	66.94	34.19	33.73	25.48
Transporte	6.01	3.07	6.50	4.92
Arrendamiento	38.90	19.87	31.16	23.55
Costos de operación/mz	195.78	100.00	132.37	100.00
Rendimiento	14.69	–	8.83	–
Ingreso/mz	365.58	–	242.26	–
Margen bruto/mz	169.80	–	109.89	–
Costos/qq	13.32	–	14.99	–

En esencia, los sistemas son los mismos, con la sola excepción del riego. Por observaciones personales hechas en Honduras y El Salvador, sin ningún insumo tecnológico y sólo agua, los rendimientos físicos jamás han pasado de los 15 quintales por manzana.

Implicaciones del sistema

El grupo de sistemas presentados muestra una tecnología parcial y sobre todo caracterizada por mejoras en ciertas determinadas actividades relacionadas generalmente con aquellos insumos de más fácil obtención o disponibilidad como son la mano de obra y los bueyes. El fríjol con alguna mecanización es relativamente poco frecuente; sólo se practica en casos en que la maquinaria se puede alquilar fácilmente siendo muy raro el caso de que se hagan inversiones en maquinaria con miras al cultivo de fríjol.

En general, el cultivo sigue los patrones de tradicionalismo y falta de recursos físicos y socioeconómicos que caracterizan al productor de fríjol. No obstante, dentro de un amplio sentido, el fríjol producido en este sistema es tanto con miras al consumo diario como a la producción comercial. De crearse el ambiente tecnológico y socioeconómico apropiado, los que producen bajo este sistema podrían ser convertidos en un grupo que es receptivo a un esfuerzo razonable de fomento.

Fríjol asociado con maíz

Descripción

El sistema, como su nombre lo indica, representa principalmente el cultivo simultáneo sobre un mismo terreno del maíz y del fríjol. Este sistema requiere una adecuada preparación y limpieza del terreno, la que se realiza fundamentalmente utilizando tracción animal y desde luego, primero, al sembrar el maíz.

Debido al traslape de cultivos existe una serie de actividades de las cuales se benefician ambos cultivos, por lo que es difícil la distribución de los gastos incurridos, en especial, en mano de obra. Sólo los gastos de insumos directamente atribuibles al cultivo pueden calcularse sin mayor dificultad.

Dentro de este sistema existe una variación que influye en la clase de variedades de fríjol que se utiliza; ésta es, si el maíz y el fríjol se alternan cada 2, 4 ó 6 surcos, o sea, tantos de fríjol y uno de maíz; en la medida que aumente la distancia, se hace necesaria la utilización de variedades de guía o arbustivas.

Productividad física y económica

Como se observó anteriormente, es extremadamente difícil la distribución de los costos ya que, en este caso, existe tal dependencia entre los dos cultivos que es poco menos que imposible tal separación. Los estudios realizados en El Salvador por Oviedo y Aguirre (*) han tratado de estimar la productividad económica con base en opiniones de los propios agricultores de cómo ven ellos la distribución de los costos. Los resultados de tal análisis se presentan en el Cuadro 10. En este grupo, el promedio de tamaño de la parcela fue de 1,5 manzana y la producción mayor alcanzada fue de dos quintales.

Implicaciones del sistema

Este sistema tiene una ventaja interesante a su favor y es el hecho de que si se reconoce la limitación de recursos de tierra y capital de que adolecen los productores de fríjol, en él se utilizan estos dos recursos de una forma intensiva; esto, a largo plazo, beneficia al agricultor.

---

* Análisis de algunos casos especiales con características bien definidas.

Cuadro 10. **Productividad física y económica del fríjol asociado con maíz, en El Salvador.**

Rubros de gastos	Jornales	Colones
Limpieza y preparación		
Limpieza	5	19.25
Arada	5	19.25
Cruzada	2	7.50
Surqueada	1	4.50
Siembra y fertilización		
Siembra	3	7.75
Fertilización	1	3.00
Mantenimiento del cultivo		
Limpieza	9	19.50
Cosecha		
Arranque	6	12.75
Aporreo y soplado	5	11.25
Insumos		
Semilla	—	11.00
Fertilizantes	—	22.00
Transporte	—	3.00
Arrendamiento	—	27.00
Total		148.50
Rendimiento (qq/mz)	12	
Ingreso bruto		270.00
Margen bruto		121.50
Costo por quintal	12.37	

Es interesante resaltar que, en general, las variedades utilizadas dependen del distanciamiento, siendo los más comunes los sistemas 2 y 1; después, los sistemas 4 y 1. Debido al hecho de que crecen simultáneos, es necesario que se investigue el ciclo completo, no sólo desde el punto de vista económico y social sino agronómico, desarrollando métodos que permitan evaluar integralmente las relaciones fríjol-maíz.

Fríjol intercalado

Descripción

Este sistema de producción es quizá uno de los más difundidos y a diferencia del sistema de producción asociado, en este caso, el fríjol se siembra al final del ciclo de producción del maíz.

Después de que el maíz ha concluido su ciclo productivo se quita la mayor cantidad posible de hojas, doblando la parte superior de la planta y cuidando de que en esa parte doblada queden las mazorcas del maíz.

Lo anterior se hace con el propósito de secar la planta más rápidamente, dejando las mazorcas en una posición invertida a la original para que el agua no penetre y escurra la humedad de las mazorcas, protegiendo así la cosecha y almacenándola en la propia planta.

Terminada la operación, se procede a la limpieza de la parcela, generalmente, se aprovecha para repasar los surcos que estén en mal estado. De aquí en adelante el proceso es semejante a los otros: siembra y a veces fertilización, mantenimiento y cosecha.

Cuadro 11.- **Productividad física y económica del sistema de fríjol intercalado en Costa Rica.**

Rubros de actividad	Colones
Mano de obra	325.28
Semillas	70.85
Abono	102.36
Bebosicidas	8.40
Insecticidas	8.54
Fungicidas	3.54
Herbicidas	13.71
Sacos	8.94
Otros	60.34
Total	661.96
Rendimiento (qq/mz)	13.13
Ingreso bruto	971.94
Margen bruto	309.98
Costo por quintal	50.41

Productividad física y económica

Este sistema de producción es uno de los más comunes que se practican; no obstante, en el cálculo de la productividad económica, existe la duda de si se debe cargar o no al cultivo de fríjol la operación de doblar y quitar las hojas del maíz.

Para los efectos del presente estudio se ha decidido incluirla, ya que se considera esta operación y su resultado como parte integral de un proceso productivo, dado que esta operación puede o no ser necesaria para la producción de maíz. En el componente de mano de obra del Cuadro 11, está incluido este gasto.

El sistema intercalado ha sido comparado con algunos de los sistemas de producción de fríjol más comunes y los resultados obtenidos en Costa Rica (2) y presentados en el Cuadro 12, muestran que es el de mayor productividad física y económica de todos los estudiados.

Cuadro 12. **Productividad física y económica de cuatro sistemas de producción de fríjol en Costa Rica.**

Características	Sistemas de cultivo			
	Intercalado	Solo	Solo/tracción	Tapado
Gastos variables totales (por manzana)	661.96	696.95	695.49	328.26
Gastos totales (mz)	843.47	892.43	840.63	439.72
Producción promedio en quintales (mz)	13.13	12.31	11.41	5.22
Quintales para cubrir los gastos variables (mz)	9.01	9.48	9.47	4.47
Margen de utilidad (qq/mz)	4.12	2.83	1.94	0.75
Quintales para cubrir los gastos totales (mz)	11.48	12.14	11.43	5.98
Margen de utilidad (qq/mz)	1.65	0.17	−0.02	−0.76

Implicaciones del sistema

El sistema tiene algunos antecedentes, producto de la experiencia práctica que es necesario considerar.

Muchos agricultores entrevistados sostienen que las variedades de guía son menos susceptibles a problemas de plagas y enfermedades, al estar perfectamente sostenida y no cerca del suelo.

También, parece que por estar más tiempo en el terreno podría haber ocurrido una especie de selección natural; dicen los agricultores que si sobreviven es porque son buenas realmente. Por otra parte, al plantar el fríjol intercalado es posible que exista un traslape de beneficios al fríjol de las labores culturales que se le hicieron al maíz. Si bien es cierto que lo anterior es producto de observaciones de campo, los resultados parecen confirmarlo.

Es importante entender un poco mejor, desde el punto de vista técnico, el ciclo técnico/agronómico y socioeconómico del sistema intercalado fríjol/maíz.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCION DE FRIJOL

La diversidad de los sistemas de producción promueve a tratar de establecer prioridades entre ellos. Si se sintetizan los sistemas en dos grandes grupos: fríjol solo y fríjol asociado e intercalado, la decisión de prioridad no es tan fácil.

El fundamento para tal agrupamiento se basa en que los sistemas de producción sólo están basados en un tipo de planta estructuralmente diferente, ya que son fríjoles erectos, de arbusto, de mata, etc. En el caso de los asociados e intercalados, la estructura de la planta es de guía o quizá de semiguía, con sus problemas y características técnicas y socioeconómicas correspondientes.

Los indicadores de importancia relativa, como serían la producción y la superficie, si se toman, en el área centroamericana, dos países fronterizos —El Salvador y Guatemala— y se analizan los datos, se observa que ambos grupos de sistemas son de igual importancia por lo que parece lógico tratar de mejorarlos a ambos. (Cuadro 13).

En última instancia, al tratar de decidir sobre la importancia relativa, se observa que no existe una clara tendencia al respecto, y que ambos sistemas se deben considerar con las implicaciones en cuanto a diferencias de enfoque de esfuerzos en enseñanza, investigación, asistencia técnica y fomento y lo que tales esfuerzos signifiquen a corto, mediano y largo plazo.

Si se acepta que se tiene qué trabajar con ambos grupos, le pregunta que salta a la mente es la de si se puede lograr alguna mejora al tratar de introducir a tales grupos cambios tecnológicos bajo condiciones aparentemente tan incipientes y por demás, problemáticas. En los párrafos siguientes examinaremos las posibilidades de mejora que pudieran haber.

IMPACTO DF LA NUEVA TECNOLOGIA SOBRE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE FRIJOL

En la década de los cincuenta, los países del área centroamericana —incluyendo a Panamá— iniciaron un Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Uno de los cultivos del programa inicial fue fríjol. El esfuerzo hecho en fríjol pretendió establecer un mecanismo a través del cual se atacarán en forma sistemática y en común los problemas de investigación físico/biológica del cultivo.

Aunque hubo que superar no pocas dificultades, se han obtenido resultados halagadores, principalmente en los campos fitopatológicos, entomológicos y de fitomejoramiento. Este esfuerzo inicial, que ha contado con el apoyo del Instituto Interamericano

Cuadro 13. **Importancia relativa de ambos grupos de sistemas de producción en dos países centroamericanos.**

	Porcentajes de importancia relativa			
	Cultivo solo		Cultivo asociado	
Países	Superficie	Producción	Superficie	Producción
El Salvador	61	50	39	50
Guatemala	72	49	28	51

Fuentes: Censo Agropecuario, 1961, El Salvador.
Censo Agropecuario, 1964, Guatemala.

de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA), institución a la cual se solicitó la coordinación del mismo, ha servido para crear una base técnica de sólidos alcances.

En 1969, el Gobierno de El Salvador, por razones especiales, decidió crear un Programa Nacional de Defensa de Promoción del Cultivo del Fríjol, utilizando como base los esfuerzos técnicos del PCCMCA. La meta del programa nacional fue ayudar a los agricultores a producir más fríjol.

El programa debía convertir a corto plazo, un país que, como El Salvador, era importador del grano, en uno capaz de autoabastecerse. Para esto se contó desde el inicio con los componentes básicos de todo programa de fomento: decisión y apoyo político, lo que se tradujo en recursos físicos, humanos y financieros para llevar a cabo a plenitud todas las labores que fuere necesario realizar. La esencia del problema era llevar tecnología a una clientela, que, al parecer, había recibido hasta la fecha poca o ninguna tecnología.

La mecánica de acción fue crear un grupo compuesto por dos investigadores, dos supervisores y nueve promotores. Además, se contaba con el apoyo del resto del personal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) de El Salvador, en áreas específicas.

El objetivo del programa era poner a disposición de los agricultores ciertas prácticas que habían demostrado ser de utilidad en el campo y traer del campo problemas que requerían estudio y acción.

Los promotores fueron adiestrados en cursos especiales sobre los aspectos técnicos y económicos del cultivo. El énfasis en el campo económico fue el de llevar, junto con los promotores, registros de ingresos y egresos de las fincas dedicadas a este cultivo. El promotor visitaría al productor semanalmente para constatar el progreso de la siembra y recomendarle qué hacer, así como ayudarlo a llenar los registros de producción.

Al final de la cosecha se recogen los registros, se tabulan y se devuelven los resultados preliminares para obtener el promedio del grupo, junto a los de cada finca en particular. La idea, aunque no es nueva, ha resultado eficiente ya que permite a la vez asesorar en los aspectos técnicos y en los de administración rural. También, muestra al agricultor los resultados y a los promotores les brinda el conocimiento económico del efecto de las prácticas que recomiendan, para impulsarlas más sólidamente en el futuro. Los promotores, por otra parte, sólo trabajan en un solo cultivo y cubren las zonas en las cuales se conjuga la producción actual con el potencial de producción.

El efecto de los esfuerzos anteriores se presenta en el Cuadro 14. Las cifras corresponden a la cosecha de Agosto a Diciembre de 1971, con el sistema de fríjol intercalado con maíz, en los Departamentos de Santa Ana, Ahuachapán y el norte de Sonsonate, en la República de El Salvador.

El Cuadro 14 muestra también, en forma detallada, el comportamiento total de los dos niveles de tecnología. Las diferencias básicas están en la siembra y fertilización y en el mantenimiento de la cosecha, en lo referente a utilización de insumos tecnológicos y en la mano de obra relacionada con su aplicación.

En el sistema tecnificado la productividad física fue de 32,6 quintales por hectárea y la productividad económica de ₡ 507.66, mientras que en el caso del sistema tradicional fue de 18,09 quintales por hectárea y de ₡ 50,60, respectivamente, al reducir las cifras anteriores en valores más significativos. Esto se logra mezclando los costos con la productividad; al hacerlo, se obtiene un costo por quintal de ₡ 11,82 y un margen bruto por hectárea de ₡ 122,95, en el sistema tecnificado. En el sistema tradicional, el costo por quintal es de ₡ 16,95 y el margen bruto resultó de ₡ 43,97.

Como se observa, el esfuerzo de tecnificación en general ha rendido económicamente lo esperado.

A los resultados anteriores se debe añadir un pequeño análisis de costo/beneficio. El criterio es simple; entre un sistema y otro hay 32,44 jornales extra que a ₡ 2,04 el jornal hacen un total de ₡ 66,17; ₡ 59,65 en simples insumos tecnológicos; fertilizantes, babosicidas, insecticidas y fungicidas, más ₡ 3,27 de almacenamiento y ₡ 4,96 de transporte de insumos, lo que da un incremento de ₡ 134,05 en el costo total. A su vez, el incremento en unidad de rendimiento atribuible al costo total anterior entre un sistema y otro es de 14,51 quintales, los que, vendidos a un precio promedio de ₡ 17,47, dan un incremento de beneficio de ₡ 253,48 lo que da una relación de costo/beneficio de 1,89.

Un fenómeno interesante radica en el tipo y forma de introducir la tecnología. El Cuadro 15 muestra el número de jornales extra que se ha utilizado al introducir una mayor tecnología —no importa lo simple que sea— que es de 32,44 jornales pagados a ₡ 2,04 cada uno y que representan ₡ 66,17. Cuando se enfo-

Cuadro 14. **Resultados económicos de la producción de fríjol para dos niveles de tecnología.**

	Sistemas de producción			
	Tecnificado		Tradicional	
Rubros básicos del proceso	Jornales	₡	Jornales	₡
Limpieza y preparación				
Defoliación y despunte	23.08	14.40	20.64	12.94
Primera limpia	22.71	28.72	18.30	22.51
Otros	3.19	3.76	6.19	12.62
Subtotal	48.98	46.88	45.13	48.07
Siembra y fertilización				
Siembra	21.37	31.03	19.35	37.03
Fertilización	8.20	13.27	—	—
Subtotal	29.57	44.30	19.35	37.03
Mantenimiento del cultivo				
Primera limpia	20.51	32.95	18.46	34.95
Segunda limpia	12.15	12.87	—	—
Primera aplicación insecticidas	1.22	2.50	—	—
Segunda aplicación insecticidas	1.46	2.62	—	—
Tercera aplicación insecticidas	1.29	2.22	—	—
Babosicidas	0.03	0.36	—	—
Fungicidas	0.67	0.70	—	—
Subtotal	37.33	54.22	18.46	34.95
Gastos de cosecha				
Arranque	21.00	33.93	21.77	42.87
Aporreo y soplado	15.38	26.17	15.11	20.86
Transporte	—	7.31	—	8.68
Almacenamiento	—	3.27	—	—
Subtotal	36.38	70.68	36.88	72.41
Otros gastos				
Arrendamiento	—	68.01	—	73.87
Transporte de insumos	—	4.96	—	—
Subtotal	—	72.97	—	73.87
Gasto total por hectárea en mano de obra y otros gastos	152.26	289.05	119.82	266.33
Gastos de insumos de producción				
Semillas	136.59	36.71	135.78	40.30
Fertilizantes				
Nitrógeno	63.12	—	—	—
Fósforo	129.61	—	—	—
Potasio	34.28	—	—	—
Total	—	37.81	—	—
Insecticidas	87.66	15.20	—	—
Fungicidas	17.00	4.33	—	—
Babosicidas				
Cebo	23.80	1.42	—	—
Veneno	0.71	0.89	—	—
Total	—	96.36	—	40.30
Costo de mano de obra, insumos y otros gastos (por hectárea)	—	385.41	—	306.63
Quintales por hectárea	32.60		18.09	
Costo por quintal		11.82		16.95
Ingreso total por hectárea		507.66		350.60
Costo por hectárea		385.41		306.63
Margen bruto por hectárea		122.25		43.97

Cuadro 15. **Utilización de la mano de obra en los sistemas de producción.**

Rubros de uso de mano de obra	Sistemas de producción		
	Tecnificado *	Tradicional *	Diferencia *
Limpieza y preparación del terreno	48.98	45.13	– 3,85
Siembra y fertilización	29.57	19.35	–10,22
Mantenimiento del cultivo	37.33	18.46	–18,87
Gastos de cosecha	36.38	38.88	– 0.50
Total	152.26	119.82	32.44

* Jornales.

can así los jornales extra constituyen una forma de inversión tecnológica. La mano de obra es una forma de capital abundante y representa poco o ningún problema obtenerla.

Como se puede apreciar, mejor tecnología no significa alta mecanización ni inversiones sustanciales de capital, lo cual, en función del medio socioeconómico en que se desenvuelven los productores, es muy difícil lograr.

El proceso de tecnificación que se ha logrado con los resultados presentados es uno que se cree está al alcance del tipo de agricultor común de fríjol y se ha basado en lo siguiente: la mejor y más frecuente ejecución de las prácticas que los agricultores ya realizan. La sistematización de las prácticas y el uso de insumos tecnológicos relativamente accesibles. La maximización del uso del recurso más abundante: la mano de obra. La compatibilización del uso de insumos de capital variable, a los límites técnicamente aceptables y económicamente coincidentes con las posibilidades del agricultor.

Todo lo anterior se ha logrado con una base genética de semilla "criolla", ya que en el estudio ningún agricultor utilizó semilla mejorada. Si el mejoramiento de las prácticas culturales, junto con el uso de insumos, logra niveles de producción como los anteriores solo con semilla criolla, se puede especular sobre la posibilidad de que en un programa de fomento de la producción a corto plazo se pueda lograr mucho más, con base en mejores prácticas agronómicas y la base genética adecuada; no obstante, abre la posibilidad de obtener a corto plazo más producción sólo en base a mejoramiento en las prácticas mientras se logra el material genético deseado.

Lo más interesante de todo el mecanismo es que muestra que un pequeño esfuerzo bien orientado y que no le pide al agricultor que trastorne sus patrones socioculturales, puede lograr, a corto plazo, resultados muy halagadores. Por otra parte, este proceso, aunque no tan ambicioso ni trascendental, prepara el camino para mayores niveles de tecnificación en una forma ordenada y sobre bases sólidas y realistas.

PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

Los comentarios y resultados presentados hasta el momento hacen necesario un análisis de los problemas, perspectivas e implicaciones de los sistemas de producción de fríjol.

Sin duda alguna, se está frente a lo que se puede llamar un cultivo socioeconómico, o sea, en el que la necesidad de consumo familiar del mismo reviste tanta importancia en la decisión de producir como las condiciones imperantes en los factores que afectan el nivel de rentabilidad. Este es el primer elemento a considerar al entender por qué persisten sistemas de producción posiblemente de baja eficiencia tecnológica y económica.

Por otra parte, mientras que en otros cultivos, por razones de eficiencia productiva y económica, se ha producido una concentración geográfica de la producción; en el caso del fríjol, esto no ha sucedido, en buena parte, por su condición de cultivo socioeconómico y ha sido esta diversidad de condiciones bajo las cuales se desarrolla la que quizá esté haciendo perder la perspectiva sobre la primera decisión de importancia: la necesidad de zonificar el cultivo para determinar en cuales lugares tiene el mismo una ventaja inicial en el campo físico/biológico. Al complejo problema de la dispersión se debe añadir el del tamaño de las parcelas productivas.

Además de la diversidad de condiciones bajo las cuales se produce el fríjol, éste, por sus condiciones de cultivo socioeconómico, ha dependido en su producción, en gran parte, de pequeños agricultores (minifundistas) y de peones sin tierra, para el resto.

Desde el punto de vista económico éste es un problema de gran relieve, ya que hace que el principal grupo productor posea condiciones económicas nada deseables, en cuanto a capital, tierra y capacidad empresarial. Esto se complica cuando tratamos de facilitarles, en forma individual, estos recursos ya que rara vez poseen los recursos humanos, de organización y económicos para absorberlos. Además, la experiencia demuestra lo difícil que es lograr a largo plazo una eficiencia productiva y económica sin hacer uso de los conceptos de economías de escala en la producción, crédito y mercadeo, así como provisión de servicios de apoyo.

Lo anterior lleva a pensar en que la mejor forma para hacer llegar nuevas tecnologías a esta clientela sería, después de seleccionadas las mejores áreas potenciales, asociar a los agricultores para poder proporcionarles el capital necesario para trabajar; lograr superficies suficientemente grandes para que sean económicas; brindarles asistencia técnica y servicos de mercados y de apoyo de manera que se utilicen mejor los limitados recursos económicos y humanos de que dispongan los países y los agricultores.

Otro de los factores que ha contribuido a mantener los actuales sistemas ha sido el nivel casi marginal de vida de los productores de fríjol, o sea, que socioculturalmente este es un grupo al cual el cambio que se le ofrezca tiene que estar técnica y económicamente más que probado; de no ser así, no lo acepta. El temor a un fracaso, ya que este puede significar hambre, es su mayor recelo.

Además, dado el nivel de vida de las comunidades en que los agricultores se desenvuelven, no sería raro que aunque se lograse un mejoramiento en la productividad física mediante la introducción de nueva tecnología, los beneficios económicos fuesen canalizados hacia otros sectores fuera del control de los agricultores. Es común que los beneficios de aumentos de producción, dada la inflexibilidad del mercado y de los sistemas crediticios, vayan a parar a manos de unos pocos que controlan el movimiento económico que se lleva a cabo en las áreas rurales. En consecuencia, puede existir el incentivo técnico para realizar el esfuerzo tecnológico y de hecho, queda anulado por estas otras circunstancias de tipo socioeconómico.

Otro de los aspectos relacionados con la adopción de nueva tecnología a nivel comunal, está en la infraestructura de servicios a la agricultura, como lo es la provisión de insumos agrícolas de tipo tecnológico, por ejemplo: semillas mejoradas, abonos, insecticidas, fungicidas, herbicidas, maquinaria agrícola, etc.

Es común que el agricultor, aunque conozca las ventajas del uso de los mismos, no los utilice porque no posee dinero para comprarlos o porque carezca de crédito, y a veces, aunque tenga el dinero para obtenerlos, no los hay ni en su comunidad ni cerca, teniéndose que trasladar a grandes distancias para conseguirlos, lo que elimina los incentivos de uso que podrían existir.

Los problemas anteriores han condicionado el medio lo cual hace que estos sistemas de producción, por arcaicos que parezcan, persistan considerando estas limitaciones, los campesinos que cultivan la tierra no tiene muchas alternativas. Lo dicho ha creado una mentalidad socioeconómica de marginalidad hacia el fríjol, o sea, el productor no considera el cultivo como algo comercial y en grande, y si piensa en salir de su marginalidad lo lograrán cultivando fríjol.

La mentalidad socioeconómica de marginalidad es, en buena parte, culpa de todos los componentes de una sociedad. La asistencia técnica ve al productor de frijol como un tipo marginado económica, social y culturalmente; el investigador ve al fríjol como un cultivo difícil, susceptible de enfermedades, vulnerable a los insectos, endeble ante la naturaleza; y como no hay quien luche sinceramente por ellos, porque el frijolero no es ni política ni económicamente fuerte, prefiere dedicarse a otro cultivo que sea más fácil de mejorar técnicamente y sea mejor remunerado; además, el crédito estatal o privado no se interesa porque lo consideran como una inversión arriesgada. Los comerciantes en fríjoles no se molestan en tratar de mejorar el sistema probablemente porque presienten que pueden negociar más fácilmente con productores minifundistas.

Los patrones de consumo de la población ayudan a crear confusión. En condiciones normales, se pueden identificar los países latinoamericanos que prefieren consumir fríjol rojo y los que prefieren el negro. Aunque se ha debatido y argumentado mucho sobre la necesidad de que, a través de campañas masivas, se pueden cambiar los gustos de la gente, lo cierto es que nada se ha logrado hasta la fecha sobre el particular.

Esos gustos diferentes se traducen en diferencias de precio que son lo suficientemente amplias para justificar la producción de un color de grano dado y para que la investigación tome en cuenta estas diferencias en la selección de variedades dentro de cada país. Debe pensarse también en las preferencias sobre brillantez del grano y tamaño.

Existe un aspecto que merece la pena considerar y es el de la relación fríjol/maíz. Es un hecho comprobado el que se sabe poco sobre las interrelaciones entre estos dos cultivos, no obstante que, ya sea asociado o intercalado, las acciones del uno repercuten sobre el otro. En el campo socioeconómico, poco se entiende el efecto resultante de estas interrelaciones, no obstante que entre el 30 y el 50 por ciento de todo el fríjol que se produce se hace en relación con el cultivo de maíz. Los que se dediquen a mejorar el cultivo del fríjol se enfrentan a la tarea de estudiar a fondo esa interrelación.

Es cierto que el problema es complejo y que los logros obtenidos con el cultivo de arroz podrían infundir un optimismo excesivo. A lo anterior quisieramos añadir una palabra de cautela: si bien es cierto que en arroz las características de los productores podrían señalarse como semejantes a las de los productores de fríjol, existe una gran diferencia entre los dos cultivos. En Asia existe una cultura arrocera, lo que no sucede en América Latina con fríjol. Este último es parte de un complejo de cultivos que compiten por los factores de producción.

Quizás, se deba ampliar un poco el concepto de cultura arrocera. En Asia todos los mecanismos sociales, económicos, políticos y culturales están montados alrededor y en beneficio de la producción, comercialización y consumo del arroz, o sea que cualquier cambio penetra prontamente a través de estos mecanismos.

En América Latina no existe un mecanismos montado alrededor del cultivo del fríjol, por lo cual la reacción del sistema para introducir cambios no será nunca tan inmediata como en el caso del arroz, si es que esa relación se produce. Esto debe dar en qué pensar, ya que podría añadir una dimensión especial al problema. De lo anterior se deduce que, como es necesaria la realización de un esfuerzo tan complejo, la acción debe ser integrada y esto sólo se logra con el apoyo y la decisión política a nivel de gobierno, para poder afectar todas las piezas del engranaje, cuando y como sea necesario.

Si bien los problemas del fríjol son muchos y muy complejos, los resultados obtenidos en El Salvador, hasta la fecha, hacen que nos sintamos optimistas siempre y cuando se mire el problema de aumentar la producción como un problema interdisciplinario que se debe atacar en forma integral, tanto desde el campo físico biológico como desde el socioeconómico.

Creemos firmemente que sólo de una acción combinada de especialistas de muy diversas disciplinas resultará una definición neta de los problemas y sus soluciones, que sea permanente. Sólo así se logrará mejorar estos sistemas de producción y el medio ambiente físico biológico y socioeconómico que los han hecho persistir a través de siglos.

RECOMENDACIONES GENERALES

Es difícil esbozar recomendaciones sobre cómo orientar las acciones en enseñanza, investigación y asistencia técnica para mejorar el estado de la producción de fríjol en América Latina, cuando se tiene todavía realmente mucho que aprender. Las recomendaciones que vamos a plantear son producto tanto de la experiencia como de la investigación realizada hasta la fecha y representan puntos de vista muy personales. Estas recomendaciones son:

De carácter general

El enfoque del desarrollo de la producción debe ser integral, incluyendo aspectos físico biológicos y socioeconómicos conjuntamente con los esfuerzos en enseñanza, investigación y extensión; a todos estos factores se les debe dar el mismo énfasis.

Investigación

1) Proceder a la regionalización y zonificación de las áreas de producción de mejor potencial, con el fin de aprovechar la ventaja ecológica existente en las mismas.

2) Estudiar las características de consumo en cuanto a color, tamaño y brillantez del grano, con el propósito de que los trabajos de selección a nivel regional, produzcan variedades acordes con los gustos sobre consumo que tenga la gente.

3) Estudiar el ciclo fríjol/maíz desde el punto de vista físico biológico y socioeconómico, aceptándolo como un fenómeno real y tan importante como el cultivo del fríjol solo.

4) Hacer hincapié en que la investigación físico-biológica debe integrar "paquetes tecnológicos y no segmentar la investigación en la obtención de prácticas culturales, semillas o grupos de técnicas aisladas.

5) Dar importancia a la selección de variedades "criollas" de alto rendimiento y estudiar como reaccionan éstas ante un "paquete tecnológico" completo. Este enfoque podría lograr aumentos sustanciales a corto plazo y daría tiempo para seguir adelante con estudios más profundos a largo plazo.

6) Investigar las características socioeconómicas de la producción: rentabilidad, crédito, mercadeo y actitudes hacia el cambio para diseñar mejor las estrategias de los programas de fomento y la forma más efectiva de transmitir el conocimiento hasta todos los niveles de usuarios de la nueva tecnología.

Enseñanza

1) Preparar cursos para la formación de especialistas en fomento de la producción del fríjol.

2) Dar énfasis en estos cursos de adiestramiento tanto a los aspectos agronómicos como socioeconómicos, con enfoque hacia la preparación de proyectos integrales de fomento del cultivo.

3) Seleccionar personal para estos cursos, preferentemente entre los ejecutivos y los supervisores de programas de fomento del cultivo del fríjol, en cada país.

4) Divulgar en forma masiva los resultados de la investigación en los diferentes aspectos del cultivo, no sólo los obtenidos en los centros experimentales internacionales sino también en los nacionales. Las fundaciones podrán ayudar a publicar y difundir documentos técnicos seleccionados producidos en centros locales para evitar la pérdida de trabajos de alta calidad por falta de financiamiento.

5) Identificar los problemas críticos y ayudar a mejorar técnicamente, mediante cursos intensivos, a los profesionales nacionales en los campos prioritarios.

Asistencia técnica

1) Asesorar a los países en la realización de estudios/diagnósticos para identificar los problemas que frenan la producción.

2) Ayudar a los países en la identificación de los problemas que frenan la producción a fin de introducir modificaciones en la programación y en la realización de los programas de acción.

3) Ayudar a los países en la formación de grupos de especialistas que sean capaces de trabajar en equipo hacia el logro de objetivos definidos.

4) Canalizar esfuerzos y ayudar a aquellos agricultores que tengan capacidad política para lograr acción como estrategia para convencer a otros agricultores.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J.A. y R. OVIEDO. 1972. Análisis económico del cultivo de fríjol en los Departamentos de San Vicente, Cabañas, Cuscatlán y San Salvador. El Salvador. Convenio IICA/ZN-RCCAP. Publicación Miscelánea No. 97.

2. DUPLAN, V. y J.A. AGUIRRE. 1972. Análisis económico de la producción de fríjol (**Phaseolus vulgaris** L.) bajo cuatro sistemas de producción, en Alajuela, Costa Rica. Convenio IICA/ZN-RCCAP. Publicación Miscelánea No. 90.

3. OVIEDO, R. y J.A. AGUIRRE. 1972. Costos de operación del cultivo de fríjol (**Phaseolus vulgaris** L.) en la cosecha de Mayo a Agosto de 1971: resultados preliminares. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria e Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

4. Dirección General de Estadística y Censos de El Salvador. 1967. Segundo Censo Agropecuario 1961. 421 p.

5. Banco Nacional de Fomento de Honduras. 1971. Proyecto "Francisco Morazán". Programa de Desarrollo de Granos Básicos.

6. SMITH, T.L. y P.E. ZOPP. 1970. Principles of inductive rural sociology. F. A. David. Co. Pennsylvania, Philadelphia.

Comentarios a la Conferencia sobre:

LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DEL FRIJOL EN AMERICA CENTRAL

Comentaristas: **Fernando Fernández y David L. Franklin**

Hemos escuchado una presentación en la que, con mucha habilidad y conocimiento de la materia, los autores Aguirre y Miranda han mostrado los sistemas agronómicos de la producción de fríjol, dentro del marco socioeconómico en que operan. Con el propósito de discutir sobre el tema de esta excelente presentación, quisiéramos concentrarnos en dos puntos: a) el enfoque de "sistemas" aplicado a la producción del fríjol y b) un examen de los "componentes críticos" del "suprasistema" agrícola en donde se encuentran los mayores obstáculos para el incremento de la producción de los sistemas de producción de fríjol y el mejoramiento de las condiciones de vida del productor.

EL SISTEMA AGRICOLA

El concepto de sistemas concibe la unidad de producción de una especie como un ensamblaje dinámico con sus varios componentes y sus entradas y salidas. A su vez, dicho sistema no está aislado sino que forma parte de otro mayor o "suprasistema", el cual tiene componentes que son sistemas en sí. A estos los podríamos llamar "sistemas exógenos", si es que consideramos el sistema de producción como núcleo sistema o centro del complejo total que es el suprasistema agrícola.

La representación gráfica en la Figura 1 facilita la comprensión del complejo.

Aunque cada componente del sistema agrícola y de sus subsistemas puede ser claramente identificado, estudiado y manipulado separadamente, todos ellos tiene interacción con el "Subsistema de Producción", poseen entradas y determinan o influencian sus características y funcionamiento (Figura 2).

Además, varios componentes están relacionados entre sí, como transporte, mercadeo e infraestructura de la comunidad; crédito e insumos, etc.

Los autores hacen énfasis en la importancia de considerar lo que ellos llaman el "medio ambiente socioeconómico" y que nosotros reconocemos dentro del sistema agrícola, y declaran:

> "Un sistema de producción agrícola debe concebirse como algo lo suficientemente amplio para incluir los aspectos técnicos económicos y sociales, políticos y culturales de los miembros de una sociedad y que definen y enmarcan las relaciones básicas entre el hombre y la tierra, canalizados éstos hacia/o en favor de la producción agrícola".

Dos características fundamentales de los componentes del sistema agrícola del cual forma parte la producción de fríjol, son identificados por los autores como: 1) Dispersión geográfica de las unidades de producción. 2) Tamaño muy reducido de la finca y/o parcela.

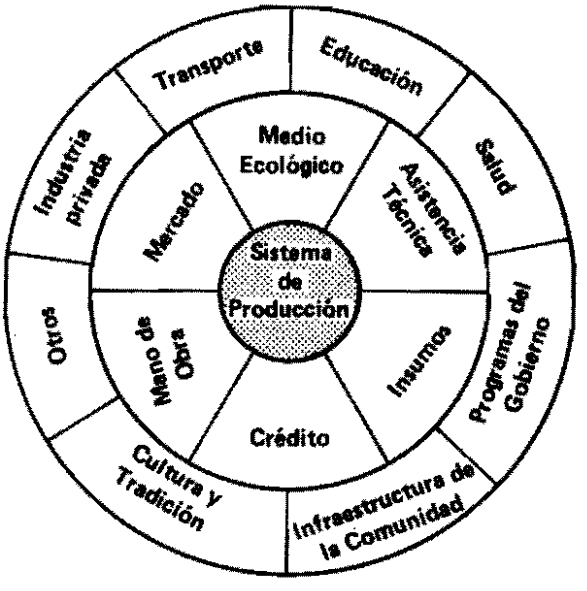


Fig. 1. **El suprasistema agrícola.**

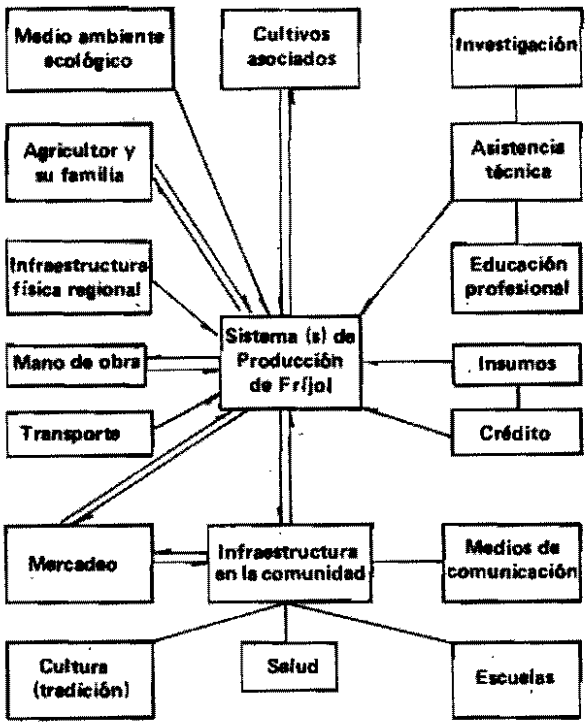


Fig. 2. **El sistema agrícola del fríjol.**

Otras características se podrían incluir (y los autores lo indican en diversas secciones de su trabajo) tales como: dificultad en consecución de crédito; bajo nivel de educación; insuficiente información del mercado; baja capacidad del sistema de mercadeo; infraestructura defectuosa de servicios comunitarios o regionales; poco o nada de poder político por parte de la comunidad de productores; falta de criterio de administración; niveles tecnológicos rudimentarios y tendencia a minimizar el riesgo.

Estas características son propias pero no son privativas del sistema de producción del fríjol, sino que pertenecen al sistema agrícola del pequeño agricultor y de la agricultura de subsistencia.

Bajo la situación más primitiva, el producir fríjol viene a constituir un mecanismo de "ahorro en especie", una fuente de alimento para la familia y una forma de empleo de la mano de obra familiar, más que una actividad comercial orientada al mercado. El aumento de tamaño de parcela y/o la tecnificación del sistema de la unidad de producción, generan un exceso esperado del producto para el cual el agricultor busca comercialización. En este caso, la producción de fríjol sí constituye ya una actividad con fines comerciales primordialmente.

La situación completamente opuesta a la del campesino que produce fríjol bajo condiciones de subsistencia la encontramos en los productores de escala mediana y grande, que producen principalmente para el mercado nacional y para la exportación, como en unos pocos lugares de América Central, en el Estado de Sinaloa, México, y en áreas más o menos extensas de los Departamentos del Valle, Huila y Tolima, en Colombia.

En este último país, sin embargo, dicho tipo de agricultor tecnificado se estima que representa sólo un 3 por ciento de los productores, cultiva un 8 por ciento del área dedicada a fríjol (78.000 hectáreas en 1972) y es responsable por un 15 por ciento de la producción nacional (total nacional: 46.000 toneladas en 1972). La inmensa mayoría de la producción colombiana de fríjol está entonces en las manos de los pequeños agricultores, al igual que, según lo informan los autores, sucede en América Central.

EL SUBSISTEMA DE PRODUCCION

Todo sistema se caracteriza por:

a) Su dinamismo, o sea, que el tiempo es parte intrínsica del sistema.

b) El sistema contiene una serie de condiciones.

c) Las entradas se canalizan hacia el sistema.

d) Como resultante de la interacción de las condiciones y las entradas se lleva a cabo un proceso en el cual se crean condiciones nuevas.

e) Este proceso genera salidas (o productos) las cuales dependen de las condiciones y de las entradas.

El proceso dentro del sistema conduce a condiciones nuevas resultantes de las condiciones anteriores y de las entradas. Dicho de otra manera, el o los productos del sistema son una función de las entradas y del proceso.

Considerando las características mencionadas, el sistema generalizado de producción de fríjol puede ser representado en una forma gráfica relativamente simple (Figura 3).

Con base en la información presentada por los autores, podemos hacer una ilustración gráfica de una finca productora de fríjol y maíz, considerada como un sistema (Figura 4).

Según las condiciones imperantes para determinado agricultor en una región dada, el modelo de un subsistema de producción es modificado por el productor. El resultado es que hay alternativas o variantes, las cuales pueden ser muchas pero, por conveniencia de simplificación, se agrupan en subsistemas de acuerdo con una característica o conjunto limitado de características determinantes. Si circunscribi-

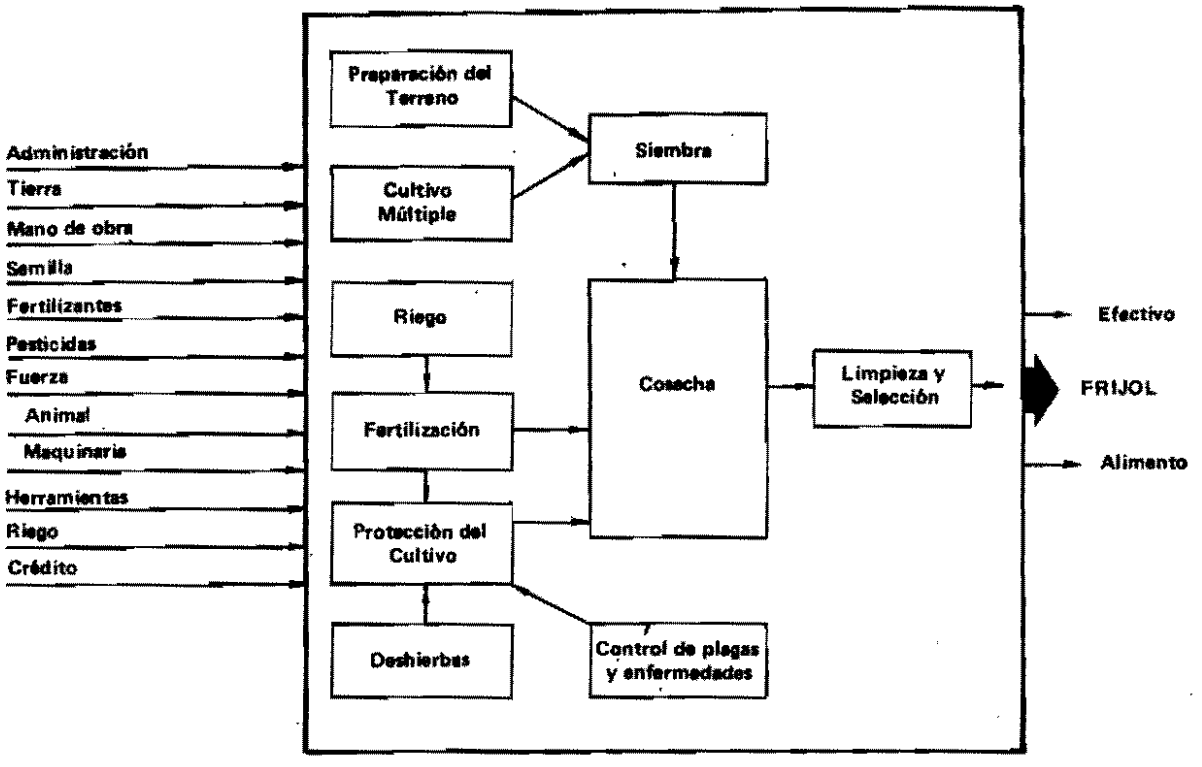


Fig. 3. El sistema de producción de fríjol.

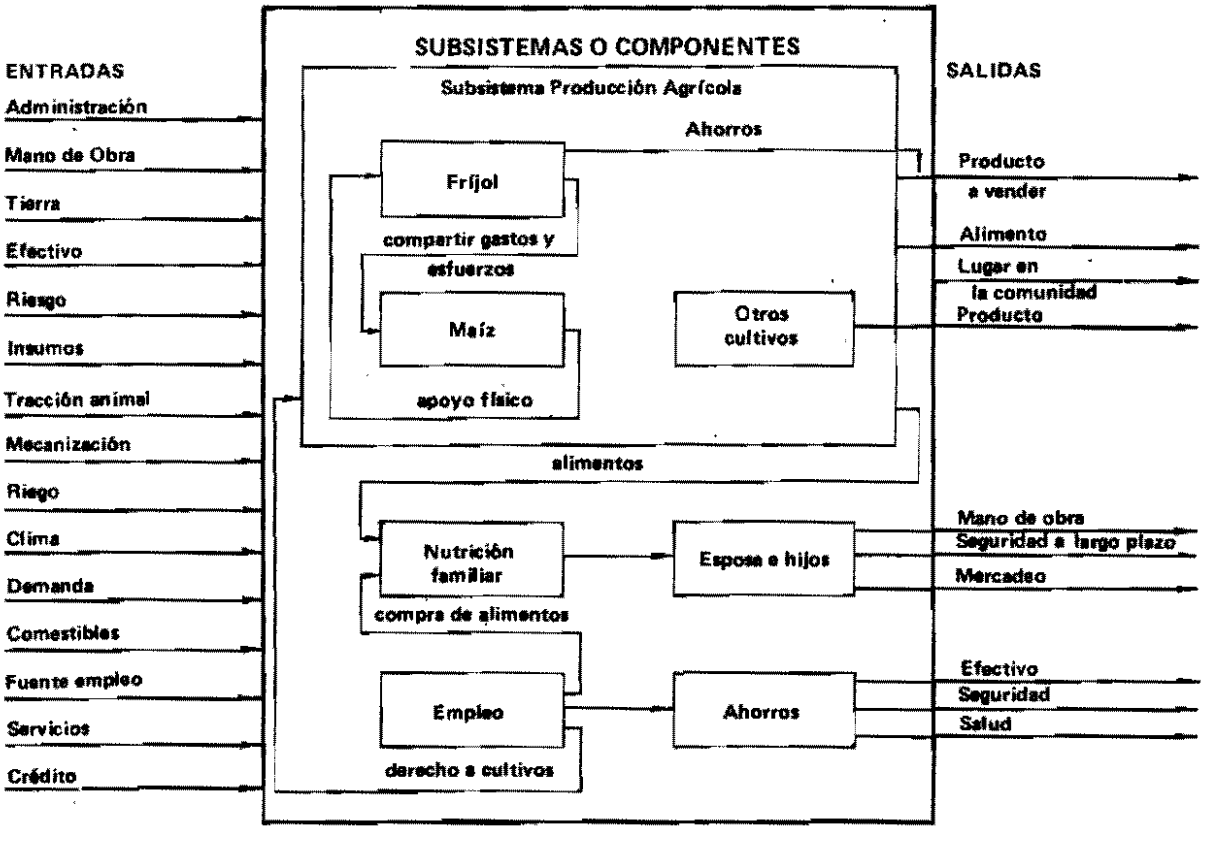
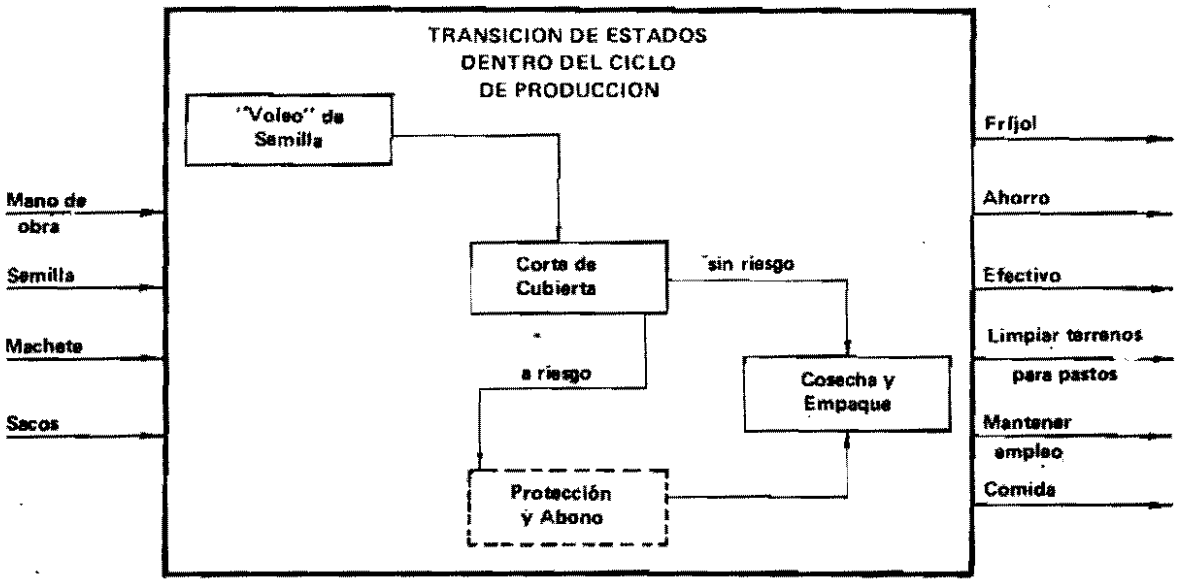


Fig. 4. Sistema: La finca productora de fríjol.



CARACTERISTICAS:

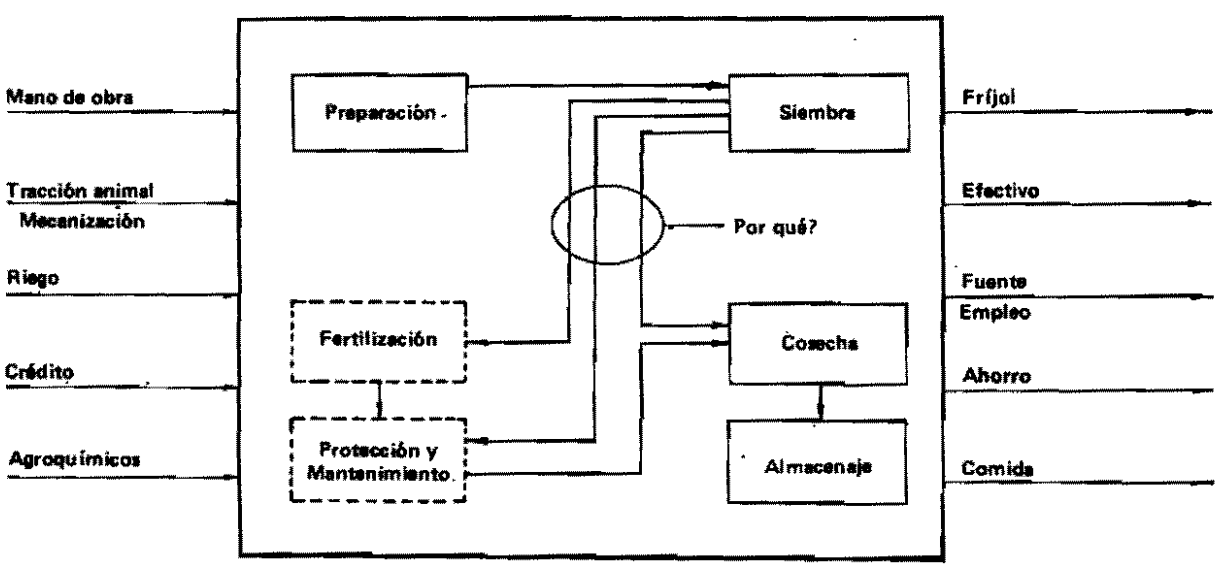
Baja productividad
Mecanismo de ahorro en especie
Autoconsumo del producto
Fuente de ocupación
Minimiza riesgo
Transición a pasto

Fig. 5. **(Sub) Sistema de producción:** FRIJOL TAPADO.

mos nuestra observación solamente a lo físico o a lo tecnológico, esos subsistemas podrían denominárse más bien "métodos".

Los autores han identificado cuatro de esos métodos que ellos presentan como sistemas de producción de fríjol dentro del ámbito del pequeño agricultor y bajo aplicación de muy poca o ninguna tecnología moderna.

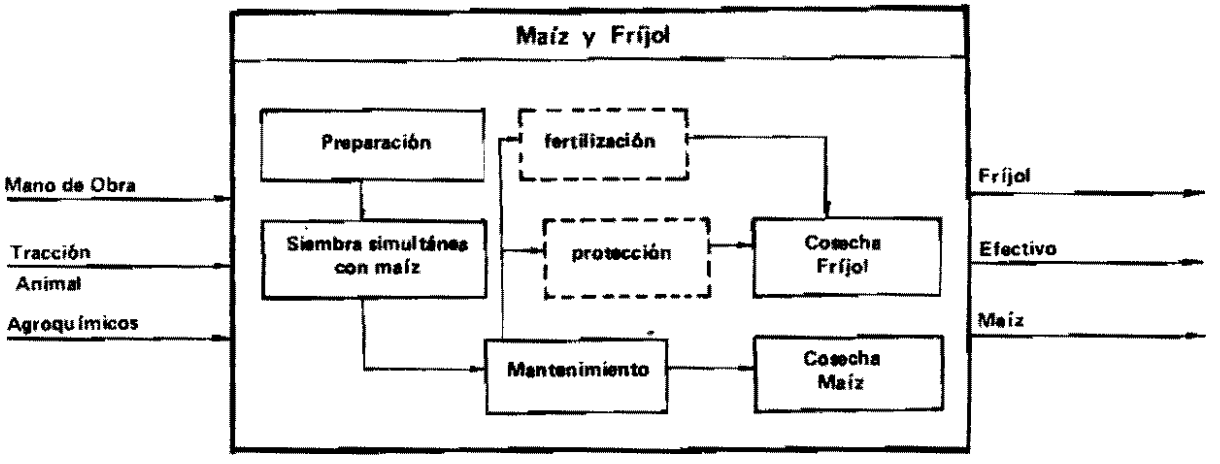
Utilizando un patrón semejante al mostrado para representar el Sistema de Producción, podemos ilustrar estos cuatro subsistemas (Figuras 5, 6, 7 y 8).



CARACTERISTICAS:

Nivel de tecnología variable
Productividad variable
Tiende a minimizar riesgo
Introducción de tracción animal y/o mecanización
Disponibilidad y uso de crédito limitado
Orientación en gran parte al mercado

Fig. 6. **(Sub) Sistema de producción:** FRIJOL SOLO.

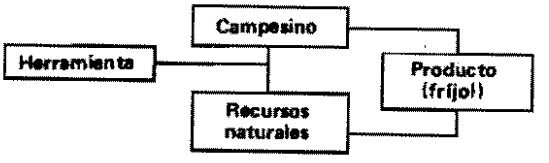


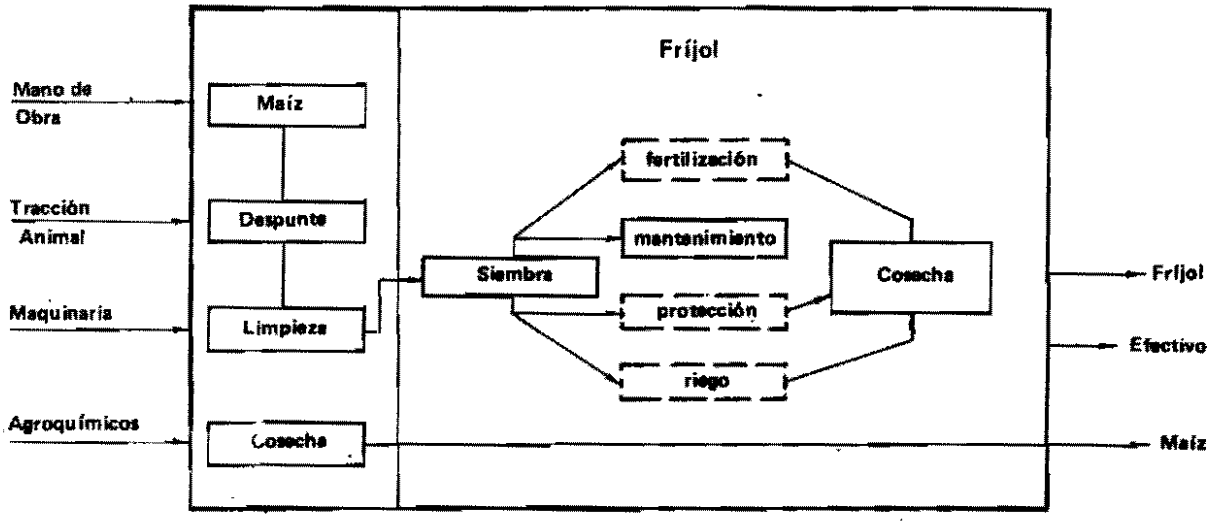
CARACTERISTICAS:

Asociación (simultánea) con maíz, papa u otro cultivo
Tipo de planta voluble o arbustivo
Tendencia a rendimientos bajos por competencia
Hace uso más eficiente de tierra y capital
Nivel de tecnología variable, más bien bajo
Crédito disponible pero limitado
Competencia entre cultivos
Orientación parcial hacia el mercado
Compartir gastos y esfuerzos entre dos cultivos
Apoyo físico del maíz

Fig. 7. **(Sub) Sistema de producción:** FRIJOL ASOCIADO.

El sistema ilustrado en la Figura 5 es similar al subsistema de subsistencia agrícola, el cual podría ilustrarse con el esquema que aparece en la columna derecha y que, siendo un sistema cerrado, no depende de factores externos o exógenos.





CARACTERISTICAS:

Siembra del fríjol cuando el maíz ha alcanzado madurez fisiológica
No compite con el otro cultivo
Tipo de planta voluble, a veces arbustivo
Alto rendimiento y productividad
Crédito disponible pero limitado

Fig. 8. **(Sub) Sistema de producción:** FRIJOL INTERCALADO.

LOS COMPONENTES CRITICOS DEL SISTEMA AGRICOLA

El panorama del sistema agrícola dentro del cual se produce el fríjol en América Central según muestran los autores, está representado en su mejor parte por pequeños cultivadores con recursos limitados, muchos de éstos en terrenos de ladera. Para estos agricultores los autores recomiendan hacer un esfuerzo combinado en dos frentes: el **tecnológico**, cuyo objetivo sería el desarrollo de un "paquete tecnológico" de alta productividad física y económica y el **socioeconómico**, cuyo objetivo sería la transformación paralela del medio socioeconómico y de los patrones de organización social y cultural para acelerar la adopción de dicho paquete.

El razonamiento de los autores es que aunque lográsemos incrementos de producción sustanciales a través de un esfuerzo tecnológico de gran magnitud, la estructura económica y las condiciones imperantes en las áreas de producción no garantizan una rápida cristalización de las condiciones requeridas por el nuevo paquete tecnológico.

El problema tiene proporciones considerables debido a la situación de subsistencia, de niveles bajos de tecnología y de condición socioeconómica de la mayoría de los productores.

A partir de la información presentada por los autores y de los datos obtenidos de otras fuentes, se puede ver que el caso más frecuente es el de una situación de subsistencia o casi subsistencia, en el cual la unidad de producción es de menos de una hectárea y el rendimiento es inferior a una tonelada por hectárea.

Los terrenos tienden a ser marginales con respecto a su uso para cultivos; los recursos que proveen las comunidades en términos de educación, comunicaciones, mercadeo, transporte y crédito, son mínimos o no existentes.

Resaltan además dos puntos: Primero, que la contribución del fríjol a las actividades de la finca prototípica en el Valle de Siria, Honduras, representa aproximadamente, según los autores, un 20 por ciento de los ingresos agrícolas y que una tercera parte de los ingresos totales son de fuente no agrícola. Segundo, hay una dispersión geográfica de la producción y predomina una forma de venta del fríjol en pequeñas cantidades de lo que los autores deducen que el fríjol es un producto que sirve como ahorro en especie.

Este último punto indica que, dados los actuales medios de distribución, el sistema más frecuente de mercadeo es rudimentario, opera en las aldeas y probablemente, es un equilibrio entre oferta y demanda. Surge la consideración de si un programa de fomento que incrementa la producción en forma significante no podría perjudicar este equilibrio y hacer disfuncional lo que probablemente es uno de los pocos medios para promover seguridad, o sea, protección contra riesgo a través de los ahorros en especie.

La primera consideración básica sugiere que si queremos promover el bienestar de las familias en estas unidades de producción y elevar al mismo tiempo los rendimientos y la productividad, se necesita atacar el problema con un instrumento más amplio que un programa de fomento de un paquete de tecnología para la producción de fríjol.

Los resultados de experiencia de investigación y programas de fomento de la producción presentados por los autores, demuestran que la nueva tecnología brinda la oportunidad de aumentar notablemente y hasta duplicar, los rendimientos tradicionales. Hay además indicación de que se ha podido elevar la productividad, sin necesidad de reemplazar mano de obra por mecanización sino, más bien, con aumento de empleo. Evidencia similar ha sido obtenida en países como México, Colombia, Brasil y otros.

Es interesante notar, sin embargo, que el caso del Programa de Promoción del Cultivo de Fríjol en El Salvador, presentado por los autores, ilustra bastante bien la importancia de prestar la debida atención a los varios componentes del sistema agrícola y de que: a) exista de antemano o se prevea una demanda real para el artículo, y b) que haya un sistema de mercadeo capaz de manejar y distribuir el aumento de producción obtenido. Explícitamente, en el caso de El Salvador, las siguientes condiciones permitieron que la introducción de un "paquete tecnológico" tuviera éxito en aumentar los rendimientos y la producción del fríjol y que contribuyera a mejorar los ingresos del campesino:

1) Durante el período de 1967-1969 existía una demanda de fríjol equivalente casi al doble de la producción de este grano. El déficit tenía que ser importado.

2) El sistema de mercadeo y transporte que había estado manejando el fríjol de importación en el período 1967-1970, tenía la capacidad de distribuir el producto resultante del aumento de la producción que sustituyó a las importaciones desde 1969.

3) Los precios altos constituían un estímulo para el productor y los hábitos tradicionales de cultivo se inclinaban a la producción de fríjol.

4) El medio ecológico de las comunidades productoras era relativamente favorable.

5) La política del gobierno con respecto a la producción de fríjol proporcionó: a) investigación, adiestramiento de personal y asistencia técnica con enfoque económico-administrativo para desarrollar y difundir el paquete tecnológico; b) abastecimiento suficiente y canales de comercialización de insumos, particularmente fertilizantes agroquímicos; c) financiación a través de crédito fácilmente disponible para campesinos que deseaban producir fríjol.

De no haber existido, para comenzar, una demanda efectiva de fríjol en el mercado el establecimiento de un programa de fomento hubiese sido innecesario y de haberse puesto en marcha, hubiera dado resultados del tipo que crea más problemas de los que resuelve.

Los autores aseguran que las diferencias básicas entre el sistema tradicional y el tecnificado están en la siembra, fertilización y en el mantenimiento de la cosecha, en lo referente a la utilización de insumos tecnológicos y en la mano de obra relacionada con su aplicación.

Esas diferencias dieron directamente como resultado la duplicación de la producción en tres años. Pero, ese paquete tecnológico no hubiera podido ejercer su efecto de no haber sido porque los otros subsistemas del sistema agrícola del fríjol, o estaban en condiciones favorables o bien pudieron ser conducidos por buen camino para crear esas condiciones.

¿AMPLITUD O CONCENTRACION?

El éxito del caso salvadoreño también nos indica que no es indispensable manipular todos los subsistemas del sistema agrícola que afectan la producción del fríjol. Frecuentemente, varios de los subsistemas si bien no se encuentran en estado óptimo si tienen condiciones suficientemente favorables para los objetivos buscados. Otros de los subsistemas, en cambio, necesitan de un energizante hacia el sistema de producción.

Lo que se sugiere hacer antes de iniciar programas de fomento de la producción es: a) estudiar la situación de la familia en la pequeña unidad de producción agrícola, como un sistema en el suprasistema agrícola analizando los varios componentes de la unidad de producción para determinar las funciones críticas de éstos en el logro de los objetivos y la satisfacción de necesidades de la familia dentro del sistema; y b) establecer la manera como la dinámica del suprasistema determina o influye en la toma de decisiones dentro del sistema.

Concluimos reconociendo que no es posible que un científico o administrador pueda él solo estudiar en detalle completo todo un sistema agrícola, a la vez, con todos sus subsistemas y componentes. El grado de dilución que ello implica conduciría a resultados muy vagos. En la práctica se hace necesario aislar los subsistemas para diagnóstico y planeamiento y dedicar los esfuerzos de los especialistas o equipos de especialistas a identificar los más relevantes elementos que afectan la producción y concentrar esos esfuerzos en la solución de los problemas.

El punto de partida debe ser, en todo caso, la unidad (el sistema) de producción y dado que el objetivo de nuestro interés es el fríjol, el estudio de la tecnología de producción del cultivo debe de tener prioridad cronológica cuando no sea posible un estudio simultáneo de todo el sistema agrícola con respecto a fríjol, siempre y cuando se haya establecido que la baja tecnológica es un obstáculo primordial en un determinado caso.

Cuales son los componentes del sistema en donde radican los mayores obstáculos para la producción y para el mejoramiento de la vida del agricultor?

Si en función de un análisis integrado de los sistemas se determina que un factor limitante es la tecnología a nivel de finca, entonces se pueden establecer programas de fomento, siempre y cuando éstos vayan en función de las condiciones de los otros subsistemas que afectan el sistema de producción.

La contribución fundamental del análisis de sistemas a la solución de los problemas de producción agrícola es que al especificar el "acoplamiento" del sistema de producción y estudiarlo en función de sus entradas y condiciones, sin tener que preocuparse constantemente por las condiciones de los otros sistemas.

Nuestra intención en esta ocasión no es la de exponer una metodología de análisis y modelación de sistemas, sino en relación con el uso de una herramienta muy elemental de esta ciencia, insinuar algunas preguntas que necesitan respuestas y sugerir que esta metodología podría ser útil para ayudar a resolver algunos problemas del desarrollo agropecuario*

Los subsistemas exógenos críticos para la producción del fríjol son aquellos que proveen las entradas al sistema y aquellos que aceptan las salidas del subsistema de producción. También, hay subsistemas críticos "endógenos" a la unidad de producción que son aquellos que transforman los recursos fundamentales para satisfacer las necesidades de la familia productora y del consumidor.

Al respecto, se sugiere consultar las publicaciones de Wymore A. Wayne, en especial la que lleva por título: **A notebook of Systems Engineering Methodology**. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona (1971).

Con mucha frecuencia encontramos que, en un medio ecológico en el que las condiciones son favorables al cultivo del fríjol, los subsistemas exógenos más críticos suelen ser: mercadeo, crédito, tenencia de la tierra, asistencia técnica respaldada por investigación, e infraestructura económica regional y de la comunidad. No nos corresponde en esta ocasión entrar en un análisis de estos subsistemas, los cuales deberán ser estudiados para cada región en particular.

Los autores, en la parte final de su presentación, hacen una serie de recomendaciones muy pertinentes que señalan la complejidad del sistema y proponen algunas soluciones. Partiendo de allí, creemos que es muy importante seguir esas recomendaciones dentro del contexto de los respectivos subsistemas y reconocer cómo cada uno de estos subsistemas puede afectar estas recomendaciones, en casos específicos.

PRACTICAS AGRONOMICAS PARA LA PRODUCCION DE LAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE EN AMERICA LATINA

Conferencista: George F. Freytag

Antes de considerar el problema de cuáles son las prácticas agronómicas específicas que corresponden a una determinada planta leguminosa de grano comestible, el investigador deberá tener una idea clara de cómo se va a manejar el cultivo en el campo. Tendrá que analizar factores como: cuál sistema de producción va a utilizar en sus investigaciones, si mecanizando el cultivo o nó; cuál será la utilización que se va a dar a la cosecha; existe o no incentivo de ganancia. Aunque estos conceptos no constituyen la base del trabajo que deseo presentar en este Seminario, sí creo que será útil presentar cuál es nuestra filosofía en cuanto a la operación de la plantación y cómo se puede comparar con otras, al tratar de examinar algunas prácticas agronómicas específicas y sus méritos relativos.

Utilización de la cosecha

Las principales formas de utilización de un cultivo de plantas leguminosas y algunos ejemplos de tales formas se detallan a continuación:

Mejoramiento del suelo

Incorporación de tallos, raíces y otros residuos vegetales, en especial, de plantas forrajeras de porte alto (alfalfa, trébol hubam, caupí, kudzú, soya, etc) con el propósito de producir materia orgánica en los terrenos al descomponerse y agregar algunos nutrimentos minerales, en especial, nitrógeno y fósforo.

Producción de forraje

Las plantas forrajeras de porte alto, sirven también para la producción de forraje (con prevención del meteorismo) o bien, como heno o ensilaje (alfalfa, tréboles, caupí, lespedeza, etc).

Alimento como hortaliza o legumbre

Algunas especies producen vainas* las que, en su estado tierno, son un valioso y apetecido alimento humano. Los granos tiernos o verdes tienen igual utilización (fríjol lima, habas, caupí, fríjol de vainica, soya, etc).

Ornamentales

A veces, se utilizan como plantas de jardín en las casas de las áreas rurales (ciertas arvejas, gandul, fríjol dolichos, lathyrus, etc).

Grano seco

En esta forma es que se usa la mayor parte del grano recolectado, pues constituye el mejor medio de preservar el valor nutritivo de los granos (soya, fríjol, caupí, etc).

Semilla para cultivo o usos industriales

Con el propósito de obtener nuevas plantaciones o para obtener aceites, residuos industriales (tortas) u otras formas de utilización comercial, se cultivan tradicionalmente varias especies de plantas leguminosas productoras de grano.

Sistemas de producción

Me parece que el criterio que debe prevalecer a este respecto es el de determinar el monto del capital con que se cuenta para trabajar; el nivel de disponibilidad de tecnología que requiera el uso de equipo

* Cáscaras que contienen la semilla; cuando no han endurecido, las vainas son comestibles después de haber sufrido una larga coccion. **N. del Ed.**

agrícola y otros tipos de maquinaria que se requieran para el manejo de la cosecha. La clasificación más sencilla de los sistemas de producción sería la siguiente:

Manual

Todas o casi todas las prácticas agronómicas serán hechas por el agricultor y por su familia, utilizando un mínimo de herramientas y solamente implementos muy sencillos, de operación manual.

Mecánico

Existe una amplia gama de equipos, desde los de tracción animal que operan arados, rastras y aún sembradoras, hasta modelos motorizados que incluyen las trilladoras y los tipos más evolucionados de cosechadoras, de distinto diseño, tamaño y costo.

Sistemas mixtos

Pueden existir diferentes sistemas de operaciones manuales y mecánicas. Un ejemplo de operación mixta podría ser el que utilice maquinaria para preparar el terreno y efectuar la siembra; las operaciones de desyerba, aporca y recolección de la cosecha se hacen con operaciones manuales y finalmente, el trillado del grano, utilizando maquinaria.

El incentivo económico

En cierta forma, esta es una apreciación filosófica. Existe, en realidad, una expectativa de las ganancias aproximadas que espera obtener el agricultor?

Para aclarar un poco este concepto, analicemos tres formas de cultivo que son muy frecuentes:

El cultivo tradicional

Este sistema agrícola representa una tradición y es transmitido de padres a hijos, con frecuencia, intervienen conceptos religiosos y en estos casos, hay muy poca oportunidad para reflexionar acerca de lo que se hace. Los fracasos se atribuyen, generalmente a "la mala suerte, al mal tiempo, al efecto de la luna o a la voluntad de Dios"

El cultivo marginal

El agricultor está consciente de que, al efectuar una siembra, toma un riesgo y por lo tanto, prefiere no hacer ninguna inversión o si la hace, que sea de mínima cuantía. En general, utiliza tierras de baja fertilidad y se contenta con "esperar" que venga un año bueno.

El cultivo comercial

Este tipo de cultivo se lleva a cabo en las grandes fincas, casi siempre mecanizadas, con una amplia inversión de capital; lógicamente, debiera percibir una ganancia apreciable para justificar y compensar la inversión que se ha hecho.

El cultivo marginal, económicamente hablando, es un punto intermedio entre el tipo tradicional y el comercial. Parte de su cosecha es usada como alimento y otra parte (en proporción variable), es vendida en el mercado. Este sector agrícola puede convertirse en productor comercial a través de la educación, el crédito y la asistencia técnica.

Además de tener una noción aproximada acerca de las expectativas económicas de los agricultores en una determinada zona, se debe procurar un mejor conocimiento de las condiciones biológicas que caracterizan a las plantas leguminosas productoras de grano comestible. En términos generales, estas plantas son cultivadas en zonas subtropicales y tropicales habiéndose extendido a zonas templadas específicas, en las que existan dos "habitats" definidos: climas húmedos y fríos para la producción de cultivos hortícolas, y climas secos o desérticos, con posible aplicación de riego, para cultivar fríjol y otras plantas leguminosas de grano comestible que tengan un mercado muy bien definido y atrayente.

ORIGEN Y CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Los dos centros de origen de las plantas leguminosas de grano comestible son: el Continente Americano, para las especies con flores de colores púrpura, roja o blanca; y el Viejo Mundo, particularmente el Asia, para aquellas especies con flores de color amarillo, aunque también algunas especies de flores blanca ó púrpura. Al considerar las plantas leguminosas de grano comestible como grupo, se observa que poseen las siguientes características fundamentales:

1) Todas las plantas pertenecen a la familia botánica de las Leguminosas. En sus raíces prosperan bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico; estas bacterias se alojan en los nódulos (abultamientos) que tiene la raíz. Estas bacterias se desarrollan mejor en suelos con buen drenaje, preferentemente de textura arenosa y que tengan un pH relativamente alto. Es conveniente que el contenido de materia orgánica sea bastante alto.

2) Las plantas tienden a ser de tipo de enredadera por lo cual requieren de un apoyo (espaldera, tallo

de maíz, estaca u otra forma de apoyo que permita su crecimiento) para facilitar su mayor desarrollo al sujetarse al apoyo y extenderse.

Los tipos arbustivos han perdido la característica de enredar pero tienden a desarrollar tallos fuertes; si éstos no se desarrollan, será necesario brindar apoyo lateral por medio de plantas vecinas con lo cual la leguminosa puede crecer con bastante frondosidad y desarrollar sus ramas en sentido lateral.

3) Las hojas son trifoliadas, muy delicadas, que tienen la capacidad de cambiar de posición para compensar las diferencias en intensidad de luz o en humedad atmosférica. Son susceptibles al daño ocasionado por el viento, las plagas, enfermedades, bajos niveles de nutrición en el suelo y senectud.

4) Las semillas tienen la capacidad de almacenar proteína, aunque ésta puede concentrarse en otras partes de la planta. Durante la época verde, todas las partes de la planta son atractivas como alimento para los insectos y ciertas especies animales; en las últimas etapas de la madurez de la semilla, ésta se protege frecuentemente con la producción de sustancias de mal sabor o de efecto tóxico.

En los mencionados centros de origen, se puede observar que las plantas de fríjol son cultivadas por los nativos o por los pequeños agricultores de escasos recursos. En estos casos, las leguminosas de grano comestible forman parte muy importante de la dieta básica a la cual aportan gran cantidad y variedad de proteínas. Bajo tales circunstancias, el agricultor necesita que las plantas leguminosas le proporcionen un mínimo de rendimiento en grano, aún bajo condiciones adversas, puesto que su cosecha es todavía más valiosa durante las épocas de escasez de alimento que en épocas normales, en las que se pueden esperar buenos rendimientos.

Quizás, por este comportamiento conservador de las plantas leguminosas en lo que a producción de grano se refiere, es difícil encontrar ecotipos que tengan una manifiesta capacidad de producir altos rendimientos.

DESCRIPCION DE ALGUNAS ESPECIES Y VARIABILIDAD DE CARACTERISTICAS

Haremos referencia principalmente de los fríjoles comunes cuando se mencionen las prácticas agronómicas; debemos recordar que hay muchas otras leguminosas alimenticias que nos obligarán a modificar en un grado mayor o menor esas prácticas. Simplemente, enumeremos las más importantes (Ver página 131).

Fecha de la siembra

Generalmente, la fecha de la siembra se calcula de modo que permita la recolección durante la estación de menor precipitación. Esto, probablemente, facilitará el trillado y los riesgos de pérdidas debidas al agua serán menores. Los períodos de siembras también se calculan teniendo en cuenta que haya buena humedad para la siembra y por lo menos, un poco durante el crecimiento y la floración.

Hay tres períodos de siembra bien definidos: 1) primera o estación húmeda, 2) segunda o estación seca, y 3) con irrigación.

Estación húmeda (Primer ciclo)

En las zonas donde la preparación del terreno se efectúa por el sistema de "corte-quema" la siembra deberá hacerse antes del comienzo de las lluvias, para aprovechar las primeras en la siembra. Si ésta se demora, puede haber problemas con la recolección, si los fríjoles no han madurado a tiempo. Donde los inviernos son fríos y lluviosos, la tardanza puede ser ocasionada por la excesiva humedad que crea dificultades para la preparación del terreno; esto, a su vez, conlleva insuficiencia de humedad durante el crecimiento o demasiada en la cosecha. De todos modos, es vital que los fríjoles estén maduros, o en vía de madurez, cuando haya días cálidos, secos, que faciliten su recolección. Si se escoge bien la fecha de la siembra, habrá una incidencia muy baja de enfermedades e insectos ya que ambos se reducirán con un período prolongado, bien sea seco o frío, inmediatamente después de la siembra.

Estación seca (Segundo ciclo)

Esta es la estación escogida en la mayoría de las siembras tradicionales de leguminosas. Provee una menor cantidad de precipitación pero, a la vez, da un margen de mayor seguridad de que habrá una reducción en las lluvias para la recolección, o por ser el principio de un período seco prolongado, o por el advenimiento de uno frío. Puede haber una buena cantidad de humedad en el suelo y por ello, la preparación del terreno se puede complicar. Tradicionalmente, en casos de cultivos asociados, se siembra durante la desyerba de un cultivo establecido. A menudo, la siembra se dilata excesivamente para evitar la humedad, las enfermedades, u otros problemas; como consecuencia, el sembrado sufrirá por insuficiencia de humedad para dar rendimientos adecuados, durante la floración, o más adelante.

DE ORIGEN AMERICANO

Especie	Tipo	Uso	Características
Phaseolus vulgaris	blanco (llamado "fríjol alverja" o Navy)	grano seco	Clima templado seco o irrigado. Semiarbustivo.
	bayo	grano seco	Clima templado seco. Semiarbustivo.
	pinto o colorado (arriñonado)	grano seco vaina verde	Clima templado seco o irrigado. Matorral o semiarbustivo.
	negro o rojo	grano seco	Semitropical, con medio ambiente de lluviosidad mediana. Planta arbustiva o enredadera.
Phaseolus coccineus	Ayocote (Scarlet Runner)	Planta ornamental; el grano puede consumirse verde o seco	Clima seco de gran altura. Nativo.
	Acalete Piloy, Cubaes	grano seco y verde	Clima húmedo de gran altura. Nativo.
Phaseolus lunatus	Lima	seco y grano verde	Clima cálido seco, o irrigado.
Phaseolus acutifolius	Tepary	grano seco	Clima tropical y cálido. Rango restringido.

DE ORIGEN ASIATICO

Glycine max	Soya	grano seco forraje	Clima templado
Vigna sinensis	Caupí	grano seco y verde vainas verdes forraje	Clima cálido, húmedo o seco
Phaseolus aureus	Fríjol mungo	semilla germinada	Clima cálido y húmedo
Phaseolus calcaratus	Fríjol arroz	grano seco y forraje	Clima cálido húmedo
Cicer arietinum	Garbanzo	grano seco	Clima seco semitropical. Rango de variación restringido.
Lentilla lens	Lentejas	grano seco	Clima seco semitropical Rango restringido
Canavalia gladiata	Fríjol espada	grano seco	Tropical cálido seco. Disperso.
Dolichos lablab	Dolichos	Planta ornamental; el grano se puede consumir verde. La planta se puede utilizar como forraje.	Clima tropical húmedo.
Vicia faba	Haba	grano seco	Tropical frio y húmedo.
Cajanus cajan	Gandul	grano seco y verde forraje ornamental	Clima tropical húmedo y/o seco

Siembra con irrigación

Esta siembra permite la selección de una fecha exacta para sembrar y controlar la humedad durante la germinación y cosecha. Desafortunadamente, está limitada a áreas con disponibilidad de recursos hidráulicos, con suficiente tierra plana y estructura apropiada que permita la aplicación del riego.

El agua se puede aplicar con sistemas de aspersión o por canales superficiales bien sea laterales provenientes de surcos profundos, o verticales, desde pozos. En general, es el sistema más seguro, desde el punto de vista de disponibilidad de agua, y el que produce los mejores resultados.

Selección del terreno

La selección del terreno depende principalmente de la disponibilidad de tierras de cultivo, de las características de la zona y de las condiciones económicas de quienes cultivan la tierra. En general, el clima tendrá importancia en la selección de especies o variedades que se siembren y en la fecha de la siembra.

Disponibilidad

Los pequeños agricultores, a menudo, no tienen el problema de la selección de los terrenos ya que, como poseen unas pocas hectáreas, deberán concentrar su decisión sobre el tipo de cultivo que van a sembrar. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de los terrenos, o si se es aparcero y se tiene la oportunidad de escoger entre varios terrenos, se necesitará conocer cuáles son las condiciones de suelo que le convienen más a la planta leguminosa que se piensa sembrar.

Características

Obviamente, la topografía tiene gran importancia puesto que con el aumento e irregularidad del declive el trabajo se dificulta. La erosión es otro factor a considerar, especialmente si la tierra está expuesta a una gran lluviosidad. No obstante el pequeño agricultor se encuentra a menudo con que sólo tiene una ladera donde plantar leguminosas, en campos rocosos e irregulares y sin ninguna otra alternativa para mejorar su situación. Un declive uniforme es de gran valor si se va a irrigar los terrenos por métodos superficiales. Cuando se usa maquinaria grande se deberán eliminar las rocas, cepas, huecos, zanjas, y cualquiera otra irregularidad del terreno.

Otras consideraciones importantes son el tipo y la estructura del suelo. El suelo ideal debería ser arenoso, profundo, suelto y con drenaje interno. Otros tipos de suelos pueden dar buenos resultados, aún los arcillosos pesados si la estructura es buena aunque son más difíciles para trabajar, en especial, para aplicar el riego y para el drenaje. Los altos contenidos de sodio y de aluminio son indeseables.

Los suelos buenos productores de leguminosas deben tener un pH entre 6.5 y 7.0 y niveles apropiados de fósforo y de calcio. Desafortunadamente, en la mayoría de las áreas productoras de fríjol en los trópicos, los niveles del pH, fósforo y calcio, son inadecuados. Se precisan también altos niveles de potasio y éstos sí parecen encontrarse en los trópicos americanos. Aunque no exigen grandes cantidades de nitrógeno, las mejores utilidades las dan los suelos más fértiles. También, deben tener un alto contenido de materia orgánica no sólo como humus sino como materiales en proceso de descomposición. Ciertos elementos menores, en especial azufre, hierro, magnesio y zinc, deben encontrarse en el suelo en niveles apropiados.

Consideraciones económicas

Hemos observado que la mayoría de las plantas leguminosas de grano comestible se cultivan en tierras marginales. Los mejores suelos se utilizan con cultivos que producen mayores ganancias como algodón, tabaco, café, caña de azúcar, y otros, aún hasta praderas para ganado. Con la excepción de la soya, las leguminosas alimenticias tienden a ser cultivos difíciles y de poca utilidad que son continuamente desplazados de las tierras más productivas. En algunos lugares se ha mantenido a las leguminosas como el cultivo principal pero esto sucede porque no hay otro cultivo que se pueda explotar en condiciones competitivas. Estos lugares se caracterizan por la poca lluviosidad por los suelos muy rocosos o poco profundos, por ser terrenos poco extensos, en zonas adaptadas particularmente al cultivo del fríjol.

En las fincas pequeñas, de las faldas de las montañas, donde por tradición se siembran las leguminosas alimenticias, es probable que se cultiven hoy de la misma manera que en el pasado y con los mismos resultados. Sin embargo, con el aumento de población y el mayor uso de las llamadas tierras nacionales (cada vez se reducen más las dedicadas a "la conservación" o a reservas naturales) y a la práctica cada día menos frecuente de dejar los terrenos en descanso, o de establecer una apropiación de rotación de cultivos, es posible que los rendimientos de las plantaciones de leguminosas de grano comestible vayan en continuo descenso.

PREPARACION DEL TERRENO PARA LA SIEMBRA

Teóricamente, debieran existir tantas maneras de preparar el terreno como haya zonas productoras de leguminosas. Todas, tienen en común estas condiciones básicas: se deben incorporar o eliminar los residuos de plantas; quitar las piedras, troncos, raíces y aplanar la tierra; reducir las semillas de las malezas, las esporas de las enfermedades, y los insectos. Se debe pulverizar el suelo; conservar la humedad.

Cómo se logra esto; depende del terreno y de las facilidades de que se disponga. Enumeramos algunos de los sistemas más usuales:

Sistemas tradicionales

Tapado

Es el más sencillo de todos y a menudo, se emplea en los trópicos húmedos en áreas aisladas y montañosas, en donde casi no existe suelo. Se corta a nivel bajo toda la vegetación (bosque, generalmente) con un hacha o machete para formar una cubierta uniforme sobre la superficie del terreno. Las semillas se distribuyen al voleo y se remueve esta masa vegetal para permitir que la semilla llegue hasta el suelo. No se hacen otras labores de campo puesto que las semillas germinarán y las plántulas atravesarán la masa vegetal. En este método de cultivo no hay ni movimiento del suelo, ni quema, por lo que parece apropiado a la conservación del recurso suelo. He oído que se han obtenido buenas utilidades con este tipo de siembra pero carezco de datos sobre los resultados reales.

Corte-quema

Este sistema es muy similar al anterior. Necesita de bosques o de una vegetación secundaria espesa de hojas grandes que proporcionen suficiente combustible para la quema. Es muy común en las montañas donde las rocas forman la mayor parte del suelo. La quema se hace durante la estación seca que precede a las esperadas lluvias. Un resultado muy común con estas quemas, cuando no hay zanja contra incendios, es que la quema se extienda a toda la región inmediata, a veces, causando vastos incendios. Sin embargo, es el único sistema posible de cultivo en estas montañas rocosas. No es muy eficaz para contrarrestar el establecimiento de gramíneas de inferior calidad, y la invasión de éstas tiende a volver la región inapta para ser utilizada con este sistema de siembra, hasta que la sucesión natural las reemplaza con plantas leñosas. Este proceso puede durar de tres a cinco años, hasta doce. He visto que algunas de estas plantaciones han dado rendimientos muy superiores a los del promedio nacional. En igual forma, es difícil hallar cifras confiables sobre los rendimientos obtenidos con este sistema.

Labranza

En áreas de pronunciado declive y de suelos desmenuzables se usan el azadón o el machete para remover la cubierta del suelo. Este sistema tiende a ser muy lento y poco eficaz en la incorporación de la materia orgánica. La operación se hace siguiendo el declive del terreno y aprovechando la fuerza de gravedad para remover el suelo, de modo que contribuye a la erosión.

Con frecuencia, el arado (chuzo) de tracción animal se usa parar arar las tierras relativamente planas y más o menos rocosas y/o áridas. Cuando la pendiente es muy pronunciada, el arado tiende a seguir la dirección del declive lo que contribuye a la erosión. Si la arada se hace en sentido contrario a la pendiente, los surcos ayudarán a controlar la erosión. Este tipo de arado tiende a dejar el material orgánico en la superficie del suelo, lo que ayuda a controlar la erosión. Se necesita hacer dos pases, en ángulo cruzado, para preparar bien el terreno. A veces, se usan ramas para allanar la superficie del suelo.

Sistemas modernos o mecanizados

Arada

En algunos lugares, se usa el arado de discos rotatorios dando preferencia a las máquinas pequeñas, de dos ruedas, cuando hay un fuerte declive. Estos equipos de labranza tienden a ser muy caros, tanto por la inversión de capital como por los costos de operación; además, dejan un terreno muy suelto que, en muchos casos, necesita ser afirmado antes de la siembra. La materia orgánica se distribuye a lo largo de la sementera; si es excesiva, se desarrolla una competencia por el nitrógeno disponible y se aumentará la producción de hongos que pudren las raíces. Tampoco funciona bien donde hay raíces y rocas.

Generalmente, se usa el arado de discos o de reja para la primera roturada del suelo. Se prefiere el arado de discos en los suelos pesados y de baja humedad. Penetra en los suelos duros y secos, a la vez que se desgasta el metal uniformemente y conserva las cuchillas cortantes aún en los suelos arenosos y altamente abrasivos. No le afectan ni las rocas ni los

troncos. La adquisición resulta menos costosa y la operación más sencilla que cuando se utiliza la reja, si los suelos no son apropiados para este implemento. El arado de discos es más lento y no ara tan bien como lo hace el de reja.

El arado de reja con sus partes adicionales (punta de reja, reja, camilla y disco de guía, son herramientas muy eficientes), capaces de hacer el trabajo rápido y pulido, en especial, en los pastizales donde quedan residuos de cultivos anteriores. Trabaja muy bien en suelos profundos, friables y poco abrasivos. Funciona mejor cuando hay algo de humedad en el terreno. Las raíces y los troncos no le ocasionan ninguna dificultad pero las piedras grandes, de vez en cuando, rompen las puntas de la reja si se está trabajando a gran velocidad. En general, las plantas sacan los obstáculos a la superficie del terreno de donde se pueden recoger. Si la arada se hace con cuidado, la reja dejará el terreno nivelado, con excepción de los últimos surcos del campo.

Preparación del terreno

La rastra de discos con muescas grandes (llamado en inglés "Bush and Bog") puede usarse en la preparación de terrenos arenosos, friables y con un mínimo de residuos de otros cultivos. Se prefiere hacer una primera pasada varias semanas antes de la segunda, la cual se hace inmediatamente antes de plantar y en la misma dirección en que se hará la siembra.

La rastra de disco con dos cuerpos separados se prefiere para la preparación final o pulverización del suelo. Se requieren, por lo menos, dos pases para acabar con los terrones de los suelos más pesados o si los suelos tienen una humedad demasiado baja. Los suelos arados con discos pueden exigir más de dos pases en diferentes direcciones y si hay material orgánico, es bueno dejar una o dos semanas entre los pases para que la descomposición sea eficaz.

Nivelación

Esta operación se hace con el rastrillo de puntas para acabar de romper los terrones pero lo más usual es hacerlo con una tabla pesada o riel del ferrocarril conectado por medio de cables a ambos lados del tractor. El mejor trabajo de nivelación del terreno lo hace una "niveladora de tierra" de cuchilla movible que corta tierra en las áreas altas, para depositar y llenar las bajas. Esto tiene gran valor cuando la tierra se somete a irrigación.

Casos especiales

Para corregir el pH por medio de adiciones de cal o agua cal, se hace la incorporación de tales elementos con el disco en la última fase de preparación del terreno, o bien, antes del nivelado. Se deberá emplear un esparcidor de fertilizante o de cal, especialmente diseñado para esta labor; este aparato se debe graduar para aplicar las dosis y uniformidad requeridas. El material finamente pulverizado se deberá aplicar cuando haya un mínimo de viento y ser mezclado de inmediato al suelo para prevenir pérdidas por erosión y viento. La aplicación se hará por lo menos un mes antes de la siembra, puesto que la microflora del suelo puede necesitar mucho más tiempo para ajustarse al cambio de pH.

Las aplicaciones serán de 2-3 hasta más de 6-7 toneladas por hectárea, para conseguir un pH de de 6.5 o más alto. Se deben tomar precauciones especiales para lograr buenos resultados en la producción de las leguminosas de grano comestible. El suelo debe ser trabajado con un contenido adecuado de humedad para evitar la compactación y obtener una buena granulación. Se debe procurar dejar superficies uniformes en el terreno, niveladas y parejas, sin surcos ni elevaciones. El último pase del equipo sobre el terreno se deberá realizar 24 horas antes de sembrar, de preferencia, un poco antes de la siembra.

PRODUCCION DE SEMILLA DE BUENA CALIDAD

El éxito en la producción de las leguminosas de grano comestible depende en gran parte de la calidad de la semilla usada. El pequeño agricultor tradicional generalmente reconoce el valor de la calidad de la semilla y parcialmente acepta las condiciones bajo las cuales se debe producir la semilla. El escogerá con gran cuidado las plantas individualmente, las cosechará por separado y manejará personalmente la cosecha dedicando, frecuentemente un lugar en su propio hogar para secar, trillar y limpiar la semilla.

Las siguientes podrían ser algunas de las limitaciones en los conocimientos y en la comprensión de las causas de ciertos problemas: reconocimiento de los agentes productores de las enfermedades y sus ciclos de vida; fumigación química y protección de las semillas; control sobre las condiciones de almacenamiento, en especial, de la humedad y de la temperatura. Con frecuencia, el equipo y los materiales de que dispone para recoger, procesar y guardar la semilla, son escasos o inadecuados.

Pureza varietal

Si se desea conseguir el máximo de eficacia en las técnicas de cultivo que exigen una etapa de desarrollo para dar los mejores resultados, es necesario poner atención a la pureza varietal de la semilla y a la uniformidad en la calidad de la semilla obtenida. La rapidez y el crecimiento uniforme de las plántulas después de germinada la semilla, el desarrollo de los tallos, la floración y la fructificación del grano, son ejemplos de las características que deben ser uniformes en cuanto a intensidad y a tiempo. La pureza varietal se asegura si el fitomejorador establece un criterio de tipo de variedad y aplica consistentemente un sistema que le asegure una uniformidad relativa y un aumento progresivo en cantidad de semilla obtenida a través de varias generaciones.

Con frecuencia, el campesino tradicional sigue por intuición o por tradición un sistema de aumento de semilla con el cual se obtiene una mezcla de materiales la cual resulta ventajosa desde varios puntos de vista. Esto sucede en particular con el agricultor que dedica una pequeña área de su terreno a producir la semilla que va a utilizar en futuras siembras obteniendo un material con diferente grado de variación genética, del cual se produce un cierto grado de heterosis a la vez que logra cierta flexibilidad hereditaria que le brinda a su plantación un mayor grado de adaptación a las circunstancias cambiantes de la región.

Composición física

La variación genética, al igual que las condiciones del cultivo, pueden producir grandes diferencias en el tamaño y en la forma del grano. Con una selección adecuada y un proceso de eliminación de granos defectuosos se puede reducir el número de semillas disparejas en cuanto a forma y tamaño. Las semillas de buena consistencia, de grano lleno y maduro, son las de mayor viabilidad y mejor germinación. Con maquinaria, es más fácil escoger la semilla con el propósito de obtener resultados uniformes. El equipo de limpieza de las semillas incluye: por tamaño, cribas de orificios redondos, y por calidad, cribas o arneros de alambre, con orificios alargados. La clasificadora que separa los granos por su largo y ancho, ofrece mejores resultados.

El trillado y el manejo de la semilla con contenidos muy bajos de humedad (7 ó 12 por ciento) produce daños por quiebra o ruptura de los granos, daños en la cobertura de la semilla y luego, será muy difícil separar estos granos defectuosos. Si no se logra su separación y son plantados en el campo habrá una reducción en las poblaciones de plantas y se obtendrán sementeras defectuosas. Los granos decoloridos se pueden sacar a mano o bien, mediante una clasificadora electrónica.

CONTROL DE INSECTOS Y ENFERMEDADES

Para producir semilla de alta calidad, no existe nada mejor que un área que esté libre de enfermedades e insectos. Se iniciará la producción de semilla con lotes que no tengan ninguna enfermedad transmisible por la semilla, en especial, virus y bacterias. Hay informes sobre problemas causados por hongos y levaduras, al igual que los nemátodos, pero son menos frecuentes. Los insectos traen dificultades, pero no tantas como las enfermedades, puesto que son más fáciles de controlar tanto con medidas preventivas de campo utilizando insecticidas apropiados o con fumigantes, después de la cosecha (Cyanide, Methil bromide o Phosamine); o por prolongado control de la humedad y la temperatura en el almacenamiento (usualmente, 35 por ciento de humedad relativa a 40°F por varios meses). Se puede prevenir un ataque secundario con un tratamiento de la semilla con insecticidas clorinados (DDT, Lindane).

Las enfermedades transmitidas a la semilla son difíciles de combatir aunque algunas sean susceptibles a los períodos prolongados de almacenamiento a altas o bajas temperaturas que reducirán, pero no eliminarán completamente, a los patógenos. Por esta razón, es de gran importancia que la semilla se someta a pruebas cuidadosas para encontrar granos dañados por enfermedades, aunque sea en número bajo. Con los productos químicos que continúan activos durante el almacenamiento y/o la germinación de las semillas (hasta el período de plántula), se logra una protección adicional. Los productos químicos sistémicos parecen ofrecer una promesa para el control de enfermedades en lotes de producción de semilla. Benomyl y Carboxin, solos o combinados con Thiram, son los más promisorios.

Los productos químicos, algunos de los cuales pueden ser nocivos o letales para personas y animales o que al acumularse contaminan el suelo y el agua, deben usarse siempre con sujeción estricta a las instrucciones y reglamentos para su uso.

Como medida preventiva, los recipientes que contengan semillas tratadas con productos químicos deben llevar leyendas en las que se explique que han recibido acción química. El empleo de colorantes brillantes en el tratamiento ayuda a evitar que esas semillas se utilicen a propósito o por error, en la alimentación o como forraje.

PRACTICAS CULTURALES QUE FAVORECEN UNA BUENA PLANTACION DE LEGUMINOSAS

Las siguientes son algunas de las prácticas culturales que contribuyen a obtener una plantación productiva de leguminosas:

Inoculación

El crecimiento y producción normal de las leguminosas depende en gran parte de la formación de nódulos aunque, aparentemente, se consigan resultados equivalentes mediante la fertilización. Este último procedimiento es más difícil y costoso. Cuando las leguminosas crecen en su lugar de origen, o son muy comunes en un sitio, no parecen necesitar inoculación puesto que las bacterias formadoras de nódulos están ya establecidas en el suelo. Pero, en áreas que no han sido cultivadas con leguminosas, o que tienen climas templados y fríos, si se requiere inoculación.

Algunas veces, la selección de linajes de bacterias de gran eficacia puede aumentar los rendimientos de las plantas leguminosas. Sería conveniente lograr una buena combinación de linaje de bacteria y tipo de suelo pues ambos factores parecen tener interacción.

El pH adecuado, la presencia de calcio, fósforo y materia orgánica estimulan la formación y mantienen la actividad de las bacterias en el suelo. Los altos contenidos de aluminio y manganeso en el suelo inhiben el crecimiento bacterial y la formación de nódulos. Aparentemente, el nitrógeno de nitrato también inhibe la formación de los nódulos. Parece que el cultivo de arroz inundado no elimina las bacterias.

La inoculación de la semilla en el campo, al hacer la siembra, es eficiente pero a veces resulta poco práctica; la inoculación al vacío puede ser una mejor alternativa.

Siembra

A mi juicio, una siembra bien hecha es la operación más importante de las que se deben realizar en la producción de leguminosas de grano comestible. Esto es cierto para la producción eficiente de cualquier cultivo pero, por el hecho de que las leguminosas alimenticias tienen semillas grandes, la emergencia de la plántula es más difícil. Las condiciones deben ser apropiadas (temperatura, humedad del suelo, estructura y compactación) para lograr una emergencia rápida y uniforme. No importa la forma en que se coloque la semilla en el suelo (si a mano, o con equipo agrícola u otros medios), pero se debe hacer cuidadosamente, prestando atención a todos los detalles. Los fracasos más comunes son debidos a condiciones impropias del suelo, mala época de siembra descuido en la colocación de la semilla y falta de atención a los detalles generales de la siembra.

Espaciamiento de las plantas

En general, la siembra al "voleo" se usa únicamente para los fríjoles pero se utiliza frecuentemente con otras especies cuando se desea obtener cobertura vegetal la cual luego se incorporará al suelo para su mejoramiento. La cantidad de semilla debería ser suficiente y bien distribuida para lograr una población uniforme y tupida, que pueda competir con el crecimiento de las malezas.

La siembra en surcos se hace en cultivos ya establecidos o bien cuando éstos se van a irrigar o desyerbar. La distancia entre las hileras depende del espacio que necesite el equipo agrícola para entrar al campo cuando sea requerido. Si se usan tractores, la distancia dependerá del ancho de la llanta más la de la planta (en la época de la floración), más unas pulgadas de margen. El equipo de siembra obliga, a veces, a hacer compromisos como el siguiente: si se utiliza una sembradora común, los espaciamientos más corrientes serán a base de incrementos de 7 pulgadas (el ancho del disco); las sembradoras de maíz exigen que el espaciamiento mínimo sea de 28 pulgadas mientras que las de fríjoles y remolacha, los espaciamientos pueden aumentar a incrementos de dos pulgadas, después de espaciamientos de 12 pulgadas.

Las siembras a mano o por tracción animal son más flexibles. El ancho del yugo, cuando se utilizan los bueyes para la siembra, puede determinar las distancias entre surcos ya que los bueyes están adiestrados a caminar en los surcos y por lo tanto, la distancia para sembrar tendrá incrementos de 1/2 a 1/4 de la distancia entre los dos animales. Otras veces dependerá del ancho del surco que, a su vez, depende del tamaño del arado o de la punta de la reja.

La siembra en grupos de plantas (golpes o montículos) se hace casi siempre a mano generalmente en cultivos asociados o intercalados. Se ha diseñado maquinaria para este fin pero se emplea poco. Se puede utilizar cualquier distancia, pero las más frecuentes son aquellas que resultan ser las más convenientes para el agricultor y para el cultivo principal con el cual se asoció la leguminosa. Si la leguminosa es una enredadera hay la tendencia a localizar la semilla de la leguminosa en la base o cerca de los montículos de plantas del cultivo principal, mientras que si es arbustiva o semi-arbustiva se cultiva entre las hileras del cultivo principal con casi ninguna rela-

ción a la distancia a la cual fue sembrado el principal. Usualmente, los cultivos asociados ocupan un espacio más reducido que el que tendría la leguminosa si se hubiera sembrado sola.

Poblaciones

La población de una plantación la determina la distancia entre las plantas en la hilera, y el número por montículos. Estos dos factores gobiernan la cantidad de semilla que es necesario plantar para obtener una determinada población. Es difícil juzgar si la población fue apropiada o excesiva, mientras que es obvio cuando las poblaciones son deficientes y los resultados obtenidos son muy inferiores. Las poblaciones óptimas deberían por lo menos usar la fertilidad total de la tierra y el agua disponible. Cuando la fertilidad y la humedad son excepcionalmente buenas (o la última tiene mejor distribución), las poblaciones pueden ser mayores. Si una de ellas es deficiente en cualquiera de las primeras etapas de crecimiento, antes de la formación de las vainas, la población tendrá que reducirse. Las variedades caracterizadas por el gran tamaño de la planta, o por enredarse, requieren poblaciones mucho menores.

El efecto de la superpoblación se nota en la producción de tallos delgados y débiles que tienden al volcamiento (acame) y a la producción de follaje excesivo, con una alta incidencia de caída de flores y vainas. Si el agua o los elementos nutritivos en el suelo son escasos, las plantas serán pequeñas y raquíticas. Cuando se asocian cultivos y se siembra una leguminosa de enredadera, el problema de la superpoblación se reduce puesto que algunas plantas se convierten en dominantes y hacen desaparecer o desmerecer a las otras. La subpoblación se pondrá en evidencia con la invasión de las malezas y los bajos rendimientos. El caso más frecuente de subpoblación es causado por fallas durante la germinación o a pérdidas debidas a los insectos, las enfermedades o bien, operaciones de desyerba.

Localización

Si la siembra se hace en montículos se facilita la germinación de la semilla en los suelos pesados pero tiene la desventaja de que algunas plantas son dominadas por las otras y no se desarrollan con todo su potencial. Una semilla enferma dentro del montículo transmitirá las enfermedades a las semillas sanas. Las siembras hechas en línea (a chorro) con sembradora no tienen este problema pero las semillas deberán brotar por su propia fuerza, de modo que se requiere cubrir la semilla muy ligeramente para no ahogar la semilla con demasiada tierra. Cuando las siembras se hacen con máquina, la semilla deberá tener una cobertura de tierra de 1/2 a 1 pulgada. Si se aplican herbicidas químicos o hay problemas de erosión, la siembra debe ser más profunda.

La semilla se deberá colocar sobre una superficie húmeda pero luego esta humedad deberá bajar de nivel, especialmente si el suelo es arcilloso. La peor siembra es la que se hace cuando cae una lluvia ligera inmediatamente después de la siembra, a la que siguen unos días brillantes y soleados. Esto producirá en el suelo una superficie costrosa, aterronada, que reducirá considerablemente la emergencia de la plántula. Al colocar la semilla se deberá afirmar ligeramente con el suelo húmedo que la rodea, mientras que el resto del suelo de la hilera deberá quedar suelto.

Los fertilizantes fosfatados (que tienen lenta solubilidad) pueden colocarse con la semilla en el surco, mientras que aquéllos que son rápida o parcialmente solubles, se deberán aplicar a un nivel inferior o bien, a ambos lados de la semilla para que no entren en prolongado contacto con ésta.

Equipo

La siembra manual se puede hacer con cualquier instrumento puntiagudo (palo, macana, machete) y aunque, en teoría, sería posible colocar la semilla a una profundidad precisa y a una distancia determinada, en la práctica es imposible conseguir uniformidad en la siembra con este sistema. Sin embargo, se obtienen buenos resultados pese a lo empírico que es el sistema. Las siembras hechas utilizando tracción animal tienen los mismos problemas de uniformidad, pero producen buenos resultados. Estos dos métodos son extremadamente lentos y sólo las áreas pequeñas pueden ser sembradas en un período razonable de tiempo.

Las pequeñas sembradoras mecánicas hacen mejor un trabajo en lo referente a colocación y distribución precisa de la semilla. Se emplean frecuentemente y con mucha eficiencia en los cultivos hortícolas pero no han tenido acogida en las plantaciones comerciales de fríjol. Las sembradoras de banda y de cono como en el Planet Junior se usan para establecer ensayos de precisión o sea, parcelas experimentales o lotes de demostración. Pueden ser impulsadas a mano o por tractores pequeños, de dos o de cuatro ruedas.

Las sembradoras grandes en hilera, bien sean las construídas específicamente para los cultivos de remolacha, fríjol, maíz o algodón, tienen mucha aceptación en las grandes plantaciones comerciales. Estas máquinas pueden sembrar en hilera o en montículo (hills) con mayor o menor precisión, de acuerdo con las características de su diseño. Algunas pueden aplicar los herbicidas, mezclándolos con el suelo antes de la siembra, o aplicarlos inmediatamente después de colocar la semilla, bien sea líquidos o granulados. Pueden aplicar los fertilizantes en diferentes proporciones y posiciones en relación con la semilla.

Otros tipos de equipo pueden hacer estas operaciones de una sola "pasada" y con buena velocidad. Generalmente, siembran de dos a cuatro hileras de una vez, pero hay equipos que pueden hacerlo en mayor escala.

La sembradora de hilera se ha utilizado con buen éxito para establecer plantaciones de leguminosas de grano comestible. Aunque puede aplicar los abonos a un lado de la semilla, no lo hace con mucha exactitud. La profundidad de siembra se controla con un regulador de presión. No se obtiene ni la aplicación del abono en el nivel de profundidad requerido, ni la cantidad necesaria ni la precisión de localización con respecto a la semilla. Con frecuencia se presentan problemas al cubrir la semilla con tierra en la cantidad adecuada.

Prácticamente, todas las sembradoras grandes pueden plantar con mucha rapidez y hacer un trabajo con gran precisión en la colocación de semilla y de los productos químicos. Es la única forma como se pueden sembrar grandes áreas en un tiempo razonablemente corto y con un mínimo de costo. A la larga, la velocidad se torna en problema cuando las sembradoras tienen discos de plástico (para calibrar los diferentes tamaños de la semilla). Los lubricantes para asegurar un mejor funcionamiento de las piezas del equipo y el talco para mezclar con la semilla se emplean con algún éxito en facilitar la rápida operación de estas máquinas.

Fertilización

La discusión sobre aplicación de fertilizantes quizás debería hacerse simultáneamente con la siembra puesto que ambas operaciones, generalmente, se hacen al tiempo. La aplicación de cal y de materia orgánica es también parte del problema de la fertilidad de los suelos. En algunos casos, es necesario aplicar estos elementos antes de hacer la siembra.

El tipo de suelo y la distribución de las lluvias tienen efecto sobre los requerimientos de fertilizante. Los suelos que suplen nutrientes en condiciones de baja precipitación pluvial probablemente no necesitan aditivos mientras que aquellos que tienen una baja concentración de elementos nutritivos o están expuestos a una gran precipitación pluvial, necesitarán abonos y en una forma que no se pierda por lixiviación. En áreas en donde la lluvia es constante, los nutrimentos solubles son lixiviados del suelo lo mismo que de la planta; éstos pueden incluir el nitrógeno, fósforo y calcio, elementos que son necesarios para la producción de grano.

El nitrógeno que necesitan las leguminosas lo suplen las bacterias establecidas en los nódulos. Sin embargo, hay evidencia de que las plantas extraen pequeñísimas cantidades de nitrógeno del suelo, especialmente en los primeros treinta días después de la germinación de la semilla. Aparentemente, no existe mucha diferencia en la fuente del nitrógeno utilizada para llenar estas pequeñas exigencias iniciales. Aunque éstas sean en la forma de nitratos, las cantidades mayores de este elemento parecen ser inhibitorias o tóxicas para el funcionamiento nodular. En algunos casos, los residuos vegetales parcialmente descompuestos (como en el caso de **Crotalaria**) son una fuente satisfactoria de este elemento.

El fósforo se extrae del suelo a lo largo de la etapa de crecimiento de la planta y es muy importante en el proceso de fijación de nitrógeno. En algunos casos, por haber una baja eficiencia de extracción, se pierden porciones apreciables del abono aplicado las cuales no son aprovechadas por las plantas.

Los suelos con alto contenido de aluminio no sólo impiden la absorción del fósforo sino que son tóxicos para las bacterias e impiden la formación de nódulos. Otras fuentes de fósforo son los residuos de cosechas y en mayor grado, las aplicaciones foliares.

En ciartas áreas, algunos elementos menores son factores limitantes. El zinc y el hierro son deficientes cuando el pH es alto. Hay deficiencias de azufre cuando se practican las quemas continuas. Estos elementos se pueden aplicar fácilmente a las hojas o añadirse a los fertilizantes del suelo.

La disponibilidad de los insumos, el precio y la facilidad de manejo son consideraciones de importancia. Los fertilizantes higroscópicos, así como los materiales pulverizados, son difíciles de aplicar ya que tienden a adherirse al equipo y obstruyen la maquinaria. En términos generales, cuando no se tienen recomendaciones específicas sobre aplicación de fertilizantes, se sugiere limitar la aplicación de los mismos. Para la mayoría de los casos, la aplicación moderada de fertilizantes fosfóricos es la más eficiente económicamente.

Control de las malezas

Las malezas de todo tipo constituyen uno de los problemas más serios del cultivo de fríjol en los trópicos. Entre las más difíciles están el coquito (**Cyperus** spp), algunas gramíneas anuales (**Eleucine, Cenchrus**), algunas gramíneas perennes (**Cynodon, Paspalum**), malváceas (**Sida, Waltheria**), algunas especies de enredaderas rastreras (**Ipomea, Merremia**), el plantago, algunas compuestas (**Baltimora, Bidens, Synedrella**) y otras malezas que invaden los campos de cultivo (**Acanthosperma, Richardia**, etc).

Cada área tiene su problema particular en cuanto a malezas, ocasionando quizás, por el tipo de suelo, la historia de los cultivos realizados anteriormente y por los métodos empleados para el control de las malezas. No hay duda de que el fríjol es un competi-

dor débil y muy susceptible a la pérdida de rendimiento en la cosecha ocasionada por la invasión de las malezas durante el primer mes después de haber hecho la siembra.

Los métodos de control que se han de utilizar deberán seleccionarse buscando una combinación apropiada de rotaciones de cultivos, control mecánico y control químico.

Sistemas de rotación

Una de las rotaciones que resultan más efectivas para el control de las malezas es el establecimiento de praderas que se utilicen como tales por un período no menor de cinco años. Si las praderas se manejan bien, la cantidad de malezas y los tipos más perjudiciales de éstas se reducen a un nivel mínimo. En consecuencia, si luego se hace rotación con una planta leguminosa, la invasión de malezas en la plantación será mínima. Si se deja regresar el terreno a su vegetación natural, se eliminarán las malezas gramíneas pero en su lugar, se establecerán malezas perennes de hoja ancha.

El barbecho con arado de disco reducirá las malezas estonolíferas en los trópicos cálidos y secos, aunque este procedimiento no es muy eficaz para eliminar las malezas anuales. La inundación, tal como se practica con el arroz inundado, puede eliminar malezas y enfermedades. Estos terrenos inundados se pueden resembrar con leguminosas aunque tengan una alta concentración de arcilla, sin reducción aparente en la formación de nódulos.

Otras rotaciones más frecuentes que también son útiles en el control de las malezas pero que se utilizan probablemente por consideraciones de otra índole, pueden incluir estos cultivos: maíz, yuca, banano, caña de azúcar, cocotero, cítricos, tabaco, girasol, café, maní y algodonero.

De éstas, la rotación y también asociación más común es la de maíz fríjol. Esto se puede hacer de muchas maneras: una estación para establecer un cultivo y otra, durante el mismo año, para el otro; estos cultivos pueden superponerse, de acuerdo con sus períodos de crecimiento, en el mismo terreno, o bien en el adyacente; o hacerse simultáneamente, etc. Es posible que las cosechas de estos cultivos se recolecten al mismo tiempo y aún se utilicen como alimento en conjunto, en dietas mixtas; sería interesante saber si el balance proporcional, en cuanto a rendimiento obtenido bajo estas condiciones, es igual al que ofrece la mayor eficiencia de producción en relación con el balance nutritivo. En realidad, aún existen muchos aspectos sobre el problema de las rotaciones que todavía no conocemos bien.

Control mecánico de malezas

La operación de desyerba, por sí sola, no parece estimular la producción. La raíz del fríjol es un sistema superficial fibroso que sufre daños físicos aun con el desyerbe más ligero y en consecuencia es susceptible a ciertas enfermedades de la raíz. Sin embargo, las plantas se recuperan en la mayoría de los casos. La escarda profunda es una práctica que es muy frecuente en los trópicos húmedos.

La desyerba, en determinados casos como los siguientes, puede ser una práctica beneficiosa:

1) El uso del azadón rotatorio para desmenuzar la corteza del suelo durante la germinación; 2) la apertura de surcos para irrigar (o proveer drenaje superficial); 3) El rompimiento de la capilaridad superficial, al comienzo de un largo período de sequía.

Parece que no existe ningún equipo para el desyerbe mecánico que trabaje bien en terrenos sembrados con surcos en hilera o plantas en montículos. El trabajo de un azadón manual, ciertamente, deja mucho que desear, aun en las manos del agricultor más cuidadoso. Entre las hileras, las malezas se pueden controlar muy bien con las palas laterales y las cultivadoras maniobrales. La planta de fríjol está expuesta al perjuicio inmediato o bien al ataque de enfermedades subsiguientes o de insectos al acumular tierra alrededor del tallo, al hacer el aporque manualmente o al utilizar los aditamentos de los tractores para efectuar las operaciones de cultivo.

En mi opinión, el campesino tradicional no tiene mucho problema con el control de las malezas excepto en casos en que aumente súbitamente la superficie de cultivo. Las malezas son un problema en las áreas marginales o en aquellas plantaciones comerciales a las cuales no se presta interés para atender el cultivo debidamente.

Control químico de malezas

En general, este tipo de control no es apropiado para el pequeño agricultor. Requiere experiencia, algunos conocimientos básicos, equipo y hacer una inversión tanto para la adquisición del equipo como de productos químicos. Sin embargo, en plantaciones comerciales cuando se utiliza en forma adecuada, puede controlar las malezas de manera sorprendente. Si se recupera o no el costo de la aplicación con un aumento en los rendimientos, es un asunto discutible. Algunos se pueden mezclar en la tierra antes de sembrar (EPTC y Trifluralin); otros, se aplican en la superficie y producen efectos a corto tiempo (dinitros) y otros, a largo tiempo (Chroacetamides, Aniben, Linuron).

La mayoría de estos productos es de efecto tóxico para las leguminosas, por lo cual se debe tener mucho cuidado o su uso causará daños muy serios.

La semilla se debe plantar profundamente y en la mayor parte de los casos, los productos se deberán aplicar inmediatamente después de la siembra. Una lluvia ligera, inmediatamente después de la aplicación, es muy útil porque hace más efectivo el herbicida y permite una posible reducción de la dosis. Conviene afirmar y allanar el suelo.

Los herbicidas 2,4-D, Diuron y otros del mismo grupo, al igual que los denominados triazines que se utilizan para combatir malezas en otros cultivos pueden producir daños a las leguminosas. Si tales cultivos se incluyen en rotaciones con leguminosas por posible efecto residual, pueden afectar los cultivos de tales plantas.

Los herbicidas pueden obtenerse en el comercio como granulados, polvos mojables, o líquidos. El equipo para los granulados es de fácil ajuste y de bajo costo pero los resultados son insatisfactorios; no tienen uniformidad en su manufactura y el producto químico que aplican es más caro. Los rociadores deberían tener filtros de funcionamiento fácil y orificios grandes en las boquillas, para evitar pérdidas de tiempo en la operación del rociado. Los resultados mejores se obtienen cuando los aparatos rociadores tienen buenos indicadores de presión, el tanque incluye un buen agitador y las boquillas son de acero inoxidable.

Control de plagas

Los insectos, las enfermedades y otras plagas se pueden controlar mejor con medidas preventivas. La resistencia genética ofrece el mejor sistema de control. Las enfermedades se pueden controlar en muchos casos con un solo factor de resistencia, o con varios, en otros; sin embargo, hay tantas enfermedades que parece imposible incorporar resistencia a todas, en una sola variedad. En general, el agricultor tradicional emplea variedades que no sólo tienen estos factores de resistencia sino otros que permiten producir rendimientos mas o menos altos aun cuando el cultivo haya sido atacado por varias enfermedades. Existen variaciones en la resistencia a los insectos pero no se ha investigado mucho sobre esto.

Sería muy conveniente tener la capacidad de producir y distribuir semilla limpia como una medida preventiva para la multiplicación de plagas. Se debería dar más importancia a la implantación de métodos de cuarentena. El traslado de maquinaria y de equipos agrícolas de una finca a otra, o de un terreno a otro, es un factor que contribuye a diseminar malezas, enfermedades y plagas.

Anteriormente mencioné que las rotaciones son sistemas valiosos en el control de las malezas; también pueden serlo en la reducción o control de los insectos y enfermedades que pudieran existir en un terreno. La siembra de cultivos asociados puede contribuir a retardar la expansión de una enfermedad en un terreno y quizás, pueda un determinado cultivo servir como "trampa" para reducir la población de una determinada especie de insecto.

La sincronización adecuada de algunas operaciones de campo puede resultar beneficiosa en la reducción de insectos y de las enfermedades al inducir un cambio en la vegetación presente en un campo. La eliminación de malezas gramíneas en los cultivos de leguminosas antes de que ocurra la ovoposición de los insectos (en especial, **Spodoptera**) puede reducir la intensidad de una plaga. La recolección temprana y oportuna, así como el levantamiento rápido de la cosecha del campo, reducirá en forma marcada el ataque del gorgojo **(Acanthoscelides)**. La eliminación de las plantas con enfermedades virales y el combate de los áfidos, pueden disminuir la difusión de los virus en la plantación de leguminosas.

Aplicación de sustancias químicas

Tarde o temprano, el agricultor tendrá que enfrentarse a la posibilidad de perder su cosecha, total o parcialmente, debido al ataque de enfermedades o de insectos. Entonces, deberá considerar la necesidad de emplear productos químicos para reducir las pérdidas. Ya se hizo mención del tratamiento de la semilla. También se puede considerar el uso de insecticidas al sembrar, bien sea solos o mezclados con los fertilizantes. Si hay insectos del suelo, como el gusano de alambre o algunas especies cortadoras, se debe usar insecticidas clorinados (Aldrin, Clordano y Dieldrin). Los insecticidas sistémicos (Phorate, Disyston), usados en forma granular y aplicados en los surcos en mezcla con la semilla, son valiosos en el control de los áfidos y otros transmisores de virus.

Los insecticidas clorinados, como el DDT, son baratos, fáciles de aplicar y de uso para el combate de muchas plagas. Algunos productos específicos, del tipo de los fosforados, son eficaces para el control de los chupadores y de los masticadores aunque son sumamente peligrosos para los seres humanos. Otros del mismo tipo tienen una baja toxicidad para los mamíferos (Malathion y Dipterex). Otros tipos, como los carbamatos (Sevin), tienen un empleo muy amplio a pesar de su costo relativamente alto.

Las aplicaciones tempranas hechas sobre la plántula germinante o en una etapa posterior del crecimiento de la planta, se deberán hacer con un rociador que utilice el agua como disolvente. Los granulados son la forma preferida de insecticidas empleados antes y durante la siembra. Los espolvoreos se utilizan cuando hay gran cantidad de follaje y suficiente humedad en la planta para lograr su adherencia. Son muchos y variados los equipos disponibles que dan buenos resultados desde los de operación manual hasta los equipos que se operan adaptados a un

tractor manual. Por otro lado, el equipo rociador deberá tener una presión relativamente alta y un sistema de boquillas que distribuya el líquido en forma de cono, produciendo gotas uniformes y así lograr una buena penetración en el follaje.

Como otras plagas se pueden considerar los conejos y varias especies de herbívoros para los cuales no existen medios eficaces para reducir los daños que causan en las plantaciones. Los cercos y trampas resultan de poca efectividad. Las babosas y los caracoles crean problemas especiales que parecen aumentar en los climas fríos y húmedos. Aunque los cebos con metaldehidos pueden ser muy eficaces, se deben aplicar repetidamente y en grandes cantidades, si llueve a menudo.

Irrigación y drenaje

Son problemas comunes en áreas con poco declive y en suelos pesados. Aunque la falta de humedad puede causar la caída de las flores y el crecimiento deficiente de las plantas, lo cual resulta en bajo rendimiento, sin embargo tales problemas no producen efectos tan graves como la falta de drenaje y el exceso de humedad. La mayor parte de las leguminosas tienen raíces que son superficiales (con profundidad máxima de un metro) y que necesitan buena aireación. El exceso de humedad, tanto superficial como subterránea, provocará el rápido deterioro de la raíz. El 68 a 70 por ciento de la capacidad total de campo (en términos de humedad en el suelo) se considera generalmente como el nivel más adecuado para la producción de la mayor parte de las leguminosas de grano comestible.

La irrigación con sistemas de aspersión se puede hacer bajo casi todas las condiciones, aun las de suelos arenosos y con declives irregulares, lo que sería difícil por medios superficiales. Es necesario regar una o dos veces por semana, durante los períodos más secos, y de una a tres pulgadas por conjunto de plantas. Los costos de esta operación serán altos puesto que las presiones mínimas serán de 30 libras ppc y con pérdidas de hasta el 50 por ciento del agua aplicada. Sinceramente, dudo que haya mucha probabilidad de usar con provecho económico los sistemas de aspersión, en el cultivo comercial de fríjol, con la excepción de los campos dedicados a la producción de semilla.

La irrigación superficial por el método de surcos se puede realizar aun en suelos con un alto contenido arcilloso, a menos que éstos no se agrieten al secar.

Se consigue mejor distribución del agua y uniformidad en la operación del riego con los canales abiertos y los sifones o bien, con la tubería portátil de aluminio. Se prefieren las aplicaciones alternas entre hileras y los niveles altos inicialmente haciendo las aplicaciones posteriores en períodos relativamente cortos. Se debe tener cuidado de que no haya filtraciones secundarias y de que la irrigación se haga de las partes más altas del terreno a las más bajas.

Recolección

Lo más conveniente para apresurar la maduración que precede a la recolección es el que haya unos días cálidos secos (o una ligera escarcha). A falta de esto, a veces se emplean algunos herbicidas (arsenicales y Dinitro) para defoliar las plantas y eliminar las malezas; pero esta operación puede ser peligrosa y no se debe recomendar. El uso de 2, 4-D en aplicaciones localizadas para combatir las enredaderas puede ser práctico y efectivo, antes de usar la maquinaria cosechadora pero esta práctica también puede ser peligrosa.

La cosecha a mano de las plantas leguminosas soluciona el problema de la maduración uniforme del grano, pero a un alto costo. Lo acostumbrado es arrancar varias hileras o surcos y colocar las plantas con la raíz hacia arriba, en una hilera central. La operación se hace más fácilmente por las mañanas, cuando las vainas aun tienen algo de humedad y no son tan susceptibles al desgrane. La cosecha mecánica requiere la colocación de cuchillas grandes que deberán ajustarse a la máquina para que corten debajo de la superficie del suelo. Cuando las plantas están entrelazadas débilmente por las puntas de los zarcillos, formando haces o bultos mas o menos compactos, la labor de cortar, alinear y trillar, será mas sencilla. Estas operaciones se pueden hacer con más uniformidad con este tipo de plantas que cuando se cultivan otros tipos, sean éstos de enredadera o de arbusto. La recolección mecánica producirá un mayor desgrane que la que se hace a mano.

Algunas plantas leguminosas de grano comestible, de porte erecto, se pueden recolectar directamente con la cosechadora combinada adaptando unas aletas que sirven para levantar las plantas antes de accionar la cuchilla cortadora, que las cortará a nivel del suelo. Si se usa esta máquina, el campo deberá estar libre de malezas, piedras, palos y otros obstáculos para evitar que el equipo cosechador se detenga o se deteriore. Las recogedoras "Draper" trabajan muy bien con las plantas arrancadas y alineadas por un rastrillo. Las combinadas se deberán acondicionar con cilindros de muescas, para evitar problemas con las enredaderas y las malezas. Los cilindros deben girar a poca rpm. El trillado se puede hacer sobre plataformas en forma de reja, encerados o en terrenos limpios. Los haces de las plantas se golpean con palos cortos hasta que se logre desprender de las vainas todos los granos producidos. Estos se ciernen y se limpian a mano, antes de empacar el producto en sacos o costales para ser transportado fuera del campo.

Es imposible recolectar, con la cosechadora combinada, los campos de caupí y de fríjoles arriñonados de granos grandes, sin que éstos se dañen excesiva-

mente. Se debe usar desgranadoras de rollos más bien lisos, que tengan una acción combinada de presión y de fricción o bien, la cosecha se deberá manejar a mano. Las partes de metal descubierto, en lugar de las cubiertas con madera o caucho y las velocidades altas, pelarán, partirán y causarán daños internos en el grano, en una proporción mucho mayor que la normal. Estos daños se pueden prevenir si la semilla tiene una humedad relativamente alta (de 14 a 18 por ciento).

Limpieza y secado de la cosecha

A menos de que la cosecha se haya hecho a su debido tiempo, el grano contendrá demasiada humedad para su seguro transporte y almacenamiento. Para secar el grano en forma económica y eficiente, será necesario limpiarlo y clasificarlo con anterioridad. Esto se puede hacer a mano —aunque esta operación es muy lenta— y luego ponerla al sol a secar. Es evidente que en esta forma no se pueden limpiar grandes cantidades de grano. Si este es el caso, se necesita disponer de equipo mecánico apropiado. Para hacer esta operación se utiliza un cernidor, de una o dos cribas, y un soplador. Sin embargo, el mejor trabajo y el más rápido se hace con una clasificadora de cuatro cribas aspirando el grano tanto antes como después de pasar el grano a la clasificadora, a fin de limpiarlo un poco. A continuación, los granos se llevarán a una mesa accionada por gravedad para quitar las piedras y los granos dañados y luego, se separarán los granos buenos de acuerdo a su tamaño si éstos van a ser utilizados como semilla o bien, necesitan tener suficiente uniformidad y buena apariencia, para satisfacer determinadas exigencias del mercado.

El grano se puede secar hasta un 11 ó 12 por ciento de humedad, en secadoras de grano o en sistemas de torrefacción especialmente construídos que se cargan y descargan utilizando la fuerza de gravedad, mediante una banda transportadora sin fin.

METAS Y MEDIOS PARA LOGRAR LA PROTECCION DEL FRIJOL *(PHASEOLUS VULGARIS)* EN EL TROPICO

Conferencista: **W. J. Zaumeyer**

El fríjol en los trópicos sufre graves pérdidas debido a las enfermedades y a las plagas de insectos. Cuando trabajaba con el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA), hice varios viajes exploratorios a América Latina, pero, naturalmente, no tengo tantos conocimientos sobre las enfermedades y plagas de este cultivo en los países latinoamericanos como los pueden tener muchas de las personas presentes en este Seminario, que laboran a tiempo completo en ese campo. A pesar de que en varias ocasiones he visitado Brasil, Chile y Colombia, y una sola vez Guatemala y Costa Rica, casi todo mi trabajo en América Latina sobre las enfermedades de esta leguminosa y su control lo hice en El Salvador, en donde estuve unas cinco veces, desde 1964 a 1969. El doctor Floyd Smith, anteriormente entomólogo al servicio del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos y yo, trabajamos junto con un grupo de científicos en la Estación Experimental Agrícola de Santa Tecla, en El Salvador. Este trabajo también se hizo en colaboración con la AID. Con el señor Bernardo Patiño colaboramos estrechamente en el ensayo de muchas líneas o variedades de fríjol para observar su resistencia a ciertas enfermedades, tales como las manchas angulares de la hoja, la mancha redonda, el mosaico común del fríjol, el mosaico dorado, el añublo membranoso y la roya. También iniciamos un programa de mejoramiento genético con el fin de desarrollar nuevas variedades resistentes a algunas de las enfermedades más prevalentes. Los doctores Smith y Roger Lawson, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, aún están cooperando a tiempo parcial con el Dr. Rodrigo Gámez de Costa Rica y con el grupo de El Salvador, en estudios que se efectúan sobre ciertos virus e insectos.

El fríjol se cultiva en condiciones ambientales que difieren muchísimo en toda la región tropical de América Latina. En Brasil, el máximo productor mundial de fríjol, los cultivos se encuentran a lo largo de la cuenca del río Amazonas, en donde hay calor y humedad, siendo bastante cálido hacia el Norte. También, se cultiva en las montañas del Sur de Brasil, que es una región subtropical.

En Chile, los cultivos se encuentran en la parte central del país, en donde hay bastante humedad, y en las tierras bajas secas, en donde existen sistemas de irrigación. En Colombia, que es el segundo productor del grano en América Latina, se cultiva primordialmente en los valles templados que tienen dos estaciones de lluvia y dos estaciones secas al año. En Venezuela, se cultiva a nivel del mar en la costa norte, en donde impera el calor y la humedad, y en los valles rodeados de montañas y en las mesetas subtropicales. En Costa Rica, los cultivos se encuentran sobre las llanuras secas y cálidas del Océano Pacífico.

En El Salvador, también hay cultivos sobre faldas volcánicas, en las laderas de las montañas y en los valles altos templados, mientras que en Guatemala los sitios de producción se hallan en el Pacífico, al lado de los volcanes, que son sitios relativamente secos e igualmente, se pueden encontrar en las montañas frías. En Honduras, se cultiva esta leguminosa en las tierras bajas moderadamente cálidas y secas del interior y también en las montañas más frías. En México, el fríjol se cultiva en el norte, que tiene un clima continental, en las cálidas mesetas centrales donde no hay lluvia en exceso y algo también en áreas de humedad, a nivel del mar.

Hacia la vertiente del Atlántico, en América Central, no hay cultivos extensos de fríjol, y en el área del Caribe, donde la lluvia es fuerte y prevalecen altas temperaturas y humedad, tampoco se cultiva mucho. Este cultivo no es común en altitudes muy elevadas, tales como ciertos sitios de Perú, Ecuador y Bolivia; sin embargo, una buena cantidad de fríjol se produce en los dos primeros países en altitudes menores. Tenemos, pues, que el fríjol se cultiva en diferentes condiciones ambientales, algunas de las cuales son muy propicias al desarrollo y propagación de muchas enfermedades. Algunas son más graves que otras en ciertos países o áreas nacionales. La gravedad o ausencia de algunas enfermedades varía entre las estaciones de lluvia y el verano.

En Guatemala y El Salvador, algunas de las mejores regiones productoras de fríjol tienen una vertiente

de exposición hacia el Pacífico donde hay una corta estación de lluvias, en la cual el cultivo se desarrolla casi hasta la madurez. En algunos años, el período de lluvias se alarga y entonces se desarrolla el añublo bacteriano común y la antracnosis. En cierta temporada de cultivo en El Salvador en una ladera de montaña sembrada de fríjol y orientada al nordeste, de cara por consiguiente a los vientos alisios, se desarrolló la pudrición del fríjol. En esa misma montaña, en la misma altura pero al lado opuesto donde el aire era más seco y los vientos alisios no se sentían, la pudrición o roya del fríjol no se presentó.

La mancha angular de la hoja es mucho más grave en los trópicos que en las zonas templadas. En los trópicos, la presencia o ausencia de sombra aparentemente ejerce un efecto peculiar en esta enfermedad. El fríjol sembrado entre tallos de maíz con hojas marchitas puede tener una sombra de un 40 por ciento. En estas condiciones, los puntos de infección del organismo causantes de la mancha angular de la hoja son alrededor de la mitad en comparación con las de cultivos a pleno sol. Se ha informado que se reduce mucho la gravedad de la enfermedad cuando los campos de fríjol se siembran en tal forma que sus límites o bordes se hallan sombreados por árboles o edificios.

En Costa Rica, el doctor Eddie Echandi encontró que la mancha de la hoja Ascochyta y la mancha redonda se hallaban más o menos, confinadas a condiciones ambientales frías tales como las montañosas. En contraste, las manchas angulares de la hoja y el moho polvoso son mucho más graves en las zonas ecológicas tropicales cálidas y secas. De aquí deducimos que la presencia, ausencia o severidad de una enfermedad depende del ambiente donde se cultive el fríjol.

ENFERMEDADES IMPORTANTES DEL TROPICO

Por falta de espacio no puedo extenderme sobre las enfermedades importantes que afectan al fríjol en el trópico. Solamente, voy a cubrir los puntos pertinentes de cada una.

Enfermedades virales

Mosaico común del fríjol

El mosaico común del fríjol se encuentra en cualquier parte donde se cultive fríjol. Es transportado en la semilla y por lo regular, ocasiona un fuerte moteado y deformación de las hojas, un retraso en el desarrollo de la planta y una grave reducción en los rendimientos. Se trasmite por muchas especies de áfidos. Al igual que en los Estados Unidos, en los países de América Latina hay cepas del virus que producen síntomas casi idénticos a la cepa original. Estas se pueden identificar por la reacción de ciertas variedades diferenciales del fríjol.

El control más satisfactorio de la enfermedad es el empleo de variedades resistentes. Prácticamente, todas las variedades que se cultivan en los Estados Unidos resisten el tipo de cepa ampliamente propagada del virus que se conoce como virus Nueva York 15.

Cuando hice mi primera visita a El Salvador, en 1964, parecía que la enfermedad más importante del fríjol fuese el mosaico común. Desde aquella época, el colega Bernardo Patiño ha desarrollado una nueva variedad conocida como No. 184, que resiste esta enfermedad así como la roya del fríjol.

Mosaico dorado

Otra importante enfermedad viral, quizá la más importante que existe hoy en día en muchos de los países latinoamericanos, es el mosaico dorado que se trasmite por la mosca blanca de la batata, **Bemesia tabasci**. Se encuentra comúnmente cerca a las plantaciones de algodón y otros huéspedes malváceos.

Moteado enano

La enfermedad viral, tercera en importancia, es el moteado enano que presenta síntomas similares a los de la enfermedad que produce el ensortijamiento de la copa del fríjol, hallada en los Estados Unidos y que es trasmitida por un pulgón. El moteado enano a veces se denomina seudo-ensortijamiento de la copa. También, lo trasmite la mosca blanca. Esta enfermedad ocasiona un ensortijamiento de las hojas, un retraso de la planta y una severa reducción en el rendimiento de la cosecha.

Enfermedades bacteriales

Añublo común

La única enfermedad bacteriana de importancia que he observado en mis estudios de los países citados, ha sido el añublo común producido por **Xanthomonas phaseoli**. Es una enfermedad de clima caliente que requiere condiciones de humedad relativamente alta, producida especialmente por lluvias. Aunque se encuentra con frecuencia en muchos cultivos, solamente la he observado en una ocasión en la cual causó vastos perjuicios en una plantación comercial.

Hace algunos años era una enfermedad sumamente grave en los Estados del Este, Medio Oeste y del Sur de los Estados Unidos. Esto ocurría con anterioridad al empleo extensivo de la semilla exenta de enfermedades que se produce en las regiones áridas

del oeste de los Estados Unidos, tales como el Sur de Idaho, y Este de Washington y California, en donde la enfermedad no se presenta porque las condiciones ambientales impiden su desarrollo y propagación.

Los primeros síntomas que se notan son pequeños puntos acuosos en las hojas, los cuales luego se convierten en lesiones carmelitas necróticas de gran tamaño. En las vainas también se notan estos puntos de humedad que gradualmente aumentan su tamaño y se propagan sobre una gran parte de la vaina. Luego estas lesiones toman una coloración rojo ladrillo. La enfermedad se encuentra en la semilla y se puede propagar precisamente por este medio. También se propaga por las lluvias venteadas, por equipos de campo, tales como cultivadores, y por los trabajadores que caminan a través de lotes infectados o que trabajan en ellos, primordialmente cuando las plantas han sido humedecidas por la lluvia o el rocío.

El añublo halo

La otra enfermedad bacteriana que frecuentemente pasa desapercibida en los países latinoamericanos es la denominada añublo halo, causada por **Pseudomonas phaseolicola.** Requiere clima frío para su desarrollo y por lo tanto, no está muy propagada. La encontré en una ocasión en Guatemala y también en un plantío experimental de la Fundación Rockefeller, cerca de Bogotá, en 1955. También se ha constatado su aparición en Venezuela.

El añublo halo produce lesiones similares a las del añublo común, excepto en los estadios muy tempranos de la infección, cuando se empiezan a notar manchas cloróticas amarillentas en las hojas que parecen áreas en forma de halo. Luego, estas áreas se vuelven necróticas y no se pueden distinguir de las lesiones del añublo común. Los síntomas en las vainas causados por ambas enfermedades son similares. También, la semilla es portadora de la enfermedad y ésta es su forma más común de propagación.

La única medida de control satisfactorio para las enfermedades bacterianas es el empleo de semilla sana. En relación con el añublo común existen numerosas variedades resistentes: Emerson, Tara y Jules que han sido desarrolladas por el doctor Coyne en la Universidad de Nebraska. No hay formas químicas de control que se puedan considerar satisfactorias. Los doctores Shuter y Coyne, de Nebraska, han aislado una cepa altamente virulenta del organismo, de semilla procedente de Colombia. Todas las nuevas variedades son susceptibles al nuevo tipo de añublo común.

Como mencionamos antes, la principal medida de control utilizada en los Estados Unidos es el empleo de semilla sana, de lo cual resulta que la enfermedad en ese país se presenta muy raramente, excepto en algunos años en el Estado de Michigan en los cuales se empleó semilla local y en donde las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo del organismo. En todo caso, la semilla certificada está libre de la enfermedad.

En lo que concierne al añublo de halo, la mayoría de las variedades de fríjol de los Estados Unidos son resistentes a la enfermedad aunque todas las variedades de fríjol de huerta son susceptibles. Debido al empleo de semilla sana, la enfermedad rara vez aparece en el país.

Enfermedades causadas por hongos

Antracnosis

Varios países que cultivan fríjol, tales como México y todos los países de Centro y Sur América han informado la aparición de la antracnosis, causada por **Colletotrichum lindemuthianum.** La enfermedad se puede reconocer más fácilmente por los síntomas que se presentan en la vaina, en donde se producen ulceraciones grandes, oscuras, hundidas y circulares. El centro de las manchas tiene un color amarillo claro que luego se vuelve oscuro. Dentro de las ulceraciones se pueden observar masas de esporas color carne que se esparcen por varios medios infectando otras plantas.

El hongo de la antracnosis, por lo regular, sigue el curso de las venas del envés de las hojas y las torna de un rojo oscuro. Cuando la enfermedad es muy severa, en la superficie anterior de la hoja se presentan manchas angulares. La enfermedad es llevada por la semilla y los síntomas son ulceraciones hundidas, de color carmelita oscuro. En las variedades de semillas oscuras es muy difícil identificar los síntomas.

El control de enfermedades se ejerce por el empleo de semilla sana y de variedades resistentes. En los Estados Unidos son sólo resistentes las variedades que se cultivan en Michigan.

Hace unos 50 años, la antracnosis era la enfermedad más importante en los Estados Unidos. En esa época, la mayoría del fríjol se cultivaba en el Este, en el Sur y en el Medio Oeste, en donde el ambiente resultaba ideal para el desarrollo del organismo. En la actualidad, la enfermedad es bastante rara. Esto se debe al empleo de la semilla sana que se produce en el Oeste de los Estados Unidos, en donde prevalecen las condiciones áridas que no son propicias para el desarrollo del organismo. También, a la utilización de variedades resistentes a las enfermedades, de tipos diferentes de fríjol, fríjol arveja y fríjol arriñonado. Estas se cultivan primordialmente en el Estado de Michigan, que, en los Estados Unidos, constituye el mayor productor del grano, y en donde, sin embargo, la enfermedad se presenta en variedades susceptibles.

En análisis realizados en Beltsville, Maryland, se encontró que entre 15 líneas proveniente de El Salvador, había una, la Hondureño Blanco (P.I.304110), que era resistente a todas las cuatro razas del organismo.

Roya

La pudrición, causada, por el **Uromyces phaseoli typica**, igual que la antracnosis, se encuentra en todos los países de América Latina y se considera de la mayor gravedad en algunos de ellos. En Brasil y Perú, es posible que sea la enfermedad que produce mayores pérdidas en las cosechas. Se presenta con mucha frecuencia en las épocas secas del año.

El organismo ataca primordialmente las hojas. Los primeros síntomas aparecen en el envés de la hoja como pequeñas manchas blancas. A los pocos días, éstas se convierten en lesiones o pústulas o bubas color rojizo. Se pueden observar hasta dos mil lesiones en una sola hoja. Como a la semana de aparecidas las lesiones, toda la hoja se vuelve amarilla. Luego, toma un color carmelita, se seca y se cae de la planta.

El hongo que produce la roya pasa por varias etapas. En la etapa uredo-espora se presentan unas pústulas rojo-carmelitas que contienen miles de esporas de esa coloración y que al soplar el viento propagan la enfermedad de planta a planta y de lote a lote. Hacia el otoño, si baja la temperatura, la roya produce esporas diferentes conocidas como teliosporas las cuales son negras y de consistencia muy dura. Ignoro si este tipo de esporas se produce en el trópico.

Se puede controlar la enfermedad aplicando azufre finamente molido en forma de polvo a las plantas, al inicio de la temporada, antes de que aparezcan las manchas. El azufre destruye las pústulas de roya relativamente poco numerosas que se presenten entonces. Se suspende la propagación de las esporas y se previene la aparición de más pustulas. Si el espolvoreo se hace después de que haya ocurrido una propagación total, el control no es tan completo. El Manzate, empleado en polvo o como rociadura en solución, también es eficaz pero más costoso que el azufre.

Es muy difícil producir variedades resistentes a esta enfermedad por las muchas cepas o razas que existen en este organismo. Se han identificado más de 34 razas y otras tantas han sido descritas en los paises latinoamericanos. Dos variedades que resisten muchas de las cepas del organismo en los Estados Unidos son la Pinto U.S. 5 y la 14. Eran distribuidas hace años por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos pero ya no tienen aceptación para cultivos comerciales.

Una fitopatóloga brasileña, Señora Elaine Agusten Rivera, estudiante del Dr. Coyne en la Universidad de Nebraska, descubrió que otra de las especies introducida por el Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, la Great Northern 1140, presentaba resistencia a la cepa más importante que aparece en el sur de Brasil.

Mancha angular de la hoja

Esta enfermedad causada por el **Isariopsis griseola** es otra de las enfermedades importantes del fríjol en el trópico. Encontré que era un problema muy grave en Brasil, Colombia y El Salvador. Es más prevalente durante la estación de lluvias. Recuerdo haber visitado con un fitopatólogo de la Fundación Rockefeller en un plantío en Medellín, Colombia, en 1955 para observar uno de los lotes experimentales de fríjol. En ese momento, había indicios de la enfermedad en esos lotes. Volvimos a visitarlos dos semanas después y la enfermedad se había diseminado tanto que la mayoría de las plantas se había defoliado.

Uno de los síntomas sobresalientes de esta enfermedad lo describe su propio nombre. Manchas que se originan en el envés de la hoja y se delimitan por las venas y las nervaduras. Las lesiones, inicialmente de color grisáceo, se tornan luego carmelitas. La sorprendente angularidad de las manchas hace distinguir esta enfermedad de otras manchas de la hoja. La mancha angular de la hoja puede causar una defoliación total comenzando por las hojas inferiores. Las hojas se infectan con más frecuencia que las vainas.

No se ha perfeccionado aún las medidas de control para esta enfermedad. Ensayos efectuados en El Salvador, han demostrado que se obtiene amplia tolerancia al cruzar algunos materiales introducidos con estas líneas. En observaciones efectuadas en Beltsville, Maryland, con un aislado del organismo, indicaron que había algunas variedades resistentes. Aunque no se han podido identificar razas del organismo, estoy seguro de que ellas existen. Los estudios de resistencia deberían conducirse en cierto número de localidades con colecciones de fríjol tan grandes como sea posible, y si se encuentra alguna resistencia o alta tolerancia, se deben iniciar programas de mejoramiento genético para desarrollar las variedades adaptables a diversas áreas en las cuales la enfermedad sea un problema serio.

Pudrición membranosa

Esta enfermedad la causan la **Pellicularia filamentosa** o la **Rhizoctonia microsclerotia** (cualesquiera que ustedes prefieran) y es una enfermedad muy común y grave en los trópicos durante las estaciones lluviosas. Se ha informado que existe en la mayoría de los países centroamericanos al igual que en Brasil y Perú. Lo más probable es que también se presente en otros países de Sur América.

Este hongo produce unas manchitas pequeñas, circulares y húmedas en las hojas y unas protuberan-

cias miceliares parecidas a una tela de araña, en los tallos, vainas y follaje, en los cuales se encuentran incrustadas pequeñas esclerotias carmelitas. A medida que el área infectada aumenta, se van desarrollando hifas de un color bronce claro, en ambos lados de la hoja, y se distribuyen rápidamente a las áreas no infectadas. Con condiciones climáticas favorables, el micelio se propaga a todas las partes de la planta envolviendo las hojas, los pecíolos, las flores y las vainas, todo dentro de una especie de red o masas de hifas que forman haces.

En el trópico, se debe sembrar el fríjol de manera que complete su ciclo de desarrollo antes de que comiencen las lluvias. Las siembras deben hacerse bajo buenas condiciones de clima, en surcos y no a voleo. En ensayos realizados en El Salvador, en 1965, se observó que las variedades de tipo arbustivo eran muy susceptibles pero las variedades que enredan en estacas y otros tipos intermedios resultaban tolerantes hasta cierto punto.

Pudrición de la raíz

Existen algunas enfermedades que ocasionan la pudrición de la raíz en el fríjol que son causadas por diferentes organismos. La pudrición seca, causada por **Fusarium solani f. phaseoli**, la pudrición rhizoctonia causada por la **Rhizoctonia solani** y la pudrición pythium causada por **Pythium aphanidermatun** y **P. phaseolorum** son enfermedades muy comunes en el trópico.

El síntoma de la pudrición seca de la raíz se caracteriza por una decoloración de la raíz pivotante. A veces, la raíz principal y la parte inferior del tallo se secan y se vuelven medulosos, o sea, con consistencia poco sólida. Las radículas se mueren y las plantas se retrasan y pueden fácilmente ser haladas del suelo.

La pudrición rhizoctonia es más grave en las plántulas que en las plantas desarrolladas. En las plántulas, la enfermedad se conoce como "mal de los semilleros". Las ulceraciones que se forman en las raíces son de color rojo-carmelita y producen lesiones sumidas en el hipocotilo, bajo el nivel del suelo.

Los síntomas de la pudrición medulosa o pythium a veces se confunden con los de Rhizoctonia. Si las plantas son atacadas por la enfermedad cuando son muy jóvenes, el Pythium causa una pudrición húmeda y rápidamente destruye las plantas. Es entonces cuando la enfermedad se llama "mal del semillero". Cuando se infectan las plantas en la mitad de su desarrollo, se marchitan y finalmente, mueren.

Cuando la temperatura es cálida y húmeda se puede presentar una pudrición del tallo y de las ramas laterales. Éstos síntomas se han denominado marchitez "pythium". Las plantas grandes, de 8 a 12 pulgadas de altura o más, son tan susceptibles de contraer la enfermedad como las pequeñas.

No se han desarrollado medidas satisfactorias de control excepto hacer rotación de cultivos. No se han desarrollado variedades resistentes o tolerantes, sino para la pudrición de la raíz causada por Fusarium; por medio del mejoramiento genético del fríjol en los Estados Unidos se ha logrado desarrollar variedades muy tolerantes a la pudrición de la raíz causada por el Fusarium. El doctor D.W. Burke, del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos, en Prosser, Estado de Washington, está desarrollando una variedad roja tipo mexicano que es resistente al Fusarium. También, está logrando avances en el desarrollo de varios tipos de fríjol "arveja" semilla blanca, de un tipo California Pink y un Pinto que son altamente tolerantes a esta enfermedad. El progenitor resistente a la pudrición de la raíz se descubrió en México y se ha designado como P.I. 203598.

La arada profunda a nivel de subsuelo, a unos 50 cm. de profundidad en suelos muy infectados con el organismo de pudrición de la raíz debido a Fusarium, ha permitido aumentar los rendimientos porque las raíces de las plantas pueden penetrar más facilmente al suelo y al romper las barreras, el sistema radicular se expande, lo cual permite que crezcan más las plantas y produzcan mejores rendimientos.

La marchitez del sur

El organismo **Sclerotium rolfsii** causa esta enfermedad la cual es de importancia en muchos de los países de América Latina. Los síntomas son lo suficientemente claros como para permitir distinguirla de otras enfermedades de la raíz causadas por otros hongos. Los primeros síntomas son una suave amarillez de las hojas inferiores y una exudación del tallo justamente por debajo de la línea del suelo. La infección de la porción subterránea del tallo y de la raíz se extiende hacia-abajo destruyendo la corteza la cual fácilmente se separa del tallo. En la base del tallo, en el terreno alrededor de la planta, se produce un moho de micelio blanco entremezclado con un gran número de cuerpos escleróticos. Si la planta se hala, se adhiere a ella un collar de tierra y de micelio.

Para el control de esta enfermedad no se pueden recomendar medidas muy eficaces. La rotación con cereales y otros cultivos resistentes a la enfermedad pueden servir de algo.

La marchitez causada por Sclerotinia

Esta marchitez o moho blanco, como a veces se le llama, la produce el organismo **Sclerotinia sclerotiorum**; es también una enfermedad importante en el trópico. Los primeros síntomas aparecen como puntos húmedos, de forma irregular, localizados en los tallos y que son seguidos por puntos similares en las ramas y en las hojas. El organismo se desarrolla rápidamente causando una pudrición húmeda de las partes afectadas, incluyendo las vainas. Si cuando la infección se

presenta hay días subsiguientes muy calientes, se levanta una especie de nube algodonosa que recubre las ramas, las hojas y las vainas. A los pocos días, se presentan en gran cantidad unos corpúsculos duros, irregulares y negruzcos. Estos son restos del hongo. La planta perece a los pocos días.

No se conocen medidas adecuadas para el control de esta enfermedad. Tampoco hay variedades resistentes o tolerantes. Si fuere posible, se debe hacer una rotación de dos o tres años de duración con cultivos tales como el maíz u otros cereales que no son afectados por el hongo. La siembra de fríjol en surcos, a buena distancia de separación permite buena circulación del aire lo cual previene la alta humedad y por lo regular, reduce la infección.

Hay otra serie de enfermedades que no he mencionado, tales como el mildiú polvoriento causado por **Erysiphe polygoni**; la mancha redonda, causada por **Chaetoseptoria wellmani**; las manchas de la hoja Asochyta y Cercospora causadas por **Asochyta boltshauseri** y **Cercospora cruenta**, respectivamente. Cuando estuve en Brasil en 1964, la mancha gris causada por la **Cercospora vanderysti**, de la que se informó por vez primera el año anterior, era la segunda en importancia entre las enfermedades del fríjol, en el área de Vicosa, Estado de Minas Gerais.

Por falta de espacio, no me es posible disertar sobre las enfermedades arriba mencionadas. Algunas son importantes y causan daños considerables cuando las condiciones climáticas favorecen su desarrollo y propagación.

PLAGAS INSECTILES QUE ATACAN AL FRIJOL

A pesar de que no soy entomólogo, cuando estuve trabajando con el doctor Smith, en El Salvador, logré aprender bastante acerca de los insectos. También, la entomología fue el campo de mis estudios previo a mi egreso de la Universidad de Wisconsin.

Este tema lo trataré superficialmente ya que el doctor Bonnefil ha estado trabajando en este campo durante muchos años en el trópico y podrá ilustrarnos con sus observaciones cuando haga sus comentarios al presente trabajo.

Un insecto de gran importancia, primordialmente porque es el vector del mosaico amarillo y del moteado enano, es la mosca blanca **Bemasia tabaci** que mencionamos antes. Grandes poblaciones de insectos se encuentran en América Central y probablemente, en los países suramericanos pudiéndose considerar que ellas son las responsables de la abundante propagación de estos dos virus en toda América Latina.

Otro grupo muy importante de insectos que frecuentemente causa graves pérdidas por la destrucción de la semilla pertenece al género Apion. Se conocen como gorgojo de la vaina y atacan las semillas cuando éstas están creciendo dentro de la vaina. Pueden destruir hasta un 60 por ciento de las mismas. La especie perjudicial más común es la **Apion godmani**. Los entomólogos mexicanos han informado que existen tres variedades de fríjol resistentes a esta especie.

Una plaga, tercera en importancia, en tierras bajas y cálidas, la constituyen las cicálidas (**Empoasca** sp). He visto campos en El Salvador que fueron casi totalmente destruidos debido a los daños causados por el **Empoasca kraemeri**. En México, se han encontrado cinco variedades tolerantes a este insecto.

Otros insectos de consideración en el cultivo del fríjol son: el escarabajo rayado del pepino, la oruga de la hoja, el barrenador de la hoja, el escarabajo de la hoja, el cogollero del maíz y el gusano cortador u oruga militar.

Se calcula que la pérdida en fríjol en América Central debida a las plagas de insectos es aproximadamente de un 25 por ciento en los cultivos y en un 35 por ciento en el almacenaje. En el Salvador, las pérdidas causadas por **Apion godmani**, han ascendido hasta un 60 por ciento en algunos cultivos.

En Brasil, la plaga más importante es el gorgojo del fríjol que se come los fríjoles maduros en el campo y en las bodegas. El cogollero del maíz ataca los tallos de las plantas a nivel del suelo y es la plaga de campo más importante. Por lo regular un 10 por ciento de las plantas sucumbe ante esta plaga. Las cicálidas son responsables de grandes pérdidas en las estaciones secas.

En Colombia, los insectos más importantes son los ácaros, las cicálidas, los escarabajos de la hoja, los gorgojos, los gorgojos de la vaina y los barrenadores del tallo.

RECOMENDACIONES GENERALES

Se pueden hacer algunas recomendaciones para proteger el fríjol de las plagas.

Utilización de variedades resistentes

La forma más satisfactoria de controlar ciertas enfermedades del fríjol es sembrar variedades resistentes. Un agricultor no debe nunca sembrar una variedad de fríjol que se sabe es susceptible a enfermedades, cuando puede utilizar una variedad resistente.

Utilización de semilla sana

Al considerar que algunas de las enfermedades principales del fríjol tales como el añublo bacteriano

y la antracnosis, se trasmiten o son acarreadas por la semilla, los agricultores deberían hacer toda clase de esfuerzos por utilizar semilla producida en cultivos que estén libres de enfermedades. Algunas de las plagas trasmitidas por la semilla no alcanzan amplio desarrollo en sitios donde hay poca precipitación pluvial y altas temperaturas durante la época de cultivo. Estoy convencido de que se pueden encontrar áreas con estas condiciones en algunos países latinoamericanos, en donde se podría producir semilla, especialmente durante las estaciones secas. Además se podría establecer un programa de certificación de semilla en el cual los semilleros serían examinados con el fin de buscar la presencia o ausencia de dichas enfermedades y así, poder establecer un índice de tolerancia a éstas que permita su certificación.

En los Estados Unidos, esta tolerancia es muy baja para el añublo bacteriano y la antracnosis y en algunos casos, no existe. Si se constata la presencia de una enfermedad importante en el campo, deberá ser descartado, eliminándose la cosecha como semilla para la venta (el grano podrá ser utilizado comercialmente para el consumo o la industria).

Rotación de cultivos

Los organismos causantes de la mayoría de las enfermedades del fríjol pueden vivir en los suelos por muchos años, en materia vegetal muerta. Estos patógenos están listos para infectar otros cultivos. Si se cultiva fríjol continuamente en el mismo terreno los organismos presentes en el suelo se multiplicarán permanentemente. No se sabe cuanto tiempo debe durar una rotación de cultivos para controlar algunas de las enfermedades del fríjol, ni cuánto tiempo se necesita para eliminar por inanición algunos de los organismos causantes de enfermedades en los diferentes climas o tipos de suelo. Para algunas de las enfermedades mencionadas anteriormente, se hicieron recomendaciones en cuanto a los cultivos que debían ser rotados con el fríjol en los campos donde se presenten estas enfermedades.

Sanidad del terreno

La longevidad de algunos organismos productores de enfermedades en el suelo se acorta si el material vegetal muerto se destruye rápidamente. Por esta razón, los residuos que quedan en los campos después de la trilla y la paja del fríjol deben ser arados inmediatamente después de la cosecha.

Algunos de los hongos y virus que causan enfermedades en el fríjol también atacan las malezas de los cultivos o de las áreas circunvecinas. El hongo que causa la marchitez esclerótica, por ejemplo, ataca varias malezas. Cuando un cultivo se ha visto seriamente afectado por la enfermedad y el campo se abandona, las malezas y las áreas cercanas a ese campo deben ser aradas rápidamente para prevenir la infección de los cultivos subsiguientes.

Tratamiento de la semilla

La desinfección de la semilla de fríjol con productos químicos ha fracasado como método para controlar la enfermedad diseminada por la semilla misma, con la probable excepción del tratamiento con estreptomicina, que se usa en el control del añublo halo. Los productos químicos destruyen los organismos en la superficie pero no pueden llegar hasta el interior de la semilla sin causarle daño. En suelos fríos y húmedos se obtienen buenos resultados en la prevención de la picadura de la semilla y en el control de la cresa de la misma, tratándola superficialmente con un fungicida o insecticida, en proporción de 1-1/2 a 2 onzas por bulto. El Delsan es uno de estos productos.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Se deben hacer investigaciones continuas para determinar la resistencia a la mancha angular de la hoja, la antracnosis, la mancha redonda y la roya.

También, se deben continuar las investigaciones en relación con el mildiú, el añublo común, el virus del mosaico común del fríjol y los virus transmitidos por la mosca blanca. La colección mundial de germoplasma de fríjol debe ser analizada en relación con éstas y otras enfermedades que atacan esta planta leguminosa.

Es necesario determinar las cepas de roya, antracnosis y posiblemente, de mancha angular de la hoja, que existan en varios países. Para las dos primeras enfermedades existen variedades diferenciadas de fríjol. Esto tendrá gran valor en cualquier programa de mejoramiento genético.

Se debe intensificar el control químico de la pudrición membranosa. Esta enfermedad depende en gran parte de los sistemas culturales. En El Salvador, si se hace la siembra de manera que la lluvia pueda salpicar de tierra las hojas de la planta, se aumenta la aparición de la pudrición. Un mínimo de cuidado del cultivo para que la lluvia no haga salpicar de tierra las plantas, ayuda en el control de la infección.

Utilizando la colección mundial de germoplasma de que hablábamos antes, se debe hacer una investigación continuada con el fin de hallar variedades resistentes o tolerantes al gorgojo de la vaina y a las cicálidas. Si tal resistencia o amplia tolerancia se descubre en relación con alguna de estas enfermedades o plagas de insectos, se debe iniciar un programa de mejoramiento genético de variedades nuevas resistentes a una o varias de las plagas mencionadas. La resistencia múltiple es, sin lugar a dudas, superior a la resistencia a una sola plaga.

LITERATURA CITADA

1. ECHANDI, E. 1966. Principales enfermedades del fríjol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica. Turrialba 164: 359-363.

2. WELLMAN, F.L. 1972. Enfermedades de las plantas en América Tropical, The Scarcrow Press, Inc. New Jersey, 989 p.

3. ZAUMEYER, W.J. 1964. Seminario sobre las enfermedades y mejoramiento genético del fríjol. Vicosa, Brasil. (Documento sin publicar).

4. ZAUMEYER, W.J. 1968. Informe de la Fundación Rockefeller sobre las leguminosas de grano de las tierras bajas del Trópico en América. (Documento sin publicar).

5. ZAUMEYER, W.J. y H.R. THOMAS. 1957. Estudio monográfico de las enfermedades del fríjol y los métodos para su control. USDA. Tech. Bulletin 868. 255 p.

6. ZAUMEYER, W.J. y H.R. THOMAS 1962. Enfermedades del fríjol y cómo controlarlas. Manual Agrícola No. 225 39 p.

7. ZAUMEYER, W.J. y F.F. SMITH. 1964, 1965, 1966. Informes de la encuesta sobre enfermedades y plagas del fríjol en El Salvador. (Documentos sin publicar).

I. Comentarios a la Conferencia sobre:

METAS Y MEDIOS PARA LOGRAR LA PROTECCION DEL FRIJOL *(Phaseolus vulgaris)* EN EL TROPICO

Comentarista: **Leonce Bonnefil**

En la misma época pero para diferentes instituciones, los doctores Zaumeyer y Gámez y yo trabajamos en América Central en la identificación y control de las plagas agrícolas.

Como lo ha mencionado el doctor Zaumeyer, he trabajado por algún tiempo en el control de las plagas de fríjol. Estaba entonces asignado al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, con sede en Turrialba, Costa Rica, por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). En Mayo de 1966 presenté un trabajo sobre las plagas del fríjol en América Central en una reunión celebrada en la Ciudad de Panamá, auspiciada por el PCCMCA. Revisando hace poco ese trabajo observé que, aunque la parte descriptiva de las plagas de insectos era bastante cuidadosa, la que trata de su control resulta ahora algo obsoleta por lo que respecta al uso de productos químicos.

Clasificación taxonómica de las plagas del fríjol

Según resulta de mi viaje exploratorio hecho en 1965 a América Central y de los limitados conocimientos que tengo de otros países de América Latina, la clasificación taxonómica de las plagas del fríjol está muy lejos de ser un documento definitivo. Probablemente, son varias las razones que hay para esta situación desafortunada, incluyendo esfuerzos insuficientes para la recolección, preservación, identificación autorizada, intercambio de prototipos con otras instituciones regionales y foráneas, investigación de ecotipos y estudios filogenéticos. Toda esta tarea puede parecer de interés demasiado académico pero, aunque pueda no ser de primordial prioridad, podría contribuir a evitar confusión en cuanto al manejo que se debe dar a una plaga determinada.

Nuestros estudios sobre el "saltahojas" centroamericano (otros nombres comunes: cicálida, cigarra, saltón, chicharra) revelaron una extraordinaria variedad de formas con diferentes requerimientos ambientales y de distribución, principalmente humedad. Estas diferencias específicas pueden ignorarse desde un punto de vista práctico y sin mayores consecuencias; pero no estará de más saber que no todos los saltahojas son iguales en cuanto a proliferación, por ejemplo, o en la severidad del daño que producen.

La ecología de las plagas de insectos en el fríjol

Mientras que la biología de los insectos si es conocida, casi siempre por el estudio de datos obtenidos de referencias procedentes de países de América Latina o de fuera de esa región, la ecología de las plagas y principalmente, su interrelación con sus plantas hospederas, no es del todo conocida. Sin embargo, tal información es evidentemente de mucha importancia. Si no se trabaja en este sentido, algunas especies de plantas podrían muy bien propiciar la multiplicación de una plaga y favorecer la diseminación. Lo mismo sucede si la especie de planta es cultivada como si se tratara sólo de una hospedera silvestre ocasional.

Los componentes físicos del ambiente son también de gran importancia, puesto que pueden tener efecto sobre el aumento o la disminución de las poblaciones insectiles.

No se debe tampoco minimizar la influencia de los predadores y parásitos aunque se manifieste débilmente, a no ser que se tome acción definida para el control biológico de una plaga en particular.

Volviendo a la interrelación con las plantas hospederas de plagas, se puede decir que no es bien conocida dentro del contexto de las prácticas de cultivo de fríjoles en América Latina. Se pueden citar algunas formas que tienen aspectos definidos en la abundancia de plagas y factibilidad de su control.

Como el cultivo del fríjol es en América Central, generalmente, una pequeña empresa doméstica, no se prevé que tenga mucho rendimiento financiero. En consecuencia, se puede dar casi por seguro que: a) la siembra se hará en un terreno marginal; b) no se dará

la debida preparación al terreno; c) no se aplicarán fertilizantes ni se dará debida atención a la plantación para asegurar un óptimo crecimiento de las plantas y un alto porcentaje de posible recuperación a aquellas plantas que sufren ataques de insectos; d) no se harán esfuerzos para prevenir o reducir el efecto competitivo de las hierbas o en reducir las altas poblaciones de insectos u otras plagas; e) no se contrarresta ningún efecto represivo sobre las cosechas, de factores físicos, naturales o provocados que pudieran aparecer en la plantación.

Con excepción de las plantaciones comerciales, la tendencia es virtualmente la de ignorar los insectos y nemátodos y contentarse con lo que buenamente dejen estos enemigos de la cosecha.

De las observaciones previas hechas en América Central resulta que algunas si no todas las plagas del fríjol se pueden encontrar en las cercanías de los campos de este cultivo, durante todo el año. Están en el suelo o en hospederas alternas en cantidades variables y se transfieren al Phaseolus tan pronto como emerge el sembrado. Pruebas de invernadero hechas en Turrialba, han demostrado que el fríjol es ampliamente preferido, entre gran variedad de plantas, como alimento o para depositar los huevos. Esta planta, a su vez, aumenta la fertilidad y la longevidad de los insectos.

Parece que tan pronto como se hace la primera siembra, los insectos la invaden desde hospederas de elección secundaria y comienza su crecimiento a ritmo mayor. Así, llegan a formar grandes poblaciones si no se produce una acción conducente a detener su multiplicación (por ejemplo, lluvias tardías o aplicación de insecticidas). Independientemente del daño a la plantación de fríjol, en la época de la cosecha (es decir, en Julio a Agosto) se podrá constatar un aumento en la cantidad de insectos. Languidecerán en el viejo campo de fríjol, se trasladarán a la vegetación circundante y atacarán con más fuerza la segunda plantación de Septiembre.

Esta situación es probablemente la más frecuente justificando el hecho de que la segunda cosecha es más severamente atacada. Si alguna influencia adversa reduce el crecimiento de la primera cosecha, es posible que el daño a la segunda sea pequeño; de ahí las divergencias de puntos de vista en cuanto a cuál de las dos cosechas es la más atacada por las plagas.

Como práctica permanente se justifica ampliamente mantener una estrecha vigilancia sobre todas las plagas. Esto es particularmente beneficioso en el caso de los insectos chupadores tales como áfidos o saltahojas (Empoasca) que pueden causar grave daño incluso aunque sólo ataquen en pequeña cantidad a las plantas, al comenzar éstas su proceso vegetativo.

Es igualmente engañosa la acción de ciertos insectos tales como gusanos, escarabajos y orugas, que pueden ser muy numerosos y causar daño espectacular al sistema foliar o radicular, sin efecto apreciable en la producción de grano. Si se estima necesario actuar, el control de tales plagas se debe hacer en forma rápida y completa.

Control con insecticidas

Los insecticidas proporcionan la acción más rápida pero pueden ser peligrosos si no se usan en forma adecuada.

He hecho una comparación de las recomendaciones que estaban en vigor en 1965 con las de 1972, extractadas de la Guía de Control de Plagas para el Estado de Florida (EE.UU.). Aún se recomienda el uso de insecticidas organofosfatados tales como Diazinon, Fosdrin, Sistox, Parathion y Guthion, así como el carbamato Sevin y unos pocos clorinados de rápida pérdida de efectividad como Toxafeno y Thiodano. Los clorinados de larga acción residual como el DDT, Dieldrín, Metoxicloro ya están descartados o están en desuso.

La tendencia actual es hacia el uso de compuestos no persistentes, de acción rápida. Puede que desarrollen alta toxicidad para los mamíferos, como Parathion y Guthion pero no acumulan residuos peligrosos en los tejidos de las plantas y de los animales.

Estos aspectos son de importancia primordial en el control de un insecto como el gorgojo de la vaina del fríjol (Apion) en cuyo control se precisa un efecto rápido no siendo deseables residuos que se eliminen lentamente.

El gorgojo mexicano del fríjol (Epilachna), el perforador del tallo del maíz (Laspeyresia) y la oruga de Estigmene ya están controlados por pesticidas más persistentes.

Los insecticidas sistémicos se usan con éxito contra insectos chupadores tales como áfidos (Aphis) y saltahojas (Empoasca). Parece, sin embargo, que algunos de estos compuestos no son recomendados por el riesgo que representan para los humanos o por producir fototoxicidad. Demeton (Sistox), Fosdrin y Tiodan (Endosulfan) no están en esta lista.

Se sabe que la mosca blanca (Bimesia), vectora del mosaico amarillo dorado, desarrolla resistencia a los insecticidas pero únicamente cuando las aplicaciones se hacen con excesiva frecuencia.

Diazinon sigue brindando un control satisfactorio para los perforadores de hojas (Chapelus, Litiomyza). También se considera que Demeton brinda un buen control. En todo caso, las aplicaciones se deben

hacer pronto, cuando los adultos inician su invasión a las plantas. En caso de infestación muy severa se usa el Parathion.

El perforador del tallo del maíz se controla con Parathion en aplicación líquida antes de que se presente o cuando se presenta la emergencia al retoñar las semillas. El escarabajo veteado del pepino (Diabrotica) y el escarabajo foliar (Ceratoma, Andrector) se controlan con los mismos insecticidas que los perforadores de hoja. Por lo tanto, no es necesario aplicar un tratamiento separado para su control; a no ser que no se haya hecho ningún tratamiento para los perforadores de hoja y los escarabajos sean muy abundantes. El daño producido por adultos puede parecer más serio de lo que es; el daño causado por las larvas de los gusanos de raíz, puede ser muy importante

CONCLUSIONES

Es necesario hacer un control satisfactorio de las plagas del fríjol.

Cuando el campo de fríjol está limpio de malezas y adecuadamente fertilizado, resistirá mejor el ataque de las plagas. No debe estar establecido en terrenos marginales.

Aunque los cultivos de fríjol no dejan mucho beneficio económico el control químico es posible. Se debería sacar total ventaja de los agentes bióticos, a fin de limitar el uso de insecticidas, haciéndolo así menos costoso.

Conociendo bien la ecología de las plagas se puede elaborar un programa para aplicar insecticidas que sean lo más eficiente y económico dentro de las posibilidades del agricultor, procurando hacer un mínimo de aplicaciones.

El control biológico no ha demostrado hasta ahora ser de un valor significativo. Se han desarrollado variedades de fríjol tolerantes o resistentes a algunos insectos como Empoasca y Apion. Esto se puede considerar como una gran realización que debería estimular a trabajar más en esa dirección, ya que no hay sustitutos mejores para los productos químicos. Además, la planta de fríjol ofrece un potencial muy amplio para la manipulación genética. Su corto período de crecimiento es una gran ventaja para obtener sucesivas generaciones en un tiempo corto.

RECOMENDACIONES

Para que el control de las plagas del fríjol resulte económicamente factible y altamente efectivo bajo las condiciones imperantes en América Latina, habría que activar las investigaciones en las siguientes líneas:

- Hacer la determinación taxonómica correcta de todas las plagas del fríjol.
- Hacer la recolección de especímenes a intervalos frecuentes, encaminada a obtener la información posible respecto a localización, época de recolección, plantas hospederas, etc.
- Hacer observaciones sobre el número, movimiento de las plagas, sus predadores y parásitos.
- Hacer un inventario de las plantas hospederas alternas que albergan a todos los insectos.
- Investigar el efecto de la época de siembra en la severidad de la población insectil.
- Estudiar el efecto del cultivo asociado fríjol/maíz sobre las cantidades relativas de plagas.
- Determinar, para cada plaga en particular, el nivel de perjuicio económico o sea, hasta qué punto se justifica el tratamiento con plaguicidas, para cada una de las principales plagas que atacan los cultivos de fríjol.

II. Comentarios a la Conferencia sobre:

METAS Y MEDIOS PARA LOGRAR LA PROTECCION DEL FRIJOL *(Phaseolus vulgaris)* EN EL TROPICO

Comentarista: **Rodrigo Gámez**

La presentación del Dr. W.J. Zaumeyer muestra claramente la naturaleza e importancia de los problemas causados por plagas y enfermedades del fríjol en los trópicos.

Mis limitados conocimientos sobre enfermedades de esta planta han sido obtenidos en el curso de los últimos cinco años dedicados al estudio de los virus y de las enfermedades virales del fríjol en el área de América Central. Con excepción de una visita realizada a Perú, para evaluar estos mismos problemas en ese país, mi experiencia ha sido obtenida exclusivamente en el área centroamericana. Los patógenos e insectos constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción del fríjol en América Central. La diversidad genética de los materiales utilizados y de las condiciones ecológicas en que el fríjol crece en esta región dá como resultado, entre otras cosas, la presencia de una notable diversidad de enfermedades y plagas que pueden diferir, ya sea en cuanto a identidad o severidad, de una localidad a otra, o de una a otra época del año. En su análisis, el Dr. Zaumeyer ha disertado ampliamente sobre los problemas causados por enfermedades bacteriales y fungosas comunes en América Central y el Dr. Bonnefil se ha referido a los problemas causados por los insectos. Con mis comentarios, procuraré ampliar las observaciones sobre los virus y enfermedades virales y sus insectos vectores. Es preponderante el papel que los insectos desempeñan en la diseminación de los virus que afectan al fríjol en los trópicos, por lo cual considero que deben ser involucrados en todo análisis que se haga de estos problemas. Para hacer una síntesis general de ellos, es conveniente agruparlos de acuerdo con el tipo de vector lo que facilita en este caso la identificación de características comunes a las diferentes enfermedades.

Virus trasmitidos por áfidos

Entre los virus del fríjol trasmitidos por áfidos, el virus del mosaico común es el de mayor importancia en los trópicos. **Myzus persicae** es el áfido más frecuentemente asociado con su diseminación. Es, además, trasmitido en la semilla de plantas infectadas. Aunque su distribución geográfica es muy amplia, su importancia difiere mucho de una región a otras. En la costa de Perú es frecuente observar plantaciones con grados de incidencia de la enfermedad, en ocasiones cercanos a un 100 por ciento. Las variedades peruanas, en especial aquellas con semilla de color blanco o amarillo, son en su mayoría muy susceptibles al virus y lo trasmiten por la semilla en un porcentaje de casos bastante elevado.

En América Central la incidencia puede ser alta cuando las variedades susceptibles se cultivan en regiones de temperaturas medias de 20-25 °C y en alturas superiores a los 600 m. Una gran cantidad de los materiales centroamericanos, con semilla de color negro o rojo, seleccionados por los programas locales de mejoramiento, son resistentes a las diferentes razas del virus. El mosaico común es casi inexistente en el altiplano de Guatemala.

Se han identificado en América Central y Perú diferentes razas del virus, principalmente con base en la reacción de variedades diferentes de fríjol. Pueden existir diferencias notables en el comportamiento de las variedades comerciales ante las diferentes razas del virus.

Las plantas silvestres no parecen tener importancia como hospederas naturales del mosaico común. Este es introducido a las plantaciones al usar semilla contaminada siendo luego diseminado, dentro de la plantación, por los áfidos en sus movimientos erráticos y migratorios en busca de una planta hospedera. En consecuencia, cuando se trata de materiales susceptibles, el uso de semilla sana es de primordial importancia en el control de la enfermedad. Los programas de producción de semilla sana lógicamente deben utilizar los principios básicos de control, tales como erradicación de las plantas enfermas y prevención de la llegada de áfidos vectores que introduzcan o diseminen el virus, seleccionando para la producción de semilla aquellas áreas geográficas

aisladas y épocas en que ocurran poblaciones bajas de áfidos alados. Los aspectos mencionados han sido tenidos en cuenta en los programas de producción de semilla en Perú.

Virus trasmitidos por moscas blancas

Dos tipos de virus son trasmitidos por la mosca blanca, **Bémisia tabaci**, de común ocurrencia en plantaciones de fríjol en América Central y el Caribe. Ambos fueron descritos en Brasil por el Dr. A.S. Costa, y se denominaron: el virus del mosaico dorado del fríjol y el virus del enanismo moteado. En Brasil parecen tener poca importancia y una distribución más bien reducida que, es lo contrario de lo que sucede en América Central.

En el área centroamericana, el virus del mosaico dorado se encuentra ampliamente diseminado en las llanuras costeras del Pacífico, en donde provoca severas pérdidas. Es la enfermedad virosa de mayor importancia en estas regiones. Su incidencia parece estar directamente relacionada con la ocurrencia y movilidad de su vector. En el Pacífico Centroamericano se cultivan el algodón y el kenaf y constituyen plantas hospederas del insecto, en las que se desarrollan abundantes poblaciones que migran luego a cultivos vecinos. Existen otras especies de malváceas silvestres, como la Sida, y otras numerosas especies de diferentes familias de plantas silvestres que son hospederas naturales del insecto. Las condiciones ecológicas de la región parecen ser óptimas para el desarrollo de estos insectos, a juzgar por su usual abundancia.

Estudios realizados en El Salvador por el Ing. Antonio Díaz han permitido señalar algunas especies de leguminosas que son hospederas naturales del virus del mosaico dorado, de las que los insectos lo adquieren y trasmiten al fríjol. Las plantas infectadas muestran un severo mosaico amarillo brillante y una pronunciada reducción en la producción, reacciones que pueden diferir según la variedad, la época de infección y las condiciones climáticas.

Tanto en El Salvador como en Puerto Rico se ha aislado lo que aparenta ser variantes a razas del virus del mosaico dorado, pero que difieren de éste en la sintomatología de las plantas infectadas; sin embargo, se requiere investigación adicional para su adecuada caracterización.

No se ha encontrado resistencia al mosaico en pruebas realizadas en más de cinco mil cultivares de fríjol, tanto bajo condiciones de campo como de invernadero, en El Salvador y Costa Rica. Se han obtenido resultados similares en Puerto Rico. Estudios hechos en El Salvador indican que cultivares de ciclo vegetativo largo y hábito de crecimiento indeterminado muestran una marcada tolerancia a la enfermedad en el campo. Es necesario hacer una evaluación exhaustiva de germoplasma para localizar materiales tolerantes y lograr así una medida de control adecuada para la enfermedad.

Un conocimiento adecuado de la biología del vector podría proporcionar información que pudiera mejorar las posibilidades de su control. La erradicación de las plantas hospederas naturales del virus podría también ser otra medida que contribuya a reducir la incidencia de esta enfermedad.

El enanismo del fríjol es causado por el Albutilon, o virus de la clorosis infecciosa de las plantas de la familia malváceas. Aunque la enfermedad que provoca en el fríjol es notablemente más severa que la del mosaico dorado, su ocurrencia en el fríjol es usualmente baja, a pesar de que la incidencia del virus en algodón, kenaf y malváceas silvestres es generalmente muy alta y las moscas blancas migran fácilmente y en abundantes poblaciones de esas especies al fríjol. Aparentemente, esta planta es altamente tolerante al virus del Albutilon. Por esta razón, no se ha puesto énfasis en la búsqueda de medidas de control para ese virus.

Virus trasmitidos por insectos crisomélidos

Insectos de los géneros Diabrotica y Ceratome producen apreciables daños en el fríjol en América Central. Algunas especies pertenecientes a estos géneros han sido identificadas también como importantes vectores de ciertos virus pertenecientes a un grupo de características biológicas y biofísicas muy particulares. Los virus de este grupo, identificados hasta fecha reciente, incluyen el virus del mosaico sureño, el virus del moteado clorótico y tres razas diferentes del virus del mosaico rugoso. Tanto el mosaico sureño como el mosaico rugoso provocan síntomas notorios, caracterizados por deformaciones corrugadas y mosaico de las hojas trifoliadas, así como paralización del crecimiento y descenso en la producción. Un moteado amarillo leve es típico de este virus, que provoca solo una moderada reducción en el rendimiento. Como la del mosaico sureño, su distribución geográfica es restringida y su incidencia es usualmente baja.

Aunque el mosaico rugoso tiene una distribución más amplia en América Central, su incidencia es también generalmente baja. Es posible que algunas especies silvestres de leguminosas sirvan como hospederas de este virus. Un gran número de cultivares centroamericanos posee resistencia al mismo, siendo, además, factible controlar los insectos vectores por medio de insecticidas.

Comentarios generales y recomendaciones

Quiero comentar algunas de las recomendaciones hechas por el Dr. Zaumeyer, que están involucradas también en mi breve comentario sobre las enfermedades virales.

El uso de semilla sana contribuiría a reducir la incidencia de enfermedades virales, tales como el mosaico común y otras enfermedades fungosas y bacteriales. Es de primordial importancia fortalecer o desarrollar programas de producción de semilla de alta calidad.

El uso de variedades resistentes, es, sin lugar a dudas, la medida más económica y efectiva de control. Existen variedades resistentes o fuentes de resistencia al mosaico común y a otras enfermedades virales que pueden ser usadas en los programas de mejoramiento. La búsqueda de materiales tolerantes al mosaico dorado debe ser intensificada, ya que ésta es la enfermedad virosa de mayor importancia en regiones secas y cálidas de América Central y el Caribe. Paralelamente, se debe llevar adelante la caracterización de las razas o variantes del virus del mosaico dorado o de otros virus que tienen relación con el mismo y que se trasmiten al fríjol por la mosca blanca.

Un conocimiento adecuado de la biología de los insectos vectores puede contribuir al diseño de medidas que reduzcan o eliminen la diseminación de los virus que ellos trasmiten. Se pueden citar los áfidos, la mosca blanca y los crisomélidos, como ejemplos específicos.

La identificación de hospederas silvestres subraya la conveniencia de eliminar las malas hierbas, como una posible medida para reducir la incidencia de enfermedades virales.

Sección 3.

EL TIPO DE PLANTA Y LOS METODOS DE FITOMEJORAMIENTO: DOS FACTORES BASICOS EN UN PROGRAMA DE FRIJOL

Introducción de plantas y de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* y de otras leguminosas de grano comestible

Clibas Vieira

Comentaristas: Efraím Hernández X.
Harold F. Winters
Colin Leakey

Arquitectura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de fríjol

M. W. Adams

Comentaristas: A. M. Evans
D. H. Wallace
H. C. Wien

INTRODUCCION DE PLANTAS Y DE GERMOPLASMA DE *PHASEOLUS VULGARIS* Y DE OTRAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Conferencista: Clibas Vieira

ORIGEN

Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, en el siglo XV, el fríjol común (**Phaseolus vulgaris L.**) fue llevado al Viejo Mundo, adaptándose tan bien y volviéndose tan familiar a los agricultores, que se olvidó su origen americano. Los botánicos antiguos lo consideraban procedente de Asia. Todavía, en el siglo pasado, de Candolle (1883), en su obra sobre el origen de las plantas cultivadas incluyó al **P. vulgaris** entre las especies de origen desconocido o incierto.

Con base en su método fitogeográfico, Vavilov (1949-50) mostró que el centro de diversidad de **P. vulgaris, P. coccineus, P. lunatus** y **P. acutifolius** se localiza en México y en América Central, tal es la riqueza de genotipos allí encontrados. Aunque centro de diversidad y centro de origen no son exactamente la misma cosa, el descubrimiento de Vavilov constituyó una fuerte evidencia a favor del origen americano del fríjol común.

Hoy, después del descubrimiento de formas silvestres en Argentina, en México y en América Central y del hallazgo de restos arqueológicos en Estados Unidos, México y Perú, el origen americano del **P. vulgaris** está aceptado y deja de suscitar polémicas.

En 1941, Burkart anunciaba haber coleccionado en las sierras de Tucumán y de Jujuy, al norte de Argentina, en valles húmedos a 1500-1800 metros sobre el nivel del mar, razas silvestres de **P. lunatus** y **P. vulgaris** que allí vegetan espontáneamente. Las formas silvestres de esta última especie fueron clasificadas por Burkart (1952) como **Phaseolus aborigineus** y consideradas como las ancestrales silvestres de las formas cultivadas. Más tarde, fue reducida a subespecie del **P. vulgaris** (Burkart y Brücher, 1953). También, en México y en América Central se encontraron plantas silvestres de fríjol común, por O.W. Norwell y G.F. Freytag de acuerdo con lo mencionado por Kaplan y MacNeish (1960) y por Gentry (1969).

Las diferentes colecciones identificadas como **P. vulgaris** silvestres son todas de tipo trepador, con semillas menores que las que se encuentran en la mayoría de las variedades cultivadas. Sus pequeñas vainas dehiscentes expulsan las semillas violentamente cuando alcanzan cierto punto de secado, enrollándose en forma de espiral. Parece que el hábito de crecimiento determinado, el aumento del tamaño de la semilla y la disminución de la dehiscencia de las vainas se produjeron por la domesticación. Las formas silvestres de **P. vulgaris** se cruzan fácilmente con las modernas variedades cultivadas, produciendo progenies fértiles. Esto indica una estrecha compatibilidad en los respectivos germoplasmas, Gentry (1969) considera los fríjoles silvestres mexicanos como los progenitores de las actuales variedades cultivadas.

Las investigaciones arqueológicas permitieron hallar restos de fríjoles prehistóricos, cuyas edades fueron determinadas por el carbono 14. De acuerdo con esos estudios, el fríjol común fue domesticado en México hace cerca de 7.000 años; el **P. coccineus**, hace cerca de 2.200 años; el **P. acutifolius** var **latifolius**, hace cerca de 5.000 años; el **P. lunatus** de semillas pequeñas, hace 1.400 - 1.800 años y el de semillas grandes, hace unos 5.300 años en Perú, Kaplan (1965).

CENTROS DE DIVERSIDAD

W.I. Vavilov fue el primero en establecer las bases fitogeográficas para la exploración de las plantas. Mostró a los fitomejoradores que la variación en las plantas cultivadas está repartida geográfica y desigualmente y que una gran concentración de diversidad genética de nuestros cultivos está geográficamente confinada a áreas relativamente pequeñas denominadas centros de origen, según el concepto de Vavilov, en la actualidad, preferiblemente denominadas centros de diversidad.

Fue en el sur de México y en América Central en donde él encontró la mayor variación en **P. vulgaris, P. coccineus, P. acutifolius** var **latifolius** y **P. lunatus.**

Esa área constituyó, por lo tanto, el centro primario de diversidad. Encontró también otras áreas de diversidad menos ricas, denominadas por eso centros secundarios: 1) Centro suramericano, que incluye las áreas montañosas de Perú, Bolivia y parte de Ecuador; 2) Centro chino en donde se encontraron formas recesivas de fríjol común. Si se acepta que esta especie se esparció por el mundo después del descubrimiento de América, ha de aceptarse que este centro secundario es relativamente nuevo. Es interesante señalar que al parecer, los fitomejoradores o exploradores de plantas no prestaron mucha atención a China como área de recolección de germoplasma de fríjol.

VARIABILIDAD GENETICA

El fríjol común muestra una amplia gama de variación en cuanto a hábitos de crecimiento, productividad, tamaño, color y textura de las vainas; tamaño, brillo y color de las semillas; resistencia a las enfermedades; composición química; adaptación a diferentes condiciones ambientales, etc. Los trabajos que tratan de describir la variación en **P. vulgaris**, como los de Muñoz y Cárdenas (1950) y Freytag (1955), o los que describen las características de variedades, como los de Hedrick (1931), Steinmetz y Arny (1932), Puerta Romero (1949), Barrios y otros, aun cubriendo centenares y centenares de variedades, dan apenas una visión parcial de la variabilidad genética que presenta esa especie.

Como sucede con otras especies cultivadas, apenas se ha usado una fracción de la variación genética del fríjol común. La recolección de variedades se ha hecho más o menos al azar y no de manera sistemática, como hubiera sido lo deseable. Debería cubrir no solamente los centros de diversidad sino toda el área de distribución geográfica de la especie, esto es, incluyendo los países en los que el fríjol fue introducido después del descubrimiento del Nuevo Mundo.

Los fitomejoradores necesitarán explorar mejor el germoplasma disponible para conseguir características que hagan del fríjol una planta más eficiente, más productiva, más útil para la alimentación de una población que crece en forma alarmante. Hasta el momento, la preocupación de los fitomejoradores del fríjol ha sido, principalmente, la introducción de resistencia a las enfermedades en las variedades usuales.

Habiendo obtenido relativo éxito en esa actividad, su atención en este momento se concentra principalmente en los problemas de calidad de proteína y balance de aminoácidos. En cuanto al rendimiento de los cultivos, éste ha sido elevado a 2.000, 3.000, raramente 4.000 kg/ha, principalmente, por medio de control ambiental, por la aplicación de fertilizantes, control de riego, protección de las plantas contra plagas, enfermedades y malezas y otras prácticas. Creo que, en breve, se comenzará a dar mayor énfasis a los estudios encaminados a crear variedades capaces de sobrepasar la barrera de los 4.000 kg/ha, con el fin de colocar el fríjol en el mismo nivel de otros cultivos importantes como el trigo, la soya, el millo, el arroz y otros.

Pero, para lograr este objetivo será necesario un mejor uso del germoplasma. El descubrimiento de unos pocos caracteres revolucionarios puede causar impacto. El trigo japonés "Norin" es un buen ejemplo. Es una variedad enana, con alta capacidad de labranza, que utilizada en cruces, permitió al CIMMYT en México, desarrollar variedades altamente productivas y que responden a la fertilización. Ya se han mencionado rendimiento de más de 14 toneladas por hectárea. Además de México, esas variedades están causando una verdadera revolución agrícola en Pakistán, en India y en otras naciones (Krull y Borlaug, 1970).

LA VARIABILIDAD GENETICA ES SUBUTILIZADA

La existencia de tanta variabilidad genética, todavía mal explorada, mal conocida, permite suscitar dudas sobre la actual utilidad del mejoramiento a través de mutaciones. Pese a los avances en este campo de las investigaciones y de los varios agentes mutagénicos conocidos, la verdad es que la variabilidad inducida ha hecho solo un pequeño impacto en la producción agrícola.

Esto no quiere decir que se deba detener este tipo de pesquisas o que no puedan desarrollar mutantes útiles. La verdad es, sin embargo, que la variabilidad natural del fríjol e incluso las actuales colecciones mundiales de ese cultivo, están siendo subutilizadas. Los países en desarrollo desvían con frecuencia sus escasos recursos científicos de la tarea de mejorar inmediatamente las variedades existentes hacia el trabajo académico e incierto de las mutaciones inducidas.

En muchas partes de América Latina los agricultores siembran diversas variedades de fríjol que, con frecuencia, son mezclas más que poblaciones uniformes. Ese material se desarrolló localmente, sobre todo, a través de un sistema de selección natural y fue poco o nada mejorado por los agrónomos. Muestra normalmente, una considerable resistencia horizontal. Esta resistencia, a más de la diversidad genética que se mantiene por la multiplicidad de variedades y la falta de uniformidad o mezclas en las variedades, debe ejercer algún efecto estabilizador sobre algunos patógenos, particularmente, el moho, añublo o tizón.

En países desarrollados, la situación es bien diferente. La transformación de material primitivo en cultivares "avanzados" ha tenido el efecto de limitar

la base genética. La uniformidad es una exigencia, tanto del consumidor como del agricultor; obliga al fitomejorador a desarrollar líneas puras para satisfacer tales demandas. Además, las selecciones se han hecho con objetivos bien definidos. En los cruces y retrocruces realizados, la resistencia horizontal se diluye, para dar lugar a la vertical. Los mejoramientos específicamente deseados se introducen a través de la técnica de los retrocruces, con un mínimo de perturbación en la estructura genotípica de las variedades "avanzadas" de fríjol.

NECESIDAD DE VARIEDADES MEJORADAS

La situación de la agricultura en la América Latina empieza a cambiar junto con el desenvolvimiento económico y social y el crecimiento de la población. Una de las consecuencias que traerá la modernización de la agricultura, será la necesidad de desarrollar variedades mejoradas, capaces de mayor producción que las variedades locales o primitivas, fáciles de recolectarse mecánicamente y uniformes en su conjunto de granos. Esta última exigencia surgirá fatalmente como resultado del aumento del poder adquisitivo de las masas urbanas que se tornarán más exigentes en cuanto a la calidad de los productos que compran. El éxito del maíz híbrido y ahora, de las variedades mejoradas de diversos cultivos, demuestra que el agricultor de muchas partes de América Latina aceptará fácilmente las nuevas variedades de fríjol, una vez demostrado que éllas son realmente superiores a las antiguas. ¿Y qué sucederá con estas últimas?

Las variedades primitivas están bajo amenaza de desaparecer. Urge, por lo tanto, recolectarlas para la preservación de la riqueza genética del fríjol, para nuestro uso y para el de las generaciones futuras. Nadie puede prever con certeza cuáles serán los genes necesarios para la agricultura del siglo XXI. Recordemos que, hasta hace algunas décadas, características tales como la esterilidad masculina eran consideradas como mera anormalidad, sin ningún valor para la agricultura.

Evidentemente, esa amenaza que se cierne sobre el germoplasma del fríjol está aún más lejana de lo que ya está ocurriendo con otros cultivos tales como el arroz africano, **Oryza glaberrima**, y los trigos del Cercano Oriente, cuya extinción ocurre rápidamente. Los éxitos en la producción de variedades, como las obtenidas por el CIMMYT (trigo) y por el IRRI (arroz) sin que, paralelamente, se preserve el germoplasma original de estos cultivos constituyen una amenaza real e inmediata para nuestras riquezas genéticas. Lo mismo ocurrirá con el fríjol. Debemos desde ahora, tomar medidas que eviten desastres en el futuro.

BANCOS DE GERMOPLASMA

Hemos constatado que la amplia variedad genética que muestra el **Phaseolus vulgaris** ha sido aún poco usada. Hemos visto también que la explosión demográfica y el progreso economicosocial de los países en desarrollo han exigido la modernización de la agricultura en dichos países. Una de las consecuencias de esa modernización será la sustitución de las poblaciones indígenas de fríjol por variedades "mejoradas" o sea, más productivas, más nutritivas, más resistentes a las enfermedades, más uniformes en su producción y apariencia, y con comportamiento vegetativo más adecuado a la recolección mecánica. Esas poblaciones indígenas, lo mismo que los tipos silvestres, constituyen un valioso y preciado "pool" de genes que es necesario preservar para el bienestar de esta generación y de las futuras.

A través de exploraciones de plantas bien organizadas se deberían recolectar genotipos de fríjol y preservarlos en bancos de germoplasma. Se debe recordar, entre tanto, que ya existen en el continente americano y fuera de él, muchas colecciones valiosas mantenidas por las estaciones experimentales y los institutos de investigación (el Cuadro 1 muestra algunos ejemplos).

Ahora bien, esas colecciones están muchas veces bajo seria amenaza de discontinuidad o de desgaste o erosión del material genético. Muchas de éllas fueron el resultado del entusiasmo y de la dedicación de algún investigador o coleccionista, pero existe el peligro de que la institución en que trabaja tenga intereses diferentes. Además, muchas estaciones experimentales luchan con la falta de recursos humanos y materiales y por eso, las colecciones se sostienen imperfectamente y con dificultad. A veces, cuando la colección alcanza un elevado número de introducciones y no hay una cámara adecuada para su almacenamiento, sus mantenedores se ven en la necesidad de disminuir su tamaño. Esto significa la eliminación de todo material de la colección que parezca tener poca o ninguna utilización inmediata. Sin embargo, es necesario considerar que las introducciones, aunque por el momento, parezcan inútiles, pueden tener un gran potencial genético para un futuro cercano o lejano. En este respecto, no se deben tomar decisiones precipitadas. Nadie puede saber cuándo una introducción, aparentemente sin valor hoy en día, acabará siendo extremadamente útil.

COLECCIONES EXISTENTES

El Cuadro 1 muestra que hay en América y fuera de ella excelentes colecciones de fríjol y otras leguminosas comestibles.

Cuadro 1. Algunas colecciones de frijol y de otras leguminosas comestibles en poder de institutos de investigación ó de estaciones agrícolas experimentales.

Institución y ubicación	No. de introducciones	Especies	Origen de las introducciones	Informante o su referencia
IPEAS, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil	400	P. vulgaris P. angularis Vigna sinensis	Costa Rica, Perú, Colombia, Brasil, Japón, E.U.A., U.R.S.S.	J.F. Antunes
Dirección General de Investigaciones Agropecuarias, Lima, Peru	825 782 541 93 23	P. vulgaris Vicia faba Pisum sativum V. sinensis Lens esculenta	E.U.A. (la mayoría)	O. Voysest V.
IPEANE, Recife, Pernambuco, Brasil	73 79	P. vulgaris V. sinensis	Brasil E.U.A., Brasil	S. Krutman (Krutman et al, 1968)
Station Centrale de Génetique et d'Amélioration des Plantes, Versailles, França.	790 Diversas especies de Phaseolus, también Cajanus, Canavalia, Dolychos, Vigna, Rhynchosia.	P. vulgaris	Francia y Europa (la mayoría) Guadalupe (Vigna)	G. Fouilloux
Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil	1200 120	P. vulgaris P. lunatus	Brasil, México, América Central, Colombia, Venezuela, Perú, E.U.A. y otros países Brasil	C. Vieira A. Mizubuti
Seçaõ de Genética, Instituto Agronômico, Campinas, Sao Paulo, Brasil	600	P. vulgaris	América, Europa	A.S. Pompeu
USDA., Federal Experiment Station, Mayagüez, Puerto Rico.	2766	P. vulgaris	Honduras, PI linaje (USDA) diversas localidades, híbridos y selecciones	N.G. Vakill
	890	V. sinensis	PI linaje, Univ. de Florida, diversas localidades, híbridos y selecciones	
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.	1638 605	P. vulgaris Otras especies	Principalmente de América Central, también de los E.U.A., Peru y otros países latino-americanos y países fuera de las Américas	A.M. Pinchinat (Pinchinat & Matarrita, 1970)
Centro de Investigaciones Agronômicas, Maracay, Venezuela	657 220	P. vulgaris V. sinensis	Venezuela, México, América Central, Brasil, E.U.A. y otros países	S. Ortega Y.
Instituto Colombiano Agropecuario, Medellín, Colombia	2100	P. vulgaris, P. lunatus, P. coccineus, P. angularis, P. mungo etc.	Principalmente de México, Colombia, Guatemala y Ecuador	J. Ivan Alvarez G.
Estação Experimental de Uberaba, Minas Gerais, Brasil	604	Principalmente P. vulgaris además otras especies de Phaseolus	Brasil, México, Portugal, Venezuela, América Central	R.J. Guazzelli
Indian Agricultural Research Institute	6620 5136 1491 1422 943 839 310 418	Cicer arietinum Cajanus cajan P. aureus V. sinensis Lens esculenta Lathyrus sativus P. mungo Pisum sativum	De 21 países De 16 países De 18 países De 49 países De 14 países De 7 países De 1 país De 1 país	Indian Agricultural Research Institute (1971)

Con excepción de India, en donde, aparentemente, el fríjol común no despierta mayor interés, en los demás países esa especie predomina en las colecciones. También se observa que, en general, los "stocks" genéticos del centro primario de diversidad (México y América Central) están bien representados en las colecciones.

Esa representación debe ser mayor de lo que muestra el cuadro porque, probablemente, muchas introducciones de los EE.UU., de Europa y de otros sitios son, realmente, material colectado en aquel centro o derivan de él. Una colección valiosa de fríjol común, que no está mencionada en el cuadro es la de la Plant Introduction Station, en Pullman, Washington, la cual hasta 1969, poseía 4.500 líneas (Hudson, 1969). Roberts (1970) menciona que el Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) en colaboración con los programas patrocinados por la USAID para el mejoramiento de diversas leguminosas comestibles en India y en Irán, reunió colecciones de germoplasma de aproximadamente, 2.600 introducciones representativas de diez especies. El USDA, (según Roberts), está ahora multiplicando las semillas de esas colecciones, a veces en colaboración con el CIAT, el IITA y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), de tal manera que podrán quedar disponibles inmediatamente para aquellos fitomejoradores de todo el mundo que tengan interés en evaluarlas.

La preservación de los recursos genéticos es una labor que interesa a toda la humanidad. Por ese motivo, no debe ser responsabilidad de una o de algunas naciones. La conservación debe ir acompañada de adecuada clasificación y evaluación, tarea que requiere la participación de diversos especialistas, en un esfuerzo nacional e incluso, internacional. El ideal sería la existencia de un banco internacional de genes, a disposición de todas las naciones, con excelentes facilidades para el almacenamiento de semillas y mantenido con miras a la conservación, por largo tiempo, por un cuerpo técnico especializado. Por razón de su misma naturaleza, un banco de ese tipo sería mejor manejado o coordinado por una organización o agencia internacional.

CONSERVACION DE LAS FUENTES DE GENES

La manera más fácil y barata de conservar las riquezas genéticas de las plantas es el almacenamiento de las semillas en cámaras con baja temperatura y baja humedad relativa. Las buenas condiciones de almacenamiento prolongan la vida de las semillas y disminuyen el número de introducciones que debe ser multiplicado anualmente para rejuvenecimiento. Además de esas cámaras, el banco de germoplasma necesita facilidades para hacer evaluación y distribución. Esas facilidades son las que también corresponden a una estación de mejoramiento de plantas, bien equipada: invernaderos, casas de aislamiento, laboratorios, etc.

Es obvio que también se debe contar con un adecuado equipo de científicos. Es evidente que, si se decide dejar la tarea de evaluación del material a cada programa individual de mejoramiento del fríjol, entonces, se facilitaría la labor de mantenimiento del banco de germoplasma. De cualquier modo, el técnico que maneja las introducciones del banco para cumplir con las funciones de registro, rejuvenecimiento y multiplicación de los linajes superiores, siempre tiene la oportunidad de seleccionar algo interesante y de hacer alguna evaluación del material que maneja.

El mantenimiento de un banco de germoplasma presenta problemas y dificultades (Frankel, 1970). No se conoce ningún sistema práctico que realmente haga posible que el material almacenado en el banco se conserve con la misma variabilidad que tenía cuando fue recolectado. En verdad, la hibridación, la mutación y la selección natural (además de los errores humanos) contribuyen a la erosión genética. Los inevitables ciclos de rejuvenecimiento exponen siempre el material a la acción de la selección así como a las fecundaciones cruzadas, cuando hay en el campo un número muy grande de introducciones. Las propias semillas están sujetas a alteraciones genéticas, por cuanto los diferentes genotipos muestran diferencias sustanciales en la capacidad de sobrevivir cuando están almacenados.

Al formarse la colección, los genotipos o poblacio- se transfieren del ambiente en que estaban adaptados a otro en el que no están adaptados, y en el cual, por consecuencia, sufren una fuerte acción de selección natural, cuando las semillas son rejuvenecidas o multiplicadas, en mayor escala, para su distribución.

Para atenuar esos efectos e incluso hacer posible la preservación de ciertas introducciones que requieren un determinado ambiente, la plantación en el campo se tendrá que extender a diversas localidades de manera que cubra diferentes condiciones ambientales. Esto puede requerir la cooperación de muchas naciones. Las facilidades de almacenamiento pueden ser, no obstante, más eficientes y económicamente mantenidas, si son centralizadas bajo la supervisión de un equipo de especialistas. Este sistema de almacenamiento de germoplasma de fríjol funcionará solamente si cuenta con el apoyo de las naciones interesadas y esté bajo la supervisión internacional o bajo la orientación de un grupo de especialistas internacionales muy bien seleccionado, el cual tenga verdadero interés en mantener viables las reservas de germoplasma que existan en el mundo.

Se debería también recolectar las otras especies cultivadas y silvestres de **Phaseolus**? Según Burkart (1952), el género **Phaseolus** incluye aproximadamente 180 especies, distribuidas en las zonas cálidas de ambos hemisferios, pero, con predominio manifiesto en América. Con excepción de **Phaseolus coccineus**, las otras especies no han tenido importancia en los programas de mejoramiento del fríjol común. Esto no quiere decir que el día de mañana, con el desarrollo de nuevas técnicas o progresos científicos, no puedan ser útiles. Las especies cultivadas asiáticas deberían ser recolectadas, como cualquier otro material con valor potencial. Algún día, las especies silvestres americanas también tendrán que ser protegidas. Sin embargo, por el momento, es más importante la preservación de la reserva genética de las especies cultivadas.

INTRODUCCION DE PLANTAS DE FRIJOL

La introducción de plantas tiene las siguientes finalidades:

1) Utilización inmediata del material introducido, como nueva variedad. En Brasil, por ejemplo, algunas de las mejores variedades de fríjol común, recomendadas en la actualidad por el Ministerio de Agricultura, fueron introducidas de otros países: "Rico 23" (de Puerto Rico), "Venezuela 350", "S-89-N" de América Central y "Costa Rica 7", todas ellas de grano negro. Ensayos comparativos de variedades, llevados a cabo por Guazzelli (1969) en dos estaciones experimentales de Minas Gerais, Brasil, mostraron el excelente comportamiento de las variedades mexicanas de fríjol y de las centroamericanas, comparadas con las brasileñas.

2) Selección de líneas deseables en el material introducido. Uno de los mejores fríjoles negros del Brasil, "Cuba 169 N", fue seleccionado en una introducción de Costa Rica. En muchos países latinoamericanos, los fríjoles sembrados por los agricultores son en realidad mezclas de genotipos. En material así constituído, la selección puede rendir buenos resultados. Muñoz y Cárdenas (1950) mencionan que fue posible aislar de variedades de fríjol mexicanas, líneas que dieron hasta el 64 por ciento más que la variedad original.

3) Utilización para cruzamiento con material local o con otros genotipos introducidos, con el fin de intentar obtener recombinaciones nuevas e interesantes. Vavilov fue de los primeros en abogar por la combinación de genotipos procedentes de medios suficientemente diferentes y muchas de las variedades producidas por su Instituto son el resultado de tales combinaciones. Las excelentes variedades de trigo de México y de arroz de las Filipinas constituyen notables ejemplos resultantes de ese modo de usar el germoplasma (Frankel y Bennett, 1970).

4) Utilización de uno o pocos genes de las introducciones mediante el empleo de los retrocruces. En esta forma, se incorporan nuevas características a las variedades mejoradas con un mínimo de perturbación en su constitución genética. Este método ha sido ampliamente usado en países de agricultura evolucionada que ya cuentan con buen número de variedades consideradas "superiores", bien aceptadas por los agricultores y por los consumidores. El mejoramiento por retrocruces ha sido criticado en un aspecto: puede facilitar la eliminación de genes de efectos benéficos adicionales, no dándoles oportunidad de manifestarse. "Si el cruzamiento doble, o apenas uno o dos retrocruces, son los que se usan, se puede recuperar la mayor parte del tipo parental, pero también hay algunas oportunidades para que otros genes deseables nuevos, puedan introducirse, asumiendo que se desarrollen poblaciones F_2 muy grandes". Esta frase de Krull y Borlaug (1970) se aplica específicamente para la incorporación de nuevos genes resistentes al añublo o tizón en el trigo, pero puede aplicarse también al fríjol y a otros cultivos.

Para evitar la introducción de hongos y virus transmisibles por las semillas, es necesario que la institución responsable del banco de germoplasma tenga todas las facilidades para los servicios de cuarentena.

EVALUACION DE GERMOPLASMA

Una vez reunido el germoplasma, se inicia el trabajo más difícil: su exhaustiva y cuidadosa evaluación. Si las actividades del banco de germoplasma fueran centralizadas con propósitos de atención regional, nacional o internacional, entonces, el servicio de evaluación deberá seguir una cierta sistemática. Todos los datos deben ser catalogados y publicados. Las semillas para abastecimiento se deben mantener en cantidad suficiente para su distribución a cualquiera que desee utilizarlas. La institución o el fitomejorador que reciban material deberán luego enviar información sobre el comportamiento de las líneas evaluadas para completar las anotaciones en el catálogo del banco.

Los ensayos iniciales de evaluación se pueden realizar en ambiente favorable. Sin embargo, las condiciones anormales del medio ambiente pueden revelar características útiles y por eso, se sugiere que los ensayos sean también realizados en las más diversas condiciones ambientales. Algunas características son fácilmente identificadas en ciertos medios, pero no en otros. Factores climáticos, como temperatura, duración del día, lluvia, humedad relativa del aire y luminosidad, pueden afectar el comportamiento del material en el proceso selectivo denominado "screening". En la misma forma, actúan los factores concernientes al suelo, como por ejemplo, fertilidad, agua o aireamiento.

Hasta el momento, la gran preocupación de los fitomejoradores de fríjol ha sido el hallazgo de fuentes de resistencia o de tolerancia a las muchas enfermedades que atacan al cultivo. La consecución de genes para resistencia puede exigir el "screening" (selección discriminativa) de centenares y centenares de materiales en la colección de germoplasma, pero, una vez hallados, es generalmente simple su incorporación en el material apropiado.

En cambio, cuando el patógeno tiene que ser separado en razas y el "screening" hecho a base de razas individuales, entonces el procedimiento puede resultar largo y difícil. Primero, sería preciso identificar las razas; después, vendría la consecución de las fuentes de resistencia; finalmente, los genes resistentes serían incorporados a las variedades comerciales.

El **Uromyces phaseoli** var **tipica**, que es el agente que causa el añublo o tizón, presenta un gran número de razas, lo que viene complicando los intentos de producir variedades resistentes a esta enfermedad. Tal vez, en este caso, los fitomejoradores tengan que volver su atención a la resistencia horizontal, común en las variedades "no mejoradas" de America Latina (Vieira, 1972). Por lo demás, en ciertas áreas de los países latinoamericanos ese tipo de resistencia y el gran número de variedades que los agricultores siembran explica por qué el añublo no causa perjuicios mayores. El organismo de la antracnosis **Colletotrichum lindemuthianum** presenta un menor número de razas. El descubrimiento por Mastenbroek (1960) del gene denominado **Are** en la línea "Cornell 49-242" significó la incorporación de resistencia a la antracnosis en las variedades de fríjol común. Este gene da resistencia a las razas alfa, beta, gama y delta y constituye un excelente ejemplo del impacto que puede causar el descubrimiento de genes "excepcionales". Se ha comprobado recientemente que la línea "Cornell 49-242" es resistente a las siete razas de antracnosis identificadas en Minas Gerais, Brasil, dos de las cuales pertenecen al grupo alfa (Oliari, 1972). En Francia, Bannerot (1965 ensayó 430 variedades de fríjol, encontrando cinco (incluso, la "Cornell 49-242") que eran resistentes a las seis razas utilizadas en el estudio. En Uganda, sin embargo, el gene **Are** no dió completa protección contra algunas razas (Leakey y Simbwa-Bunnya, 1972).

El "screening" de colecciones enfocado hacia el hallazgo de genes para la resistencia a los insectos, no ha sido objeto de la misma atención que las enfermedades. Sin embargo, algo se ha hecho con relación a **Empoasca sp**, **Epilachna varivestris**, gorgojo del fríjol y otras plagas. Wolfenbarger y Sleesman (1961), por ejemplo, hicieron el "screening" de una gran colección de fríjol en busca de resistencia a **Epilachna varivestris** y a la cigarra de la batata. Encontraron dos líneas de **P. vulgaris*** resistentes a la primera de esas plagas y otras dos líneas de **P. vulgaris*** resistentes a la última.

INTERES EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA

En la actualidad, los fitomejoradores tienen gran preocupación con respecto a la cantidad y calidad de proteína en los granos de fríjol. Los granos de **P. vulgaris** contienen cerca del 22 por ciento de proteína, con bajo contenido de aminoácidos sulfurados - metionina, cistina - así como triptofano. Algunos "screenings" preliminares de colecciones de germoplasma, hechos en varias instituciones, han mostrado variación apreciable en proteína total así como en aminoácidos sulfurados.

Freytag **et al** (1956) analizaron un total de 110 colecciones de fríjol común (principalmente, de origen mexicano) y encontraron una variación de 14,6 26,7 por ciento en el contenido de proteína total. Verificaron también que "el alto contenido de proteína tiende a estar asociado con semilla pequeña, esférica, negra o blanca, hábito trepador y procedencia tropical. El bajo contenido de proteina tiende a estar asociadó con semilla grande, alargada, color marrón, hábito no trepador y procedencia de zona templada".

De 3.600 cultivares, líneas y selecciones individuales de fríjol común que Kelly (1971) estudió, 63 fueron seleccionados por contener más del 33 por ciento de metionina microbiológicamente disponible en las semillas maduras, por encima de lo que presenta la variedad "Sanilac". Este autor concluyó que hay suficiente variación en el contenido de metionina en la especie para permitir el mejoramiento a través de hibridación y selección.

También, se ha procurado hallar otras características. Por ejemplo, plantas adaptables a la recolección mecánica, o sea, erecta y con vainas en posición elevada. También, plantas adaptadas a determinado medio ambiente, como tierras bajas de los trópicos o bien a suelos con bajo contenido de zinc.

BUSQUEDA DE RENDIMIENTOS MAS ALTOS

Según se mencionó anteriormente, parece que la capacidad máxima de producción en las variedades actuales de fríjol común es de alrededor de 4.000 kg/ha, lo que clasifica a este cultivo entre los poco eficientes si se compara, por ejemplo, con la soya, el arroz o el trigo. En mi opinión, la próxima gran

* En ambos casos, líneas P.I. (Plant introduction).

tarea de los fitomejoradores de fríjol es la de intentar sobrepasar ese tope de producción por medio de pesquisas profundas que abarquen todos los aspectos de la planta y su cultivo.

Será necesario manejar las colecciones de germoplasma en procura de caracteres ligados a la producción, aunque tales caracteres sean el resultado de muchos procesos fisiológicos, que sólo ahora comienzan a ser entendidos. En los países de agricultura avanzada se produjeron variedades con alto grado de adaptación que ya alcanzaron un tope de productividad. La capacidad de producción de esas variedades no ha sido deliberadamente aumentada, a no ser indirectamente, o sea, por la incorporación de "genes para resistencia" principalmente con relación a resistencia a las enfermedades.

Parece que los mejoradores estuvieran satisfechos con las variedades "mejoradas" que produjeron; de ahí su menor atención a las características del fríjol relacionadas con la productividad, tales como algunas de sus características agronómicas (número de vainas por area, número de granos por vaina y su peso), área foliar, "arquitectura" de la planta o eficiencia fotosintética. En términos generales, tales características no fueron drásticas ni deliberadamente modificadas.

Esta tendencia ha cambiado recientemente, tal vez porque el problema de las enfermedades ya no es tan grave en los países de agricultura evolucionada y ahora los fitomejoradores pueden dedicarse a otros aspectos del mejoramiento del fríjol, o quizás, por causa de los éxitos obtenidos en el campo del "mejoramiento de producción" de otros cultivos, principalmente trigo, sorgo y arroz.

Según se mencionó anteriormente, en muchos países, los cultivares modernos tienen una base genética relativamente estrecha. Para aumentar su capacidad de producción, será necesario infiltrar nuevos genes para el mejoramiento de los caracteres de producción a través del uso de materiales que tengan entre sí diferencias genéticas muy amplias, en cruces múltiples. Otra solución sería comenzar de nuevo, explorando más profundamente los enormes recursos genéticos que presente la especie **Phaseolus vulgaris**, para producir variedades enteramente nuevas. Sea cual fuere el camino escogido, el fitomejorador tendrá que contar con las colecciones de germoplasma, todavía poco exploradas, pues es casi seguro que ellas contienen genes que, solos o más probablemente asociados, permitirán al fríjol común sobrepasar la marca de 4.000 kg/ha.

OTRAS LEGUMINOSAS COMESTIBLES

En América Latina se cultivan otras leguminosas comestibles —habas, caupí, gandul, guisantes, lentejas y otras— pero no tienen la importancia del fríjol común. La mayor parte de lo que se ha dicho con respecto a esta especie puede aplicarse a las otras. A continuación, se presenta información sobre algunas de estas leguminosas.

Fríjol haba (Phaseolus lunatus L.)

Vavilov comprobó que el centro primario de diversidad de esa especie es el Sur de México y América Central y encontró un centro secundario en Perú, con abundancia de formas de grano grande. Según Mackie (1943) esta especie es originaria de Guatemala, país en el que se encuentran formas silvestres. De este centro de origen (siempre según Mackie), se dispersó en tres direcciones: 1) la rama Hopi se extendió al Norte, en áreas de los EE.UU; 2) la rama caribe, alcanzó las islas de las Indias Occidentales y la cuenca amazónica; y 3) la rama inca que siguió una trayectoria hacia Perú.

Las semillas de las variedades de la última rama son grandes y pesan hasta 200 gramos cada 100 granos. Recientemente, en una exploración de plantas llevada a cabo en Brasil se comprobó que en el Norte y Nordeste, donde comúnmente se cultiva el fríjol haba, las semillas son principalmente pequeñas y redondas. Sin embargo, en el valle del Amazonas son grandes, alcanzando hasta 32 mm de largo. Estos hallazgos no admiten totalmente la hipótesis de Mackie (Erickson et al 1967).

Las formas silvestres son perennes y producen semillas muy pequeñas (5 a 14 gramos cada cien unidades). Las formas cultivadas son anuales o perennes sembradas como anuales tanto enanas como trepadoras.

El valor nutritivo del fríjol haba es semejante al del fríjol común. Todas las variedades contienen cianuro por causa del glicósido linamarin el cual da al fríjol-haba su sabor característico. El cianuro no es perjudicial en pequeña cantidad. Una encuesta realizada en California demostró que las variedades locales lo contienen en la proporción de 25 a 55 ppm expresado como HCN, muy por debajo de las dosis peligrosas para el hombre. Un lote de fríjol haba de tipo silvestre, procedente de Puerto Rico, tenía un contenido de 970 ppm de HCN, cantidad que impide su uso en la alimentación humana.

La capacidad de producción del fríjol haba es semejante a la del fríjol común. Ese cultivo no ha sido muy estudiado en América Latina. En Brasil, se siembran variedades tardías, trepadoras, cuya maduración no es uniforme; esta circunstancia no estimula la producción comercial en gran escala.

Caupí (Vigna sinensis **(L) Savi)**

Vavilov encontró dos centros primarios de diversidad de este cultivo, uno en India y otro en Etiopía, y uno secundario en China. El caupí se esparció por el mundo pero se siembra principalmente en Africa. Es cultivo tropical, resistente a las altas temperaturas y a la sequía. En Brasil, por ejemplo, el fríjol haba sustituyó al fríjol común en áreas desfavorables para él segundo, como son el Nordeste (cálido y seco) y el valle amazónico (ardiente y húmedo). El fríjol haba produce aproximadamente lo mismo que el fríjol común. Contiene un promedio de 23 por ciento de proteína total y su contenido de aminoácidos sulfurados es algo superior al del fríjol común. La gran variabilidad que se presenta en algunas características, como hábito de crecimiento, forma de la vaina y del grano, resistencia a las enfermedades y otras, abre muchas posibilidades para el trabajo de los fitomejoradores.

Gandul (Cajanus cajan **(L) Millsp)**

Probablemente es oriundo del Asia Tropical. Desde allí, fue introducido a Africa, América Tropical y Australia. En India es la segunda en importancia dentro de las leguminosas comestibles. En el Nuevo Mundo, su cultivo alcanza alguna extensión en América del Sur y América Central. El contenido total de proteína en el gandul es ligeramente inferior, pero el contenido de aminoácidos sulfurados es más elevado que en el fríjol común. El gandul produce normalmente de 800 a 1.500 kg/ha, pero, para India, se citan rendimientos que sobrepasan 5.000 kg/ha (Roberts, 1970). Esta leguminosa es particularmente resistente a la sequía. Apenas recientemente se han iniciado los programas de mejoramiento de este cultivo. En India hay una excelente colección de gandul mantenida por el Indian Agricultural Research Institute (1971); esta colección incluye 5.135 ecotipos del país y el resto ha sido introducido de 15 países.

LITERATURA CONSULTADA

BANNEROT, H. 1965. Résultats de l'infection d'une collection de haricots par six races physiologiques d'anthracnose. Ann. Améllor. Plantes 15:201-222.

BARRIOS, G.A. 1969. Principales caracteristicas de las caraotas negras (Phaseolus vulgaris L.) venezolanas. Agron. Trop. 19:269-298.

BURKART, A. 1941. Sobre la existencia de razas silvestres de Phaseolus vulgaris y Phaseolus lunatus en el Norte Argentino. En: Resoluciones y Trabajos presentados en la Primera Reunión Argentina de Agronomía. Buenos Aires, Argentina. p. 52.

BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Buenos Aires. Acme Agency. 2a. ed. 569 p.

BURKART, A. y H. BRÜCHER. 1953. Phaseolus aborigineus Burkart, die mutmassliche andine Stammform der Kulturbohne Der Züchter 23(3):65-72.

de CANDOLLE, A. 1883. Origine des plantes cultivées. Librairie Germer Balliere et Cie. París. 377 p.

ERICKSON, H.T., F.A.A. COUTO y J.P. CAMPOS. 1967. Coleção de fava (Phaseolus lunatus) do Banco de Germoplasma de Hortaliças em Viçosa. En: VII Reunião Anual da Soc. de Olericultura do Brasil (Resumen mimeografiado).

FRANKEL, O.H. 1970. Genetic Conservation in Perspective. En: Genetic resources in plants — Their exploration and conservation. Philadelphia. F.A. Davis Co. p. 469-489.

FRANKEL, O.H. y E. BENNETT. 1970. Genetic resources — Introduction. En: Genetic resources in Plant — Their exploration and conservation. Philadelphia, F.A. Davis Co. p. 7-17.

FREYTAG, G.F. 1965. Variation of common bean (Phaseolus vulgaris L.) in Central America. Washington University. 65 p. (Tesis doctoral, sin publicar).

FREYTAG, G.F., R.P. GRAVIOTO, J. GUZMAN G. y G. MASSIEU H. 1956. Estudio sobre las propiedades nutritivas del fríjol. I. El contenido total de proteína de los tipos de fríjol. Sec. Agric. Gan., Oficina de Estudios Especiales. México. Folleto Técnico No. 19. 31 p.

GENTRY, H.S. 1969. Origin of the common bean, Phaseolus vulgaris. Econ. Bot. 23:55-69.

GUAZZELLI, R.J. 1969. Possibilities of use of Mexican and Central America stock in Brazilian bean production. Bean improvement Coop. Annual Report No. 12:25-26.

HEDRICK, U.P. 1931. The vegetables of New York. (Vol. 1 — Part II: Beans) Albany, J.B. Lyon Co. 110 p.

HUDSON, L.W. 1969. The value of a germplasm bank in the improvement of Phaseolus vulgaris as a crop. En. XV Reunión Anual del PCCMCA. p. 1-4.

Indian Agricultural Research Institute. 1971 New vistas in pulse production. New Delhi. 111 p.

KAPLAN, L. 1965. Archeology and domestication in American Phaseolus (beans). Econ. Bot. 19:358-368.

KAPLAN, L. y R.S. MACNEISH. 1960. Prehistoric bean remains from caves in the Ocampo region of Tamaulipas, México. Bol. Mus. Leaf., Harvard Univ. 19(2):33-56.

KELLY, J.F. 1971. Genetic variation in the methionine levels of mature seeds of common bean (Phaseolus vulgaris L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:561-563.

KRULL, C.F. y N.E. BORLAUG. 1970. The utilization of collections in plant breeding and production. En: Genetic resources in plants — Their exploration and conservation. Philadelphia F.A. Davis Co. p. 427-439.

KRUTMAN, S., A.F. VITAL y E.G. BASTOS. 1968. Variedades de Feijão macassar, Caracteristicas e reconhecimento. Min. Agric., IPEANE. 46 p.

LEAKEY, C.L.A. y M. SIMBWA-BUNNYA. 1972. Races of Colletotrichum lindemuthianum and implications for breeding in Uganda. Ann. Appl. Biol. 70:25-34.

MACKIE, W.W. 1943. Origin, dispersal and variability of the lima bean, Phaseolus lunatus. Hilgardia. 15:1-29.

MASTENBROEK, C. 1960. A breeding programme for resistance to anthracnose in dry shell haricot beans, based on a new gene. Euphytica. 9:177-184.

MUÑOZ, J.M. y F. CARDENAS R. 1950. Variación genética de los fríjoles de México. En: Primera Reunión de la Asociación Latinoamericana de Fitotecnistas, México, pp. 62-71.

OLIARI, L. 1972. Raças fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. et. magn.) Scrib. que ocorrem em Viçosa e alguns municípios vizinhos. Univ. Federal de Viçosa. 31 p. (Tese de M.S.).

PINCHINAT, A.M. y V.M. MATARRITA. 1970. Lista de las introducciones de fríjol (Phaseolus vulgaris L.) y otras leguminosas del IICA-CEI. Turrialba, Costa Rica. 37 p.

PUERTA ROMERO, J. 1961. Variedades de judías cultivadas en España. Madrid, Min. de Agric. 798 p.

ROBERTS, L.M. 1970. The food legumes. Recommendations for expansion and acceleration of research. 38-64 p.

STEINMETZ, F.H. y A.C. ARNY. 1932. A classification of the varieties of field beans, Phaseolus vulgaris. Jour. Agr. Research. 45:1-58.

VIEIRA, C. 1972. Resistência horizontal às doenças e diversidade genética no melhoramento do feijoeiro no Brasil. Rev. Ceres. 19:261-279.

VAVILOV, N.I. 1949-50. The origin, variation, inmunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica. 13: 1-364.

WOLFENBARGER, D. y J.P. SLEESMAN. 1961. Resistance in common bean lines to the potato leafhopper. Jour. Econ. Ent. 54:846-849.

WOLFENBARGER, D. y J.P. SLEESMAN. 1961. Resittance to the Mexican bean beetle in several bean general and species. Jour. Econ. Ent. 54:1018-1022.

I. Comentarios a la Conferencia sobre:

INTRODUCCION DE PLANTAS Y DE GERMOPLASMA DE *(Phaseolus vulgaris)* Y DE OTRAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Comentarista: **Efraim Hernández X.**

INTRODUCCION

La calidad de un banco de plasma germinal depende, en primera instancia, de la exploración etnobotánica meditada y ejecutada en varios períodos según el resultado de los estudios fitogeográficos y genéticos de los materiales reunidos durante las diversas fases de dicha exploración. Para el caso, Hernández X. (1970) apunta los siguientes alineamientos:

1) Se deben reunir antecedentes (botánicos, fitogeográficos, étnicos, etc.) para la planeación de la exploración; 2) el medio, tanto físico como biótico, es determinante para el desarrollo de los cultivos y para la diversidad genética; 3) el hombre ha sido y es el factor más importante para la diversidad genética de los cultivares; 4) cada especie o variedad tiene características morfológicas y capacidad de adaptación ecológica distintivas; 5) el conocimiento acumulado por las culturas agrícolas durante miles de años, tarda en entenderse y recopilarse; y 6) la exploración etnobotánica es un proceso dialéctico.

Con base en lo anterior, cabe señalar que la mayor parte de las cosechas de fríjol hechas a la fecha son el resultado de la actividad de exploradores interesados en otros cultivos, dedicados a otros menesteres científicos y rara vez, con conocimiento específico del fríjol. Existen varios estudios sobre: **Phaseolus vulgaris** (Miranda, 1966), **P. lunatus** (Macke, 1943) y **P. acutifolius** (Freeman, 1918) útiles para obtener información preliminar sobre la variación morfológica de la semilla. Burkart (1952) demuestra el valor de la morfología de la semilla para diferenciar la variación existente.

Se insiste en la morfología de la semilla porque ésta es la estructura fácil de recolectar, generalmente disponible y fácil de manejar para el propósito deseado. El procedimiento de recolección seguido hasta la fecha proporciona datos parciales por cuanto esta metodología es un poco limitada y parcial, ya que no toma en cuenta el factor comercial de los fríjoles disponibles en los mercados. Esta limitación se puede superar únicamente visitando los mercados regionales e insistiendo en recolectar material obtenido del agricultor mismo.

La adquisición del conocimiento de los múltiples nichos ecológicos y sociales de un área dada y la visita de los que puedan ser de interés requiere de tiempo, no siempre disponible al explorador. Por esta razón, algunas de las recolecciones más interesantes han sido hechas por etnobotánicos o antropólogos residentes por cierto tiempo en zonas étnicas bajo estudio.

Si la exploración está coordinada con un centro activo de investigación genética se puede establecer un mecanismo de retroalimentación (feedback) que mantenga informado al explorador cuando está colectando en una zona de especial interés por su variación genética, sobre los posibles indicadores morfológicos de la característica genética deseada. Esto permitió, por ejemplo, al Dr. Howard S. Gentry ubicar con rapidez el centro de material con resistencia fitopatológica deseada, en sus exploraciones de recolección de fríjol en México.

LOS BANCOS DE PLASMA GERMINAL DE PHASEOLUS VULGARIS EN MEXICO

El Cuadro 1 resume la información disponible de los bancos de plasma germinal en México, el cual complementa la presentada por el Dr. Clibas Vieira. Debido a mi participación en el establecimiento de estos bancos, me permito hacer las siguientes observaciones:

1) Las recolecciones, en su gran mayoría, representan contribuciones de personas conectadas en forma indirecta con el problema del fríjol y no se han aumentado en función de estudios relacionados específicamente con el fríjol, excepción hecha de las especies silvestres de interés específico, colectadas por el Ing. Salvador Miranda Colín.

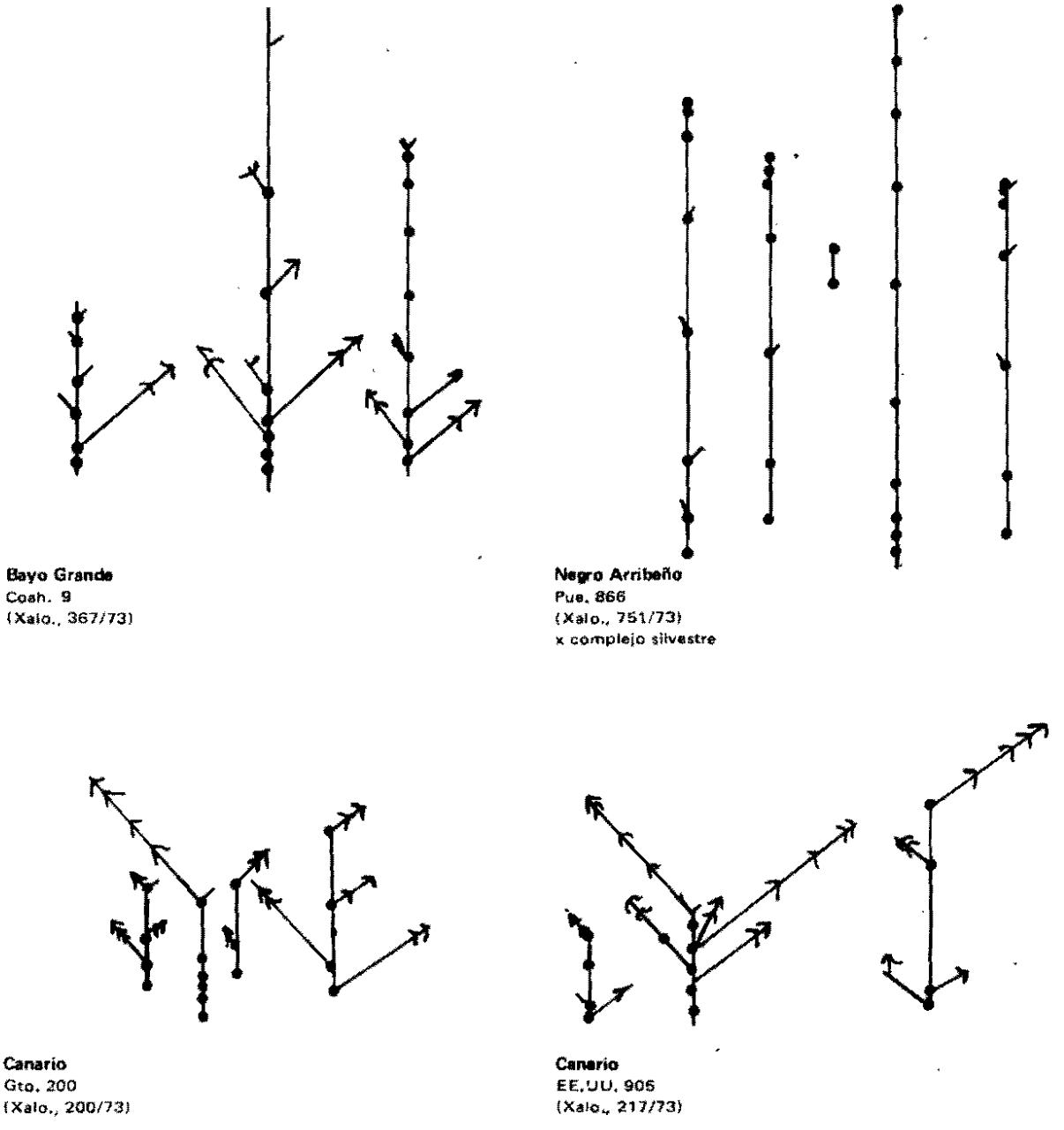


Figura 1. **Tipos de planta correspondientes a cuatro variedades de fríjol cultivadas en México, tres de ellas de origen mexicano y una de EE.UU. (inferior derecha). Nótese la diferencia en la arquitectura de la planta; las dos superiores son erectas y las dos inferiores son bajas, arbustivas y con tallos ramificados.**

2) El mantenimiento de los bancos genéticos nunca ha estado a cargo de profesionales con un adiestramiento específico para este propósito.

3) No se han establecido programas específicos de los bancos con base en un estudio biológico o en la fitogeografía de los materiales, el aumento de adquisiciones, etc.

4) Aunque el material ha sido reproducido varias veces, no se ha establecido aún un sistema uniforme de toma de datos ni un método ágil de recopilar la documentación correspondiente.

5) Se han hecho varios estudios sobre grados de cruzamiento en fríjoles, pero no se ha tenido en cuenta este conocimiento en el proceso para incrementar el material recolectado con el propósito de recuperar la viabilidad y mantener la variación genética.

La exploración etnobotánica de los fríjoles no ha sido dinámica pues apenas se han iniciado los estudios biosistemáticos que nos permitan ordenar la variación genética existente, su correlación morfológica y su distribución. Dichos conocimientos son esenciales para dirigir las nuevas exploraciones. Por esta razón, no se tienen suficientes bases para futuras

Cuadro 1. Colecciones de Phaseolus **clasificadas por lugar de origen que se mantienen en: a) el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y b) en el Colegio de Postgraduados (CP), de la Escuela Nacional de Agricultura, en Chapingo, Estado de México, México, hasta el año 1972.**

México	INIA	C P	Otros países	C P
Aguascalientes	180	26	Países africanos	24
Baja California	12	3	Argentina	9
Campeche	21	2	Brasil	14
Coahuila	17	42	Canadá	2
Colima	13	8	Colombia	53
Chiapas	643	177	Costa Rica	12
Chihuahua	29	36	Cuba	17
Durango	33	53	Chile	3
Guanajuato	127	165	Ecuador	42
Guerrero	166	120	EE.UU.	48
Hidalgo	74	60	Guatemala	126
Jalisco	159	160	Honduras	16
México	220	176	Japón	3
Michoacán	197	125	Perú	80
Morelos	65	150		
Nayarit	41	25	Subtotal	449
Nuevo León		1		
Oaxaca	265	115		
Puebla	765	414		
Querétaro	50	46		
Quintana Roo				
San Luis de Potosí	25	26	INIA	3.765
Sinaloa	46	29	C P México	2.274
Sonora	77	10	C P otros países	449
Tabasco	4			
Tamaulipas	13	10	Total	6.488
Tlaxcala	140	112		
Veracruz	230	112		
Yucatán	46	2		
Zacatecas	108	80		
Subtotales	3.765	2.274		

El banco de germoplasma de Phaseolus del INIA ha recibido importantes contribuciones de Efraím Hernández X., Salvador Miranda C.; Howard S. Gentry; George Freytag; Lawrence Kaplan y Alfonso Crispín.

El banco de germoplasma de Phaseolus del CP ha recibido importantes contribuciones de: Salvador Miranda C. y de Efraím Hernández X. Este banco incluye muchas especies nativas.

(Esta información se obtuvo de los registros que se llevan en estos dos bancos de germoplasma).

exploraciones excepto para recolecciones hechas en áreas no representadas en el material que hay en los bancos.

CONTRIBUCIONES BIOSISTEMATICAS EN RELACION CON EL FRIJOL

Uno de los estudios biosistemáticos más interesantes hechos hasta la fecha (Hernández X., Miranda C. y Pryner, 1959) indica la constante infiltración genética entre **Phaseolus vulgaris** y **P. coccineus** en las regiones ecotónicas entre climas cálidos húmedos y templados húmedos en México y Guatemala. La importancia que tiene este descubrimiento puede apreciarse por los vanos intentos de investigadores en Europa y los Estados Unidos de Norteamérica para trasmitir la resistencia a plagas y enfermedades del **P. coccíneus** (quizás, la especie domesticada más rústica) al fríjol común. Tenemos también evidencias de haber ocurrido un cruce natural entre **P. vulgaris** y **P. lunatus** en la región de Jalisco, Michoacán, México. En nuestro estudio inicial para definir las características morfológicas de la planta deseables para la diferenciación interespecífica, hemos encontrado evidencia de frecuente infiltración de un complejo de fríjol silvestre y el de "negro arribeño", fenómeno que no se manifiesta en las cosechas de los "negros tropicales".

PERDIDA DE RECURSOS GENETICOS DE FRIJOL EN MESOAMERICA

La erosión de los recursos genéticos de cultivos primitivos en Mesoamérica ha preocupado especialmente a los organismos internacionales que han tomado en sus manos la difícil tarea de restaurar la diversidad genética en áreas en las cuales la tecnología agrícola moderna ha eliminado las variedades primitivas. Las conclusiones incluídas en informe reciente presentado a la FAO (Hernández X., 1972; inédito), basadas principalmente en maíz en América Latina, quizá produzcan cierto desconcierto. Se concluye, basándose en la recolección de maíz en áreas críticas, que las variedades cosechadas hace veinticinco años aún persisten y que nuevas recombinaciones han aparecido y se vienen conservando según las necesidades cambiantes de los grupos étnicos al ampliar sus áreas agrícolas y al cambiar las condiciones ecológicas, especialmente las edáficas.

EROSION DE LOS RECURSOS GENETICOS

La erosión de los recursos genéticos parece ser función de:

Erosión cultural

Cuanto mayor sea el grado de desorganización de las culturas campesinas, mayor será el nivel de erosión de los recursos genéticos de cultivares primitivos. Esto quiere decir que las culturas indígenas han sido las que han mantenido y generado la diversidad genética básica, a través de largos períodos de existencia. Estas culturas han conservado la mayor parte de las variantes, eliminando -unicamente aquellas que han podido ser reemplazadas con ventaja por nuevos tipos en los múltiples nichos ecológicos, económicos y culturales del grupo étnico en cuestión. Estas culturas han sido motivo de planteamientos de cambios muy diversos por los programas indigenistas en América Latina.

Introducción y aceptación de materiales mejorados

Esto ocurre especialmente en relación con sistemas comerciales. Para el agricultor de subsistencia, esto tiene un efecto muy reducido. El proceso puede afectar la selección bajo aclimatación o la calidad de la semilla vista en concordancia con el grado de comercialización de la agricultura regional. En México, el establecimiento de la CONASUPO, organismo oficial involucrado en el mantenimiento de precios mínimos de ciertos cultivos (entre ellos, el del fríjol) y en la regulación de precios de ciertos productos alimenticios básicos, ha favorecido un precio preferencial al producto uniforme y a los tipos "canario", "bayo grande", "garrapata", "cacahuete", "flor de mayo" y "mantequilla o garbancillo" Esta preferencia comercial, probablemente, ha desplazado las múltiples variedades producidas con anterioridad en ciertas regiones.

Grado de cruces naturales

Se había considerado al fríjol como planta autógama. Estudios recientes han demostrado que el grado de cruzamiento natural varía según las condiciones ecológicas y que puede alcanzar porcentajes suficientemente elevados que permitan pensar en la dimensión tiempo, en un comportamiento alógamo, en las regiones de cultivo en Mesoamérica. En condiciones de agricultura de subsistencia, existe la costumbre generalizada de sembrar fríjol asociado con maíz y en mezclas o "revolturas" de semilla como posible respuesta a condiciones ecológicas extremadamente variables. El Cuadro 2 muestra los componentes de una "revoltura" colectada en la región frijolera del noreste de Puebla, México.

Apertura de nuevas áreas agrícolas

El aumento de las poblaciones humanas, en casi todos los países latinoamericanos, y los intentos de reforma agraria han estimulado la apertura, para fines agrícolas, de nuevas regiones, especialmente en climas cálidos húmedos. Este proceso ha creado demanda para nuevas variedades, demanda que, en el caso del maíz, ha sido suplida por las variedades tradicionales y por la formación de nuevas variedades por las culturas indígenas. Este proceso ha dado por resultado el aumento de la variabilidad genética.

Cambios en áreas agrícolas tradicionales

A pesar de los intentos de divulgación agrícola y de aumento en el uso de insumos agrícolas, extensas áreas aún siguen enfrentándose al problema de producción agrícola bajo condiciones ecológicas limitantes y con uso reducido de insumos. Esto ha dado, como consecuencia, la erosión y la reducción de la fertilidad de la tierra tras períodos prolongados de utilización agrícola. Como consecuencia, se vislumbra la selección de variedades con capacidad de asegurar una mínima cosecha por parte de los campesinos. Este fenómeno podrá resultar en un aumento de la variabilidad genética.

ESTIMULO AL EXPLORADOR ETNOBOTANICO

Uno de los estímulos más efectivos para los trabajos científicos es el reconocimiento al investigador por la labor efectuada. En el caso de los recolectores botánicos, su nombre sigue ligado a las recolecciones obtenidas; es más, cierto número de nombres genéticos y específicos hacen referencia al nombre del recolector. En contraste, hemos notado que los nombres de los recolectores etnobotánicos, en todos los esque-

Cuadro 2. **Muestra de una mezcla ("revoltura") de semillas de fríjol sembradas en la región Noreste del Estado de Puebla, México, bajo condiciones climáticas no constantes, baja fertilidad del suelo y en asocio con el cultivo de maíz. Obsérvese que en este cuadro hay dos especies de** Phasoelus **incluídas.**

Diámetro en mm	Negro	Negro (blanco)	Rojo	Rojo (variegado)	Color café	Café (variegado)	Gris Gris (variegado)	Amarillo Amarillo (variegado)		Color oliva	Oliva (variegado)	Blanco	Blanco (negro)	Número de semillas	Especies
0,5 a 55	21	8	3	89	26	1	2	19		3	3	4		179	P. vulgaris
0,6 a 65	24	18	6		22	38	2/7	53		33		31	3	237	" "
0,7	4	5	3		8	9	3/7	49				16		103	" "
0,75	4	5		3			5/3	46				5		71	" "
0,8	1				1		2	39				1		44	" "
0,85	2					3	1	8						14	" "
0,9	1						1	7						9	" "
0,95					1		2	2/2						7	P.coccineus (3,4)
1,0	1				6				1					8	" "
1,1					1				2					3	" "
1,2						3								3	" "
Totales	58	36	12	92	65	54	12/23	225	3	36	3	56	3	678	

mas de manejo de material de plantas útiles que conocemos, rápidamente quedan marginados. Así, las recolecciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, se manejan por medio de las siglas P.I., en el CIMMYT, los materiales del banco de plasma germinal se manejan por siglas que indican el lugar de origen; por ejemplo, Ags. 7, Mich. 21, Tamps 38 (estas iniciales corresponden a los Estados de Aguascalientes, Michoacán y Tamaulipas, respectivamente). Igual procedimiento siguen los bancos del INIA y del Colegio de Postgraduados, ENA, ambos ubicados en Chapingo, Estado de México. Se sugiere modificar los sistemas actuales anadiendo, después de las siglas establecidas, el nombre del recolector o de los recolectores entre paréntesis, por ejemplo, Mor. 592 (Miranda C.); P.I. 28970 (Gentry).

LITERATURA CITADA

1. BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Acme Agency. Buenos Aires, Argentina.

2. FREEMAN, C.F. 1918. Southwestern beans and teparies. Univ. Ariz. Agric. Expt. Sta. Bull. 68. Tucson, Arizona.

3. HERNANDEZ X., E., S. MIRANDA C., y C. PRYWER 1959. El origen de **Phaseolus coccineus** L. **darwinianus** Hernández X. y Miranda C., subspecies nova. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 20 (1-4) : 99-121.

4. HERNANDEZ X., E. 1970. Exploración etnobotánica y su metodología. Rama Botánica. Colegio Postgraduados, ENA. Chapingo, Estado de México, México.

5. HERNANDEZ X., E. 1972. Recursos genéticos de **Zea** spp, **Phaseolus** spp, **Capsicum** spp y **Cucurbita** spp en cultivares primitivos de Mesoamérica. Informe a FAO, Roma. (Sin publicar).

6. MACKIE, W.W. 1943. Origin, dispersal and variability of the lima bean, **Phaseolus lunatus**. Hilgardia 15 (1):1-24.

7. MIRANDA C., S. 1966. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género **Phaseolus**. Colegio Postgraduados, ENA. Serie Investigación No. 8. Chapingo, Estado de México.

II. Comentario sobre la Conferencia titulada:

INTRODUCCION DE PLANTAS Y DE GERMOPLASMA DE *(Phaseolus vulgaris)* Y DE OTRAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Comentarista: **Harold F. Winters**

La introducción de plantas es una actividad que se considera como investigación básica en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. El principal objetivo de las actividades del Departamento en esta actividad es reunir "pools" genéticos para todo cultivo importante en nuestra agricultura y para aquellos cultivos que puedan ser importantes en el futuro. Estos "pools" o reservas genéticas abastecen a los fitomejoradores de materiales parentales. Las leguminosas de grano comestible forman parte importante de esas colecciones.

Desde el punto de vista histórico, la introducción de plantas comenzó en el área que hoy ocupan los Estados Unidos de Norte América con la fundación de las primeras colonias europeas. Los colonizadores trajeron consigo semillas y plantas; cuando las colonias adquirieron un cierto desarrollo los colonos obtuvieron de sus respectivos países de origen algunos materiales vegetales adicionales con el fin de adaptarlos a su nueva patria. Así, los cultivos originados en Centro y Sur América llegaron a Estados Unidos vía Europa. Más adelante, nuestras embajadas y consulados en los países extranjeros recibieron el encargo de enviarnos semillas y plantas. Desde su fundación, en 1863, el Departamento de Agricultura quedó encargado de la introducción y desarrollo de nuevas variedades de cultivos.

Sin embargo, no fue hasta 1898 cuando se encargó de esa tarea a una organización específica. Se la denominó Sección de Introducción de Semillas y Plantas. El Dr. David Fairchild, bien conocido por su labor de recolección de plantas a escala mundial, fue su Jefe desde el comienzo de la sección hasta su retiro profesional en 1929. A través de los años, esa sección tuvo varios cambios de nombre. Sea cualquiera su distintivo, las responsabilidades de esa organización permanecen siendo las mismas que le fueron asignadas originalmente. Más de 377.000 introducciones de plantas han sido procesadas hasta la fecha.

CUATRO CENTROS REGIONALES DE GERMOPLASMA

Antes del año 1946, la gran cantidad de introducciones de plantas que se recibía en semillas era distribuída a las agencias federales, privadas y de cada uno de los Estados de la Unión encargadas del mejoramiento y desarrollo de esos cultivos. Generalmente, esas organizaciones carecían de facilidades para el mantenimiento permanente de colecciones de germoplasma. Cuando un determinado programa de mejoramiento se terminaba o se interrumpía por muerte o traslado del científico encargado del mismo, mucho germoplasma valioso se perdía.

En 1946, con al promulgación del Acta sobre Investigación y Mercadeo, hubo, por primera vez, fondos disponibles para establecer un verdadero programa nacional cooperativo para la introducción y experimentación con material de plantas destinado a usos industriales y de cultivo así como también para la conservación de valiosas reservas genéticas, como semillas. Este programa está dividido en cuatro Estaciones Experimentales Regionales con sede en Geneva, Nueva York, para el nordeste; en Experimental Station, Georgia, para el sur; en Ames, Iowa, para el centro-norte, y en Pullman, Washington, para el oeste. Cada una de estas estaciones dispone de todas las facilidades necesarias. Las regiones proporcionan la tierra, los invernaderos, los laboratorios, las oficinas, los frigoríficos para almacenamiento y parte del equipo así como de personal necesario para el cultivo y evaluación de las introducciones de plantas recibidas como semilla. El Gobierno Federal proporciona las introducciones de plantas y la dirección técnica para la operación de cada proyecto.

El Laboratorio de Recursos de Germoplasma es responsable ante el ARS (Agricultural Research Service) de toda exploración, introducción e intercambio de

material de plantas del extranjero. Las nuevas introducciones de plantas se catalogan en su sede de Beltville, Maryland. Se les asigna un número para facilitar su identificación y se envía el material a una de las cuatro estaciones regionales para su aumento, evaluación, distribución y mantenimiento.

Por su ubicación geográfica, ciertas regiones son más apropiadas que otras para efectuar la evaluación y el incremento de los diferentes "stocks". Por esta razón, los fríjoles comunes y las lentejas son enviadas a la región del oeste, los guisantes (**Pisum**) a la del nordeste y el caupí y el fríjol mung, a la región del sur. En vista de que este Seminario celebrado en Cali tiene como objetivo principal la discusión de las plantas leguminosas de grano comestible, he relacionado, en el Cuadro 1, los inventarios aproximados de estos cultivos que tiene el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

En este cuadro se podrá observar que la mayor parte de los inventarios corresponde a las leguminosas comestibles de mas importancia económica en los Estados Unidos, tales como **Phaseolus vulgaris** y **Pisum sativum**. El fríjol común **P. vulgaris** está representado por 5.193 entradas en el catálogo. Las colecciones incluyen un grado de variabilidad casi infinito: de negro a blanco, de trepador a enano, etc. Durante el período de incremento de la semilla registramos el mayor número de características posible. La colección de los fríjoles comunes ha tenido una gran expansión durante el período de 1964 a 1968. Durante esos años, el Dr. Howard Scott Gentry estuvo algunos meses recolectando fríjoles en México y América Central. Un objetivo primario de su labor fue la idea de que el primitivo **P. vulgaris** perenne de México fuese resistente a la pudrición de la raíz causada por **Fusarium**.

También, durante ese período, las donaciones de varias colecciones hechas por colaboradores de Centro y Sur América contribuyeron a aumentar nuestros inventarios. La evaluación completa de esta colección requerirá algunos años, entre otras cosas, porque fue necesario observar, clasificar y catalogar todo el material recibido. Como paso fundamental es necesario aumentar la disponibilidad de semilla básica de la introducción bajo estudio. Esta tarea es complicada para algunas de las introducciones que requieren días cortos de floración. Algunas de las introducciones han perecido por heladas en el período de floración. Cuando esto sucede hay que hacer una segunda siembra bien sea en el invernadero o en un área tropical. Sin embargo, las introducciones pueden estar a la disposición de los fitomejoradores y de otros investigadores en un período de tiempo más o menos corto.

Además de nuestras distribuciones domésticas, el Departamento de Agricultura de los EE.UU. sigue una política liberal en cuanto concierne al creciente número de solicitudes que se reciben de otros países. Cada día es mayor el número de técnicos interesados en recibir muestra del material que pudiera ser aprovechado ventajosamente en otras áreas del mundo. Algunas veces, se envían como intercambio por materiales que nosotros necesitamos pero es lo más frecuente que esas muestras sean donadas con espíritu amplio para cualquier uso científico o humanitario que puedan tener.

El Departamento de Agricultura de los EE.UU. pone también sus colecciones de germoplasma a la disposición de las instituciones internacionales patrocinadoras de la investigación agrícola, tales como el CIAT, el CIMMYT, el IRRI, el IITA y el nuevo centro asiático de desarrollo e investigación agrícola (Asian Vegetable Research and Development Center) en Taiwan. A partir de 1970, se han enviado varias colecciones de germoplasma de leguminosas de grano comestible al CIAT y al magnífico colaborador nuestro, Dr. Luis H. Camacho, del Instituto Colombiano Agropecuario, en Palmira. Esas colecciones son las siguientes:

Especies	No. de Introducciones
Cicer arietinum (garbanzo)	133 linajes
Lens esculenta (lenteja)	409 linajes
Phaseolus angularis (fríjol adsuki)	20 linajes
P. aureus (fríjol mung)	160 linajes
P. coccineus (fríjol corriente escarlata)	123 linajes
P. vulgaris (fríjol común)	3780 linajes
Vigna sinensis (caupí)	454 linajes

LA OBTENCION DE GERMOPLASMA ES POSIBLE

Originalmente, nuestro compromiso cooperativo con el CIAT estipulaba que una parte del aumento logrado en la cantidad disponible de semilla sería retornada al USDA. En este momento, no estoy muy seguro de si esta es o no la práctica más recomendable. Quizás, sería preferible retener toda la semilla de una determinada especie en Colombia, a fin de tenerla como una fuente disponible de germoplasma. Al mantener esta reserva en Colombia, sería más fácil para los países latinoamericanos obtenerla de esta nación que de los Estados Unidos de Norte América. Sugiero que se mantengan los números originales de la introducción, asignados por el Servicio de Introducción de Plantas del USDA a fin de facilitar su identificación posterior y relacionar cada introducción con su respectiva información (lugar de origen, características botánicas y agronómicas y otros detalles que pueden ser de interés para los genetistas y fitomejoradores).

Se han establecido también amplias colecciones de **Phaseolus vulgaris** en Mayagüez, Puerto Rico y en El Salvador. Estas colecciones, una vez logrado el incremento de su material básico, podrán servir como fuente de abastecimiento de semilla para las áreas ve-

Cuadro 1. **Inventario de germoplasma de plantas leguminosas productoras de grano comestible** (Hasta Febrero, 1973).

Especie	Colecciones de trabajo en tres centros regionales estadounidenses			Nuevas adquisiciones*	
	New York	Georgia	USDA Beltsville, Md.	India	Irán
Arachis hypogaea	—	3.816	—	—	—
Cajanus cajan	—	282	—	4.000	3.280
Cicer arietinum	—	259	—	1.730	2.116
Dolichos biflorus	—	25	—	—	—
D. lablab	—	59	—	—	—
Lathyrus sativus	—	—	—	—	840
Lens esculenta	—	—	600	1.065	2.475
Phaseolus aconitifolius	—	—	21	—	—
P. acutifolius	—	—	17	—	—
P. acutifolius latifolius	—	—	4	—	—
P. adenanthus	—	—	2	—	—
P. angularis	—	26**	24	—	—
P. anisotrichus	—	—	2	—	—
P. atropurpureus	—	—	5	—	—
P. aureus	—	1.403**	48	681	1.056
P. bracteatus	—	—	6	—	—
P. calcaratus	—	—	26	—	—
P. caracalla	—	—	7	—	—
P. coccineus	—	—	195	—	—
P. erythroloma	—	—	2	—	—
P. grandiflorus	—	—	1	—	—
P. lathyroides	—	—	5	—	—
P. lunatus	—	—	423	—	—
P. metcalfei	—	—	2	—	—
P. mungo	—	67**	3	—	310
P. panduratus	—	—	6	—	—
P. phyllantus	—	—	1	—	—
P. pillosus	—	—	1	—	—
P. polystachios	—	—	5	—	—
P. radiatus	—	—	3	—	—
P. stenolobus	—	—	1	—	—
P. strobilophorus	—	—	2	—	—
P. trilobatus	—	—	2	—	—
P. vulgaris	2.880	—	5.193**	644	2.647
Phaseolus spp	—	—	6	—	—
Pisum sativum	1.800	—	—	356	407
Vicia faba	—	—	150	—	311
Vigna sinensis	—	1.238	—	—	1.430
Voandzeia subterranea	—	60	—	—	—

* Estas adquisiciones constituyen el material que se obtuvo al terminar las operaciones del Proyecto Regional de Mejoramiento de Leguminosas de Grano Comestible que operaba en India y en Irán. Este material permanece en refrigeración hasta que pueda ser incorporado al programa de introducción de especies vegetales que opera el USDA (United States Department of Agriculture). Se presume que existen bastantes duplicaciones en las colecciones procedentes de India y de Irán

** Las introducciones que se incluyen en más de un centro regional constituyen duplicados. Las cifras mas altas se deben considerar como los totales disponibles.

cinas, con características ecológicas semejantes. Pero, antes de enviar material a otras áreas sugiero que se estudien muy cuidadosamente las posibilidades de diseminar enfermedades o insectos en las muestras de semilla. En algunos casos, será necesario implantar las medidas cuarentenarias que se crean más adecuadas para cada caso, imponiendo tales medidas por iniciativa propia, si fuera el caso.

Deseo manifestar a los asistentes a este Seminario que la política del USDA es la de brindar amplia colaboración a aquellas personas o entidades interesadas en obtener y utilizar el material de que disponemos para fortalecer aquellos programas que impulsen el cultivo de las plantas leguminosas de grano comestible en cualquier parte del mundo. Sin embargo, por razones fáciles de comprender, la cantidad de semilla que

podemos ofrecer, tendrá que ser limitada. En muchos casos, no hemos podido aumentar nuestras propias reservas de semilla después de haber cumplido con algunas solicitudes de envío de ciertos materiales seleccionados. Con el propósito de conocer con algún detalle los objetivos que persiguen los investigadores de otros países en cuanto a sus programas de introducción de semillas y a la vez, para conservar lo más posible nuestras disponibilidades de simientes, pedimos información a nuestros solicitantes previamente al envío de la semilla. A la vez, solicitamos información después de haber hecho los envíos, a fin de conocer el resultado obtenido en otros países con los linajes que hemos enviado.

Cuando se desee obtener semilla de estas plantas las solicitudes pueden ser dirigidas a mí personalmente, o bien, al Sr. Howard L. Hyland, a la siguiente dirección: Room 324, South Building, Germplasm Resource Laboratory, Agricultural Research Center (West), Beltville, Maryland 20705, U.S.A.

III. Comentarios a la Conferencia sobre:

INTRODUCCION DE PLANTAS Y DE GERMOPLASMA DE *(Phaseolus vulgaris)* Y DE OTRAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE

Comentarista: **Colin Leakey**

El CIAT debería buscar caminos para superar obstáculos a fin de obtener un alto rendimiento en las plantaciones de fríjol. Estos obstáculos representan la diferencia que actualmente hay entre los bajos rendimientos que se obtienen y las posibilidades de rendimiento que ya se ha comprobado es posible lograr en estas plantaciones.

El CIAT también debería estar trabajando para aumentar el nivel actual de rendimiento, apuntando hacia el límite productivo de las especies cultivables.

Es posible que los niveles de producción obtenidos en los propios terrenos que cultivan los agricultores estén muy por debajo de los topes de rendimiento, pero eso no impide que se procure subir esos topes hasta donde sea posible.

La primera y más importante restricción al logro de niveles más altos de producción es la disponibilidad de semilla libre de enfermedades, tanto de las variedades productivas como también, de las mezclas de variedades. Los granos de las plantas leguminosas constituyen una fuente valiosa de alimento, en especial, para las clases sociales con menos recursos económicos. Mis comentarios a la conferencia del Dr. Hernández-Bravo y los hechos por el colega Zaumeyer, pusieron el debido énfasis en que la producción de semilla sea una actividad separada y especializada. La producción de semilla de leguminosas es una empresa muy bien remunerada. Por lo tanto, la agronomía de alto nivel con alta tecnificación podría muy bien ser encaminada en América Latina hacia una producción económicamente atractiva de semilla de leguminosas.

Sugiero que el CIAT investigue a fondo el cultivo de estas plantas en época de sequía, bien sea en áreas planas con irrigación o en suelos profundos, formados por cenizas volcánicas como, por ejemplo, en las laderas de los volcanes andinos, siguiendo el modelo ya establecido en las áreas inmediatas al Monte Kilimanjaro, en Africa. La producción de semilla libre de enfermedades bajo tales condiciones justifica el empleo de insumos, tales como insecticidas y acaricidas, para el control de insectos vectores que trasmiten virus en la semilla; la ausencia de lluvia controlaría los hongos y las bacterias, por lo que la semilla obtenida tendría un nivel muy bajo de estos tres agentes patógenos.

Se puede argumentar, lo cual ya se ha hecho en este Seminario, que existen razones poderosas de carácter social, cultural y técnico para dar preferencia a la estabilidad económica y la seguridad de obtener niveles bajos o medianos en los rendimientos de los cultivos alimenticios de los pequeños agricultores, antes que obtener altos rendimientos, como único objetivo. No es conveniente —según algunas opiniones muy respetables— exponer a los agricultores que siembran pequeñas parcelas a gastar recursos que no tienen, ilusionándolos con posibles altos rendimientos. Para ilustrar este punto se puede mencionar el empleo de inoculantes para asegurar una siembra más efectiva de plantas leguminosas.

La importancia de obtener cepas eficientes de **Rhizobia** es un asunto que se ha discutido mucho. Algunos de los técnicos que hemos tenido cierta experiencia en el cultivo de leguminosas podríamos afirmar, sin temor a equivocarnos, si el uso de **Rhizobia**, antes que el de fertilizantes minerales, es el factor más importante en el cultivo de las plantas leguminosas. La **Rhizobia** (al igual que **Microrrhiza** en otros cultivos) puede tener una importancia relevante dentro del concepto de máxima producción, pero esto es un asunto discutible. En este asunto entran consideraciones como el nivel de operación de los agricultores. Quizás, en operaciones muy sofisticadas, el costo de los fertilizantes no sea un factor decisivo como lo es para los pequeños agricultores.

Por consiguiente, la investigación y el desarrollo agrícolas deben tener como mira no sólo de producir semilla sana de buenas variedades, sino también semilla inoculada (o bien, inoculante, separadamente de la producción de semilla). Los suecos y los daneses son, probablemente, los más avanzados actualmente en esta tecnología.

No se debe permitir que nuestro interés en la fisiología del rendimiento predomine sobre el enfoque hacia el mejoramiento práctico del rendimiento. Hay el peligro de que en este Seminario se cometa este error. Por ejemplo, al seguir esta tesis, Lysenko en Rusia detuvo durante 15 años el fitomejoramiento en ese país. Al iniciarse este Seminario el Dr. Grant planteó la siguiente pregunta que considero muy pertinente: Qué es lo que hace que la planta de leguminosas sea productiva? La respuesta, muy sencillamente expresada, en mi opinión, es: la utilización bien programada de los genes disponibles.

El fitomejoramiento opera sobre los genes y sus radios de acción y no sobre los parámetros de rendimiento. No se debe perder esto de vista. En términos generales, en ninguna parte del mundo se ha dado mucha atención a los principios genéticos fundamentales, como base para mejorar inteligentemente el rendimiento, ya que prácticamente no se ha conseguido suficiente diversidad genética dentro de las especies, con el propósito de obtener máximos efectos de heterosis.

Sería de esperar que distintos genotipos contengan diferentes complejos poligenéticos balanceados para producir rendimiento, en contraste con líneas estrechamente relacionadas y si éstas, dentro de su propio grupo, son superiores, es posible que contengan complejos similares. Es el conjunto de genes con signo más, procedentes de diversas fuentes, el elemento del cual podremos esperar el salto hacia adelante. Quizás, se puedan diseñar cruces con factores fisiológicos arquitectónicos que resulten productivos, pero el componente génico de la producción sigue siendo el elemento fundamental.

Si deseamos hacer un arranque que resulte beneficioso debemos utilizar cruces dialélicos entre los siguientes progenitores (cuyas características se enumeran):

- NEP 2: Hábito de crecimiento y alto rendimiento (actualmente, el material más prometedor).
- ICA Gualí: Vigor del hypocotilo y la raíz, y distribución foliar.
- R. 184: Resistencia viral (El Salvador).
- Goiano Precoce: del programa de Clibas Vieira (Vicosa, Brasil).
- New Red Kidney: Material ex Wallace (Universidad de Cornell).
- N 1210: Material ex Uganda, ex Puerto Rico; vigor excepcional.
- Cofinel: Grupo 5, sin hebras, determinado, con genes "are".
- R. 25: Resistencia general a las enfermedades.

El cruce dialélico se podría reforzar con cruces recurrentes, entre selecciones de sus progenies, para desarrollar compuestos que se probarían en lotes extensos, bajo ambientes contrastantes, sobre una base cooperativa internacional que permita la obtención de información que sea lo más completa y útil posible (para luego, distribuirla ampliamente a los posibles usuarios).

La única ventaja del mejoramiento logrado a través de los componentes del rendimiento, en vez del rendimiento en sí, es en aquellos casos excepcionales en que los factores hereditarios de los parámetros son tan superiores que ellos definen por sí solos el que la operación del proceso de selección sea más eficiente.

El número de vainas por planta es el componente fundamental del rendimiento. Pero, desafortunadamente, este es un carácter muy poco confiable —como lo es también el rendimiento mismo— por lo que si se utiliza este factor como criterio único de selección, el resultado puede ser contraproducente y a veces decepcionante. El buen ojo del investigador, al poner a funcionar la computadora que es su cerebro, más las cuidadosas anotaciones de campo y los análisis de los resultados obtenidos serán herramientas más útiles en un programa de mejoramiento del fríjol o de otras plantas leguminosas de grano comestible. Puesto que el índice de cosecha no varía muy ampliamente entre variedades, hay en los fríjoles una alta correlación (en ausencia de una posible falta de fertilidad genética) entre el rendimiento biológico (medido en términos como vigor de la planta) y el rendimiento de semilla. Este concepto contrasta con lo que ocurre en el mejoramiento de los cereales.

Los estudios fisiológicos deben avanzar paralelamente con el mejoramiento genético.

Los estudios sobre protección de cultivos se deben dosificar cuidadosamente para tener un buen margen de seguridad de que el resultado final de la investigación no será un material que no pueda crecer sin la aplicación de una masiva ayuda química. Claro está que los estudios de protección vegetal son importantes. Sugiero, sin embargo, que fundamentalmente se lleven a cabo en relación con la producción de semilla y no con la producción comercial de grano que no es una operación con una rentabilidad garantizada.

En la Fase II del programa del CIAT, podría intentarse una reversión hacia la producción del grano como alimento, con base en lo que ya se ha aprendido en los estudios realizados en relación con la producción de semilla.

Todos los técnicos debiéramos procurar la obtención de mayores rendimientos, como objetivo básico de nuestros estudios. Además, utilizar como herramienta la aplicación de los principios genéticos ya establecidos, lo cual no excluye por completo la posibilidad de jugar un poco con el álgebra biológica. No debemos posponer por más tiempo un comienzo serio hacia el mejoramiento genético en espera de encontrar fórmulas mágicas que no incluyan el factor genético como medio para determinar cuáles son los progenitores más adecuados para obtener una combinación de genes que produzca mayores rendimientos.

ARQUITECTURA VEGETAL Y EFICIENCIA FISIOLOGICA DE LA PLANTA DE FRIJOL

Conferencista: M.W. Adams

INTRODUCCION

Los fitomejoradores especializados en fríjol están de acuerdo en que no ha habido ningún avance decisivo, en cuanto al rendimiento del fríjol por medios genéticos, en la época mendeliana; quizás, se pueden exceptuar aquellos aumentos derivados de la resistencia a las enfermedades o ajustes uniformes en la madurez de la planta. Mientras que los rendimientos del fríjol han permanecido en un nivel prácticamente estático, hemos visto aumentos dramáticos en los rendimientos del maíz, del trigo y del arroz, alcanzados por medios genéticos, así como aumentos graduales, pero sostenidos en el rendimiento de la soya.

En el trigo y el arroz los aumentos de rendimiento se pueden atribuir a cambios en el tipo de plantas, de los cuales los aspectos más importantes son: una reducción en la longitud del tallo, tallo más fuerte, una gran capacidad para retoñar, hojas cortas y erectas, ausencia de sensibilidad a la longitud del día, y buena respuesta a las aplicaciones de nitrógeno sin que aparezca una reducción en la proporción grano/paja. La mejora genética del maíz con miras a un mayor rendimiento ha cobrado una nueva dimensión con la aparición de un tipo que produce varias mazorcas, en vez del tipo de una mazorca.

El avance más promisorio en los trabajos sobre rendimiento en la soya es aquel en que se han encontrado tipos de hoja estrecha, con vainas de 3-4 semillas en vez de los tipos de hoja ancha, con 2-3 semillas en cada vaina.

Aunque, evidentemente, estos son cambios morfológicos, no dejan de estar relacionados con las funciones fisiológicas. Por ejemplo, un tallo más corto en los cereales hace posible fertilizar con mayor cantidad de nitrógeno sin que las plantas se vuelvan susceptibles al volcamiento (o acame).

EL PROBLEMA DE LA IDENTIFICACION DE UN TIPO IDEAL DE PLANTA

Hay tres enfoques a través de los cuales se puede mirar este problema; me gustaría discutir dos de ellos en una forma breve, y uno más detalladamente:

1. El enfoque estadístico del análisis de factores

El análisis factorial consiste en la reducción de un número elevado de variables correlacionadas a un número menor de variables hipotéticas, no correlacionadas, llamadas factores. En un experimento biológico, estos factores abarcan los patrones básicos de influencia en el grupo de datos; se les puede dar un significado biológico y remplazan las variables originales más numerosas puesto que ellos explican la mayor parte de la variación en los datos originales.

En la práctica, se hace un muestreo al azar de líneas F_3 ó F_4 de una población en la que ocurren numerosas recombinaciones de tipos de plantas. En los experimentos de campo, se va coleccionando una serie de datos métricos sobre un conjunto de elementos considerados a priori como elementos que ejercen una importante influencia morfológica y fisiológica sobre el rendimiento. Se encontrarán patrones de características que tienden a estar más correlacionados entre sí con el rendimiento. El análisis agrupará las variables en grupos o factores y luego, el investigador, mediante inspecciones, interpretará los factores en un contexto biológico.

Algunas explicaciones recientes pueden ayudar a clarificar el método:

a. Morishima y colaboradores (1967) identificaron dos factores principales relacionados con el rendimiento del arroz, uno que se expresa como un eje "longitud de panícula/número de panículas", en el cual también juegan un papel importante la longitud y el ancho de las hojas, y un segundo factor caracteri-

zado como "longitud media del entrenudo/número de entrenudos alargados" y en el que interviene, también, el ángulo de las hojas. Estos son los patrones morfológicos que caracterizan las nuevas variedades de arroz de alto rendimiento del sureste asiático.

b. Walton (1973) escribió recientemente sobre los resultados de un análisis factorial efectuado en 14 características medidas en un diseño 5 x 5 de un dialelo de trigo de primavera. Las 14 variables se redujeron a cuatro factores principales. El área de la hoja bandera y la duración de su actividad eran las principales variables en el primer factor. El segundo factor fue un factor de etapa de desarrollo, con un largo período de relleno y una carga factorial negativa, y un largo período desde la emergencia hasta la antesis, con carga factorial positiva. Los factores tres y cuatro incluían el número de espigas por planta, número de granos por espiga y el peso de los granos.

c. En un trabajo reciente, Denis (1971), empleando variedades de fríjol provenientes de Norte y Centroamérica, efectuó un análisis factorial con datos sobre 22 características morfológicas de 16 variedades cultivadas en dos localidades. Las 22 características se redujeron a dos factores principales, y un tercero, ligeramente menos importante.

Las variables de mayor carga factorial del primer eje incluían peso de la semilla, peso de las vainas frescas, dimensiones de las vainas, longitud de los entrenudos basales, y diámetro del hipocotilo y de los entrenudos, basal y superiores. El primer factor es, por lo tanto, esencialmente un factor de peso, haciendo las medidas de tamaño y diámetro iguales a las de peso.

Las variables con carga factorial altamente **negativa** en este eje incluyeron la mayoría de las variables con carga factorial altamente **positiva** en el segundo eje, o sea, un grupo de variables interrelacionadas que expresan un concepto de **número** (número de nudos con vainas, número total de ramas, número de racimos, número de vainas, etc).

El factor tres incluía cargas factoriales positivas con significancia de sólo tres variables: número total de nudos por planta, número de entrenudos largos, y longitud promedio de entrenudos largos. Este factor es un **factor estructural** que toma en cuenta muchas hojas, muchos nudos, y particularmente, las hojas superiores colocadas bastante aparte unas de otras por entrenudos largos.

2. El uso de poblaciones o líneas isogénicas

Se cruzan variedades cuyos componentes de tipo de planta sean contrastantes y se retrocruzan varias veces, con ambos padres, seleccionando el componente de tipo de planta del padre no recurrente en cada generación. Después de efectuar varios retrocruces y selecciones, se deben obtener líneas que esencialmente sean idénticas a las líneas paternas en todos los genes, excepto en aquellos que afectan al componente que se estaba seleccionando y los genes ligados más estrechamente a éstos. Ahora se pueden comparar válidamente las líneas paternas y sus contrapartes "isogénicas". Cualquier diferencia en la actuación de las plantas puede atribuirse con cierto grado de confianza a los componentes particulares con los que se hizo este trabajo de selección. Este procedimiento es directo cuando se trata únicamente del efecto de un gene; cuando se trata de componentes multigenéticos, el procedimiento es el mismo pero el proceso de recuperar genotipos enteramente contrastantes cubriendo la totalidad de los "loci" involucrados en el componente seleccionado es considerablemente más difícil, y las inferencias de una comparación entre el tipo recuperado con el parental debe tener carácter más tentativo.

El fitomejorador puede también seleccionar en las generaciones F_2 o F_3 de un cruzamiento apropiado contrastanto fenotipos de un componente dado. Entonces, se pueden hacer comparaciones entre las líneas que presentan el nivel "bajo" de expresión del componente, con líneas caracterizadas por el nivel "alto" de expresión. Se sobreentiende que, por lo general, los genotipos básicos de ambos grupos de líneas son similares, por lo que es posible hacer una comparación válida.

Hay numerosos ejemplos del uso de líneas isogénicas en estudios genéticos y de fitomejoramiento.

3. Formación de modelos o construcción de idiotipos

Este enfoque involucra los siguientes pasos:

a. Identificación de los componentes morfológicos y fisiológicos relacionados con el rendimiento, para los cuales exista variación genética.

b. Mediante la experiencia directa y/o realizando experimentos se alcanza una comprensión de las funciones que la planta debe ejecutar en uno o más ambientes preseleccionados y con base en esa comprensión, se formulan uno o más modelos de planta-tipo factibles de lograr. Donald (1968) sugiere que se debe diseñar el idiotipo para el medio ambiente más favorable o medio idealizado. El idiotipo básico se modificaría sucesivamente conforme sea necesario para que funcionara eficientemente bajo reducciones sucesivas del medio ambiente idealizado.

c. Construir idiotipos factibles por medio de procesos de fitomejoramiento apropiados.

d. Probar estos idiotipos en los medios apropiados, comparándolos con variedades normales.

e. Después de probarlos, evaluar de nuevo los modelos para determinar si es necesario efectuar

algunos ajustes en componentes particulares para alcanzar un mejor comportamiento.

Este fue el enfoque seguido por Vogel (1963) en sus trabajos con trigo, sugerido por Jennings (1964) para el arroz, y que es similar, en principio, al que Donald (1968) sugirió para seleccionar un "idiotipo" en cereales. Donald (1968) ha expuesto el caso, de una manera clara y persuasiva, para la construcción de modelos en fitomejoramiento.

APLICACION DEL CONCEPTO DE IDIOTIPOS EN LA PLANTA DE FRIJOL

En mi opinión, los fitomejoradores que trabajan con fríjol debieran considerar seriamente las posibilidades de emplear un procedimiento similar con **Phaseolus.** Permítanme ilustrar este punto con dos ejemplos.

El primer ejemplo representa un enfoque bastante tentativo y empírico de la construcción de modelos. Se deriva del patrón de desarrollo del fríjol "navy" seguido en Michigan durante los últimos años. Una vez que se demostró que la variedad Sanilac, debido a su madurez temprana, hábitos de crecimiento determinados, y ausencia de sensibilidad a la duración del día, era la mejor para las condiciones naturales que reinan en Michigan, hemos preservado esas características en cada variedad que se ha distribuído al público después de la variedad Sanilac (Seaway, Gratiot y Seafarer). Sin embargo, antes de que entendiéramos este principio, dimos al público el tipo Michelite-62, reseleccionado del viejo tipo Michelite estándar, y el tipo Saginaw que, al igual que Michelite, posee un tipo de crecimiento indeterminado y lento. Ambas variedades fueron completos fracasos, a pesar de que poseían ventajas de las que carecían los tipos Sanilac.

¿Podemos extrapolar, con base en esta experiencia, para descubrir un tipo de planta de fríjol más útil para los trópicos? El trabajo que efectúa Gaspar Silvera en Panamá se puede considerar como una respuesta parcial a este interrogante. Silvera está haciendo un experimento basado en la hipótesis de que el tipo de planta representado por el grupo de variedades Sanilac sería un modelo promisorio para los trópicos templados.

En varias ocasiones, hemos recibido informes de personas que han colaborado con nosotros en muchos países en que se han probado las variedades Sanilac y Seaway, sobre el sorprendente alto nivel de adaptación que muestran estas variedades. Estos sitios incluyen países tan distantes entre sí como Sur Africa, Etiopía, Rumania, Australia, Chile y Perú.

Nosotros opinamos que tan amplia gama de adaptabilidad puede depender de una o varias de las cuatro características comunes a estas variedades, a saber: hábitos determinados de crecimiento (arbusto), carencia de sensibilidad a la longitud del día, madurez temprana, y tamaño de la hoja de pequeño a mediano.

El plan adoptado fue el de cruzar Seafarer (del tipo Sanilac) con cada una de ocho variedades seleccionadas de Centro y Suramérica, éstas últimas bien adaptadas a las condiciones locales de clima y cultivo. Las nueve variedades están descritas en el Cuadro 1.

Las generaciones F_1 fueron retrocruzadas con los respectivos progenitores locales tropicales; se produjeron así tres generaciones y en cada población resultante se hicieron selecciones en busca de forma arbustiva, madurez temprana y hojas pequeñas. Algunas generaciones intermedias se cultivaron en Turrialba,

Cuadro 1. **Origen y características agronómicas de nueve variedades de fríjol incluyendo** Seafarer, **un progenitor que fue cruzado con ocho variedades seleccionadas.**

Variedad o linaje	Origen	Forma de la planta	Tamaño de hoja(1)	Días hasta la 1a. flor	Días para cosechar(2)	Tamaño de semilla(3)	Color de la semilla
1) Canario	Perú	Enredadera	70,0	75	140	34	Amarillo aceitunado
2) Cocacho	Perú	Enredadera	47,1	75	140	30	Tostado muy claro
3) Liborino	Colombia	Arbusto	73,7	55	130	51	Café jaspeado o tostado
4) Sangretoro	Colombia	Arbusto	90,3	58	140	44	Rojo muy oscuro
5) 27-R	El Salvador	Arbusto	78,4	50	115	48	Rojo claro
6) Col. 1-63-a	Honduras	Enredadera	56,5	54	110	25	Rojo oscuro
7) Riñón Oscuro	Guatemala	Arbusto	85,4	53	125	60	Rojo muy oscuro
8) Comp. Negro	Costa Rica	Enredadera	66,5	58	130	27	Negro
9) Seafarer	Michigan (USA)	Arbusto	34,6	39	100	20	Blanco

1/ Area promedio en centímetros cuadrados por hoja.

2/ Cosecha de 1972 (prolongada 14-20 días debido a exceso de humedad durante el período de maduración.

3/ Peso en gramos por cada 100 semillas.

Costa Rica, en colaboración con el Dr. Pinchinat y puede haber ocurrido alguna selección natural inevitable en cuanto a vigor o madurez.

La meta de Silvera, en cuanto a selección, era recuperar tipos de semilla y factores sin identificar relacionados con aceptación local o idoneidad de las variedades tropicales, junto con los principales componentes del tipo de la variedad Seafarer. Estas selecciones ya están hechas y en la actualidad se están cultivando para obtener semilla para probar las líneas recuperadas junto con sus progenitores en las localidades centro y suramericanas, en las cuales se originaron estos tipos.

Esperamos constatar, por ejemplo, si una planta con la forma y el período de madurez del Seafarer, pero que en tipo de semilla y en muchas otras características sin identificar se parece a Sangretoro (se espera que el 75 por ciento del germoplasma de la progenie posea un genotipo como Sangretoro), se comporte tan bien o mejor que éste, no sólo en Colombia, sino en Centro y Norteamérica, y que lo mismo suceda con las otras selecciones.

CUAL PODRIA SER UN IDIOTIPO PARA FRIJOL?

El idiotipo que se va a presentar será monocultivado, bajo condiciones favorables de humedad, luz, nutrimentos y temperatura, en un lapso de más o menos 100 días, colocando las plantas aproximadamente a 6 cm unas de otras y los surcos a 35 cm de distancia. Estas distancias dan alrededor de 500.000 plantas por hectárea.

El idiotipo será descrito con base en características morfológicas, pero, es bueno recordar que la mayoría de estas características están relacionadas con funciones fisiológicas.

Eje central/tallo único o con 2—4 ramas basales

Los ejes deben ser fuertes, tanto en su base como hacia arriba. Denis (1971), en su análisis factorial de características relacionadas con el rendimiento del fríjol, mostró la importancia de estas características en el tallo. Por ahora, únicamente podemos hacer especulaciones sobre el por qué de estas especificaciones. En primer lugar, el tallo debe ser fuerte para brindar apoyo a las hojas y a las vainas. Los diámetros gruesos en el tallo permiten que el transporte de agua y nutrimentos se efectúe con más libertad. Se debe llegar a un compromiso en lo que respecta a la longitud de los entrenudos; los entrenudos largos permiten que haya una mayor exposición de las hojas, con una mejor penetración de la luz en el dosel superior pero, sin embargo, éstos tienden a ser débiles, propensos al volcamiento. También, en las fibras vasculares de los entrenudos largos, hay mayor oportunidad para que se liguen los iones nutritivos con carga positiva (Polson, 1967).

Hipocotilo, tallo y base fuertes casi siempre indican una raíz principal gruesa y fuerte, lo que contribuye a que haya resistencia al volcamiento y esta condición posiblemente sea ventajosa en algunos suelos para que la planta se proteja contra la fuerza del agua y se facilite la absorción de nutrimentos.

Número de entrenudos y longitud del tallo

El número de hojas tiene una influencia directa en el número de vainas que se producirán por planta, lo cual es el componente de rendimiento más importante en fríjol (Duarte y Adams, 1972). La relación se mantiene porque el número de hojas está determinado por el número de nudos en los tallos, y el número de nudos determina el número de racimos puesto que estos son axilares. El tallo del idiotipo debe tener, por lo tanto, tantos nudos como sea posible, de acuerdo con los requisitos de altura asociados con la resistencia al volcamiento, y a un hábito de crecimiento no arbustivo (hipocotilo y entrenudos ligeramente alargados).

Tamaño y orientación de las hojas

En el mismo trabajo, Duarte y Adams (1972) obtuvieron datos que muestran una fuerte relación entre el tamaño de la hoja y el tamaño de la semilla. Puede ser difícil, por tanto, obtener tipos de hoja pequeña en variedades de semilla grande. No obstante, la correlación no es completa y siempre existe un cierto margen para seleccionar el tamaño de la hoja. Sin embargo, parece que el tipo de hoja pequeña es más deseable por cuanto las hojas inferiores reciben menos sombra. Los tipos de hoja pequeña parecen tener más capacidad para orientar las hojas hacia una posición vertical durante las horas de luz diurna. Como resultado, se aumenta la penetración de la luz dentro del dosel, y las unidades nutricionales colocadas hacia la base funcionan más eficientemente.

Sin embargo, no es necesario sacrificar el índice de área foliar (IAF) puesto que el idiotipo supone también un número mayor de nudos, lo que se refleja en un número mayor de hojas.

Es conveniente reconocer la interdependencia que existe entre los meristemas u órganos reproductivos en la axila de la hoja, y la hoja misma. En todo este trabajo me he referido a esta asociación en los fríjoles como una "unidad nutricional" (Adams 1967). Los productos fotosintetizados en una hoja del tallo son, en gran medida, dirigidos hacia y/o almacenados en las semillas que se desarrollan en las vainas que crecen en el racimo en la axila de la hoja. Este es el mecanismo "fuente-vertedero" ("source-sink") en su forma más elemental.

En nuestro idiotipo queremos un vertedero de gran tamaño, vainas largas y numerosas, en cada racimo. Según Stoy (1969), un vertedero de gran

tamaño fomenta una mayor actividad en la enzima fotosintética, ribulosa difosfato carboxilasa, que funciona en la hoja. Pero, por otra parte, no se puede esperar reducir más aun el tamaño de la hoja no importa cuan deseable sea desde el punto de vista de reducir la proyección de sombra, sin disminuir la cantidad de productos fotosintetizados. En conexión con este punto, Stoy advierte que, cuando se reduce el área foliar en fríjoles, la actividad de la RUDP-carboxilasa aumenta en las hojas restantes.

Se puede concebir el idiotipo de fríjol como integrado por una secuencia de unidades nutricionales, hacinadas unas encima de las otras, en forma progresiva en el tallo principal; en realidad, como formando el tallo principal.

Patrón de crecimiento determinado

Si no fuera por el peligro del volcamiento y por el transcurso del tiempo —longitud de la etapa de crecimiento— el proceso de hacinamiento podría continuar mucho más allá de los límites razonables (algo así como la habichuela mágica del cuento clásico); por lo tanto, parece deseable buscar un patrón de crecimiento determinado. La fotorregulación del comienzo de los meristemas reproductores es muy importante en dicho idiotipo. Debe tomarse en cuenta asimismo que la formación sucesiva de los meristemas vegetativos terminales, que conducen a una forma indeterminada de planta, produce vertederos que desvían continuamente el producto fotosintetizado de los tejidos reproductivos a los vegetativos, lo que resulta en unos índices de cosecha más bajos.

ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

Ningún componente de rendimiento es cuantitativamente más importante que el número de vainas por planta o por unidad de área de terreno (Duarte y Adams, 1972; Denis, 1971). Este componente depende de un número de posiciones nodales donde pueden formarse racimos axilares, del número de flósculos por racimo, y del porcentaje de fertilidad. Pero, algunas vainas normales de ciertos genotipos pueden contener apenas tres semillas cada una, mientras que en otros linajes pueden presentarse hasta 12-14 semillas por vaina. El tamaño de la semilla está limitado por las preferencias del mercado o del consumidor.

Bajo condiciones de competencia, ocurren correlaciones negativas entre estos componentes; un alto número de semillas está asociado con tamaños pequeños de las mismas, mientras que semillas de gran tamaño están asociadas con números menores; la base de estas asociaciones puede ser por planta o por unidad de área. Aparentemente, estas correlaciones son "evolucionistas" puesto que pueden aproximarse a cero eliminando toda tensión competitiva. En el diseño de un idiotipo el límite genético del número de vainas debe ser elevado hasta el límite que marca el número de posiciones nodales para la inserción de racimos axilares y para el número de flósculos que puedan nacer en un racimo cuya longitud no sobrepase la mitad del diámetro del perfil de la planta.

El límite genético para el número de semillas por vaina debe ser suficientemente elevado para que este componente no constituya una limitación al tamaño del vertedero, y para que compense, en caso de que un medio ambiente desfavorable impida la formación de suficientes vainas. El tamaño de la semilla es una característica para la que desearíamos la mayor uniformidad posible. En fríjol, esta es una característica hereditaria en alto grado, y fácilmente pueden fijarse niveles particulares de tamaño. Bajo condiciones ideales de medio ambiente, todos los componentes debieran tener recursos suficientes para alcanzar su potencial genético. Si el medio ambiente fuera menos favorable, entonces los componentes, a través de su capacidad evolucionista, se ajustarían de una manera escalonada para utilizar los recursos disponibles.

Con estos potenciales genéticos que se han sugerido, no sería de esperar que el número y el tamaño de las vainas y el tamaño de la semilla, representando el vertedero, aminoraran la actividad fotosintética en las hojas (fuente). Es bastante probable que la distribución de recursos limitados entre esos componentes del rendimiento tenga alguna forma óptima; o sea que un volumen mayor (rendimiento) resultara de una cierta cantidad limitada de recursos (material marginal) si la distribución de material marginal entre los tres componentes se hace de una manera óptima. Vamos a ilustrar este punto con un ejemplo simple.

Igualemos los recursos totales, o material marginal, como lo designa Grafius (comunicación personal) a algún valor dado, digamos 12 unidades. De acuerdo con el plan de desarrollo genéticamente regulado de las unidades básicas reproductivas, dividiremos ese valor distribuyéndolo así: una porción para el número de vainas (X), una porción para el número de semillas por vaina (Y), y una porción para el tamaño de la semilla (Z). El producto X.Y.Z. es igual a W, volumen (rendimiento). Las 12 unidades de material marginal pueden dividirse de varias maneras:

a) 4. 4. 4. = 64
b) 6. 3. 3. = 54
c) 6. 4. 2. = 48
d) 8. 2. 2. = 32
e) 12. 1. 1. = 12 etc.

La formación cúbica, como en a), es la óptima, en este caso, debido a que da el mayor volumen pero, en la situación biológica real de un cultivo en el campo, el flujo de los suministros metabólicos al sistema X.Y.Z. puede no ser regular, o la eficiencia biológica de los componentes puede ser diferente entre sí, de modo que deben ir más recursos a un componente que a otro, y la forma final de la construcción del rendimiento puede no aparecer como un cubo.

La dinámica de estos procesos es tan compleja y tan poco entendida que, por ahora, es imposible modelar detalladamente las estructuras reproductivas.

COMPONENTES FISIOLOGICOS

Aunque la discusión anterior ha versado principalmente sobre las características estructurales de la planta del fríjol, se debe entender que esas características son importantes esencialmente porque están relacionadas con, o tienen influencia, sobre las funciones fisiológicas.

Quizás, la más importante de dichas relaciones sea la del tamaño, número y orientación de las hojas en relación a la interceptación de la luz.

Las hojas más pequeñas, con una orientación más vertical, permiten una distribución más uniforme de la luz a través del dosel foliar. Esto tiene, por lo menos, dos consecuencias importantes de naturaleza fisiológica. La energía lumínica incidente es suficiente para, en primer lugar, mantener un intercambio neto positivo de CO_2 en todas las hojas, incluyendo las hojas basales, y en segundo lugar, para inducir, en la presencia del nitrato, la formación de la enzima reductasa nítrica la cual es necesaria para la conversión del nitrato a su estado reducido ($N H_2$) y a su incorporación a los aminoácidos y proteínas. Queda aún por demostrar que la respuesta del fríjol a la fertilización con nitrato está limitada en el campo por falta de una distribución uniforme de la luz en el dosel. Las propiedades de absorción y reflexión de la luz en el limbo de la hoja también influyen sobre la eficiencia de la utilización de la luz.

Al diseñar un idiotipo de planta de fríjol se debe prestar particular atención a la tasa neta de intercambio de dióxido de carbono, la que, según Wallace y colaboradores (1972), cambia significativamente entre variedades y que está bajo control genético; también, se debe prestar atención a la tasa de traslado de los productos de la fotosíntesis de la hoja hacia un meristema u otro lugar de almacenamiento. Las mediciones en las cuales se han basado estas conclusiones han sido hechas a corto plazo, una o pocas veces durante la vida de la planta y es posible que no reflejen una evaluación de toda la estación. No obstante, el tipo ideal de fríjol debería poseer genes que favorezcan las tasas mayores de fijación neta de CO_2 así como de traslocación de los productos de la fotosíntesis.

RESUMEN DE LOS COMPONENTES DE UN IDIOTIPO DE PLANTA DE FRIJOL

1. Eje central: un solo tallo o con un número mínimo de ramas erectas; diámetro grande y vigoroso; nudos numerosos y entrenudos superiores de longitud media.

2. Racimos: axilares en cada nudo; con muchas flores; pedúnculo corto; longitud total no muy larga.

3. Hojas: numerosas; pequeñas; capaces de orientarse verticalmente; células abundantes y pequeñas en el mesófilo y elevado índice de estomas.

4. Vainas: largas; con muchas semillas; paredes delgadas en la madurez.

5. Semillas: tan grandes como sea posible, dentro de los límites aceptables del tipo comercial al que pertenece la variedad en cuestión.

6. Forma de crecimiento: perfil determinado, estrecho, erecto.

7. Tasa de crecimiento: acumulación rápida de un área foliar óptima.

8. Duración de crecimiento: un establecimiento temprano y escalonado de unidades nutricionales, y un largo período, desde la floración hasta la madurez.

9. Absorción en un nivel generalmente alto de minerales y traslado dentro de la planta, suficiente para cubrir todos los requerimientos.

10. Tasa alta y constante de fotosíntesis (intercambio neto de CO_2); para todas las hojas.

11. Tasa alta de translocación, o sea, el paso de los productos de la fotosíntesis de la hoja al receptáculo.

CULTIVOS ASOCIADOS

En mi opinión, la siembra combinada de maíz y fríjol, ampliamente difundida en América Latina, continuará siendo una práctica agrícola frecuente. Los requerimientos específicos de las plantas que se cultivarán en asociación abren nuevas dimensiones a la labor de diseñar un modelo. En el caso de la asociación de maíz y fríjol lo apropiado sería determinar grupos de características para ambos cultivos. Antes de intentar hacer esta determinación con respecto al fríjol, me gustaría discutir una hipótesis, basada parcialmente en especulación, relacionada con la interdependencia del maíz y del fríjol cultivados en asociación.

En primer lugar, estas especies se han cultivado en asociación en varias regiones de América Central durante cientos, tal vez miles de años, en los cuales seguramente ha habido una selección natural e intencional de características de ambas especies, en busca de mayor compatibilidad. Los edafólogos tropicales han afirmado que el nitrógeno de los suelos tropicales se encuentra principalmente en la materia orgánica, tanto en las formas vivas como en descomposición, lo cual podría evitar su pérdida a causa de la lixiviación. Existe un ciclo continuo de nitrógeno en las

plantas en crecimiento de un lugar determinado. El Dr. R.H. Hageman, de Illinois, EE.UU., encontró que ciertas líneas endogámicas de maíz absorben más nitrato del que la reductasa del nitrato puede reducir. El exceso de nitrógeno se almacena en el tallo inferior hasta que la planta alcanza la madurez fisiológica.

En los sistemas culturales mixtos, el fríjol se siembra cuando el maíz ha alcanzado la madurez fisiológica. Bajo condiciones de campo, el fríjol depende en alto grado del nitrato mineral durante las primeras semanas de crecimiento, hasta que la nodulación natural suministra una cantidad mayor del nitrato reducido que es necesario para la formación y desarrollo de los granos.

Partiendo de estos hechos esenciales pasemos a la especulación. Acaso es posible que los tipos más compatibles de maíz y fríjol representen sistemas coadaptados para generar, utilizar y almacenar más eficientemente el nitrógeno que en los sistemas de monocultivo?

El sistema trabajaría de la siguiente manera: el maíz absorbe el nitrato mineral de la materia orgánica en descomposición que se encuentra en la capa superficial de desechos y en los primeros centímetros del suelo; dicho nitrato proviene de la materia orgánica mediante nitrificación bacterial. Una vez reducido el nitrato, el maíz convierte únicamente una parte del nitrato mineral absorbido a formas aminas o amidas; el nitrato residual permanece en la región vascular de la planta o médula del tallo. Cuando se aproxima la estación lluviosa, la planta de maíz libera el nitrato almacenado que no será utilizado por la planta en desarrollo el cual vuelve al suelo o queda en la rizosfera de las raíces del maíz. Al suceder este proceso, ya se ha sembrado el fríjol en la base de las plantas de maíz.

Al no haberse aún formado los nódulos, el fríjol aprovecha el nitrato que libera gradualmente el maíz. Desde que se encuentra en estado de plántula hasta que comienza la floración, el fríjol posee un sistema reductor de nitrato sumamente activo. Pasada esta época, el nivel de reductasa del nitrato disminuye rápidamente al comienzo y luego más lentamente hasta que el fríjol alcanza la madurez. El fríjol, por consiguiente, puede utilizar el nitrato para su desarrollo vegetativo y formar simultáneamente un depósito pequeño de nitrógeno. El fríjol completa la producción de grano en las primeras semanas de la estación seca; es recolectado y la materia orgánica restante del maíz y del fríjol vuelve al suelo.

Si el proceso real se aproxima a la hipótesis, entonces presupone que con el tiempo han ocurrido ajustes genéticos mutuos, de tipo morfológico y fisiológico, o sea, un proceso de coadaptación en ambas especies. El maíz debió estar en condiciones de absorber, almacenar y liberar eficientemente el nitrato y su época de madurez se adaptó para coincidir con la estación húmeda. No obstante, nuestra preocupación principal es el fríjol; qué le sucedió a la planta como resultado de la coadaptación con el maíz? Se puede mejorar esta situación?

Las plantas de fríjol son competidoras fuertes por ser de tipo indeterminado, con entrenudos largos, muy ramificadas, con hojas de tamaño mediano a grande, y requieren, por lo general, un tiempo largo para madurar. Su respuesta al nitrógeno se manifiesta en el crecimiento vegetativo y en el rendimiento obtenido que obedece principalmente a la respuesta de uno de los componentes del rendimiento: el número de vainas por planta o por unidad de área.

Sembradas como monocultivo, estas variedades tienen un desarrollo excesivo y forman una cubierta densa que obstruye la penetración de la luz y retarda la madurez.

No es necesario intentar cambios de importancia en el tipo morfológico de la planta; basta con mantener el tamaño de la hoja mediano o pequeño y aumentar la capacidad del receptáculo mediante el incremento del número de flores por racimo y del número de semillas por vaina. Desde el punto de vista fisiológico, sería aconsejable aumentar la tasa neta de intercambio de CO_2 y la capacidad de translocación de los productos de la fotosíntesis al receptáculo, y orientar la selección a la búsqueda de un mayor índice de cosecha.

Siembra hecha en suelo abierto por un corte

A menudo se siembra el fríjol sobre restos de quemas o sobre vegetación en descomposición, en las laderas escarpadas de los trópicos altos. Si se le planta con maíz el efecto sería igual al que se obtiene con la siembra mixta en los terrenos labrados en la forma usual.

Si se le siembra solo, el fríjol encontrará un nivel de fertilidad relativamente alto y probablemente encontraría fuerte competencia de malezas. Las condiciones pudieran no ser favorables para mantener una población densa y única de fríjol.

En este caso, quizás el idiotipo más adecuado tendría las siguientes características:

1. Semilla mediana o pequeña, para obtener una plántula fuerte, de porte alto, un sistema radical mayor y hojas primarias más grandes.

2. Rápido establecimiento de un índice alto de área foliar.

3. Planta alta, de tipo determinado, con numerosas ramificaciones laterales y tallos fuertes, resistentes al volcamiento (entrenudos largos y gruesos).

4. Muchas vainas debido al gran número de nudos de las ramas.

5. Vainas largas.

6. Planta que responda al nitrógeno y al fósforo, elementos que, posiblemente, se encontrarán en abundancia en un lugar como el descrito.

7. Eficiencia fotosintética y de translocación, requisito que deben tener todos los idiotipos de plantas cultivadas.

8. Alto índice de rendimiento.

Sistema de cultivos múltiples

El idiotipo apropiado para el cultivo múltiple sería similar al del monocultivo salvo una diferencia importante: la duración del período de desarrollo. En caso necesario puede reducirse la vida total del fríjol a un período de 65 a 70 días mediante la selección.

CONCLUSIONES

Se ha dado como un hecho la existencia de un medio ambiente físico favorable (no limitante) en todos los aspectos de la producción. Lógicamente, esto no es siempre valedero, dado que los medios ambientales varían sobremanera y por muchas y diversas razones. Es bastante improbable que un idiotipo dado sea ideal para muchos ambientes. Por ejemplo, en la costa peruana, encontramos dos medios ambientales que seguramente requieren idiotipos diferentes: la estación corta (verano), de temperaturas más elevadas y alta intensidad lumínica, y la estación larga (invierno), con temperaturas más bajas e intensidad lumínica menor. El tipo apropiado para un monocultivo altamente mecanizado y tecnológicamente avanzado, de seguro necesitará cambios significativos en sus componentes para convertirlo en un tipo adecuado para el cultivo asociado con maíz, en las pequeñas fincas de terrenos quebrados de Brasil.

Dentro de la especie **Phaseolus vulgaris** existe variación genética para cada componente o complejo de componentes que hemos mencionado en este trabajo, con la posible excepción de la característica de un solo tallo principal. Sin embargo, los genes responsables de las expresiones particulares de estos componentes deseables en el idiotipo, están dispersos en muchas variedades diferentes o linajes individuales, los cuales contienen unos pocos de los genes favorables.

Tarea urgente del fisiólogo de leguminosas es la de confirmar esos componentes como esenciales para el rendimiento, o descubrir otros nuevos o diferentes, si aquellos son insuficientes. Se debería también estudiar los medios para discriminar poblaciones genéticamente segregadas, con objeto de conseguir las características deseadas.

La labor primordial del mejorador del fríjol, al aceptar un idiotipo como una meta deseable, es agrupar —de diferentes fuentes— el conjunto de genes que en total darán una aproximación cercana al idiotipo.

Puede ser que esta labor sea obstaculizada debido al encadenamiento genético, a efectos múltiples de los alelos (pleiotropismo), o a asociaciones evolucionistas. Es un dogma, en fitomejoramiento, que un genotipo estable y bien adaptado representa un conjunto de genes que están funcionalmente balanceados en sus efectos sobre el fenotipo. Dicho equilibrio se ha alcanzado a través de la selección, y se mantiene, en fríjol, a través de autofertilización y ligamiento.

En la construcción de un idiotipo que se aparta bruscamente de un estado anterior equilibrado, se debe alcanzar un nuevo estado de ajuste armonioso a través de una selección hecha por el fitomejorador. Pueda que sea necesario hacer algunos acomodos, pero, si en este punto la experiencia obtenida en los cereales es confiable, debe ser posible en fríjol alcanzar un nuevo nivel de rendimiento por medio de "diseño, fitomejoramiento, prueba y explotación de idiotipos vegetales" (Donald, 1968).

LITERATURA CITADA

1. ADAMS, M.W. 1967. Basis of yield component compensation with special reference to the field bean, **Phaseolus vulgaris**. Crop. Sci. 7:505-510.

2. DENIS, J.C. 1971. Factor analysis of plant-type variables related to yield of dry beans (**Phaseolus vulgaris** L.) Ph.D. Thesis on file Michigan State University Library.

3. DONALD, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17(385-403).

4. DUARTE, R.A. y M.W. ADAMS. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (**Phaseolus vulgaris** L.). Crop. Sci. 12:579-582.

5. JENNINGS, P.R. 1964. Plant type as rice breeding objective. Crop. Sci. 4:13-15.

6. MORISHIMA, H., H.I. OKA y T.T. CHANG. 1967. Analysis of genetic variations in plant type of rice. I. Estimation of indices showing genetic plant types and their correlations with yielding capacity in a segregating population. Jap. J. Breeding 17:73-84.

7. POLSON, D.E. 1968. A physiologic genetic study of the differential response of navy beans (**Phaseolus vulgaris** L.) to zinc. Michigan State University Library (Tesis doctoral, sin publicar).

8. STOY, V. 1969. Inter-relationships among photosynthesis, respiration and movement of carbon in developing crops in physiological aspects of crop yield. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisc.

9. VOGEL, O.A., R.E. ALLAN y C.J. PETERSON. 1963. Plant and performance characteristics of semi-dwarf wheats producing most efficiently in eastern Washington. Agron. Jour. 55:397-398.

10. WALLACE, D.H., J.L. OZBUN y H.M. MUNGER. 1972. Physiological genetics of crop yield. Advances in Agronomy 24:97-146.

11. WALTON, P.D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (**Triticum aestivum** L.). Crop. Sci. 12:731-733.

I. Comentario sobre la Conferencia titulada:

ARQUITECTURA VEGETAL Y EFICIENCIA FISIOLOGICA DE LA PLANTA DE FRIJOL

Comentarista: **A.M. Evans**

En la búsqueda de mayores rendimientos en **Phaseolus**, el Dr. Adams se empeñó en el diseño de un prototipo específico de planta. Los fitomejoradores están de acuerdo en que todo empeño para lograr el aumento de rendimiento en los cultivos de fríjol es de la mayor importancia. Hay, sin embargo, una divergencia de opiniones en cuanto a la manera de conseguir este objetivo. Los investigadores se dividen en cuanto a si la conclusión es que ha de tenderse al estricto prototipo, conforme a lo que indica el fisiólogo (en el que generalmente existe adaptación específica a un ambiente dado) o bien, si debe tenderse a la adaptabilidad a un amplio rango de ambientes y por consiguiente, a seleccionar un genotipo inferior de interacción ambiental. Quisiera considerar estos dos enfoques.

Antes de hacerlo, propongo que se examine la variabilidad en la arquitectura vegetal del fríjol en su forma más amplia y que se discuta cómo puede explotar esa variabilidad para satisfacer las necesidades propias de este cultivo. En Cambridge, se reunió una colección de unas 4.000 muestras de germoplasma de fríjol (**Phaseolus vulgaris**) y durante un número de años, se investigó la variabilidad genética que encerraban las especies (McWalter en 1964, Rathgen en 1965, Smartt en 1969, Froussios en 1970 y Evans en 1972).

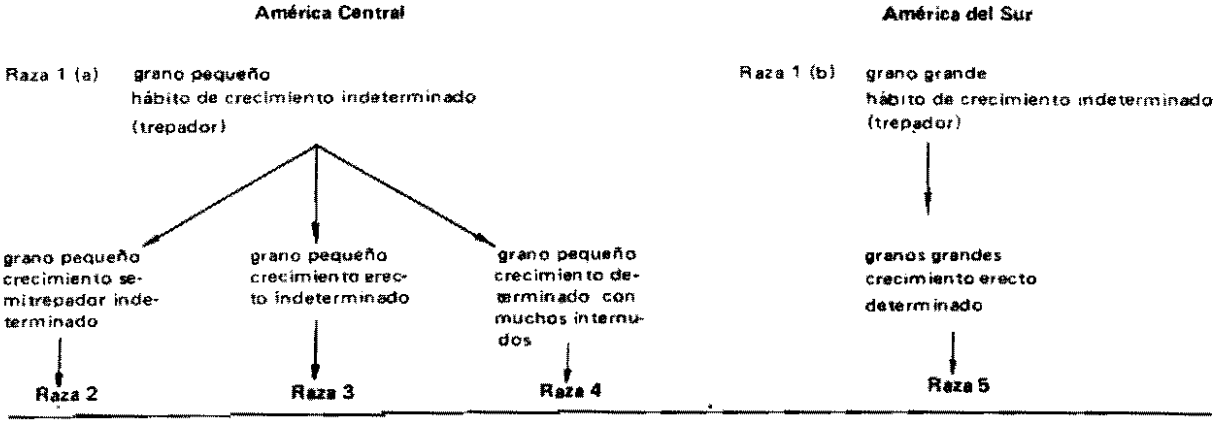
La colección comprende variedades del núcleo de diversidad de especies de América del Sur y de América Central, géneros silvestres de México, razas silvestres de Uganda, así como variedades de las zonas templadas de Norte América y de Europa.

En Cambridge, en condiciones de campo, se descubrieron cinco razas que varían en hábito de crecimiento, en tamaño de la hoja, en distancia y número de internudos (Cuadro 1).

En el diagrama que aparece en la parte inferior de esta página se presenta el posible patrón de evolución que pudieron haber seguido las cinco razas determinadas en Cambridge.

La evaluación de los caracteres de fructificación de estas razas mostró variación en la longitud y textura de la vaina, en el número de semillas por vaina y en el tamaño de las semillas (Cuadro 2).

El posible patrón de evolución podría haber sido el siguiente:



Cuadro 1. **Variación en los caracteres vegetativos de variedades de** P. vulgaris.

Raza	Hábito de la Planta	Longitud internodal	No. internodal	Hoja
1	Indeterminado trepador	larga	17 – 35	1 (a) pequeña 1 (b) grande
2	Indeterminado semitrepador	larga	14 – 30	pequeña
3	Indeterminado arbusto	corta	13 – 25	pequeña
4	Determinado multinodal	corta	12 – 15	pequeña
5	Determinado arbusto	larga	3 – 5	grande

Es evidente que existe variación considerable en **Phaseolus vulgaris** y que ésta se puede explotar para la obtención de una planta más productiva.

UTILIZACION DE LA VARIABILIDAD PARA SATISFACER NECESIDADES DEL CULTIVO

El fitomejorador ya ha explotado algo la variabilidad que tienen estas especies para determinar la variedad de usos que se supone tienen y el rango de ambientes en que crece el cultivo. En países tropicales, los fríjoles constituyen una fuente valiosa de alimento proteínico y se consumen cocidos, mientras que en las regiones templadas los fríjoles, también se usan para enlatados. Además, se han desarrollado variedades en las regiones templadas para consumo en vaina fresca y para procesarlas como vegetales congelados.

Unos pocos ejemplos ilustrarán cómo el investigados ha modificado los tipos existentes para satisfacer las necesidades de cultivo. La mayor parte de la investigación se ha concentrado en la raza 5 y en menor proporción, a las razas 3 y 4; pero, también, se han desarrollado variedades de fríjoles de semilla grande, de planta trepadora de las razas 1 y 2 las cuales se soportan generalmente con plantas de maíz en los trópicos o con pértiga, en las regiones templadas. Tipos de la raza 3 se establecieron en regiones tropicales como Uganda (Leakey, 1971), donde el arbusto indeterminado es garantía de continuo crecimiento, después de alguna presión adversa ambiental pasajera.

Partiendo de la raza 4 (los tipos multinodales determinados de América Central) se llegó a los excelentes fríjoles Michigan del tipo denominado "Navy". Estos son pequeños, de semilla blanca, de variedades determinadas, con unos 7 a 10 nudos y se produjeron para satisfacer las especificaciones de la industria de enlatados. Para llenar los requisitos de producción de "haricot vert" (judías verdes) se desarrollaron variedades sin hebras y con vainas carnosas. Más recientemente, algunos fitomejoradores holandeses han desarrollado tipos de semilla pequeña, con pocos nudos alargados (3-5), en los cuales se rompió la asociación que se encontró entre las razas 4 y 5.

Cuadro 2. **Variación de los caracteres de fructificación en variedades de** P. vulgaris.

Raza	Longitud vaina (mm)	Semillas/vaina	Tamaño de la semilla (mg)	Textura de la semilla
1	75 a >150	3 – 7	1 (a) pequeña 200-400 1 (b) grande 400-800	apergaminada correosa y carnosa
2	<75 a 112	5 – 7	pequeña 200-400	apergaminada y correosa
3	<75 a 112	5 – 7	pequeña 150-300	apergaminada
4	<75 a 112	6 – 9	pequeña 150-250	correosa
5	75 a >150	3 – 4	grande 400-1000	correosa y carnosa

Cuadro 3. **Comparación de la clase de hábito de crecimiento con el número medio de nudos y días de floración.**

Clase de hábito de crecimiento	Variedad	Origen	Número medio de nudos	Días de floración
Indeterminado arbusto	México 120 (MX)	Centroamérica	15,0	74,3
Determinado muy nudoso	Chimbolo (CH)	Centroamérica	11,4	75,4
Determinado intermedio	Gratiot (GR)	EE. UU.	7,3	66,8
Determinado poco nudoso	Higuerillo (HG)	Suramérica	4,4	59,0
	Canadian Wonder (CW)	EE. UU.	4,0	61,0
	Harvester (HV)	EE. UU.	4,8	62,0
	Prelude (PR)	Europa	4,7	60,0
	Glencarse (GC)	U.K.	4,0	61,0

Para facilitar la cosecha mecánica, se han hecho considerables intentos en las variedades de arbustos para conseguir que las vainas se mantengan a buena altura en la planta y por encima de las hojas, con objeto de evitar daños en la recolección. Los ejemplos más notables se han presentado en las variedades europeas en las que las hojas generan o derivan pecíolos, y las vainas forman un cono por encima de la roseta de las hojas. Aunque la hoja de tamaño grande está generalmente asociada con semilla de tamaño grande y viceversa, en las cinco razas originales ha sido posible romper esa asociación y ahora se han conseguido variedades de fríjol de arbusto con hojas pequeñas y semillas grandes.

Necesariamente, las miras del cultivador de fríjol de tipo culinario y las del cultivador de fríjol común han sido diferentes y la formación y explotación de variabilidad se han llevado en direcciones distintas. El estudio de la evolución de las variedades dentro de las especies permite ver el panorama en todo su conjunto y al incluir las variedades culinarias de la región templada, se podría ahora conseguir gran ventaja en el desarrollo de los programas para fríjoles comunes en los trópicos. Las variedades europeas culinarias presentan un núcleo genético de variación distinto, que podría emplearse ventajosamente para extender la variación en la arquitectura vegetal.

EVALUACION DE LA DIVERSIDAD GENETICA

Al tener conocimiento de que por medios genéticos se pueden controlar las características de las plantas es entonces posible la utilización de la variabilidad para correlacionar el tipo de planta con el rendimiento de semilla, así como con otros caracteres asociados a la producción. En una investigación para valorar los caracteres, el número de nudos y el tiempo de floración de variedades derivadas de las razas 3, 4 y 5, se estudió la base genética de esos caracteres en un cruce diagramado de ocho variedades (Cheah y Evans, 1973). La elección de una pauta que permita el máximo en cuanto a cantidad de información sobre componentes específicos de variación, con el mínimo de gasto en tiempo y trabajo, es importante en este tipo de labores. A este respecto, el cruce diagramado ha sido de máxima importancia pero tiene en la práctica la desventaja de que sólo se puede procesar un número limitado de progenitores. Más recientemente, hemos empleado la pauta de triple cruce de Kearsey y Jinks (1968) que involucra el uso de dos líneas enlazadas y su F_1, como testigos, cuyos cruces se pueden hacer con un buen número de variedades. Este método reduce el número de cruces requeridos en tanto que, sin embargo, proporciona considerable información sobre la arquitectura genética fundamental de las variedades que se investigan.

Las variedades incluídas en este estudio, su clase de hábito de crecimiento, el número medio de nudos y de días de floración, bajo condiciones de campo, aparecen en el Cuadro 3.

Los datos que explican la herencia de número de nudos y días de floración se muestran en los Cuadros 4 y 5. Los resultados sugieren la intervención de dos genes que controlan el número de nudos. Estos genes D_1 y D_2 son aditivos y dominantes para la supresión del número de nudos en cuantía de 2,5

Cuadro 4. **Valores supuestos y valores observados en el número de nudos que tiene la rama principal de las cuatro clases de hábito de crecimiento.**

Clases de hábito de crecimiento	Poco nudosos	Tipos determinados intermedios	Muy nudosos	Indeterminado muy nudoso
Variedad	Higuerillo (Ejemplo)	Gratiot	Chimbolo	México 120
Genotipo	$D_1D_1D_2D_2$	D_1D_1/d_2d_2	d_1d_1/d_2d_2	d_1d_1/d_2d_2
Supresión nodal	5,0	2,5	0	0
No. de nudos observados	4,3	7,3	11,4	15,0
No. de nudos calculados	9,3	9,8	11,4	15,0

Cuadro 5. **Valores supuestos y valores observados en el números de días desde la siembra hasta la floración, en las cuatro clases de hábito de crecimiento.**

Clases de hábito de crecimiento	Poco nudósos	Determinados intermedios	Muy nudosos	Indeterminado muy nudoso
Variedad	Higuerillo (Ejemplo)	Gratiot	Chimbolo	México 120
Genotipo	D_1D_1/D_2D_2	D_1D_1/d_2d_2	d_1d_1/d_2d_2	d_1d_1/d_2d_2
Reducción del tiempo de floración	8	4	0	0
Tiempo de floración observado	59,1	66,8	75,4	74,3
Tiempo de floración calculado	67,1	70,8	75,4	74,3

nudos portadores de hojas por cada gene, en condiciones de campo. Las plantas que tienen el hábito de crecimiento determinado pueden tener controlado el número de nudos sólo por poligenes o por una combinación de poligenes y de genes D.

Los genes D reducen también el número de días desde la siembra hasta la floración y el modelo sugiere una reducción de 4 días por gene. Hay una relación elevada y positiva entre el número de nudos y el tiempo de floración ($r=0{,}93^{+++}$).

Es evidente lo que significan los estudios del control genético de estos caracteres. Por ejemplo, el conocimiento de la presencia de genes D quiere decir que el progreso genético para reducir o incrementar el número de nudos y el de días para la floración es más rápido cuando se opera con genes mayores de preferencia al lento proceso de acumulación de genes menores para estos caracteres.

Es interesante determinar la correlación entre estos y otros caracteres de las plantas.

	Número de nudos	Días de floración
Número de vainas por planta	$0{,}43^{+++}$	$0{,}49^{+++}$
Número de semillas	$0{,}59^{+++}$	$0{,}63^{+++}$
Semillas por vaina	0,18	
Peso de 100 semillas	$-0{,}56^{+++}$	$-0{,}61^{+++}$

Es todavía de mayor significación conocer si estos caracteres están correlacionados con el rendimiento de semilla de modo que se puedan usar como un método indirecto de defensa del rendimiento.

En Cambridge se diseñó una serie de experimentos para comprobar este postulado (Cheah y Evans, 1973; Hamblin, 1973). En el Cuadro 6 se muestran los correspondientes resultados.

Cuadro 6. **Caracteres de las plantas correlacionados con el rendimiento de semilla.**

	Ensayo de 65 variedades determinadas	F_2 de variedades de semilla grande/pequeña	Cruce diagramado de 8 variedades contrastantes
Cantidades brotadas	$0{,}63^{+++}$		
Plazo para brotar	$-0{,}43^{+++}$		
Plazo de floración	$-0{,}31^{+}$		$0{,}31^{+}$
Plazo de madurez	$-0{,}42^{+++}$		
Tamaño de la hoja	$-0{,}12$	$0{,}30^{++}$	
Altura	0,15	$0{,}49^{+++}$	
Longitud internodal		$0{,}35^{+++}$	
Número de nudos		$0{,}24^{++}$	$0{,}33^{++}$
Vainas por nudo		$0{,}85^{+++}$	
Vainas por planta		$0{,}88^{+++}$	$0{,}55^{+++}$
Semillas por planta		$0{,}92^{+++}$	$0{,}79^{+++}$
Semillas por vaina		0,26	$0{,}32^{++}$
Peso de 100 semillas		0,21	$-0{,}17$

En el ensayo de 64 variedades de arbusto determinadas, procedentes de 21 países, la mejor correlación positiva fue entre cantidades brotadas y rendimiento de semilla. Las variedades brotadas de alto rendimiento florecieron y maduraron en la forma más precoz, aunque las correlaciones fueron bajas, en todos los casos. En este experimento no hubo relación entre el tamaño de la hoja o la altura de la planta con el rendimiento; pero, en otro experimento, al estudiarse una generación de F_2 de una variedad de semilla grande con otra de semilla pequeña, hubo correlaciones positivas, aunque bajas, entre el rendimiento de semilla y el tamaño de la hoja, la altura de la planta, la longitud internodal y el número de nudos. Las correlaciones de rendimiento de semilla con los caracteres reproductivos son, en general, positivas y elevadas. Son de particular interés los caracteres, vainas por nudo, semillas por planta y semillas por vaina; las últimas, con débil correlación con el rendimiento de semilla.

Es, pues, un primer paso necesario el conocimiento de los componentes de rendimiento y su correlación con el rendimiento de semilla. Nuestra labor, hasta ahora, sugiere que una planta determinada, muy nudosa, de gran longitud internodal, largas vainas por nudo, con elevado número de semillas por vaina, sería una combinación deseable. En todo caso, a no ser que genotipos con estos caracteres ofrezcan también adaptabilidad a un rango de ambientes, no parece que sean variedades ventajosas. Esto me lleva a la consideración de cuál sería la manera de conseguir la adaptabilidad.

ESTUDIOS ENCAMINADOS HACIA UNA MAYOR ADAPTABILIDAD

Estimo, que en los programas de estudio se deberían probar variedades progenitoras y sus progenies, en un rango de ambientes, y que se debería efectuar la selección hacia una débil interacción entre genotipo y ambiente (G/A).

Sprague (1966) señaló que las interacciones G/A constituyen un factor limitante de importancia para la eficiencia de programas de selección. En todo caso, hemos adquirido recientemente un mejor conocimiento de los efectos de G/A, fundamentalmente, por la labor realizada en la Universidad de Birmingham, Inglaterra, por Bucio Alanis (1966); Bucio Alanis y Hill (1966); Perkins y Jinks (1968, a); Perkins y Jinks (1971). La base de sus trabajos fue que la interacción G/A está linealmente relacionada con los efectos ambientales y los análisis implicaron una regresión lineal.

Desde el punto de vista de los investigadores, es importante considerar la correlación lineal entre el comportamiento del genotipo y el ambiente, según lo han descrito también Finlay y Wilkinson (1963), y Eberhart y Russell (1966), por la posibilidad de obtener una medida de la adaptabilidad general de una cantidad de genotipos. Finlay (1963) proporcionó la evidencia de un estudio de habilidad de combinación, para mostrar que los dos componentes de la adaptación, a saber: rendimiento medio en todos los ambientes y estabilidad del rendimiento, son evidentemente independientes el uno del otro y sostuvo que debería ser posible combinar el alto rendimiento con una amplia adaptación.

También se ha hecho algún trabajo en la segregación de generaciones por Perkins y Jinks (1968, a) y por St. Pierre y colaboradores (1967). El último, trabajando con generaciones de cebada desde F_2 a F_5, dividió las progenies y efectuó su selección en dos posiciones. El intercambio anual de materiales proporcionó varias vías de selección. La adaptabilidad depende de la vía de selección y ellos sostienen que la selección de variedades de cebada, de amplia adaptación, se podría mejorar seleccionando en un rango de ambientes. Esta es la filosofía de Borlaug (1966) y Finlay (1968) en el programa mexicano en trigo. Ellos seleccionaron en un rango de ambientes irrigados y no irrigados, fertilizados y no fertilizados, a nivel del mar y a 10.000 pies de altitud y desde cero a cincuenta grados de latitud. Por este método surgieron diferentes genotipos de elevado rendimiento y gran adaptabilidad cuyos tipos de planta tienen gran variación.

Los ensayos de material dentro de un amplio rango de localidades, necesita mucho tiempo y recursos financieros, y con frecuencia la semilla disponible es insuficiente en las generaciones precoces de los programas de investigación. Por esto, estamos examinando en Cambridge las posibilidades de seleccionar genotipos en una cantidad de ambientes simulados que esperamos actúen como un estrecho "rango selector" de genotipos adaptables. Estos microambientes incluyen diferentes épocas de siembra, mezclas y estado de pureza (Sotiriadis y Evans, 1973).

Hasta aquí, he expuesto la importancia de comprender el control genético de los caracteres de las plantas y su correlación con el rendimiento de la semilla, así como la importancia de seleccionar su adaptabilidad en los programas de estudio.

Ahora me gustaría regresar al análisis del estricto tipo-ideal que ha descrito Donald (1968) en el cultivo de trigo, y el Dr. Adams, en este seminario. Aunque a lo mejor esto es un empeño bien enfocado y atractivo, a lo peor es desafortunadamente dogmático e ilusorio. Trata de racionalizar los programas de los fitomejoradores, de diseñar la planta ideal y de sugerir para ella el ambiente ideal. Por desgracia, ningún ambiente es ideal (excepto, quizá, el del invernadero) y cambia continuamente. Un modelo limita necesariamente la gama de un programa de cultivo y sabemos que algunos modelos conducen a la obtención ilusoria de un alto rendimiento. Un

diseño de planta ideal puede tener tanto de difícil como de improductivo por cuanto la aplicación del principio del diseño puede conducir a una serie de modelos teóricos. Surge así la cuestión de si cada uno de los principios del diseño puede tener una sustancial constancia de expresión sobre una extensa serie de ambientes. Hasta que se haya alcanzado una situación así, creo que el fitomejorador debería ser advertido para que asigne mayor prioridad al concepto de "adaptabilidad" que al del "tipo ideal"

LITERATURA CONSULTADA

BORLAUG, N.E., J. ORTEGA y R. RODRIGUEZ. 1964. CIMMYT, Informe Miscelánea No. 5.

BUCIO ALANIS, L. 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. Heredity 21:387-397.

BUCIO ALÁNIS, L., J.M. PERKINS y J.L. JINKS. 1969. Environmental and genotype-environmental components of variability. V. Segregating generations. Heredity 24: 115-127.

BUCIO ALANIS, L. y J. HILL. 1966. Environmental and genotype - environmental components of variability. II. Heterozyzotes. Heredity 21: 399-405.

CHEAH, C.H. y A.M. EVANS. 1973. Evaluation of the genetic diversity in some varieties of **Phaseolus vulgaris**. (Sin publicar).

DONALD, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17: 385-403.

EBERHART, S.A. y W.A. RUSSELL. 1966. Stability parameters for comparing crop varieties. Crop. Sci. 6: 36-40.

EVANS, A.M. 1972. Potential for the genetic improvement of **Phaseolus** beans. P.A.G. Symposium on "Improvement of the nutritive value of food legumes by breeding" Rome. (Julio de 1972).

FINLAY, K.W. 1968. The significance of adaptation in wheat breeding. Proc. 3rd Internat. Wheat Gen. Symp.

FINLAY, K.W. y G.N. WILKINSON. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programm. Aust. J. Agric. Res. 14: 742-754.

FROUSSIOS, G. 1970. Genetic diversity and agricultural potential in **Phaseolus vulgaris**. Expll. Agric. 6: 129-141.

HAMBLIN, J. 1973. Correlating several plant characters with yield in variation of **Phaseolus vulgaris**. (Sin publicar).

KEARSEY, M.J. y J.L. JINKS. 1968. A general method for detecting additivity, dominance and epistatic variation for metrical traits. I. Theory. Heredity 23: 403-409.

LEAKEY, C.L.A. 1971. Crop Improvement in East Africa.

McWALTER, G.S. 1964. Problems involved in the exploitation of **Phaseolus vulgaris** as a crop plant in the U.K. University of Cambridge. (Tesis doctoral, sin publicar).

PERKINS, J.M. 1970. Environmental and genotype-environmental components of variability. VI. Diallelsets of crosses. Heredity 23: 29-40.

PERKINS, J.M. y J.L. JINKS (1968, a). Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity 23: 339-356.

RATHGEN, A.J. 1965. Genetic Differentiation in **Phaseolus vulgaris**. University of Cambridge. (Tesis doctoral, sin publicar).

ST. PIERRE, C.A., H.R. KLINCK y F.M. GAUTHIER. 1967. Early generation selection under different environments as it influences adaptation of barley. Can. J. Plant Sci. 47: 507-517.

SMARTT, J. 1969. Evolution of American beans of the genus **Phaseolus** under domestication. **En:** The Domestication and Exploitation of Plants and Animals (Peter J. Ucko and D.W. Dimbleby, Editores). p. 451.

SOTIRIADIS, S. y A.M. EVANS. 1973. Genotype-environmental interaction studies in **Phaseolus vulgaris**. (Sin publicar).

SPRAGUE, G.F. 1966. Quantitative genetics in plant improvement. Plant Breeding (K.J. Frey, Editor). Iowa State University Press. pp. 315-354.

II. Comentario sobre la Conferencia titulada:

ARQUITECTURA VEGETAL Y EFICIENCIA FISIOLOGICA DE LA PLANTA DE FRIJOL

Comentarista: **D.H. Wallace**

El Dr. Adams ha descrito en forma excelente los ideotipos de planta de fríjol que se deberían seleccionar para su mejoramiento y obtención de un más elevado rendimiento. Estoy de acuerdo con él en los conceptos técnicos expresados en su conferencia y quiero solamente ampliar algunos conceptos. Ha hecho énfasis en la arquitectura de planta y ha indicado que los ideotipos descritos dotan a la planta de capacidades fisiológicas superiores. Voy a disertar sobre estas capacidades, utilizando el enfoque modelador que él califica de senda para identificar los tipos ideales de planta.

El mejoramiento eficiente de variedades de rendimiento más alto exige una extensa comprensión del sistema (la suma de todos los procesos y de todos los componentes de los procesos) que conduzca a la expresión fenotípica del rendimiento, resultado final del sistema. Se precisa el conocimiento de las contribuciones que aporte el componente individual de los procesos fisiológicos. El Cuadro 1 muestra que virtualmente todos los genes nucleares y también citoplásmicos afectan el rendimiento. El contenido informativo de cada uno de los varios millares de genes es implementado (puesto en acción) por la proteína, a saber, la enzima cuya síntesis está controlada por ese gene. Cada enzima cataliza la síntesis de las moléculas específicas de otras subestratales, sean mayores o menores.

Un grupo específico de síntesis moleculares activadas enzimáticamente está integrado por sendas secuen-

Cuadro 1. **El sistema fisiológico—genético como expresión fenotípica de rendimiento de un cultivo.**

Componentes que intervienen en el sistema			Componentes que ponen en acción el sistema			← Componentes del proceso fisiológico →			Producto final del sistema
Gene	A	→	Enzima	A	→				
"	B	→	"	B	→				
"	C	→	"	C	→				
"	'	→	"	'	→	Respuesta al fotoperíodo			
"	'	→	"	'	→	Días a la madurez			
"	'	→	"	'	→	Absorción de minerales			
"	'	→	"	'	→	Utilización del agua			
"	'	→	"	'	→	Síntesis de proteínas			
"	'	→	"	'	→	Fotosíntesis			
"	'	→	"	'	→	Area foliar			
"	'	→	"	'	→	Angulo foliar	→	→	
"	'	→	"	'	→	Grueso de la hoja			
"	'	→	"	'	→	Tamaño de las células foliares			
"	'	→	"	'	→	Resistencia de los estomas			
"	'	→	"	'	→	Respiración (sin luz)			
"	α	→	"	α	→	Respiración (con luz)			
			Producto						
Citoplasma	A	→	citoplásmico	A	→	Translocación			
"	B	→	"	B	→	Resistencia a enfermedades			
"	C	→	"	C	→				
"		→	"	'	→				
"	N	→	"	N	→				

Acumulación de materiales fotosintéticos
Distribución en la planta de materiales fotosintéticos

Expresión fenotípica del sistema en términos de rendimientos obtenidos

ciales o paralelas, dentro del proceso fisiológico, para proporcionar respiración en oscuro, translocación, partición de fotosintatos, síntesis proteínica y los demás procesos relacionados en el Cuadro 1, como componentes fisiológicos del rendimiento.

Finalmente, las acciones paralelas o secuenciales de estos procesos fisiológicos conducen a la expresión fenotípica del rendimiento. De ello se deduce, obviamente, que el rendimiento es un carácter complejo. Resulta del control de casi todos los genes y de acciones e interacciones de algunos, pero, numerosos procesos fisiológicos. El análisis de sistemas es esencial para el mejoramiento eficiente de mayor rendimiento.

El primer paso para el análisis de sistemas es la medida del resultado del sistema. El resultado (rendimiento económico) se mide en kilogramos de semilla de fríjol por hectárea. Todos hemos medido este resultado con pruebas de rendimiento y procedimientos genéticos estadísticos. El siguiente paso es subdividir metódicamente el sistema en procesos de componentes, de forma que se pueda determinar el efecto en rendimiento de semilla de acción variada en los diferentes componentes. Como cada componente es distinto, tenemos que analizar ambas cosas, es decir, tanto la influencia en el resultado final (rendimiento de semilla) como las señales ulteriores en alimento hacia otros procesos de componentes, a saber, interacción entre componentes.

Se debería anotar que el investigador es poco lo que, a su voluntad, puede cambiar, si es que es algo, en estos procesos fisiológicos de componentes. En consecuencia, está obligado a analizar sus efectos por medio de pruebas de observación en las que, básicamente, sólo puede estudiar las correlaciones y no puede estar seguro de que por casualidad algun proceso inadvertido no sea el factor importante de correlación. Se ve limitado, en gran medida, a determinar el papel y la importancia relativa de estos componentes fisiológicos, comparados con muestras fertilizadas o de regadío en las que los tratamientos se llevan a cabo de acuerdo con la voluntad del investigador.

Si los análisis de componentes comienzan con el gene, para un final informativo y de inclusión de subestratos, entonces, son miles los componentes de enzimas genéticas que hay que analizar. Son menos los componentes que se tendrían que tomar en cuenta si el análisis comienza con los componentes del proceso fisiológico. Por otra parte, es mucho más fácil y efectivo si la subdivisión entre componentes comienza cerca del resultado final del sistema.

RENDIMIENTO BIOLOGICO Y ECONOMICO

Este análisis de componentes se puede iniciar con la subdivisión de la expresión fenotípica del rendimiento solamente en dos componentes fisiológicos principales, a saber: la acumulación de fotosintatos y la partición de fotosintatos. Para el análisis de crecimiento simplicado del que vamos a tratar, la acumulación de fotosintatos se mide más fácilmente como peso total de la planta en seco (rendimiento biológico) y la partición de los fotosintatos como peso de la semilla (rendimiento económico) dividido por el rendimiento biológico. La última relación se llama comúnmente índice de cosecha (Donald, 1962). Estos dos procesos incluyen todos los componentes fisiológicos detallados a la izquierda en el Cuadro 1 y son subcomponentes de esos dos procesos. Es sabido que hay comunión e interacción entre todos estos procesos (Wallace y Ozbun, 1973).

Como anexo a las pruebas de rendimiento, las mediciones del peso total de la planta en seco acumulado por hectárea y de los días, desde la siembra hasta la madurez, que es el componente de tiempo de acumulación de fotosintato, proporcionarán un gran conocimiento a fondo sobre si hay acumulación neta general de fotosintato (rendimiento biológico) o partición de fotosintato que está condicionando por control genético la variación en el rendimiento.

Esta información identifica las líneas que poseen estas capacidades complementarias fisiológicas que son esenciales para obtener rendimientos óptimos. Estas líneas deberían ser usadas como progenitores. Este anexo a las pruebas de rendimiento se llama **análisis simplificado del crecimiento** puesto que da información similar, aunque menos detallada, que los procedimientos de análisis de crecimiento de los fisiólogos de cosechas (Watson, 1952; Radford, 1967) para obtener tasas relativas de crecimiento y tasas netas de asimilación

USO DEL ANALISIS SIMPLIFICADO DE CRECIMIENTO

El análisis simplificado de crecimiento debería ser usado por todos los agrónomos interesados en mejorar el rendimiento a través de prácticas culturales y especialmente, por los investigadores que tratan de mejorar variedades para obtener mayor rendimiento. Lo primero es obtener una medición cuidadosa de los días de maduración que, con frecuencia, se hace de cualquier modo. Lo segundo es que se mida el peso total en seco de la planta, o sea, el rendimiento biológico. Los días de maduración dan la medida de la duración de fotosíntesis activa y crecimiento. El rendimiento biológico (peso total acumulado de la planta por hectárea) es la medida que más fácilmente se puede obtener de la eficiencia general fotosintética.

Más tarde, se pueden hacer estudios más detallados de los subcomponentes de estos dos componentes principales. Ellos indicarán si es el área foliar, o el ángulo foliar y la interceptación de luz, o la tasa de

fotosíntesis por área foliar unitaria, etc. lo que proporciona una línea genética con elevada eficiencia fotosintética general. Ahora bien, los datos detallados acerca de estos procesos dan mejor información si se interpretan en conjunción con el conocimiento de si la eficiencia fotosintética general, por unidad de área de terreno, es alta o baja, en una línea determinada. La medición del rendimiento biológico da la información ulterior y resulta, por lo tanto, un paso esencial en el análisis de sistemas de la expresión fenotípica del rendimiento.

En el análisis de crecimiento simplificado se ignora el peso en seco de las hojas de la planta de fríjol, porque no sería fácil, sino muy difícil, recolectar todas las hojas que caigan de plantas de fríjol en maduración. Por consiguiente, para hacer la estandarización, se tendrá que hacer algún esfuerzo en el sentido de quitar las hojas que no hayan accedido a la cosecha, de forma que todas las mediciones de rendimiento biológico incluirán, esencialmente, un número equitativo de hojas en cero, aproximadamente. También se ignoran las raíces. Por lo tanto, en los análisis de crecimiento simplificados, la medición del rendimiento biológico es el peso secado al aire de todas las ramas por encima del suelo y tejidos del fruto producidos en cada etapa del ensayo sobre rendimiento.

Este peso se obtiene inmediatamente antes de accionar la máquina seleccionadora con las plantas para separar los granos que no tienen aceptabilidad en el mercado. Me siento impelido a preguntar cuántos investigadores que trabajan en ensayos de rendimiento son culpables, como yo, de haber puesto cuidadosamente el rendimiento biológico de cada etapa de los ensayos de rendimiento en un saco, y luego, haber metido ese material obtenido de las parcelas experimentales en la máquina seleccionadora considerándolo sólo como desperdicio para echarlo luego en el montón de restos acumulados al final de la selección.

Con seguridad, esta medición de la eficiencia general de fotosíntesis puede proporcionar mucha información para los análisis de la base fisiológica de diferencias de rendimientos entre variedades, así como entre tratamientos de cultivo y para la selección parental con capacidades fisiológicas que son complementarias, con respecto a la expresión fenotípica del rendimiento.

EL FACTOR TIEMPO

Ya se ha mencionado en un párrafo anterior que el análisis de crecimiento simplificado requiere tres "items" de datos originales: peso del grano por lote o hectárea, peso total en seco de la planta y días de maduración. El peso del grano genera el interés económico y su interpretación e importancia son obvias, estos dos elementos han sido ampliamente reconocidos, analizados y utilizados. El rendimiento biológico por hectárea fue interpretado en un párrafo anterior como una medición de la eficiencia general fotosintética (gramos de peso total en seco de la planta, acumulado por hectárea y por día) y una medición modificada de la eficiencia de acumulación del rendimiento económico (gramos acumulados en el grano por hectárea y por día). Los gramos de rendimiento económico acumulado por hectárea y por día son de aplicación muy significativa en un ambiente tropical, en donde cada día es un día de crecimiento y es posible sembrar otro cultivo tan pronto como el actual sea cosechado. Es, pues, obviamente importante como medida de eficiencia biológica. El fitomejorador debería reconocer la comparación de sus líneas con respecto a los gramos de rendimiento económico acumulado por hectárea y por día.

Es posible que el rendimiento biológico y la consiguiente eficiencia fotosintética sean muy altos, pero que el rendimiento económico respectivo sea bajo y hasta nulo. La relación de rendimiento económico dividido por rendimiento biológico, comúnmente llamado índice de cosecha, mide la eficiencia de partición de fotosintatos acumulados a los órganos económicamente importantes de la planta. Plantas con rendimiento biológico muy alto, acompañado de bajo rendimiento económico y plantas de bajo o moderado rendimiento biológico, acompañado de bajo o moderado rendimiento económico, pueden con propiedad ser clasificadas unas y otras como variedades potenciales. Debería, sin embargo, ser obvio que la alta eficiencia fotosintética de las unas y la partición eficiente de fotosintatos al grano (alto índice de cosecha) de las otras, pudieran ser la complementación exacta de las capacidades fisiológicas requeridas para una variedad de muy alto rendimiento.

El Cuadro 2 presenta datos de análisis simplificados de crecimiento para cuatro variedades de leguminosas. Los datos presentados son relativos, excepto para los días de maduración y para el índice de cosecha. La variedad Charlottetown tiene rendimiento biológico considerablemente más bajo que las demás variedades, tanto por hectárea como por hectárea y por día; pero, tiene el índice de cosecha más alto. Charlottetown, una variedad del tipo de ojo amarillo, fue cruzada con Red Kidney. Sin embargo, fue imposible seleccionarla para rendimiento en las progenies porque todas las plantas eran susceptibles, tanto al mosaico común del fríjol como al pulgón halo de las simientes, demostrándose así que la resistencia a la enfermedad es un componente fisiológico-genético del rendimiento. Charlottetown fue más tarde cruzada con Redkote, una versión del Red Kidney resistente al pulgón halo y al mosaico. El Cuadro 3 muestra los datos del análisis simplificado de crecimiento para algunas selecciones de tipos de Red Kidney resistentes al mosaico y al pulgón halo. Se incluyeron en estas pruebas de rendimiento 29 progenies de plantas F_5 (cantidad de semilla aumentada en F_7).

Cuadro 2. **Análisis simplificado de datos correspondientes a cuatro variedades de fríjol (información original tomada de Wallace y Munger, 1966).**

Variedad	Rendimiento relativo de grano	Rendimiento biológico relativo	Días a la madurez de la planta
Red Kidney	84,5	81,7	100
Cornell 7-16	100,0	100,0	95
Charlottetown	66,3	52,2	85
Michelite	97,0	115,6	90
	Indice de rendimiento	**Rendimiento relativo de grano por día**	**Rendimiento biológico relativo por día**
Red Kidney	57,2	84,5	69,9
Cornell 7-16	63,7	100,0	100,0
Charlottetown	66,2	66,3	52,6
Michelite	54,6	97,0	109,9

La Redkote es la variedad testigo. Las progenies están enumeradas, clasificándolas por rendimiento de semilla por hectárea y también se dan los datos y el orden para todos los demás parámetros del análisis simplificado de crecimiento. Las 14 progenies enumeradas por encima de Redkote son justo las necesarias para incluir las cinco progenies clasificadas como superiores para cada uno de los parámetros: ki-

Cuadro 3. **Análisis simplificado de datos correspondientes a varias progenies F_5 (evaluadas en F_7) en pruebas de rendimiento efectuadas en 1972.**

Progenie F_3 Número	Familia F_6 Número	Días a madurez	Rendimiento económico kg/ha *	Rendimiento económico kg/ha **	Rendimiento económico kg/ha/día *	Rendimiento económico kg/ha/día **	Rendimiento biológico kg/ha *	Rendimiento biológico kg/ha **	Rendimiento biológico kg/ha/día *	Rendimiento biológico kg/ha/día **	Indice de rendimiento *	Indice de rendimiento **	Número repeticiones
5	015-016	114	2700	1-2	23,7	17-20	5658	2	49,6	2	48,3	27	16
52	025-028	114	2700	1-2	23,7	17-20	5572	3	48,8	3-4	48,7	26	31
65	0044-046	114	2683	3	23,5	21-22	5435	5	47,7	10	50,5	25	24
1	001-007	93	2597	4	27,9	1	4488	6	48,3	6	59,4	4	47
104	055-056	114	2528	5	22,2	26	5469	4	48,0	7	47,2	28	16
4	008-011	93	2511	6	27,0	2	4334	11	46,6	11	58,9	6	32
52	020-021	93	2497	7	26,8	3	4541	7	48,8	3-4	56,6	17	15
62	032-034	114	2459	8-9	21,6	27-28	5847	1	51,3	1	43,3	29	24
65	047-049	93	2459	8-9	26,4	4	4455	9-10	47,9	8-9	56,7	15-16	24
115	077-079	93	2425	10	26,1	5	4265	12	45,9	12	57,9	7	23
104	053-054	93	2321	16	25,0	11	4506	8	48,5	5	50,8	24	10
115	066-067	93	2270	18	24,4	14	3835	26	41,2	26	60,5	2	14
52	022-024	93	2219	21	23,9	16	3749	28	40,3	28	60,3	3	22
105	057	93	2167	26	23,3	23	3663	29	39,4	29	61,1	1	8
	Redkote	114	2563	4-5	22.5	26-27	5435	5	47.6	7-8	47.7	27-28	99
111	062-063	93	2115	26	22,7	21	4128	18	44,4	18	53,0	19	16
111	064-065	93	2098	27	22,6	25	3956	24	42,5	24	53,5	21	14
5	012-014	93	2012	28	21,6	27-28	3990	21-22	42,9	21-22	52,8	23	24
104	050-052	93	1961	29	21,1	29	3818	27	41,1	27	53,2	22	24
Rango de variación ***		128%	138%		138%		160%		130%		141%		

* Información obtenida en el proceso experimental

** Clasificación basada en rendimientos obtenidos

*** Rango de variación: Diferencia entre rendimiento más bajo y rendimiento más alto.

logramos de grano por hectárea, kilogramos de grano por hectárea y por día, kilogramos de rendimiento biológico por hectárea, kilogramos de rendimiento biológico por hectárea y por día e índice de cosecha. Las progenies mencionadas bajo Redkote son las cuatro que tienen menor rendimiento de semilla. Hubo sólo dos clases, en cuanto a días transcurridos desde la siembra hasta la madurez (93 y 114 días), diferencia que, según lo sugieren nuestros estudios, está controlada por un solo gene.

Las 10 progenies clasificadas como superiores en cuanto a kilos de grano por hectárea, incluyen los cinco rangos también considerados como superiores para todos los demás parámetros, excepto que el rango 16 incluyó el rango cinco por kg/ha/día de rendimiento biológico y los rangos 18, 21 y 25 fueron requeridos para los 2, 3 y 1, respectivamente, en cuanto a índice de cosecha. Los rangos de rendimiento de grano por ha 4, 6, 7, 8-9 (dos progenies componen esta clasificación) y 10, respectivamente, tenían los rangos kg/ha/día de 1, 2, 3, 4 y 5. Estas cinco líneas tenían todas maduración temprana. Por el contrario, los rangos de kg/ha 1-2, 1-2, 3, 4, y 5, respectivamente, tenían rangos kg/ha/día de 17-20 (cuatro progenies componían esta clasificación), 17-20, 21-22,1 y 26. Todas estas progenies fueron tardías, excepto el rango cuatro para kg/ha y el uno para kg/ha/día. Esta última progenie también clasificó cuatro para índice de cosecha mientras que los rangos 1-2, 1-2, 3 y 5, respectivamente, para rendimiento grano, clasificaron 27, 26, 25 y 28 para índice de cosecha.

Para estas progenies, tanto el alto nivel de kg/ha/día de grano como el alto índice de cosecha, parecen estar ligadas con maduración precoz, mientras que la madurez tardía tiene bajo rendimiento de grano por día, pero alto rendimiento de grano por hectárea y muy bajo índice de cosecha. No tenemos suficientes datos para determinar la posibilidad de romper este ligamento para el rendimiento de grano por día; pero el hecho de que la variedad Cornell 7-16 es moderadamente tardía pero tiene un alto índice de cosecha (Cuadro 2) indica que el alto índice de cosecha, se puede combinar con maduración tardía.

Hemos hecho cruces entre Cornell 7-16 y Redkote, pero estas progenies no han progresado tan rápidamente como las de Redkote x Charlottetown a causa de que la herencia de las diferencias de pigmentación de simiente entre fríjoles con ojo color amarillo x Kidney con color rojo es mucho menos complicada que la de Cornell 7-16 con Redkote.

Tenemos evidencia, pero no obtenida de ensayos comparativos de rendimiento, de que ciertas progenies Michelite x Redkote tienen rendimientos biológicos mucho más altos que algunos de los que presenta el Cuadro 3. Esto indicaría que la alta eficiencia fotosintética general, a juzgar por el rendimiento biológico más alto en el Cuadro 2, es hereditaria y por lo tanto explotable en el mejoramiento para mayores rendimientos.

LOS PROCESOS FISIOLOGICOS

Después de haber presentado el concepto sobre los análisis simplificados de crecimiento y algunos datos que se relacionan con ellos, quiero comentar brevemente sobre algunos de los procesos fisiológicos enumerados en la izquierda del Cuadro 1. Todos son componentes o bien de acumulación o bien de partición de fotosintatos. Algunos afectarán a ambas; algunos, a través de mecanismos de efecto ulterior e interacciones resultantes (Wallace y Ozbun, 1973). Hay amplia evidencia (Athwal, 1971; Zelitch, 1971; Yoshida, 1972; Hayashi, 1972 y Wallace, Ozbun y Munger, 1972) de que hay variabilidad genética para todos los procesos fisiológicos y bioquímicos y por consiguiente, existe potencial para cultivar y seleccionar los niveles deseados. Esta variabilidad genética se debería usar primordialmente como medio de identificación parental para cruces, después de lo cual los procedimientos de selección no diferirán de los ya practicados por los fitomejoradores por mucho tiempo.

Un componente fisiológico de fotosíntesis, de suma importancia, es la variación en la distribución de la energía radiante interceptada a través de todas las hojas del pabellón. Los fríjoles tienen un mecanismo único para realizar esto. Wien y Wallace (1973) han mostrado que el pulvínulo de la hojuela del fríjol es el órgano responsable de la orientación de la hojuela inducida por la luz, en los fríjoles y otras leguminosas. Los tallos de la hojuela no responden cuando la luz choca con el tallo de la hoja. Cuando la luz toca encima del pulvínulo, en cambio, éste gira hacia la luz moviendo la hojuela también hacia la luz. El resultado es que, cuando la fuente de luz está en posición alta (como la del sol) es que la hojuela está orientada más paralelamente con la dirección del foco de luz. Por consiguiente, cada hojuela que responde, intercepta menos luz y permite que mayor cantidad de ésta pase para ser interceptada por hojuelas que son más escasas en el cobertizo foliar. Entre variedades, hay diferencias en su reacción. Si se miran desde arriba los cobertizos foliares de variedades que reaccionan relativamente poco, sólo se pueden ver dos o tres capas de las hojuelas superiores. Todas las hojuelas bajas quedan fuera de la vista y sombreadas por las hojuelas de encima. En las variedades que responden más a la luz, las hojuelas están orientadas más o menos verticalmente a la luz intensa. Se pueden ver con facilidad, cinco o seis o más capas de hojuelas. La luz penetra hasta las hojas más bajas del cobertizo foliar y la tasa general de fotosíntesis llegaría al máximo. Este fenómeno reducirá también la carga calórica y por lo tanto, la tasa de transpiración de las hojas. Es claro que la incapacidad de su-

ministrar suficiente agua a las hojas, bajo un sol brillante, limita los rendimientos del fríjol en las condiciones de los trópicos bajos..

Los datos limitados que se presentan en este trabajo para unas pocas variedades, indican que la utilización de análisis simplificados de crecimiento para identificar diferencias de variedades en cuanto a eficiencia general fotosintética y en cuanto a partición de fotosintatos puede ser muy útil en el fitomejoramiento para la obtención de mayores rendimientos. Presumo que podrían acumularse muchos datos extremadamente útiles, dentro de 2 ó 3 años, si se emplearan constantemente análisis simplificados de crecimiento, conjuntamente con pruebas de rendimiento. Esto proporcionaría datos sobre la eficiencia general fotosintética y sobre la partición de fotosintatos para una base amplia de germoplasma. Tales datos ayudarían, en gran manera, a los fitomejoradores en su labor de selección inteligente de progenitores para obtener cruces de alto rendimiento.

Se han hecho muchos estudios, en todos los aspectos de la fotosíntesis y de la eficiencia fotosintética. Por otro lado, no se conoce casi nada sobre los mecanismos que controlan la partición de los fotosintatos. Se necesita hacer mucha más investigación para comprender por qué el fotosintato se reparte más a uno que a otro órgano de la planta o a un proceso fisiológico en contraste con otro. El fenómeno de la partición de los fotosintatos es más amplio en su influencia que en su efecto en el índice de cosecha, como ha quedado expresado en este trabajo. A través del mecanismo de interacción y de balance entre los elementos básicos de la planta, este fenómeno afecta casi todos los procesos fisiológicos (Wallace y Ozbun, 1973). En un futuro próximo habría que hacer mucho esfuerzo para mejorar la comprensión del investigador en cuanto al control genético y fisiológico de la partición de fotosintatos.

MEDICION DE LA PROTEINA COMO RENDIMIENTO ECONOMICO

Puede ser que el rendimiento de proteína por hectárea se debiera reconocer como un componente del rendimiento económico, puesto que el máximo objetivo para incremento de los rendimientos del fríjol —en las áreas tropicales— es el de aumentar el contenido proteínico en las dietas humanas. Una vez determinada la proteína total, la acumulación proteínica por hectárea y por día se calcula fácilmente. Con la proteína considerada como rendimiento económico, los componentes más importantes serían quizás la acumulación y la partición de fotosintato. Ahora bien, sería importante estudiar las vías por las cuales la variación ocurre con respecto a la localización de fotosintatos en el grano y su posterior relocalización y almacenamiento, bien sea en forma de proteína o bien carbohidratos, grasas y otros componentes. Si aceptamos que el rendimiento proteínico por hectárea como rendimiento económico, las vías para el aprovechamiento del nitrógeno y para la síntesis proteínica, merecerían una consideración más inmediata y más directa.

LITERATURA CITADA

1. ATHWAL, D.S. 1971. Semidwarf rice and wheat in global food needs. Quart. Rev. Biol. 46: 1-34.
2. DONALD, C.M. 1962. In search of yield. J. Aust. Inst. of Agr. Sci. 28: 171-178.
3. HAYASHI, K.I. 1972. Efficiencies of solar energy conversion in rice varieties. Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Japan Series D, No. 23. (En Japonés, con cuadros y resumen en inglés).
4. RADFORD, P.J. 1967. Growth analysis formulae their use and abuse. Crop Sci. 7: 171-175.
5. WALLACE, D.H. y J.L. OZBUN. 1973. Physiological genetics and applications in plant breeding. (Manuscrito en preparación).
6. WALLACE, D.H. y H.M. MUNGER. 1966. Studies of the physiological basis for yield differences. I Growth analysis of six dry bean varieties. Crop. Sci. 6: 343-348.
7. WALLACE, D.H., J.L. OZBUN y H.M. MUNGER. 1972 Physiological genetic of crop yield. Advances in Agronomy 24: 97-146.
8. WATSON, D.J. 1952. The physiological basis of variation in yield. Advances in Agronomy 4: 101-145.
9. WIEN, H.C. y D.H. WALLACE. 1973. Light-induced leaflet orientation in **Phaseolus vulgaris**. (Manuscrito en preparación).
10. YOSHIDA, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. Ann. Rev. Pl. Physiol. 23: 437-464.
11. ZELITCH, I. 1971. Photosynthesis, photorespiration and plant productivity. Academic Press.

III. Comentario sobre la Conferencia titulada:

ARQUITECTURA VEGETAL Y EFICIENCIA FISIOLOGICA DE LA PLANTA DE FRIJOOL

Comentarista: **H.C. Wien**

El Dr. Adams mencionó que es deseable que la planta del fríjol común tenga hojas abundantes, erectas y pequeñas. Trabajos recientes hechos en Cornell explicaron el por qué las hojas del fríjol se orientan en forma vertical cuando hay más luz en el campo (1). La orientación de las hojuelas del fríjol depende del pulvínulo, pequeña porción redonda del pecíolo de la hojuela que no sólo sirve de gozne sobre el que gira la hojuela, sino que actúa como fotorreceptor que adquiere una curvatura positiva cuando es iluminado por luz emanada de un foco con una sola dirección. Unicamente, la iluminación del pulvínulo produce un cambio en el ángulo de la hojuela (Figura 1). También, encontramos diferencias en variantes de cantidad de cambios de ángulo en la hojuela por exposición del pulvínulo a determinada cantidad de luz (Figura 2), siendo la variedad Redkote la que mostró significativamente menos movimiento de hojas que en las demás variedades investigadas.

Desde el momento en que la orientación de la hojuela depende de que los pulvínulos sean expuestos o no a la luz unidireccional, todo factor morfológico que produzca al máximo su exposición al sol aumen-

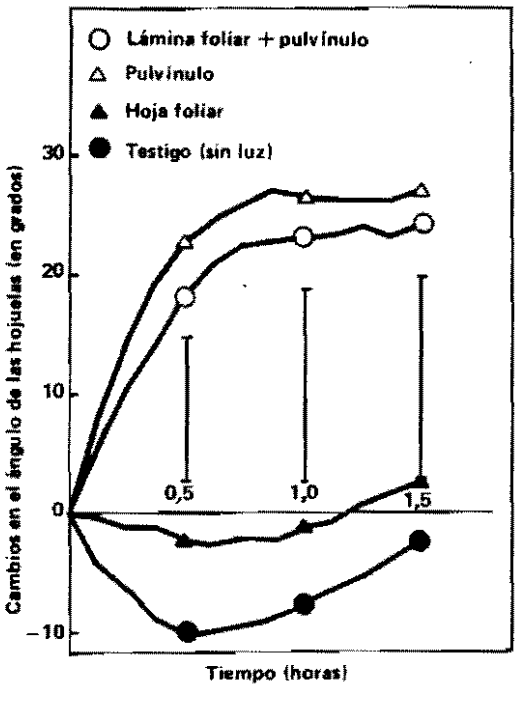


Figura 1. Cambio del ángulo de las hojuelas, con el transcurso del tiempo, en el cultivar Redkote en respuesta a la luz dirigida a lámina foliar, al pulvínulo o bien a la lámina y al pulvínulo en conjunto; la fuente lumínica está verticalmente sobre la planta. Las líneas verticales representan diferencias entre el tratamiento testigo y los tratamientos con luz, al nivel del cinco por ciento de significación.

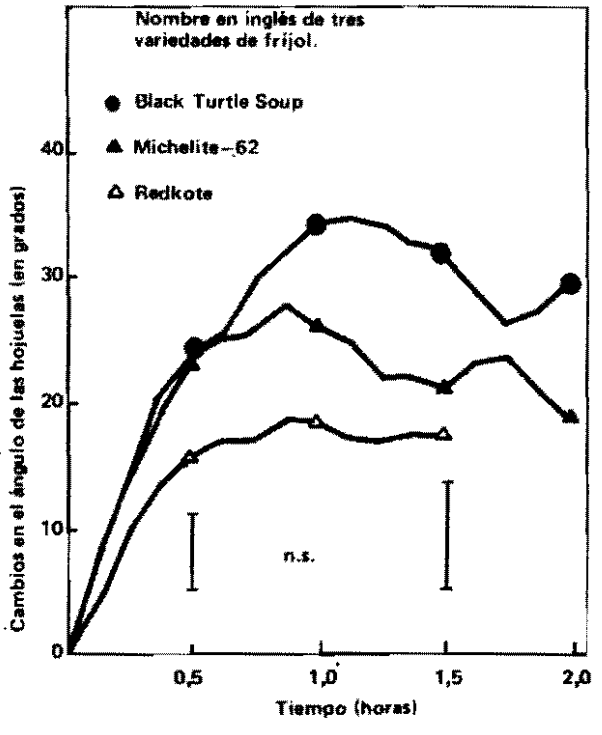


Figura 2. Cambio del ángulo de las hojuelas, con el transcurso del tiempo, para las hojas de los cultivares Black Turtle Soup, Michelite-62 y Redkote en respuesta a la luz dirigida al pulvínulo desde arriba. Las barras verticales indican valores de DMS requeridos para lograr significación al nivel del cinco por ciento.

tará la facultad de giro de la hoja en la variedad respectiva. Hojuelas pequeñas sujetas a un pecíolo vertical, con un mínimo de superposición del lóbulo basal de cada hojuela, son sumamente deseables para obtener exposición óptima a la luz. El fríjol de Michigan, mencionado por el Dr. Adams, muestra estas características, así como hemos observado que las hojas más maduras de la Michelite-62 tienen tendencia a encorvarse de modo que el giro de la hoja da por resultado que no se reduzca la interceptación de la luz en estas hojas.

Hallazgos recientes sobre patrones de translocación del C14 en dos variedades de fríjol común, durante el período reproductivo, dan por admisible el concepto de una "unidad nutricional" comprensiva de una hoja y las vainas en su coyuntura (2). Esto es así para las hojas terminales del tronco y de las ramas del cultivar con crecimiento determinado Redkote. Ocurre una mayor distribución general de asimilados en las hojas más bajas del tronco y de las ramas del Redkote y en las hojas altas de la "indeterminada" Michelite-62. Así, en el ámbito estrecho propuesto por el Dr. Adams, el cobertizo foliar superior se compondría primordialmente de las hojas terminales del tronco y de las ramas que están principalmente involucradas en la producción de materia seca para las vainas. La estructura del cobertizo foliar se parece, por consiguiente, a la del trigo y el arroz en los que las hojas ondulantes son las primordialmente responsables de la producción de materia seca en el crecimiento reproductor.

LITERATURA CITADA

1. WIEN, H.C. y D.H. WALLACE. 1973. Light-included leaflet movement in **Phaseolus vulgaris** (En prensa).

2. WIEN, H.C., S.L. ALTSCHULER, J.C. OZLUN y D.H. WALLACE. 1973. C14 assimilate distribution in **Phaseolus vulgaris** L. during the reproductive period. (En prensa).

Sección 4.

COORDINACION PARA LOGRAR LA COOPERACION INSTITUCIONAL EN UN PROGRAMA INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE FRIJOL

Oportunidades institucionales y de organización para los programas de fríjol en América Latina

A. Colin McClung

Informe de una encuesta hecha en relación con la situación actual de las plantas leguminosas de grano comestible en América Latina

Antonio M. Pinchinat

Enfoques modernos para el adiestramiento de especialistas que trabajan en leguminosas de grano comestible en los trópicos

Fernando Fernández

La formación de redes de información como herramienta de apoyo a la investigación científica

Fernando Monge

OPORTUNIDADES INSTITUCIONALES Y DE ORGANIZACION PARA LOS PROGRAMAS DE FRIJOL EN AMERICA LATINA

Conferencista: A. Colin McClung

Se ha citado a este Seminario, con el fin de considerar el estado actual y el potencial futuro del fríjol en América Latina, a un selecto grupo de especialistas con el propósito de diseñar una estrategia de investigación y de desarrollo en relación con este importante cultivo. El evento ha reunido muchos de los científicos y organizadores de programas de investigación que trabajan con esta leguminosa. Ante este grupo, en realidad, no hay ninguna necesidad de que yo hable del cultivo en sí, o de que discuta cuál sería la investigación específica que se necesita para estimular su producción y utilización. También, hemos escuchado ya un análisis sobre los recursos humanos e institucionales existentes en el campo. Por lo tanto, en lugar de profundizar en estos asuntos, me gustaría considerar con ustedes las formas y métodos para organizar nuestros recursos y esfuerzos para poder lograr nuestras metas individuales y colectivas.

La situación que observamos en América Latina es la siguiente: un número bastante grande de personas y de centros ligados al sector agrícola están llevando a cabo programas relativamente modestos en relación con este cultivo. La investigación sobre fríjol no constituye prioridad dentro del programa de actividades de ninguna entidad; sin embargo, considerándolas en conjunto, resulta que una gran cantidad de personal y de recursos están involucrados en el proceso. Pero, ninguno de nosotros está satisfecho de los resultados globales obtenidos hasta el momento. Con el fríjol no ha habido ni se vislumbra ninguna "revolución verde". Más bien, encontramos que los rendimientos son estáticos y los ingresos de los agricultores bajos. Otros cultivos resultan más lucrativos en algunas áreas y tienden a remplazar el cultivo del fríjol. Si no fuera porque este cultivo está tan arraigado en la agricultura tradicional estaríamos constatando el hecho de que, continuamente, estaría quedándose atrás en relación con otros cultivos. Al mismo tiempo los fríjoles están subiendo de precio en forma tal que se están poniendo fuera del alcance de los segmentos más pobres de la sociedad en los cuales son urgentemente necesitados como fuente nutricional.

Creo que esta situación se puede cambiar y que podemos reorganizarnos para sacar avante un programa que resulte en mayores rendimientos y por ende, en mayores ingresos para el agricultor y mejor producto para el consumidor.

Lo que queremos hacer con este grano comestible es la misma clase de trabajo que ya se ha logrado con el arroz y el maíz y que se está comenzando con otros cultivos básicos. El interrogante es: ¿Deberíamos hacerlo en la misma forma en que se ha hecho con los otros? Lo dudo mucho. El éxito rápido del maíz y del arroz se basó en que ya existía una voluminosa cantidad de información aplicable y mucho material vegetal reunido o desarrollado por muy importantes centros internacionales especialmente organizados para ese objetivo específico. El éxito dependió, naturalmente, de la participación de un gran número de entidades nacionales que adaptaron la tecnología básica a las condiciones locales y la divulgaron entre los agricultores.

¿Deberíamos nosotros considerar una especie de centro internacional de investigación dedicado específicamente a este cultivo? En mi opinión, la respuesta es nó. Hay dos razones primordiales por las cuales este enfoque no me parece apropiado. Primero, a pesar de la importancia del fríjol, éste no ocupa un lugar equivalente al del arroz, el trigo y otros cereales, en la lista de prioridades del agricultor. Segundo, existen otras formas de efectuar el trabajo más eficazmente.

FORMACION DE UNA RED DE COOPERACION

Lo que sí verdaderamente veo posible es el establecimiento de un sistema de instituciones nacionales a través de América Latina, que trabajen como un equipo totalmente coordinado. Cada institución tendría sus objetivos locales y sus programas no serían impuestos desde el exterior. Pero, el trabajo coordinado se ejecutaría con una conciencia de las actividades y los resultados obtenidos en toda la región. Los materiales obtenidos y procedimientos diseñados se podrían someter a prueba en una diversidad de con-

diciones, y podríamos esperar, como resultado, el desarrollo de una tecnología de mayor aplicación.

Naturalmente, esta no es una idea nueva; más bien, yo diría que ha surgido de las conversaciones que he tenido con algunos de ustedes y por lo tanto, esperaría que ella representase un consenso en cuanto a la forma como se debería iniciar la investigación sobre el fríjol. Al respecto, tengo una visión global sobre la forma en que este sistema podría funcionar y espero que muchos de ustedes tengan en su mente inquietudes similares. Pero, uno de los objetivos de este seminario es precisamente considerar este punto; por lo tanto, no voy a adelantar lo que en mi opinión podría ser el mejor modelo. Más bien, voy a tratar de describir a ustedes algunos de los programas que están operando y que he tenido oportunidad de observar durante años recientes. Tal vez, de ellos podamos obtener algunas ideas y directrices. En realidad, mi experiencia en este campo ha sido en Asia y con un cultivo en particular: el arroz. Ruego a ustedes que me disculpen por dejar de analizar el problema del fríjol y comience a hablar sobre el cultivo de arroz que, como les digo, me es mucho más familiar.

LA EXPERIENCIA OBTENIDA EN ASIA CON EL ARROZ

El cultivo del arroz en Asia, durante la última década, tuvo un gran auge y esto se debió casi exclusivamente, a la acción coordinada de los diversos programas de colaboración internacional. Se han desarrollado medios para trabajar en forma conjunta sobre problemas comunes. En Asia, en tiempos pasados, no era frecuente ni muy efectiva la cooperación entre grupos étnicos o culturales diferentes. Todo lo contrario. Las costumbres tradicionales han implicado una absoluta independencia y distanciamiento entre culturas diferentes.

Hace aproximadamente un año estuve en un seminario sobre Cooperación Regional Agrícola, en Asia. Este seminario fue convocado por la Sociedad Asiática que es una entidad privada, interesada en el estudio de los asuntos asiáticos. Se reunió un grupo diverso, con el fin de discutir asuntos que comprendían desde los problemas alimentarios y demográficos hasta el éxito o carencia de proyectos regionales. En términos generales, las experiencias obtenidas en el pasado habían sido desalentadoras. La mayoría de los proyectos regionales se había iniciado con gran interés y expectativa, pero casi todos terminaban con la redacción de un sinnúmero de informes que permanecían archivados y eran olvidados totalmente.

En esta reunión, uno de los oradores, perteneciente a la Mancomunidad Británica, relató los insatisfactorios resultados obtenidos aún dentro de un grupo de naciones que tenían ciertos elementos en común. Señaló que el mismo caso se había presentado, a principios del siglo, cuando el mismo grupo de naciones formaban parte del Imperio Británico y cuando sus lazos políticos y administrativos eran mucho más fuertes. Mencionó programas conjuntos, iniciados durante la presión de la primera guerra mundial, que luego desaparecieron sin haber logrado mayor cosa, tan pronto como la emergencia bélica se había apaciguado un poco.

El grupo que estuvo presente en esta conferencia asiática se manifestó de acuerdo en que la investigación y el desarrollo en los programas de arroz habían constituido una excepción. Estos programas habían tenido éxito y continuaban siendo muy prometedores ¿En qué estribaba la diferencia? Aún prevalecía una situación de crisis similar a la producida por la guerra. ¿Cuál era entonces el ingrediente fundamental que había contribuido al éxito de tales programas?

LA PRESION DE LA CARENCIA DE ALIMENTOS

Esta era una guerra contra el hambre. Hacia mediados de la década de los años sesenta se presentó una escasez de alimentos en todo el continente asiático que afectó a miles de millones de personas y que no se iba a solucionar al presentarse la siguiente estación de lluvias monzónicas. En ningún lugar del mundo existía una fuente de alimentos que pudiera solucionar tales necesidades. Esta fuente tendría que ser Asia y la solución la podría dar un solo cultivo: el arroz. Cualquiera que supiera algo acerca de este cultivo era digno de ser escuchado, tuviera razón o nó. Nuevas ideas y nuevos materiales vegetales salvaron las barreras políticas. Simultáneamente con la aparición de la semilla IR8 esta nueva variedad, muy posiblemente, fue llevada a Vietnam del Norte y China. En ningún lugar hubo interferencia con el desarrollo o utilización de la nueva tecnología arrocera.

En cada país, la agricultura se convirtió en primerísima prioridad. Hubo cambios en los gabinetes ministeriales con el fin de que aquellas personas más capaces y con mayor aptitud ejecutiva se pusieran al frente de los ministerios de agricultura. En algunos casos, los presidentes o primeros ministros movilizaron esfuerzos para poner en vigor las políticas agrícolas y particularmente, las políticas arroceras. Fue un pequeño milagro el que se pudieran integrar actividades habiendo sido en el pasado una quimera la integración de aquellas fuerzas que convergen con el desarrollo del cultivo del arroz.

Vale la pena notar que los problemas demográficos del Asia son igualmente apremiantes, y sin embargo, no hemos visto en ninguna parte una concentración de esfuerzos similares al mencionado. El alimentar poblaciones es realmente una actividad mucho más atrayente que controlar su explosión demográfica.

Este aumento poblacional en Asia sigue siendo una nube que ensombrece el panorama. Ninguna discusión en relación con las políticas alimentarias para el Asia se puede efectuar sin incluir, dentro de la ecuación, el problema de la población. Parecería que hay momentos en que los expertos en agricultura, más que otras personas, tienen más conciencia de estas crisis inevitables.

Pero, volviendo a la evolución de los problemas del arroz, el otro factor que era diferente en el caso de este cultivo más que con otros proyectos regionales, era el interés y eficiencia demostrados por los organismos internacionales. A pesar de los problemas comunes, que eran de una naturaleza crítica, la cooperación regional eficaz no se desarrolló de manera espontánea. En su gran mayoría, la cooperación regional se logró por medio de entidades internacionales que propiciaban el intercambio. Tal es el caso de la Comisión Internacional de la FAO para el Arroz, en la década de los años cincuenta. Igualmente, el Instituto Internacional para Investigación de Arroz (IRRI), organización que coordinó e impulsó todos los esfuerzos multinacionales y multiinstitucionales encaminados al desarrollo y mejoramiento de este cultivo; esta organización apareció en escena en el momento preciso.

EL ESFUERZO INTERNACIONAL COMO ESTIMULO COORDINADO

En este caso el organismo internacional no actuó meramente como un intermediario o una entidad para despejar incógnitas; tenía que desarrollar, perfeccionar e introducir insumos fundamentales de tecnología. El IRRI y las instituciones nacionales conformaron una estructura cooperativa, un grupo asociado sumamente eficiente que aún sigue siendo productivo. Esta asociación ha estimulado a las entidades nacionales y ha destacado sus esfuerzos. A pesar de lo importantes que han sido los resultados de la investigación del IRRI, éstos han sido emulados por los resultados provenientes de los programas nacionales, con los cuales coopera el IRRI.

Uno de los pasos iniciales del IRRI, para propiciar la acción de programas de integración internacional, fue la organización de conferencias y simposios. Estas actividades reunieron científicos del mundo entero en la misma forma en que hoy nos hemos reunido aquí en Cali en este Seminario. Los científicos que se conocían entre sí sólo de nombre, tuvieron la oportunidad de hacerlo personalmente e intercambiar ideas de interés mutuo. Una de las características de esas conferencias del IRRI fue la de reunir exclusivamente a los científicos que se hallaban en plena actividad. Este enfoque constituyó un alejamiento del clásico protocolo prevalente en Asia que exige que sean los ancianos más venerados quienes representan los grupos técnicos en las conferencias internacionales.

Como un resultado de estos simposios, se pudo incluir en la literatura universal información que antiguamente se conseguía sólo en japonés, chino u otros idiomas. En muchas ocasiones, se identificaron los objetivos de la investigación y se planificó la acción para llegar a ellos. Con frecuencia, se crearon bases para futuros estudios conjuntos. Estoy seguro de que, entre nosotros, ocurre un proceso similar; por lo tanto, tratemos de aprovecharlo al máximo.

En el período comprendido entre los años 1963-68, alrededor de 35 proyectos cooperativos se efectuaron en el campo de la genética pura y el mejoramiento genético aplicado, microbiología de suelos, química de suelos, agronomía, fitofisiología, entomología, química de cereales y comunicaciones. Estos eran modestos eventos de investigación, encaminados a objetivos específicos; no precisaron de negociaciones extensivas ni de acuerdos elaborados entre las organizaciones participantes. Por lo regular, cada proyecto era preparado y discutido por dos científicos que trabajaban en cooperación. Una vez que su plan de trabajo era aprobado por las directivas de sus entidades respectivas, inmediatamente entraban en operación. Es de esperar que, de este Seminario, resulten diseños cooperativos semejantes a los logrados en Asia por el IRRI, ya que tenemos comprobación palpable de la efectividad lograda con este tipo de acuerdos cooperativos.

EL ADIESTRAMIENTO DE PERSONAL CIENTIFICO

El adiestramiento de personal científico proporciona otra base de cooperación internacional y ciertamente, es una base muy fuerte. No hay nada que se asemeje a los "viejos lazos de amistad" para salvar los obstáculos que puedan surgir en un programa múltiple en el que intervienen diferentes países e instituciones. En algunas de las conferencias en Asia resultó fascinante ver cómo los científicos de India y Pakistán, que habían sido compañeros de estudio antes de que surgiera la división geográfica que dio origen a estos dos países, se reunían sin problema de ninguna naturaleza y sobre un terreno neutral, para intercambiar no solamente información sobre tecnología del arroz, sino para intercambiar recuerdos. Aquellos científicos que se habían conocido en sus épocas de estudiantes, en los programas de adiestramiento del IRRI, o en otros lugares, entablaron diálogos amistosos sobre problemas de interés mutuo, dejando a un lado las barreras políticas. En áreas del mundo en donde tales barreras no existen, naturalmente, los intercambios pueden ser aún más rápidos, directos y eficaces. Nuevamente, deseo poner énfasis en el hecho de que los programas de adiestramiento deben constituir parte integral de cualquier sistema de investigación sobre fríjol que queremos desarrollar. Este tema va a ser discutido más adelante en este Seminario y estoy seguro que llegaremos a encontrar buenos canales de cooperación.

El paso siguiente que se dió para desarrollar el sistema asiático de investigación arrocera incluyó cambios básicos en cada uno de los centros nacionales de investigación. Igualmente, en este paso, muchas instituciones se vieron involucradas en esa operación. El Instituto Internacional para Investigaciones de Arroz, en una forma u otra, tuvo algo que ver en los cambios ocurridos en los centros nacionales. El IRRI era (y aún lo es) un socio activo que coopera desinteresadamente con las entidades nacionales en el desarrollo de sus programas.

La filosofía básica de la participación del IRRI en estos programas era muy clara en un punto muy importante: los programas nacionales en ningún sentido, pretendían ser subsidiarios de las operaciones del IRRI. Eran programas autónomos, diseñados para proporcionar un mejoramiento en las situaciones arroceras específicas de cada nación. El grado y la intensidad de la participación del IRRI dependía de la iniciativa del país anfitrión. El énfasis, naturalmente, radicaba en mejorar la capacidad de investigación en cada país, pero cada proyecto se orientaba rápidamente hacia programas de acción con el fin de llevar la nueva tecnología al empleo directo por parte de los agricultores. Los nuevos materiales, bien sea fueran producidos por el IRRI o tuvieran otra procedencia, se ponían en uso tan pronto como los resultados de los ensayos que apoyaban su eficiencia lo permitían.

LAS NUEVAS VARIEDADES FUERON RAPIDAMENTE ADOPTADAS

La rapidez con la cual se adoptaron las nuevas variedades, bajo ciertas circunstancias, resultó casi increíble. Realmente, esta adopción era hecha a veces más rápidamente de lo que los investigadores más entusiastas pudieran desear, ya que los programas de producción se establecieron tan pronto como se obtuvieron resultados concretos de los ensayos iniciales. En 1967 la variedad IR8 produjo resultados excelentes en parcelas de ensayo, en Pakistán Occidental. Al año siguiente, toda la semilla disponible fue utilizada en los campos de multiplicación de semilla. Se importó semilla adicional y por el año de 1969 existían 600.000 hectáreas de esta variedad en producción comercial. Los rendimientos promedios en Pakistán Occidental aumentaron en un 60 por ciento durante un período de dos años.

La variedad IR8 no tuvo un buen desempeño en Bangladesh, debido a las enfermedades y por factores climáticos. Sin embargo, otra línea que luego se denominó IR20 si dió buen resultado. Cuando el gobierno decidió seguir adelante con esta semilla, el ritmo de siembra en los campos dedicados a la producción de semilla fue mas asombroso. En 1969 existían unas cinco hectáreas de IR20 en lotes de ensayo en todo el país. Toda la semilla se guardó para ser sembrada en lotes de multiplicación de semilla durante la época subsiguiente a la cosecha. Se compraron en el exterior 1.800 toneladas de semilla. En 1970, el total de hectáreas sembradas con IR20 en Bangladesh fue de 125.000. Los riesgos de una adopción tan rápida fueron grandes y reales, pero en las siembras subsiguientes, los resultados han seguido siendo favorables. Este fue un buen golpe de suerte.

DISTINTAS FORMAS DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Los adelantos institucionales en Asia, referentes a la investigación arrocera, varían mucho de país a país. Bangladesh, uno de los países más económicamente oprimidos del Asia, se decidió por una acción rápida y extensiva para mejorar su capacidad de investigación con el cultivo de arroz y también para mejorar los mecanismos de producción.

Las condiciones del cultivo de arroz en Bangladesh son muy difíciles, especialmente durante la época monzónica. Además de las fuertes lluvias, dos sistemas fluviales canalizan inmensas cantidades de agua hacia el país. Aproximadamente, 20 millones de acres se cultivan en arroz, pero unos 900 millones de acre/pies de agua fluyen a lo largo del país. Como resultado, un 60 por ciento de las áreas de arroz se inunda con niveles de agua de 75 cm a 6.0 metros. Durante la estación monzónica abundan los insectos y las enfermedades. Los suelos de la región son menos fértiles que otros y a lo largo de la costa existen áreas salinas. Es necesario cultivar variedades de arroz flotante o con adaptación a aguas profundas. Estas han sido seleccionadas a través de los años y los agricultores han desarrollado sistemas de cultivo verdaderamente sorprendentes, que les permiten producir arroz bajo condiciones tan rigurosas. La contribución de la ciencia ha sido muy escasa.

Con el fin de mejorar la tecnología de que disponen los agricultores bengalíes, se tomó la decisión de desarrollar un centro arrocero de investigación y adiestramiento dotado con personal técnico, equipo e instalaciones necesarias. Este es un proyecto a largo plazo pero, a pesar de las guerras y de las condiciones climáticas adversas, va en progreso. Los campos experimentales ya han sido demarcados, ya se han construido modernos laboratorios e invernaderos totalmente equipados, las instalaciones para adiestramiento están bajo construcción, y personal, en todos los niveles, está recibiendo adiestramiento tanto dentro del país como en el exterior. El IRRI ha estado involucrado en este proyecto desde hace ocho años, a través de fondos proporcionados por la Fundación Rockefeller, y probablemente extienda su participación por seis o siete años más. Cuando este Centro de Producción Agrícola de Bangladesh

esté en plena operación, debería ser algo así como un líder regional para la solución de los problemas que el agricultor bengalí tiene que confrontar, al igual que para los problemas de los países vecinos.

CEILAN: UN PATRON DE ORGANIZACION DIFERENTE

En Ceilán se ha establecido un programa diferente de cooperación. Ceilán ya tenía un programa activo de investigación y contaba con algunas variedades de arroz bien adaptadas a las condiciones locales. Sin embargo, la tasa de adopción de dichas variedades era lenta debido a que los trabajadores de extensión y los agricultores no estaban familiarizados con las técnicas modernas para el cultivo del arroz. El programa desarrollado en Ceilán y que ha sido puesto en vigor con la ayuda del IRRI, está diseñado para el adiestramiento masivo de agricultores.

Aproximadamente, 30 funcionarios cingaleses, quienes actúan como agentes de extensión, tomaron cursos de seis meses de duración en adiestramiento sobre producción de arroz, directamente en el IRRI: en estos cursos, se les enseñó el arte y la ciencia de la producción moderna de arroz. Se puso énfasis especial a las técnicas de comunicación y adiestramiento al agricultor.

Cuando estos funcionarios regresaron a Ceilán, organizaron dos centros nacionales de adiestramiento en los cuales dieron cursos breves sobre técnicas modernas de producción de arroz. En un lapso de un año estos cursos fueron ofrecidos a todos los agentes de extensión en el país, o sea, a unas 2.000 personas. Estos funcionarios de extensión, a su vez, adiestraron unos 45.000 agricultores en cursos a nivel popular. Luego, participaron en la distribución a los agricultores de paquetes de producción consistentes en nuevas semillas, fertilizantes, insecticidas, etc., además de incluir las instrucciones necesarias para su empleo. En la primera estación se distribuyeron 100.000 paquetes en el país, cuya población campesina se acercaba a 700.000 personas. Esta técnica de extensión ha sido utilizada en varios países asiáticos con gran éxito, pero, en ninguna parte, con el enfoque masivo que se le dió en Ceilán.

NECESIDAD DE MODERNIZACION

Dentro de los proyectos cooperativos del IRRI se pueden identificar otros tipos de acción. En Vietnam del Sur hay urgencia de modernizar la producción de arroz. El país ha tenido éxito al aplicar la tecnología proveniente del extranjero. Las variedades IR8 e IR20 han sido ampliamente utilizadas y los ingresos de los sectores rurales se han incrementado. Sin embargo, los problemas locales en cuanto se refiere a clima y enfermedades son tales, que las nuevas variedades no resultan completamente satisfactorias. Se necesita adelantar estudios locales.

Debido a la tremenda guerra que se desarrolla en lo que fue Indochina, ha sido muy difícil programar algo que no sea una tímida investigación de adaptación. El procedimiento a seguir en Vietnam, parecería ser el hacer uso máximo del programa de mejoramiento genético del IRRI como fuente de líneas avanzadas y de segregación de poblaciones. En esta forma se pueden seleccionar cientos de líneas rápidamente y sin el esfuerzo que implicaría el mantener un programa completo de mejoramiento genético. Ya que el IRRI tiene un programa muy extenso de cruce y selección, con objetivos muy similares, es casi seguro de que se podrían obtener variedades mejores para Vietnam. Para lograr esto, el IRRI ha canalizado cientos de líneas a sitios experimentales en el delta del Río Mekong y en otros sitios. Los resultados, han sido satisfactorios, a pesar de que algunos de estos lotes de ensayo han sido arruinados por el ganado, las ratas y otras especies animales dañinas o bien por los morteros y las granadas.

En Egipto, el IRRI ha destacado un genetista muy capaz para ayudar a determinar si se pueden desarrollar variedades de alto rendimiento y que tengan buena resistencia a las enfermedades para ser utilizadas en el Valle del Nilo; también, estas variedades tendrán que satisfacer los requisitos de mercado en cuanto a tipo de grano. Durante el invierno, en Egipto, los semilleros de mejoramiento genético se envían por avión a Filipinas con el fin de producir una segunda generación cada año.

Un programa de cooperación similar ha existido con Corea, durante casi ocho años. El resultado ha sido la introducción de dos variedades del tipo de planta del IR8. Estas son completamente diferentes de las cultivadas antiguamente en Corea, pero el tipo de grano es lo que los coreanos deseaban y las plantas se adaptan a su baja temperatura.

Todos estos programas sugieren que es posible establecer en América Latina actividades similares como parte de un sistema de investigación de fríjol. Sin embargo, tales programas comenzaron con un centro internacional que ya había desarrollado técnicas bastante avanzadas y que tenía recursos humanos que le permitían continuar investigaciones en un nivel intenso. El modelo a seguir podría ser similar al del programa del CIMMYT para maíz y trigo, pero, el interrogante es: resultaría factible la aplicación de este modelo a la investigación del fríjol?

PUNTO DE PARTIDA PARA UN POSIBLE PROGRAMA SOBRE MEJORAMIENTO DE FRIJOL

Comenzamos esta Conferencia diciendo que dudábamos que la situación actual justificase la creación de un centro internacional dedicado básicamente a la investigación de fríjol. Tampoco hay posibilidades de que se establezca centros para la yuca u otros cultivos igualmente importantes. Sin embargo, sigue siendo nuestra convicción que un número relativamente pequeño de científicos podría influir significativamente en la producción futura de este grano si se organiza bien un programa adecuadamente diseñado y si se le brinda suficiente apoyo. En la ausencia de un esfuerzo más grande de parte de un centro internacional, consideramos que la clave del éxito sería el reunir los científicos de varios grupos de investigación sobre fríjol, tanto a nivel nacional como internacional, para que trabajen de una manera coordinada.

El proyecto más grande con el cual está cooperando el IRRI es el Proyecto Coordinado de Investigación de Arroz para toda la India (AICRIP). Me gustaría describir este proyecto con algún detalle y citarlo como un posible punto de partida para el diseño de un Programa Latinoamericano de Investigación de Fríjol. Aquellos de ustedes que deseen conocer más a fondo dicho programa, encontrarán valiosa información en un artículo escrito por los líderes del mismo, en las actas de un Simposio sobre Mejoramiento Genético del Arroz, publicadas por el IRRI en 1972. (Wayne H. Freeman y S.V.S. Shastry, 1972. Mejoramiento del arroz en la India por el enfoque coordinado: Simposio sobre Mejoramiento Genético del Arroz, IRRI).

La India es uno de los países más densamente poblados y más complejos del mundo. Dentro de una sola nación se encierra una diversidad de áreas climáticas y geográficas y también distintas unidades poblacionales marcadamente diferentes en su origen étnico, cultural, religioso e histórico. A pesar de que se tiene por idioma el Hindú, esto no significa que sea universalmente utilizado ni comprendido. En la práctica, las diversas regiones del país emplean idiomas diferentes, muchos de los cuales son de distinta procedencia y resultan ininteligibles para otros grupos lingüísticos. En toda la India, es común el uso del idioma Inglés para las ciencias agrícolas.

En términos de población, India es la segunda nación en el mundo con 600 millones de habitantes. Esta cifra no solamente es grande, sino que sigue multiplicándose. Durante el período en el cual se han hecho esfuerzos conscientes para mejorar la tecnología del arroz, India ha tenido un aumento del orden de los 100 millones de personas a su crecida población; la proyección de esta cifra hacia el futuro resulta verdaderamente alarmante.

Tradicionalmente la agricultura en India ha estado en las manos de pequeños agricultores quienes han continuado las prácticas desarrolladas por sus antepasados durante miles de años. Afortunadamente, a pesar de su orientación tradicional, han demostrado que aprenden rápidamente aquellas técnicas que les resultan lucrativas. Se encuentran tan motivados por el lucro como cualesquier otro núcleo de agricultores.

En 1910, se inició por primera vez en India la Investigación sobre Arroz, con la formación de dos centros, el uno en la parte sur del país y el otro, en el nordeste. En 1965, este esfuerzo había adquirido tal desarrollo que había 130 lugares en el país dedicados a algún tipo de investigación o desarrollo sobre el cultivo del arroz. Algunos de estos lugares eran tan sólo simples sitios de multiplicación de semilla, pero otros constituían organizaciones complejas, con muchos científicos trabajando en ellas. El Instituto Central de Investigación Arrocera, que emplea a cientos de personas era y probablemente sigue siendo, el centro arrocero más grande del mundo. Ha realizado trabajos en muchas fases de la ciencia del cultivo del arroz, pero, los aspectos de aplicación de técnicas, los deja a cargo de otros centros.

La mayor parte de la tarea la llevan a cabo regionalmente los Estados

La mayor parte del esfuerzo de investigación de desarrollo agrícola, ha sido estructuralmente puesta en manos de los estados en que está dividida la nación. Cuando se presentaba escasez de alimentos, lo cual exigía que nuevos programas de tecnología de arroz, a nivel nacional, fueran establecidos, no había una pauta que permitiera la movilización de los recursos existentes. Tan sólo una institución, el Consejo Hindú sobre Investigación Agrícola, tenía responsabilidad a nivel nacional y desarrolló un mecanismo que ha probado ser muy eficaz para la movilización de recursos entre los centros claves, incluyendo muchos sobre los cuales no tenía jurisdicción administrativa. Esto se logró por la formación del "Proyecto Coordinado de Mejoramiento de Arroz para toda la India" el cual mencioné antes. En este programa hay involucradas unas 100 unidades de investigación sobre arroz, distribuidas en esta gran nación.

En un sitio fácilmente accesible, en el medio geográfico del país se estableció un Centro Nacional de Coordinación. Los recursos humanos de este Centro se extendieron a 20 científicos bien calificados, especializados en las áreas de genética, patología, agronomía, fitofisiología, entomología e ingeniería. El trabajo de estos científicos consistía en establecer programas de investigación aplicada en sus respectivos campos que permitieran hacer ensayos más rápidos

de nuevas ideas y tan pronto como fuera posible, desarrollar nueva tecnología basada en sus investigaciones respectivas. En donde fuese necesario, se concentrarían los esfuerzos en hacer investigación básica. Por ejemplo, un campo de especialización no conocido en India era el de Fitofisiología. El trabajo primordial de los ingenieros agrícolas era el de ayudar a los centros cooperativos en el mejoramiento físico de las instalaciones para hacer investigación en el campo.

Centros Zonales y Regionales

De acuerdo con las características climáticas locales, el país se dividió en siete zonas. La estación principal de cada zona se denominó Centro Zonal y un científico miembro de la directiva conjunta fue asignado como Coordinador de Zona. El era responsable ante su organización matriz, la cual podía ser, por ejemplo, una Facultad de Agronomía, una Estación Experimental Estatal*, o bien, alguna unidad con fondos nacionales. Técnicamente, era responsable por el programa de AICRIP en su zona. Otras estaciones importantes, en cada zona, fueron designadas como Centros Regionales, responsables del programa de AICRIP en su sitio específico y en otras localidades de su región. El número de "regiones" dentro de una zona variaba de acuerdo con las condiciones hasta dar un total de doce, entre las siete zonas. Ocho o diez unidades experimentales podían cooperar, en una forma u otra, con el programa de un Centro Regional determinado.

El Centro Nacional de Coordinación y su agencia matriz, el ICAR, se dedicaron a enviar, por lo menos, dos científicos a cada centro regional en cada una de las disciplinas básicas como mejoramiento genético, agronomía, patología y entomología, y a proporcionar fondos adicionales para adquisición de equipo, transportes y otras facilidades para cada Centro. En este momento, los fondos para este apoyo suplementario se acercan a los US$500.000 por año, a las actuales tasas de cambio.

Investigaciones en Campos Especializados

En otro nivel, el programa identificó ciertas unidades de investigación como perfectamente capaces para realizar investigación básica de importancia nacional. Investigaciones sobre enfermedades virales y bacterianas, que anteriormente se consideraban de menor importancia relativa, fueron auspiciadas por el Instituto de Investigación Agrícola de la India. Otro centro localizado en un sitio en donde las plagas de insectos son prevalentes, fue auspiciado para dedicarlo a la investigación en las fases básicas de este problema, y así sucesivamente.

La participación internacional ha hecho posible la asignación de seis científicos extranjeros (norteamericanos, holandeses y japoneses) en el Centro Nacional de Coordinación utilizando fondos provenientes de la USAID y la Fundación Rockefeller. Además de estos donativos se obtuvo ayuda para la adquisición de equipos y abastecimientos que no se consiguen a nivel local. Esta parte del programa ha sido organizada y apoyada técnicamente por el IRRI. A través de fondos suministrados por la Fundación Rockefeller, un codirector del programa ha dirigido al grupo de científicos del IRRI.

Al hacer mención sobre este programa, Freeman y Shastry han manifestado lo siguiente:

> "El objetivo del Proyecto de Mejoramiento de Arroz para toda la India, es el de promover el espíritu de colaboración de todos los científicos arroceros del país en un programa común. El personal adicional y las instalaciones significan meramente un aumento de insúmos. Este objetivo ha sido logrado, hasta cierto punto, por medio de la cooperación activa del personal involucrado. El programa de AICRIP no se limita sólo a la operación de 24 centros regionales que reciben asistencia técnica de ICAR, sino que se conduce a través de 100 estaciones de investigación en todo el país. Dos institutos centrales (IARI y CRRI), nueve universidades agrícolas y varias secretarías departamentales de agricultura están involucradas en el programa de ensayo multisituacional. Los trabajadores en arroz de la mayoría de los centros cooperativos participan en dos seminarios de trabajo (workshops) del AICRIP cada año, con el fin de revisar los resultados de la investigación obtenidos en el ciclo agrícola inmediatamente anterior y diseñar el programa para el ciclo agrícola venidero".

Elementos Básicos del Programa

Los mismos autores citan un número de factores claves que han conducido al rápido progreso en la investigación de arroz en India:

1. Se estableció un sistema de seminarios de trabajo semianuales en los cuales los representantes de todas las unidades zonales y regionales se reúnen después de cada ciclo de cultivo para presentar sus resultados y planificar el trabajo del siguiente ciclo. Esto requiere que se establezca un alto nivel de calidad en la elaboración de los informes del trabajo de cada unidad, con el fin de que los resultados sean

* En 1975, la nación hindú se divide en 21 Estados y 8 territorios (N. del Ed.)

rápidamente evaluados y se tengan en cuenta al efectuar la planificación del trabajo futuro. El seminario de trabajo se llevará a cabo en diferentes localidades cada dos ciclos de cultivo con el fin de que los científicos aprendan acerca de los problemas que surgen en diferentes áreas cubiertas por el sistema.

2. Un "memorándum de entendimiento" se aprobo entre los centros departamentales o estatales y el Centro Coordinador. Freeman y Shastry comentan que "la intención de las partes involucradas y el espíritu de cooperación que exista son básicos para que se cumplan los términos del memorandum de entendimiento".

3. El programa de investigación ha sido diseñado para rendir frutos rápidamente a los agricultores y en el rendimiento total de la producción nacional. El científico podrá entonces ver la importancia de su trabajo e igualmente le sucede a la entidad gubernamental que lo auspicia.

4. Uno de los elementos importantes de este enfoque es su flexibilidad. En la práctica, ésta ha sido una de las contribuciones principales del componente de ayuda internacional.

5. Como un resultado de una continua colaboración se ha logrado desarrollar un espíritu de equipo que constituye un elemento clave en el éxito del programa.

6. El enfoque de equipo multidisciplinario, que ha resultado positivo para resolver problemas en todo el mundo es estimulado por este tipo de esfuerzo. Más aún, el alentar esta forma de trabajo no implica gastos ni duplicación de esfuerzos, ya que un especialista particular puede contribuir con su conocimiento desde cualquier ubicación organizacional donde se encuentre.

7. La multiubicación, que es característica inherente del programa de AICRIP, representa una gran ventaja para llegar rápidamente a una decisión en cuanto a la validez de una práctica o material específico. En algunas fases de la investigación sobre arroz, los datos más seguros que se han obtenido en el mundo proceden de AICRIP, donde han sido rigurosamente comprobados en una veintena de estaciones experimentales. Un linaje experimental de baja calidad o una práctica agrícola de poca eficiencia rápidamente se descartan cuando se ensayan en un medio tan amplio.

POSIBLE COORDINACION EN AMERICA LATINA

El enfoque coordinado ha creado mucho interés en otras partes de Asia. Ha sido estudiado por el Gobierno de Indonesia y adoptado, en principio, como la mejor estrategia para la investigación en arroz. Aquí, en América Latina, hemos tenido información acerca de los programas coordinados de Brasil para varios cultivos. Tal vez éllos también han estudiado la experiencia de India en la planificación de sus programas. Si no lo han hecho ya, yo les recomendaría a los colegas brasileños que lo hiciesen.

Sobre una base más amplia, me atrae la idea de lo que podría ser un Programa Latinoamericano de Investigación Coordinada sobre el Fríjol para sacar adelante este cultivo de la situación desventajosa en que se encuentra. Muchas de las características esenciales ya están presentes. Tenemos muchos científicos que trabajan con este cultivo, pero lo hacen relativamente aislados. Tenemos organizaciones regionales e internacionales interesadas en el problema capaces de hacer inmensas contribuciones. Las posibilidades para viajar y las comunicaciones en los países latinoamericanos son relativamente fáciles. El idioma no constituye una barrera. A pesar de que existen fronteras territoriales que habría que traspasar en el establecimiento de una red de trabajo, estas fronteras son amistosas, en términos generales.

Existe ya bastante cooperación y yo personalmente veo que el fortalecer los lazos existentes es un asunto bastante fácil. Si logramos presentar un programa práctico, no demasiado complejo pero capaz de ser desarrollado a medida que adquirimos experiencia, me siento optimista de que en fecha próxima, habremos encontrado la forma de lograr financiación adecuada.

Existen muchas características de la cooperación regional establecida en Asia que podemos adaptar a nuestro medio y aplicarla para la investigación que es necesario llevar a cabo en América Latina en las diferentes fases del cultivo de fríjol. Recomiendo, por lo tanto, que se haga un análisis a fondo del enfoque de AICRIP, al cual me he referido en esta Conferencia.

ENCUESTA SOBRE LA SITUACION DE LAS LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE EN AMERICA LATINA

Conferencista: Antonio M. Pinchinat

INTRODUCCION

Los organizadores del Seminario sobre El potencial del Fríjol y otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina consideraron necesario hacer una encuesta previa sobre la situación de esas leguminosas en los países de América Latina (incluyendo el Caribe), para sentar las posibles bases de la cooperación internacional, que se podría ofrecer a esos países.

El Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) de la Organización de los Estados Americanos realizó, en 1969, una encuesta en América Central con base en la cual se hizo una revisión del plan sobre cooperación técnica que venía brindando a los países de esa región, en sus programas de fríjol (2). Con fines similares el IICA, en 1972, llevó a cabo el mismo tipo de encuesta en un país del Caribe (1).

Esas encuestas sirvieron como antecedente y de modelo previo para organizar y llevar a cabo la presente encuesta. A cada uno de los países incluídos en la encuesta, se envió un cuestionario dividido en 12 secciones, con un total de 63 preguntas. Se pidió al Representante Oficial del IICA en el respectivo país, que sirviera de intermediario entre la fuente nacional de información y el encargado de hacer la encuesta, para facilitar las comunicaciones.

A través de la encuesta se procuró alcanzar los siguientes objetivos:

1) Reunir en un solo documento la información más reciente y fidedigna que fuera disponible sobre los aspectos biológicos, económicos y sociales, en relación con la producción y utilización de los fríjoles, en cada país considerado.

2) Intercambiar información y estimular colaboración entre los especialistas en distintos campos dentro del país a fin de facilitar la preparación del documento.

3) Resaltar las deficiencias nacionales en los aspectos incluidos en el cuestionario.

4) Recibir indicación por parte de los propios países de la forma en que, según ellos, se debe orientar la cooperación internacional para subsanar las deficiencias existentes en relación con el cultivo del fríjol.

El presente informe resume las respuestas recibidas de los países, haciendo mayor énfasis en el aspecto de la organización a nivel nacional y el impacto que a ese nivel ha producido la investigación, y anticipando que los demás aspectos mencionados en la encuesta serán analizados más detenidamente en otra oportunidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se puede apreciar en el Cuadro 1, la mayoría (14 sobre 21) de los países consultados, en particular casi todos los que anticipadamente considerábamos como tradicionales o importantes productores de fríjol, llenaron el cuestionario o nos enviaron material informativo relacionado con la encuesta. Sólo nos faltó la contribución de Venezuela, al parecer, por demora aparente en el correo, quedándonos con una muestra de 13 países informantes. Como documento anexo incluimos una lista del personal técnico que, en cada país, contribuyó a la recopilación de los datos solicitados en la encuesta.

Esto indica que entre los investigadores interesados en el cultivo de fríjol, a nivel nacional, prevalece el espíritu de cooperación para con otros colegas o instituciones a nivel internacional. Tal actitud es un buen augurio para el éxito de los planes en estudio por parte de las instituciones internacionales para fortalecer y ampliar la actual campaña interamericana en pro del mejoramiento de la productividad y utilización de los fríjoles en América Latina.

Cuadro 1. **Reacción obtenida en distintos países latinoamericanos (x) a la encuesta realizada en relación con la situación del cultivo del fríjol en esos países (1972).**

País	Reacción obtenida*			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Argentina	x			
Bolivia	x			
Brasil		x		
Colombia		x		
Costa Rica		x		
Chile	x			
Ecuador		x		
El Salvador			x	
Guatemala		x		
Haití		x		
Honduras		x		
Jamaica	x			
México	x			
Nicaragua		x		
Panamá		x		
Paraguay		x		
Perú		x		
República Dominicana		x		
Trinidad-Tobago	x			
Uruguay	x			
Venezuela				x
Total (de 21 países)	7	12	1	1

* Los números en paréntesis corresponden a las siguientes reacciones:

1) El país no suministró ninguna información
2) El país cooperó en la encuesta llenando los cuestionarios
3) El país no llenó ni envió los cuestionarios pero envió información
4) El país envió las encuestas pero éstas se demoraron en el correo.

EL CULTIVO COMERCIAL DEL FRIJOL EN AMERICA LATINA

El fríjol común (**Phaseolus vulgaris** L.) se cultiva comercialmente en los 13 países incluidos en la encuesta (Cuadro 2). Los cultivos que siguen, en frecuencia decreciente son: el fríjol de costa (**Vigna sinensis** Ednl.) en 8 de los países y el fríjol de palo (**Cajanus cajan** Millsp.) en 4. El fríjol de lima (**Phaseolus lunatus** L.) y algunas otras leguminosas, se producen comercialmente solamente en unos pocos de los países.

El fríjol de palo o gandul ha venido adquiriendo una acelerada importancia comercial, a veces superior a la de otros fríjoles, en algunos de los países consultados. En gran parte, esto se debe a la creciente demanda por parte de las industrias comerciales (enlatadoras y empacadoras) que utilizan el producto como materia prima. Se han establecido plantas procesadoras de grano de fríjol de palo en Panamá, República Dominicana y algunas islas del Caribe.

La producción de los fríjoles en América Latina es netamente deficitaria debido, principalmente a los bajos rendimientos de grano que se obtienen (alrededor de 600 a 700 kg/ha).

ORIGEN DE LOS CULTIVOS

La información recibida sobre el historial del cultivo de fríjoles en los países incluidos en la encuesta (Cuadro 3) brinda apoyo a la tesis de que el fríjol

Cuadro 2. **Distribución de cultivos comerciales de fríjol y de otras leguminosas de grano comestible* en algunos países latinoamericanos (1972). Los países que cultivan estas especies se identifican con x.**

País	Tipo de grano				
	Fríjol (1)	Caupí (2)	Fríjol lima (3)	Gandul (4)	Otras especies (5)
Brasil	x	x	x		
Colombia	x	x			x
Costa Rica	x				
Ecuador	x				
El Salvador	x	x			
Guatemala	x				x
Haití	x	x	x	x	
Honduras	x				
Nicaragua	x				x
Panamá	x	x		x	
Paraguay	x	x			
Perú	x	x	x	x	x
República Dominicana	x	x		x	
Total	13	8	3	4	4

* Los respectivos nombres científicos son los siguientes:

1) Phaseolus vulgaris
2) Vigna sinensis
3) Phaseolus lunatus
4) Cajanus cajan
5) Dolichos lablab, Phaseolus acutifolius, P. angularis, P. aúreus y P. coccineus, entre otras.

Cuadro 3. **Antecedentes (x) de algunas de las especies de grano comestible en América Latina.**

Tipo de fríjol	Antecedentes históricos*	
	Cultivo tradicional	Cultivo introducido
Fríjol común (Phaseolus vulgaris)	x	
Caupí (Vigna sinensis)		x
Fríjol lima (Phaseolus lunatus)	x	
Gandul (Cajanus cajan)		x

* Las especies que se remontan a épocas precolombinas se consideran como tradicionales. Aquellas que se establecieron después de la llegada de Colón al Continente Americano se consideran como introducciones del Viejo Mundo.

común y el fríjol de lima son originarios de América Latina. El fríjol de costa (con excepción de la información obtenida de Colombia y Paraguay), así como a fríjol de palo, se introdujeron inicialmente del Viejo Mundo, aparentemente, con el arribo de los esclavos procedentes de Africa al Continente Americano, en el siglo XVI.

El cultivo del fríjol de costa se considera como tradicional en Colombia y en Paraguay, tal vez porque los informantes no dieron al concepto "cultivo tradicional" el significado que nosotros le hemos dado, es decir "el que data de la época precolombina". Datos colaterales, tales como la antiguedad del cultivo en la Costa Atlántica de Colombia y la antiguedad entre Paraguay y Brasil, tienden a reforzar el argumento de que el fríjol de costa se introdujo en Colombia y en Paraguay, como en el resto del continente, después de la llegada de Colón. El historial del cultivo de los otros fríjoles incluye tanto la categoría de "tradicional" como la de "introducción".

Esa larga tradición de cultivar los fríjoles en América Latina, predominantemente en forma primitiva (según los informantes), ha sido tal vez una de las causas de la lentitud o resistencia del productor a adoptar prácticas modernas de cultivo. Por otro lado, esta misma circunstancia, unida a la de que algunos fríjoles (el común y el de lima, en particular) son nativos de esta parte del mundo, pone a nuestro alcance inmediato una amplia variabilidad genética que es posible utilizar en la selección eventual de variedades superiores.

INTERVENCION DE LOS PROGRAMAS NACIONALES EN LOS CULTIVOS

Debido a que los fríjoles se cultivan en su mayoría en parcelas de subsistencia por pequeños agricultores, es fundamental lograr el apoyo firme de los gobiernos nacionales para acelerar el éxito inicial de los esfuerzos tendientes a mejorar la productividad, rendimiento y rentabilidad de esos cultivos.

El Cuadro 4 indica que en 12 de los 13 países estudiados el gobierno estatal o federal ha establecido precios mínimos y ofrecido asistencia crediticia, y a veces, asistencia técnica para la producción de fríjoles, lo cual refleja el interés casi general de esos países por fomentar la producción de este importante renglón de la agricultura nacional. Sinembargo, en sólo seis de ellos funciona lo que podría considerarse un verdadero programa nacional de fríjoles, oficialmente constituido y sostenido y en el cual se coordina la investigación y divulgación (extensión) para aumentar la productividad del cultivo de los fríjoles.

La información recibida de los países, salvo en unos pocos casos, no nos permite expresar en términos numéricos la magnitud de los esfuerzos que las instituciones nacionales dedican a los fríjoles, en los aspectos de investigación y divulgación (Cuadro 5). Eso se debe, en primer lugar, a que en la mayoría de los países no se asignan recursos específicos (personal y presupuesto) para los fríjoles. En segundo lugar, sabemos por experiencia que, frecuentemente, cambia el personal científico en las instituciones nacionales que trabajan en fríjoles y falta cohesión y coordinación entre las actividades de las mismas. En general, los propios informantes manifestaron que resultan escasos los recursos asignados a las actividades relacionadas con el cultivo de fríjol.

Cuadro 4. **Apoyo gubernamental (x) brindado a los programas de fríjol en América Latina (1972).**

	Tipo de Apoyo	
	Precios mínimos de sustentación, crédito, asistencia técnica y otros	Establecimiento de programas nacionales bien organizados y apoyados*
Brasil**	x	
Colombia	x	x
Costa Rica**	x	
Ecuador**		
El Salvador	x	x
Guatemala	x	x
Haití**	x	
Honduras	x	x
Nicaragua**	x	
Panamá	x	x
Paraguay**	x	
Perú***	x	x
República Dominicana**	x	
Total	12	6

* Estos programas incluyen coordinación entre investigación y extensión

** En estos países, existen varias instituciones que trabajan en fríjol pero no existe un programa nacional que incluya todas las actividades que están actualmente dispersas

*** El programa nacional de fríjol está en fase de organización (Noviembre, 1972).

Cuadro 5. **Recursos disponibles (en términos de personal técnico y presupuesto*) dedicado a la investigación en el cultivo de fríjol y a la extensión agrícola, en América Latina (1972).**

	Campo profesional					
	Investigación solamente		Extensión solamente		Investigación y Extensión	
País	Personal	Presupuesto	Personal	Presupuesto	Personal	Presupuesto
Brasil**			>850			
Colombia**					24	872.000
Costa Rica**			≥42			
Ecuador						
El Salvador***						
Guatemala	9	45.614	17			
Haití	11		121		132	37.776
Honduras						
Nicaragua	2	10.100				
Panamá**					53	100.000
Paraguay						
Perú	300	6.443.686				
República Dominicana	3					

* El componente "personal" se expresa en términos de hombre/años y el de presupuesto en dólares (US $). Espacios vacíos indican ausencia de información

** Incluye otras especies de leguminosas de grano comestible

*** No se recibió respuesta.

En el Cuadro 6 anotamos por país los campos de investigación que, a través de la divulgación, han tenido impacto práctico en el cultivo de fríjol, en los últimos tres años. La selección de variedades (principalmente, mediante introducción y pruebas de rendimiento) y en segundo lugar, las pruebas de sistemas de siembra (comúnmente, paquetes tecnológicos muy incompletos), han sido los más aprovechados. Este resultado puede explicarse, tal vez, argumentando que, en cuanto al número del personal científico dedicado a trabajar en el fríjol en el conjunto de países considerados, dominan los agrónomos productores y escasean los especialistas en otros campos.

Explicar la diferencia entre los países en cuanto a los impactos positivos logrados, resulta un tanto más complejo. Intervienen seguramente los siguientes factores: 1) La relevancia práctica (económica) de los resultados de la investigación y la efectividad de los métodos de divulgación empleados; 2) La receptividad y adaptabilidad de los productores frente a los cambios tecnológicos propuestos y 3) La organización, intensidad y continuidad de los esfuerzos a nivel nacional.

Este último punto, que también abarca el número y la composición (variedad e idoneidad) del personal científico, ha influido mucho en la cantidad, la calidad y la diversidad de las publicaciones (Cuadro 7). Donde estén mejor estructurados los esfuerzos nacionales o superiores (en cantidad y calidad), sean los recursos físico y/o humanos, mayor y más diversifi-

Cuadro 6. **Campos profesionales que, a través de la extensión agrícola, han tenido un impacto considerable en la producción de fríjol en América Latina en los últimos tres años (1969 - 1972).**

	Campos profesionales*							
País	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Total
Brasil	x	x	x	x	x	x		6
Colombia	x	x	x	x		x		5
Costa Rica	x							1
Ecuador								0
El Salvador	x		x		x	x	x	5
Guatemala	x		x					2
Haití	x							1
Honduras	x	x	x					3
Nicaragua	x	x		x				3
Panamá	x		x	x				3
Paraguay								0
Perú	x							1
República Dominicana	x							1
Total	11	4	6	4	2	3	1	31

* Los números en paréntesis representan los siguientes factores:

1) Selección de variedades
2) Fertilización e inoculación con Rhizobium
3) Sistema de cultivo (incluye zonificación, fecha de siembra, densidad de población, todos en combinación con fertilización)
4) Control de malezas
5) Control de enfermedades (incluyendo patología vegetal)
6) Control de plagas
7) Estudios económicos.

Cuadro 7. **Número de publicaciones de amplia circulación, relacionadas con investigación y extensión en América Latina, producidas en los últimos tres años (1969 - 1972).**

País	Tipo de publicación*		
	(1)	(2)	(3)
Brasil**			
Colombia	10	4	28
Costa Rica***			
Ecuador	0	0	0
El Salvador**			
Guatemala	0	7	0
Haití	0	0	0
Honduras	0	0	0
Nicaragua	0	0	1
Panamá**			
Paraguay	0	0	0
Perú	5	23	17
República Dominicana	0	1	0

* Las publicaciones fueron clasificadas en la siguiente forma:

1) Artículos técnicos para revistas especializadas y libros
2) Boletines de divulgación (extensión agrícola)
3) Hojas impresas con información no específica, con característica de extensión

** Información incompleta; sinembargo, pareciera que existen varias publicaciones agrícolas en estos países

*** Información incompleta; sinembargo, pareciera que existen algunas publicaciones agrícolas.

cado ha sido el caudal de publicaciones. Esta tendencia reflejada en el Cuadro 7 está acorde con la experiencia que hemos obtenido en estos países, aún en aquellos no incluídos en la encuesta realizada.

Preguntados sobre sus problemas prioritarios en cuanto al cultivo de fríjoles, los países mostraron marcada disparidad en cuanto a las respuestas (Cuadro 8). Pero, la mayoría de ellos (9 sobre 12), señaló varios factores socioeconómicos como los más serios problemas que frenan el mejoramiento de la producción de fríjol común. Entre los mencionados factores se destacan: 1) el bajo nivel de educación agrícola del productor; 2) el escaso capital del productor unido a lo inadecuado de los incentivos de crédito y mercadeo y 3) la deficiente financiación de los programas de investigación y de extensión. Los otros problemas prioritarios mencionados se refieren, básicamente, a la tecnología (paquete tecnológico) de producción.

Los factores socioeconómicos podrían ser señalados o estudiados pero no cambiados fácilmente. Por su misma naturaleza, pueden restar (y en la mayoría de los países, restan) efectividad a los programas de investigación. Por lo tanto, como política operativa, éstos deben adaptarse a la realidad socioeconómica del ambiente que pretende servir.

Interés nacional por la producción de distintos tipos de fríjol

Para fines de promoción de la producción e investigación se incluyó en la encuesta una pregunta para saber cuáles son los tipos de fríjol que tienen mayor aceptación a nivel nacional. Los países en su mayoría (Cuadro 9), mencionaron el fríjol común (10 sobre 12) y el fríjol de costa (8 sobre 12). El fríjol de palo se indicó en 5 y el fríjol de lima en sólo 2 de ellos.

Fuera de Ecuador, el número de fríjoles indicados por país, varió de uno (Honduras) a seis

Cuadro 8. **Problemas de prioridades (x) en relación con la producción de fríjol en América Latina (1972).**

País	Sanidad vegetal	Zonificación ecológica	Prácticas agronómicas*	Producción de semilla	Uso de Variedades mejoradas	Factores socio-económicos**
Brasil	x	x	x	x	x	x
Colombia	x	x			x	x
Costa Rica		x	x			x
El Salvador***						x
Guatemala	x		x			
Haití		x		x	x	x
Honduras						x
Nicaragua	x					
Panamá		x	x			x
Paraguay	x					x
Perú	x				x	
República Dominicana				x		x
Total	6	5	4	3	4	9

* Se incluye aplicación de fertilizantes y otras prácticas específicas

** Se consideró, en especial, el nivel de conocimientos del agricultor, investigación sobre mercadeo y financiación de cultivos

*** No se obtuvo respuesta.

Cuadro 9. **Especies de fríjol de uso recomendado (x) para llevar a cabo planes de producción y programas de investigación (1972).**

País	Phaseolus vulgaris	Vigna sinensis	Cajanus cajan	Phaseolus lunatus
	Especies			
Brasil	x	x		x
Colombia[1]	x			
Costa Rica[2]		x	x	
Ecuador[3]				
El Salvador[4]				
Guatemala[5]	x	x		
Haití	x	x	x	
Honduras	x			
Nicaragua[6]	x	x		
Panamá	x	x	x	
Paraguay	x	x		
Perú[7]	x	x	x	x
República Dominicana	x		x	
Total	10	8	5	2

Además, se sugiere incluir las siguientes especies:

1) Glycine max y Phaseolus aureus
2) Dolichos lablab
3) Leguminosas productoras de aceite (sin especificar cuáles especies)
4) No se obtuvo respuesta
5) Phaseolus aureus, Phaseolus coccineus, Vicia faba y Cicer arietinum
6) Phaseolus acutifolius
7) Vicia faba y Cicer arietinum.

(Guatemala y Perú) pero, en la mayoría de los casos (8 sobre 12), era de dos a tres. Ecuador afirmó que "en la zona rural, en donde la carne y la leche son escasos, el consumo directo de las leguminosas constituye la principal fuente de proteínas". Sin embargo, éste país propuso el incremento del cultivo de las oleaginosas (sin especificar), "cuyo contenido de aceite, facilita su mercadeo". Comunicaciones anteriormente recibidas de Ecuador, a través de otras fuentes, indican que en el país hay interés por impulsar el cultivo de los fríjoles (principalmente, el común).

En El Salvador, por experiencia propia, sabemos que el interés actual está centrado, principalmente, en el fríjol común, y en menor grado, en el fríjol de costa. Casi lo mismo se puede decir de Venezuela y de varios de los otros países latinoamericanos en los que se produce fríjol comercialmente.

Esto justifica la preocupación de algunas instituciones agrícolas internacionales por aumentar la productividad del fríjol común en América Latina. De igual manera, es muy considerable el respaldo que esas instituciones están aportando o quieren aportar al cultivo del fríjol de costa y al fríjol de palo, particularmente, en las zonas que se consideren ecológicamente marginadas de la producción del fríjol común.

FUNCIONES EN LAS QUE PUEDE CONTRIBUIR LA COOPERACION INTERNACIONAL

En cuanto a la forma de cooperación técnica que los países esperan o desean de las instituciones internacionales interesadas en el cultivo de fríjol (Cuadro 10), figuró, en primer plano, la asesoría de la investigación, incluyendo visitas de trabajo e intercambios temporales de personal técnico y planificación de la investigación. Por visita de trabajo se entiende, en particular, la que implica la participación efectiva del especialista internacional en una actividad específica del país visitado. El intercambio de personal contempla el colocar en el país a un especialista internacional mientras se adiestra un especialista local. La colaboración en la planificación de la investigación, a nivel nacional, puede prestarse por un especialista o grupo de especialistas internacionales, mediante una visita de trabajo o una reunión internacional o, mejor aún, intraregional.

En segundo lugar, la cooperación internacional puede contribuir en el adiestramiento (formal o especial), principalmente, en los campos de fitomejoramiento, fitosanidad, producción de semilla, riego y comunicación. Es notoria la escasez de personal técnico idóneo y especializado en las instituciones nacionales que trabajan en fríjoles.

Se manifestó también, a través de la encuesta, cierta preocupación por el análisis y la preservación de germoplasma de fríjoles. Esta idea fue planteada por tres países, dos de los cuales (Guatemala y Perú) se encuentran ubicados en zonas consideradas como importantes centros de diversidad genética de fríjoles. Perú sugirió que las instituciones internacionales distribuyan, entre los demás países, poblaciones segregantes (posiblemente, en la generación F_2) y otra clase de material genético básico.

Colombia propuso la promoción de la investigación en la utilización alimenticia del fríjol (grano y otras partes de la planta) y otro país (Costa Rica), mostró mucho interés por la recopilación y difusión de información técnica.

Es importante notar que al contestar a una pregunta abierta, los países pusieron énfasis en los mismos servicios que algunas instituciones internacionales (particularmente, a nivel interamericano o regional) han venido prestando en problemas relacionados con el cultivo de fríjol desde los principios de la década pasada. Lo que, en esencia, parece que están reclamando los países es una ampliación o intensificación de esos servicios.

CONCLUSIONES

Salvo en muy pocos casos, todos los países latinoamericanos se mostraron dispuestos a participar en

Cuadro 10. El tipo de cooperación técnica internacional (x) que ha sido sugerida por los países de América Latina (1972).

País	Tipo de cooperación		
	Consulta en investigación[1]	Adiestramiento (total o específico)	Análisis de germoplasma y mantenimiento de especies
Brasil[2]	x		
Colombia[3]		x	x
Costa Rica[4]	x		
Ecuador	x		
El Salvador[5]			
Guatemala	x	x	x
Haití	x	x	
Honduras	x	x	
Nicaragua	x		
Panamá		x	
Paraguay	x		
Perú[6]			x
República Dominicana	x	x	
Total	9	6	3

1) Se incluye visitas de trabajo, intercambio temporal de personal técnico y planeación/programación de proyectos de investigación
2) En especial, en mejoramiento de variedades, sanidad vegetal, producción de semilla, irrigación y difusión de nueva información
3) También se mencionó investigación en utilización de alimentos manufacturados
4) También se mencionó compilación y distribución de información técnica
5) No hubo respuesta
6) También se mencionó distribución de materiales segregantes y de otros tipos de material genético.

la encuesta y la mayoría de ellos hizo todo lo posible por hacer llegar hasta nosotros sus respuestas a tiempo. Esto viene a constituir otra demostración del dinámico espíritu de cooperación del personal técnico que trabaja en fríjoles en América Latina.

Varias de las contribuciones remitidas por los países y preparadas específicamente para la encuesta constituyen valiosos documentos que sintetizan la situación global del cultivo de fríjol, en los respectivos países. Algunos países están haciendo planes para publicar el documento que prepararon para la encuesta que hemos realizado con su colaboración.

En algunos países, la preparación de las respuestas fue motivo para que se intensificara o se iniciara el proceso de colaboración entre técnicos y el intercambio de información entre colegas, dentro del mismo o diferentes campos.

Económica y socialmente los fríjoles que tienen más importancia en América Latina (según lo indicaron los países consultados), son: el fríjol común, el fríjol de costa y el fríjol de palo. El cultivo de esas especies data de antes o de muy poco después de la llegada de Cristóbal Colón al Nuevo Mundo y se ha venido realizando, en forma básicamente primitiva, por pequeños agricultores.

Los recursos (personal técnico y presupuesto) y la organización de los esfuerzos nacionales para mejorar la productividad y utilización de los fríjoles son, por lo general, muy inadecuados. Como consecuencia, son pocos los logros prácticos que se han obtenido de la investigación.

Los problemas más serios que deben solucionar los países para alcanzar sus objetivos en el cultivo de los fríjoles, se pueden dividir en dos grupos: los de orden socioeconómico y los que, básicamente, componen el "paquete tecnológico".

La mayoría de los países quieren concentrar la investigación en el fríjol común. Hay también mucho interés para trabajar en fríjol de costa y fríjol de palo.

Al especificar cuáles son las formas de cooperación internacional que desean establecer al respecto, los países señalaron los mismos servicios que algunos organismos a nivel interamericano o regional han venido prestando a muchos de ellos (particularmente, en América Central y el Caribe) desde hace varios años. En esencia, anhelan una ampliación o intensificación de esos servicios.

La cooperación internacional, sinembargo, al impulsar la producción de fríjoles, deberá tener en cuenta la competencia que con frecuencia se hacen los países entre sí para asegurar sus mercados. En cambio, se deberá tender a aumentar al máximo la utilidad económica que perciba el productor, sin perjudicar al consumidor.

AGRADECIMIENTOS

El texto de esta conferencia se escribió gracias a la colaboración recibida de los colegas cuyos nombres me permito incluir en la lista siguiente. También, deseo agradecer la cooperación de los Representantes

Oficiales del IICA ubicados en diversos países latinoamericanos quienes no escatimaron ni tiempo ni esfuerzo para que el material informativo llegara oportunamente a nuestras manos con el fin de elaborar el presente documento.

Colegas latinoamericanos que contribuyeron a llevar a cabo esta encuesta:

Brasil

Líder: Vieira, Clibas
Andrigueto, José Rosalvo
Barbosa, Eduardo H. O.
Krutman, Sarah
Machado, Regina C.R.
Oliveira, Aristóteles F. Ferreira de
Oliveira, Luiz Bezerra de
Paiva, José Braga
Pereira, Luiz A. G.
Ramos, Milton G.
Roman Juracy Luiz
Silva, Avahy Carlos da
Silva, Pedro Moreira da
Tupinamba, Evandro A.
Vieira, Iron Francisco

Colombia

Líder: Orozco Sarria, Silvio H.

Costa Rica

Líder: Arias, Edgar
Campos, Gilberto
Cordero, Edgar
Echandi, Oscar
Fonseca, Jorge
Fuentes, Gerardo
Iglesias, Guillermo Enrique
Mangel, Ricardo
Mata, Roque
Pinchinat, Antonio M.
Sáenz, Alberto
Torres, Jorge

Ecuador

Líder: Sánchez, Hugo
Moore, Terry

El Salvador

Líder: Cristales, Rodolfo

Guatemala

Líder: Masaya, Porfirio
Molina, César Augusto

Haití

Líder: Laortue, Roland
Barthelemy, Julio
Dossous, Raoul
Duplan Verdy
Thimothe, André

Honduras

Líder: Parodi Valverde, Juan
Foster, José Ernesto
García A., Roberto
Montenegro, Barahona José

Nicaragua

Líder: Leypón Noguera, Ernesto
González R., José A.
Tapia Barquero, Humberto

Panamá

Líder: Lasso G., Rolando

Paraguay

Líder: Fatecha Acosta, Augusto
Centron Fleitas, Horacio

Perú

Líder: Voysest V., Oswaldo
Burns Rangel, Robert

República Dominicana

Líder: Saladín G., Freddy
Bautista, Félix D.
Bautista, Juan Elías
Deno, Angel Félix
Díaz, Rafael
Mercedes, Pablo
Pineda, Raúl
Beyes Villar, Vinicio
Rodríguez, José R.
Rodríguez, Narciso
Santana P., Antonio
Tirado Fermín, Luis

LITERATURA CITADA

1. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA). 1969. Reunión técnica sobre programación de la investigación agrícola para República Dominicana. Vol. 1. San Cristóbal, República Dominicana.

2. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 1969. Reunión técnica sobre programación de investigación y extensión en fríjol y otras leguminosas de grano comestible para América Central. Turrialba, Costa Rica. (Mayo 20-29, 1969). Publicación ZN. 112-69 (Vols. I y II).

ENFOQUES MODERNOS PARA EL ADIESTRAMIENTO DE ESPECIALISTAS QUE TRABAJAN EN LEGUMINOSAS DE GRANO COMESTIBLE EN LOS TROPICOS

Conferencista: Fernando Fernández

En la época actual, la agricultura de los países en desarrollo está atravesando por un período que algunos han dado en llamar "la Revolución Verde". Un período de rápidos avances en tecnología, de presiones cada vez mayores por el desarrollo económico y de clamor ruidoso por el cambio social.

El progreso ágil que se busca para el desarrollo de la tecnología en fríjol (**Phaseolus vulgaris**) y otras leguminosas comestibles y para la utilización de estos alimentos por el hombre, depende de varias actividades críticas, las cuales generan las entradas y organizan y energizan los procesos en lo que ha sido descrito como el "sistema agrícola" (14). La generación de dichas entradas y procesos, relacionados directamente con la tecnología y con los factores socioeconómicos de la unidad de producción, requieren fuentes de recursos humanos calificados que aseguren una tasa constante, o mejor aún creciente, de progreso.

Varios científicos distinguidos han enfatizado en este Seminario la importancia inmediata de las especies de leguminosas comestibles, particularmente **Phaseolus vulgaris**, en el panorama agrícola de los trópicos, desde el punto de vista de sus respectivas disciplinas científicas y de sus valores humanos. Evidentemente, se presenta en el futuro cercano una labor de gran magnitud, urgente a corto y largo plazo, en investigación y cambio de los sistemas de producción de las leguminosas de grano comestible.

Si es que se ha de hacer frente a este desafío con éxito se necesitará un número cada vez mayor de investigadores competentes en las varias disciplinas específicas, para trabajar en el fríjol y otras leguminosas comestibles, en cada uno de los países de los trópicos.

Más aun, será esencial asegurar que los resultados de la investigación, "el paquete tecnológico" desarrollado para cada situación, será llevado hasta el agricultor y de que él recibirá enseñanza directa o indirecta para adoptar y lograr el máximo de esa tecnología para su beneficio propio y el de las poblaciones urbanas y rurales. Será absolutamente necesario que un número suficiente de especialistas competentes en producción estén a mano para transferir esa tecnología, efectuar el cambio y ayudar a la creación de las condiciones socioeconómicas favorables para su adopción.

El Cuadro 1 muestra el número de investigadores y agrónomos de producción en labores de extensión durante 1967 y 1972 para dos de los países iberoamericanos que mejor equipados estaban, en el campo de leguminosas comestibles en América Latina. Estas cifras muestran poca variación para un período de cinco años en lo que respecta a personal de investigación. Hubo un aumento sustancial en el número de agrónomos de producción que sólo estaba parcialmente relacionado con leguminosas.

POR QUE ES NECESARIO EL ADIESTRAMIENTO?

Al nivel profesional, el adiestramiento se hace con el objeto de: 1) Complementar la educación universitaria; 2) desarrollar habilidades en investigación y en producción; 3) conducir hacia una especialización, o sea, incrementar el conocimiento profundo sobre una materia determinada; 4) capacitar al profesional para su trabajo y 5) energizar y motivar.

Siendo una función educativa, podríamos esperar que el lugar del adiestramiento estuviera ubicado esencialmente en el ámbito de las universidades. Cuando se trata de enseñanza en ciencias o en investigación, muchas escuelas de posgrado, tanto nacionales como del extranjero, hacen una labor elogiable dentro de una disciplina dada. Este parece ser el objetivo inmediato de los programas académicos que conducen a la maestría y al doctorado.

Tal como Autrey, Garcés y Waugh lo mencionaron en 1971 (3) hay 15 instituciones en 10 países de América Latina, incluyendo México, Costa Rica, Colombia, Puerto Rico, Brasil, Chile, Argentina, Venezuela, Cuba y Perú que tienen programas de posgrado conducentes al título de Master y una

Cuadro 1. **Número de científicos que realizan investigación y de agrónomos especialistas en producción que trabajan en programas de cultivo de plantas leguminosas de grano comestible, en Colombia y Perú, en los años 1967 y 1972.**

	Investigadores					Agrónomos (producción)	
País	Mejoramiento[1]	Agronomía[2]	Patología vegetal	Entomología[3]	Total	A tiempo completo	A tiempo parcial
Colombia							
1967	10	2	1	2	15		120
1972	9				9	2	180
Perú							
1967	9	7	3	2	21		160
1972	5	11	1	2	19		280

1) Incluye técnicos que trabajan en actividades oficiales y privadas en manejo y producción de semilla.
2) Incluye técnicos especialistas en Ciencia de Suelos.
3) Incluye nematólogos.

Fuentes: Investigadores Agrícolas de la Zona Andina. 1967. Dirección Regional de la Zona Andina. IICA. Lima, Perú. Información directa obtenida en 1972 en el Instituto Colombiano Agropecuario. (ICA), Colombia y Dirección General de Investigación Agrícola, Ministerio de Agricultura, Perú.

escuela, en México, que ofrece programas doctorales. Esto representa, en verdad, un progreso significativo en la educación de posgrado.

Sin embargo, la educación universitaria en América Latina está orientada hacia las disciplinas y se ha caracterizado por un énfasis en la instrucción teórica, frecuentemente de buena calidad, alta intensidad y bastante amplitud, tanto al nivel de posgrado como al de pregrado. Las universidades hacen frente a muchos problemas que tienden a afectar desfavorablemente la calidad de la enseñanza agrícola, pero no es mi intención entrar a examinar aquí ese tema. No es poco común, por lo tanto, encontrar que para lograr un grado elevado de excelencia y productividad en la investigación, el científico acabado de egresar de la escuela de estudios de posgrado, que va a trabajar con leguminosas comestibles, necesita adiestramiento adicional para adquirir conocimientos más profundos y actualizados y desarrollar habilidades relacionadas con esos cultivos.

Más aun, en muchos países los poseedores de conocimientos al nivel de master o doctorado son muy pocos. Por esta circunstancia, los programas de investigación se ven forzados a seleccionar personal entre los agrónomos egresados de las facultades y no de escuelas de posgrado. La necesidad de adiestramiento complementario que los capacite para trabajar en investigación es, en estos profesionales, aún mayor.

Los científicos de investigación, por sí solos, no pueden llevar a cabo todo el trabajo que requiere el desarrollo agrícola para una región o país. Es absolutamente esencial el concurso de agrónomos de producción que sean competentes para llevar al productor la tecnología generada por la investigación, ponerla a prueba bajo las condiciones del agricultor y diseminarla, una vez comprobada su validez. Se calcula que se necesitan 20 agrónomos de producción por cada investigador (esta proporción puede aumentar aún más en el futuro). Muy frecuentemente, se encuentra que los agentes de extensión, agentes de cambio o profesionales que dan asistencia técnica al productor, son profesionales muy jóvenes, de reciente graduación, los cuales son enviados a las comunidades en donde se supone habrán de ayudar, luego de haber recibido un curso breve e intensivo sobre métodos clásicos de extensión agrícola pero sin estar equipados con las habilidades de diagnóstico y la aptitud administrativa necesaria para hacer frente a los problemas prácticos de la producción que el agricultor ha de enfrentar en la realidad de su vida diaria. La educación universitaria, caracterizada por el énfasis teórico que el agrónomo recibió, no alcanza a hacerlo suficientemente competente como para llevar a cabo con éxito su cometido (1, 5, 6, 7, 8, 11, 12).

Esencialmente, un profesional agrícola que no sea lo suficientemente competente como para lograr éxito en sus objetivos de trabajo deberá pasar por un cierto período de "adquisición de experiencia" o sea, ganar conocimiento profundo sobre la materia, desarrollar habilidades y alcanzar un alto grado de familiaridad con el tema de su trabajo. Esta adquisición de experiencia es una función humana diaria. Dicha experiencia puede ser adquirida por una de dos maneras:

1) Por el método de "hacer la prueba", o sea, aplicando el conocimiento y la habilidad que tenga el profesional, más una buena dosis de lógica y de sentido común. Los fracasos y éxitos que sufren y alcanzan bajo este método, conducen al profesional

por un largo camino hacia la experiencia y puede o no llegar a ser un científico competente.

2) Por el proceso de adiestramiento, o sea, llevando a cabo una serie de acciones diseñadas para darle la oportunidad de aprender en una secuencia lógica y de desarrollar habilidades, todo esto bajo la guía de un supervisor calificado y conocedor. El resultado final dependerá de la calidad del adiestramiento, del becario y del supervisor.

Dados los objetivos de desarrollo agrícola rápido, con respecto al fríjol y posiblemente otras leguminosas comestibles, las instituciones nacionales en América Latina difícilmente podrían darse el lujo de seguir el primer método, con la esperanza de formar un número suficiente de profesionales competentes. La respuesta, entonces, está en adiestrar profesionales para integrar equipos de investigadores y especialistas en producción en el tiempo más corto posible.

En 1971 y 1972 se adiestraron en el CIAT 24 jóvenes agrónomos de seis países en un Curso de Adiestramiento en Producción de Cultivos. Una vez completado su adiestramiento de 12 meses se les hizo la siguiente pregunta: "Si usted hubiera tenido que alcanzar su nivel actual de experiencia, a través del trabajo que desempeñaba antes de su adiestramiento, cuánto tiempo cree que le hubiera tomado? . Las respuestas mostraron un rango de tres a seis años, con una media de 4,2 años de equivalencia a un año de adiestramiento. La misma pregunta les fue repetida a 13 de los 24 agrónomos escogidos al azar, uno o dos años después; entonces, el rango de respuestas fue nuevamente de tres a seis, pero la media subió a 4,8 años. Este grupo incluía desde graduados muy recientes hasta profesionales con cinco años de trabajo en programas de extensión.

No obstante, el mayor beneficio del adiestramiento no está en acortar el tiempo requerido para alcanzar un cierto nivel de experiencia sino en asegurar que los conocimientos y habilidades desarrollados sean los más apropiados para las labores de investigación y producción, y en energizar y motivar al profesional.

En ocasiones, algunos educadores que no reconocen la necesidad del adiestramiento pragmático, sostienen la tesis siguiente:

Los Estados Unidos y varios países de Europa han logrado formar un conjunto numeroso de investigadores y agentes de extensión, únicamente por medio de programas académicos, los cuales son muy similares a aquellos de las universidades en los países de América Latina que son de orientación básicamente teórica.

Uno podría precipitarse a admitir la validez de esta aseveración. Pero, antes hay que tomar en cuenta tres consideraciones:

Primera: En el pasado, el 75 por ciento de los profesionales y estudiantes de agricultura en los Estados Unidos y Europa procede de áreas rurales y tiene, por lo tanto, una sólida base agrícola construida sobre la práctica en fincas. En contraste, las cifras comparativas para América Latina son en un 25 por ciento de extracción rural y en un 75 por ciento de extracción urbana (1, 7, 11, 12). Más aún, la mayor parte de estos profesionales que tienen alguna base en faenas de campo, en países de América Latina procede de un estrato social que provee muy poca oportunidad para adquirir experiencia "cerca a la tierra".

Segunda: En los países avanzados, un número considerable de científicos y estudiantes ha estado por muchos años dedicado a la investigación en instituciones dotadas de amplios recursos, las cuales tienen programas de "adiestramiento en servicio" para jóvenes científicos, dentro de los proyectos de investigación en marcha. La investigación agrícola, en particular, está en esos países, casi totalmente en manos de las universidades (Land Grant Colleges, en los Estados Unidos) las cuales juegan el papel de "centros de adiestramiento" para científicos.

Tercera: Los agentes del servicio de extensión en los Estados Unidos han estado atendiendo a un tipo de agricultor bien financiado y de un grado relativamente alto de sofisticación tecnológica, y muy receptivo a las nuevas tecnologías que operan en un suprasistema agrícola muy favorable. El papel del agente de extensión, en ese caso, ha sido más de naturaleza informativa. Los obstáculos socioeconómicos que bloquean la agricultura de los trópicos han sido casi inexistentes en los Estados Unidos y Europa. Por lo tanto, los problemas que el agrónomo de producción tiene que afrontar en los países en desarrollo, son más difíciles que aquellos en los países más avanzados.

Byrnes (8) presenta la hipótesis de que "mientras más subdesarrollada es la agricultura de un país, más competente debe de ser el agrónomo de extensión y debe serlo en un mayor número de áreas de competencia o aptitud". Continúa diciendo Byrnes:

El campesino analfabeto en el país en desarrollo depende casi exclusivamente del agente de extensión, ya que dicho campesino no tiene la diversidad de medios de comunicación (teléfono, televisión, periódicos, revistas agrícolas, etc) ni tampoco tiene acceso fácil a otras fuentes de información que están disponibles para el agricultor, digamos, del Estado de Iowa, Estados Unidos. Si el agente de extensión no puede responder con certeza a las preguntas del agricultor, o si da recomendaciones equivocadas, el agricultor y muchas otras personas sufren las consecuencias y el agrónomo pierde credibilidad."

Los métodos ortodoxos de educación agrícola que han caracterizado la educación de agrónomos en los países en desarrollo han sido, en gran parte, trasplantados como adaptaciones de los métodos desarrollados en los países avanzados de la civilización, para ambientes físicos y socioeconómicos diferentes.

Una encuesta hecha en 1969, a través de visitas personales, a 10 de las facultades de agronomía más sobresalientes en América Latina reveló que, al menos, en la mente del decano y otros administradores académicos, el valor de las prácticas de campo y de laboratorio fue reconocido como muy alto, al mismo nivel que las clases de aula. Sin embargo, en la realidad de la mayoría de los casos la encuesta mostraba que los laboratorios estaban faltos de equipo, los campos experimentales permanecían ociosos, las herramientas y la maquinaria eran muy escasas, había muy pocos instructores de campo, el ausentismo de los estudiantes alcanzaba niveles muy altos y el trabajo hecho "cerca a la tierra" con las propias manos, era considerado denigrante. La falta de financiamiento fue la razón dada casi unánimemente por los entrevistados para justificar el vacío del adiestramiento práctico én las universidades.

Cada cierto tiempo, las facultades de agronomía se embarcan en "reformas al curriculum" motivadas por cambios de administración, o presiones del profesorado o de los estudiantes. Sin embargo, los cambios que se llegan a poner en práctica son generalmente en cuanto al contenido y número de los cursos teóricos y no en la filosofía y metodología de la enseñanza, ni en el balance entre la teoría y la práctica. Como resultado, el producto final cambia poco y continúa consistiendo en profesionales bien educados que subsiguientemente necesitan adquirir experiencia por la vía de "hacer la prueba", o tienen que ser adiestrados para que su educación llegue a ser productiva (8).

Hay mucho que discutir en relación con la educación agrícola en los países en desarrollo, pero no intentaré hacerlo aquí. El asunto del cambio en los sistemas de educación necesita de un enfoque moderno y constructivo a la luz de ideas nuevas y para la realización de las necesidades urgentes de estos países.

LA MODALIDAD DEL ADIESTRAMIENTO EN SERVICIO

El método de "adiestrar en el empleo" ha sido utilizado desde hace mucho tiempo en la capacitación de personal para efectuar un cierto trabajo. Quizás, este es el procedimiento más comúnmente usado para desarrollar habilidades y proveer conocimiento, particularmente para bisoños o personal nuevo que no está familiarizado con determinado trabajo, o con el medio ambiente. La modalidad de "adiestramiento en servicio" se lleva a cabo frecuentemente, aun sin la intención formal de adiestrar pero, esencialmente, es una manera de capacitar personal. Cuán efectivo ha de ser este método cuando se aplica a una persona dada, depende de la planeación anticipada, la responsabilidad asignada al que se está adiestrando y el grado de supervisión y guía que se le provea.

Comúnmente, se encuentra que la modalidad mencionada es puesta en práctica en instituciones nacionales de investigación, cuando profesionales recién graduados de las universidades ingresan a la institución. El grado de éxito que se alcanza con este método varía mucho, desde casi ningún éxito hasta un éxito completo, dependiendo de circunstancias de las que se tratará más adelante.

La selección de quién se va a adiestrar juega un papel extremadamente importante en el éxito del adiestramiento, particularmente cuando esta actividad está dirigida hacia una disciplina o cultivo agrícola en particular. Al hacer la selección se hace necesario tomar muy en cuenta los gustos o inclinaciones personales, vocación, actitudes, hábitos, antecedentes, dedicación al trabajo, habilidad natural, adaptación al medio, además de inteligencia, personalidad y educación universitaria.

EL INTERNADO DE POSGRADO

Entre las varias adaptaciones de los métodos de adiestramiento en servicio hay una en particular que, a través de los años, ha persistido debido a su éxito. Esta adaptación es conocida como el "internado" en la educación médica. El estudiante, una vez que ha completado la mayoría de sus cursos, ingresa a un hospital en residencia, por uno o dos años. Durante ese período, se le expone una gran diversidad de casos en varios campos de especialización. El participa y toma responsabilidad en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y perturbaciones, forma parte de equipos de cirugía y puede participar en algún proyecto de investigación. Mientras hace todo esto, se mantiene en consulta con colegas y bajo la supervisión de médicos especialistas de la mayor experiencia posible. Además, el interno asiste a seminarios y participa activamente en discusiones y revisión de casos particulares. Al final de este período de internado, el estudiante se gradúa.

Si el médico recién graduado decide seguir una rama de especialización, por ejemplo, cardiología, él vuelve al internado (esta vez se le llama residente) por un período adicional de dos o tres años de adiestramiento de posgrado.

Para el médico, los internados descritos son períodos de "aprender haciendo" con un alto grado de actividad en la práctica de sus conocimientos teóricos

bajo la supervisión, guía y consejo de profesionales especializados. Asiste a un mínimo de clases; en cambio, participa en una serie de seminarios y reuniones. La dedicación total es otra característica clave de esta clase de adiestramiento.

En marcado contraste, las facultades de agronomía que en América Latina se organizaron inicialmente al abrigo de las facultades de ingeniería civil (de ahí el título de Ingeniero Agrónomo) gradúan sus estudiantes sin un período sustancial de práctica. Es razonablemente admisible que las profesiones de ingeniería civil, química, mecánica, etc (campos profesionales que se basan principalmente en ciencias exactas), no tengan una gran necesidad de experiencia práctica para sus estudiantes o recién graduados. Las profesiones en agricultura, en cambio, se basan más en las ciencias biológicas y sociales y en aquellos aspectos de las ciencias físicas que son difíciles de medir y controlar. Lo anterior hace que el profesional que trabaja con leguminosas de grano, en investigación o en producción, tiene que encarar una gran variabilidad biológica y socioeconómica que hace que la experiencia sea un requisito indispensable para que el profesional sea competente.

En los años recientes, las instituciones internacionales (de investigación y adiestramiento) han adoptado el internado de posgrado y su metodología de "aprender por ejecución", adoptándola para llenar los objetivos de la capacitación de jóvenes profesionales en agricultura.

El Instituto Internacional para Investigaciones de Arroz, IRRI, en 1962, fue el primero de estos institutos en poner en acción este tipo de internado en su concepto total, con éxito trascendental (17). El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, también ha incorporado el internado de posgrado en sus programas de adiestramiento haciendo ciertas adaptaciones y cambios.

A continuación se enumeran las características principales del internado de posgrado aplicado a las ciencias agrícolas:

1. El adiestramiento por ejecución para investigación o producción tiene lugar directamente en los campos y laboratorios.

2. Establece objetivos de comportamiento bien definidos.

3. Sigue un plan de adiestramiento para alcanzar esos objetivos.

4. Provee supervisión, guía, y evaluación por canales directos de asesoría de adiestramiento.

5. La dedicación completa es requerida todo el tiempo.

6. Al interno se le da responsabilidad en sus actividades.

7. Oportunidad para adquirir experiencia directa en los campos de agricultores.

8. Promueve interacción con colegas.

9. Ofrece seminarios y sesiones de conferencia/discusión,con tiempo para leer y escribir independientemente.

10. Conduce a la especialización en una disciplina y/o cultivo o grupo de cultivos similares.

11. Desarrolla habilidades especializadas.

12. Da oportunidad para incluir aspectos de ciencias sociales, principalmente, economía y comunicación.

Cinco de estas doce características merecen un comentario adicional: adiestramiento por ejecución, objetivos de comportamiento, supervisión, plan de adiestramiento y responsabilidad.

Adiestramiento por ejecución

El adiestramiento por ejecución es la espina dorsal del internado de posgrado y un requisito esencial para el éxito en este tipo de adiestramiento. El participante debe llevar a cabo personalmente, por lo menos una vez, todas las labores relacionadas directamente con los objetivos de su adiestramiento. Frecuentemente, encontramos que este método ha sido evitado por algunos en el pasado por haber sido considerado degradante para un profesional. Esto es comprensible a la luz de pasados prejuicios sociales inherentes a la cultura latinoamericana. Estos prejuicios afortunadamente están siendo borrados por el proceso de cambio social.

Objetivos de comportamiento

La manera más clara, útil y funcional de expresar las metas inmediatas del adiestramiento es haciéndolo en términos de "objetivos de comportamiento", o sea, ¿qué cambio se persigue en el comportamiento del profesional en relación con el campo de especialización? En otras palabras: ¿qué es lo que esperamos que el participante sea capaz de hacer, una vez completado su adiestramiento y como resultado de éste?

Eliminando la ambigüedad y definiendo en términos precisos lo que se espera lograr, será más fácil el diseño de un plan de adiestramiento encaminado a alcanzar esos objetivos y evaluar, al final del período de adiestramiento si los objetivos fueron alcanzados.

Supervisión y asesoría

La diferencia principal entre un mal adiestramiento en servicio y un internado de posgrado exitoso son los conceptos de supervisión y guía. No debemos esperar que un profesional se adiestre solo, dándole únicamente una labor a cumplir. Es preciso guiarlo y supervisarlo, no hasta el grado de "llevarlo de la mano", sino hasta el punto de que él sea orientado para aplicar sus conocimientos y habilidades actuales y adquirir conocimientos adicionales y desarrollar otras habilidades.

Responsabilidad

La supervisión y guía deberá mantener un balance con la responsabilidad del participante. En ningún caso, las dos primeras deberán sustituir a esta última, mientras el participante sea capaz de aceptar esa responsabilidad y cumplir su cometido. Uno de los instintos más desarrollados en el hombre, desde muy temprana edad, es el sentido de pertenencia, el cual conduce hacia la aceptación placentera de responsabilidad y además, causa motivación. Al interno posgraduado se le debe dar la oportunidad de sentir que el proyecto en que él trabaja para su adiestramiento, es su proyecto. Esto se logra asignándole un proyecto específico de investigación o producción en leguminosas de grano comestible.

Plan de adiestramiento

El plan de adiestramiento es otra característica del internado de posgrado que contribuye a la capacitación efectiva. Un plan orientado hacia los objetivos, permite promover una serie organizada de experiencias instructivas en vez de dejar al interno a expensas de una labor al azar.

Los candidatos para internado de posgrado en investigación de fríjol en el CIAT, son identificados y seleccionados por el personal científico, durante sus visitas a las instituciones involucradas en investigación sobre leguminosas de grano comestible en los varios países. El mismo CIAT produce un número limitado de esos candidatos. Otros son financiados por instituciones nacionales o internacionales.

Antes de que el candidato aceptado viaje al Centro, su asesor y el coordinador de adiestramiento esbozan un plan de trabajo. Este plan se desarrolla a lo largo del período de residencia del becario. Una vez llegado al Centro, se le asigna al interno un proyecto de investigación y se le provee guía y supervisión, según la necesite. Cuando él no está dedicado a su proyecto en el campo o laboratorio, el interno participa con otros internos y con personal del Centro en discusiones sobre temas seleccionados, con relación al fríjol. Además, él visita en el campo los ensayos de otros internos e investigadores y en ciertos casos, participa en operaciones de campo en esos ensayos. Cuando es posible, visita agricultores que cultivan fríjol y estudia sus problemas. La asistencia a los seminarios multidisciplinarios que organiza el CIAT es un requisito necesario. Al final de su adiestramiento, el interno presenta un informe sobre los resultados de su investigación y con su supervisor, evalúa el adiestramiento que ha recibido.

EL INTERNADO DE ESPECIALISTAS EN PRODUCCION

El CIAT ha desarrollado su propia versión del internado de posgrado, adaptándolo al adiestramiento en producción de cultivos y de producción pecuaria. Ha denominado esta versión como el "Internado de Especialistas en Producción" (el término interno posgraduado es convencionalmente usado en el CIAT para designar los internos en investigación). Este tipo de adiestramiento ha sido utilizado previamente en el IRRI con mucho éxito para capacitar agrónomos de producción que van a prestar asistencia técnica a los cultivadores de arroz y a adiestrar a otros profesionales para ese objeto (9, 17, 21). El CIMMYT también está desarrollando su propia versión para capacitar especialistas en maíz y en trigo.

Frecuentemente, escuchamos críticas a los servicios de extensión y a los programas de fomento de producción por no ser suficientemente efectivos en inducir el cambio esperado en el sistema de producción, del cual forman parte las leguminosas de grano comestible (2, 7, 8). Varias razones han sido dadas para justificar el escaso éxito de dichos programas. Algunos culpan a la resistencia tradicional al cambio que se atribuye a los agricultores. Otros señalan a las estructuras defectuosas de la organización de los servicios de extensión, o bien, a problemas de comunicación que pudieran existir en una determinada área, región o país, dentro del sector agropecuario (7).

En años recientes surge, con mayor frecuencia, la falta de agrónomos de producción que sean competentes o bien adiestrados. Como una explicación para el fracaso, particularmente cuando los agentes de extensión tratan con agricultores pequeños o campesinos, Byrnes ha analizado el aspecto de la credibilidad y su relación con la aptitud o competencia de los comunicadores del desarrollo o extensionistas agrícolas como dos características claves que, frecuentemente, hacen falta en estos profesionales (7). Sus observaciones en Asia y América Latina le han llevado a la conclusión de que muchos de los agentes de cambio pierden credibilidad ante los ojos y oídos del agricultor porque estos agentes de cambio no son competentes en lo que se refiere a la tecnología moderna, les hace falta experiencia de campo, tienen muy poco que ofrecer que signifique un adelanto económico para el agricultor, y además, son deficientes en sus habilidades de comunicación de acuerdo con los requerimientos específicos de cada caso en particular. La credibilidad perdida puede ser restituida

aumentando la aptitud o competencia de esos agrónomos por medio del adiestramiento, para convertirlos en especialistas de producción verdaderamente aptos.

El mismo autor ha identificado cinco áreas de aptitud o factores en los cuales el especialista en producción debe ser competente para ser efectivo (8). Los cinco puntos citados por Byrnes son:

1. **Aptitud técnica**, o sea, el nivel de conocimientos y comprensión relacionados con las leguminosas alimenticias que produce el agricultor, las prácticas involucradas y el medio ambiente biofísico, en el cual se lleva a cabo la producción. Esto debe incluir la habilidad para diagnosticar correctamente los problemas que se presenten en el cultivo y las anormalidades que puedan mostrar las plantas en el campo.

2. **Aptitud económica**, o sea, la habilidad de evaluar alternativas para escoger estrategias de aprovisionamiento de insumos y de mercadeo de productos, así como también, habilidad para hacer recomendaciones al agricultor a la luz de las relaciones económicas, dentro de la realidad del sistema físico y socioeconómico en que opera el agricultor.

3. **Aptitud científica**, o sea, el entendimiento básico de la filosofía de la ciencia y la habilidad para llevar a cabo experimentos de campo sencillos, con repeticiones, sobre leguminosas comestibles con el objeto de comprobar, bajo las condiciones propias del agricultor, de una manera objetiva, si es que una innovación merece ser adoptada.

4. **Aptitud como agricultor**, o sea, la voluntad y la habilidad necesaria para llevar a cabo el conjunto de labores físicas involucradas en la producción de leguminosas comestibles.

Una vez que el especialista en producción ha adquirido estas cuatro aptitudes, una quinta aptitud viene a completar el papel vital que cumple el agente de cambio.

5. **Aptitud en comunicación**, o sea, la habilidad para planear y presentar mensajes adecuados para audiencias específicas, las que incluyen el agricultor, la agencia de crédito rural, el vendedor de insumos y las personas que actúan en la cadena de mercadeo.

En el CIAT, el programa de adiestramiento para el "especialista en producción" incluye, como el principal objetivo inmediato, la posesión de estas cinco aptitudes por parte de cada interno, una vez completado el período de adiestramiento.

Los participantes en este programa de 12 meses son seleccionados entre jóvenes profesionales promisorios, que trabajan en instituciones nacionales como servicios de extensión, programas de desarrollo o de fomento. Los profesores jóvenes, de las facultades de agronomía, son también admitidos en este programa. Una vez en el CIAT, ellos siguen un plan de adiestramiento el que, durante los primeros seis meses, incluye un 60 por ciento del tiempo dedicado a prácticas de campo, y un 40 por ciento a conferencias/discusiones y trabajo de biblioteca. Los participantes, en grupos de cuatro a los cuales se les asigna una finca de nueve hectáreas, en la cual habrán de producir hasta cuatro cultivos, llevarán a cabo todas las labores involucradas en la producción de los mismos desde la planeación y la preparación de la tierra hasta la cosecha. Los instructores de campo están disponibles todo el tiempo para atender, consultar y enseñar prácticas en el campo pero las decisiones son tomadas por los internos. Estos son responsables por el manejo de la finca.

Una serie de conferencias cubre temas en Tecnología de Cultivos, Métodos Experimentales, Economía con énfasis en Administración y Comunicación.

Cada grupo de cuatro becarios lleva a cabo, por lo menos, un experimento dentro de su finca y mantiene al día una contabilidad de los costos de operación. Más tarde, ellos analizan sus decisiones a la luz de las relaciones beneficio/costo y hacen un análisis económico completo de su empresa.

Después del primer semestre, cada participante es asignado a un área fuera de la sede del CIAT en donde él identifica y escoge un cierto número de agricultores con los cuales va a continuar su adiestramiento. El interno visita casi diariamente a los agricultores y hasta vive con ellos, por ciertos períodos de tiempo; practica lo aprendido en tecnología, administración y comunicación y adquiere mayor aptitud, como agricultor, en el medio real del sistema de producción. Esta segunda etapa tiene una duración de sies meses.

Recientemente, se ha traído a colación la importancia de proveer oportunidad para fortalecer la aptitud como agricultor haciendo investigación sobre prácticas de campo en producción de leguminosas de grano comestible. Actualmente se planean proyectos piloto, para probar alternativas.

Los objetivos que se establecen en el adiestramiento en producción para investigadores, en relación con los cultivos, son los de capacitar a los investigadores para:

1. Identificar y evaluar problemas de campo que limitan la producción y merecen ser investigados.

2. Lograr el máximo éxito y confiabilidad en sus esfuerzos de investigación, a través del establecimiento, protección y manejo efectivos del cultivo en las parcelas experimentales.

3. Planear su investigación y evaluar los resultados a la luz de los factores económicos y de las relaciones que afectan la producción comercial.

4. Desarrollar habilidades de diagnóstico de los problemas agrícolas y hacer uso efectivo de ellos, para prevenir, en sus parcelas, la variabilidad causada por enfermedades, plagas u otro tipo de factores negativos.

5. Tomar en cuenta las interrelaciones tecnológicas y socioeconómicas entre especie de leguminosas comestibles y otros cultivos y componentes del sistema de producción.

Contrariamente a la tendencia clásica de enfatizar excesivamente la tecnología en el adiestramiento de agrónomos de producción, en el CIAT se ha reconocido la necesidad urgente de introducir un enfoque integrado de ciencias sociales, principalmente economía y comunicación, como parte de los programas de adiestramiento. Este componente es considerado como un elemento extremadamente esencial para estimar la aptitud o competencia de los especialistas en producción y muy deseable en la formación de los científicos investigadores. Además de ser competentes en ciencia o tecnología, los profesionales deben de ser sensibilizados hacia el hecho ineludible de que la investigación y la producción agrícolas no son sino medios para lograr el desarrollo, cuyo objetivo final es el hombre (10).

EL ESPECIALISTA EN MATERIA ESPECIFICA

Con excepción de algunas áreas de monocultivos, en los trópicos latinoamericanos es más común encontrar situaciones de agricultura diversificada que abarca varias especies de plantas cultivadas. Este hecho —unido a la disponibilidad limitada de personal y de recursos financieros para programas de extensión, cambio o desarrollo— ha creado la necesidad de que el agrónomo de producción sea un generalizador de cultivos antes que un especialista en un cultivo único. Pero, con igual frecuencia, entra en problemas que requieren la ayuda de un especialista en materia específica. Este es un profesional que ha profundizado sus conocimientos sobre una materia específica (en este caso, en alguna fase del cultivo de fríjol y/o de otras leguminosas comestibles) y por adiestramiento ha desarrollado aptitudes específicas de diagnóstico y de técnicas de manejo. En este sentido, es un agrónomo de producción muy especializado. También puede estar involucrado en investigaciones de adaptación o ensayos regionales. Está, entonces, calificado para actuar como puente de enlace entre el agente de campo y el equipo de investigación.

Este tipo de profesional, por cierto sumamente importante, no es muy comúnmente hallado en países en vías de desarrollo. En el futuro, hay que esperar que aumente la demanda de esta clase de personal. Es particularmente decisivo que esté bien adiestrado en vista de que ha de asesorar a otros profesionales y será también el conducto por medio del cual los técnicos que trabajan en un centro de investigación, recibirán información sobre los problemas críticos que existen en el campo.

Combinando el adiestramiento en producción, concentrado en fríjol o leguminosas comestibles, con el adiestramiento en técnicas de investigación, se logrará producir este tipo de profesional.

EL ADIESTRAMIENTO DE ESTUDIANTES DE POSGRADO

Por algún tiempo los estudiantes de posgrado —quienes viajaban a un país extranjero a seguir estudios para obtener el grado de master o el doctorado— trabajan en sus proyectos de tesis sobre investigación básica más bien que en investigación aplicada. Este fenomeno ha estado también sucediendo, aunque en menor grado, en algunas de las escuelas de posgrado de América Latina, en las que aún predomina un enfoque dirigido hacia las disciplinas o especialidades comprendidos dentro de las ciencias agrícolas.

En 1963, Brandfield llamó la atención a las escuelas de posgrado sobre la importancia de que los estudiantes de los países en desarrollo tuvieran la oportunidad de llevar a cabo investigación científica aplicada, sobre problemas relacionados muy de cerca con el medio ambiente y los recursos de sus países (5). Wortman, quien tiene una larga experiencia en investigación, adiestramiento y administración agrícolas en varios países en desarrollo, indica que la mayor necesidad en cuanto a personal de investigación en estos países, es obtener "profesionales preparados para hacer investigación aplicada más bien que básica" (22).

El ganador del Premio Novel de la Paz en el año 1970, Norman Borlaug enfatiza que el agrónomo de investigación, para los países en desarrollo, debe recibir un adiestramiento amplio; debe ser enseñado a trabajar con sus propias manos y debe estar motivado para servir a las necesidades humanas (4). Más recientemente, Lam y Hammond recomiendan que los estudiantes de posgrado en los Estados Unidos que provienen de países en desarrollo, hagan en lo posible su investigación en sus propios países (16).

Hay, por lo tanto, plena justificación para comenzar lo antes posible el adiestramiento académico de investigadores en leguminosas alimenticias y orientarlos hacia las rutas de la solución de problemas y necesidades existentes en su propio país. El CIAT está cumpliendo con esta función y por lo tanto, se sugiere que los programas nacionales mantengan sus puertas abiertas a este tipo de acción, facilitando oportunidades para que los candidatos a títulos de posgrado hagan las investigaciones para sus tesis utilizando las facilidades físicas y los recursos que existan en esas instituciones.

LA FUNCION DE LOS CENTROS INTERNACIONALES

Frecuentemente, los científicos, profesionales y ejecutivos de los países en desarrollo miran con razón hacia los centros internacionales (IICA, CIMMYT, CIAT, IITA, etc.), como fuentes de oportunidades para adiestrar personal. La concentración de conocimientos, de habilidad técnica y de recursos científicos hace que estos centros sean lugares ideales para la capacitación de personal.

En efecto, esta función es plenamente reconocida y aceptada por dichas instituciones siendo el adiestramiento de profesionales una meta primordial conjuntamente con sus objetivos de investigación. Más aún, estos centros reconocen la necesidad existente de fortalecer las instituciones nacionales para que éstas sean efectivas en sus responsabilidades para el desarrollo agrícola y económico de sus respectivos países. Se espera que la atmósfera científica de orientación hacia la solución de los problemas que obstaculizan la producción, y el sentido de urgencia que caracteriza estos centros tendrá un efecto energizante en los profesionales que adiestren. Se espera también que los profesionales capacitados en el CIAT y en otros institutos internacionales, junto con los demás miembros del personal de las instituciones nacionales, contribuirán a estructurar una red mundial de científicos de investigación y agrónomos especialistas en producción, con un interés común en fríjol y leguminosas comestibles que facilite el intercambio de ideas, información y materiales vegetales.

Tenemos la firme convicción de que la contribución del CIAT y de otros centros internacionales al desarrollo de la agricultura en los trópicos será de igual magnitud, a través del adiestramiento, así como de la investigación. Ambas contribuciones son fundamentales y complementarias.

Sin embargo, se visualiza que la función de dichos centros es más bien de una naturaleza catalítica. La responsabilidad y los recursos humanos para desarrollar la agricultura de cada país en los trópicos descansa, básicamente, en las manos de las instituciones nacionales y la empresa privada de los mismos. Sería pretensioso por parte de cualquier institución internacional el esperar algo más que el cumplimiento de una acción catalítica que ayude a facilitar el papel de las instituciones nacionales.

Es entonces evidente que estos centros no podrán adiestrar más que un número muy limitado de investigadores y especialistas en producción, en sus programas de fríjol y leguminosas alimenticias. Estas instituciones esperan más bien dedicar sus esfuerzos en adiestramiento a capacitar un grupo seleccionado de profesionales de cada país, los cuales, a su vez adiestrarán a otros. Ejemplos de que este mecanismo es viable existen en Filipinas, Ceilán, Bangladesh, India, Indonesia y otros países en donde un número apreciable de profesionales adiestrados en el IRRI, han organizado y conducido programas de adiestramiento en asocio con las facultades de agronomía e instituciones gubernamentales.

Actualmente se están dando en el CIAT los pasos preliminares para iniciar este efecto de multiplicación de la tecnología a través de sus programas de adiestramiento.

Los centros internacionales, además de capacitar "adiestradores" podrían: desarrollar nuevas metodologías y enfoques de adiestramiento, producir materiales didácticos y de difusión de nuevos conocimientos y proveer asistencia técnica cuando fuere necesario.

LA FUNCION DE LAS INSTITUCIONES NACIONALES

Las necesidades de adiestrar personal técnico son plenamente reconocidas por las instituciones nacionales (19). Lo que no parece estar muy claro en las mentes de los administradores es de quién es la responsabilidad de adiestrar y si esta responsabilidad es aceptada y asignada a alguna institución específica, cuál sería el enfoque más adecuado para lograr el mayor impacto con el adiestramiento que se brinde.

Con frecuencia, las instituciones de tipo no académico consideran que el adiestramiento es una responsabilidad exclusiva de las universidades locales, aunque las instituciones mismas puedan estar dando adiestramiento en servicio aún sin tener un programa de capacitación bien organizado. Cuando la universidad o una entidad gubernamental acepta la responsabilidad, muchas veces encuentra difícil sobreponerse a la tendencia a organizar cursos cortos y seguir enfoques clásicos caracterizados por una orientación teórica, más bien que a adoptar nuevos enfoques pragmáticos.

Un esfuerzo hecho en siete países latinoamericanos para identificar las barreras que obstaculizan el poner en marcha los enfoques modernos del adiestramiento y la educación agrícola, conduce a la conclusión de que hay cuatro obstáculos que se encuentran con mucha frecuencia:

1. Las instituciones nacionales no han reconocido aún el valor del adiestramiento práctico a nivel profesional y/o de posgrado, como un enfoque que permite la adquisición de experiencia en corto tiempo y que puede energizar al profesional para la acción. Tales instituciones están orientadas y más inclinadas a utilizar las frecuentes oportunidades que se ofrecen a sus profesionales para obtener más bagaje académico en cursos tradicionales de teoría.

2. El personal adiestrado es escaso y hay constante presión para poner en marcha nuevos programas de acción. Por lo tanto, los ejecutivos de las instituciones nacionales tienden a asignar personal recién adiestrado para trabajar directamente en programas existentes o en nuevos programas más bien que dedicarlos a adiestrar a otros técnicos, actividad ésta que ellos consideran debe ser cumplida exclusivamente por la universidad.

3. Las facultades de agronomía se aferran a sus métodos tradicionales de educación y carecen del liderazgo y/o de los recursos financieros para introducir ingredientes pragmáticos de adiestramiento los que, frecuentemente, se asocian con las escuelas vocacionales.

4. El número limitado de profesionales adiestrados con orientación hacia la producción, aún no ha alcanzado a formar una "masa crítica" en ningún país de América Latina como para poder demostrar a los mencionados ejecutivos el valor que podría tener el establecimiento de un programa de adiestramiento pragmático en el país.

Debemos reconocer que, en principio, el lugar más lógico para suministrar adiestramiento es la universidad local o la facultad de agronomía. Abrigamos la esperanza de que, en el futuro cercano, los enfoques y la metodología de la educación al nivel de pregrado sean revisados objetivamente y que se refuercen los programas de posgrado orientándolos, al mismo tiempo, hacia la investigación aplicada y hacia la producción para el desarrollo agrícola. Mientras tanto, otras instituciones nacionales pueden aceptar la responsabilidad del adiestramiento. En todo caso, se espera sin embargo que estas barreras se superarán en un próximo futuro si se han de satisfacer las demandas individuales de cada país en cuanto a la necesidad de disponer de profesionales bien adiestrados para dirigir los programas nacionales.

Además de las universidades se han identificado otros lugares como posibles bases para llevar a cabo programas de adiestramiento en países de América Latina, a saber: estaciones experimentales, granjas de demostración, proyectos de desarrollo rural y los campos de los agricultores.

Es probable que el crecimiento de los programas de fríjol y de otras leguminosas alimenticias en varios países, atraerá nuevo personal a reforzar los proyectos de investigación. Además, habrá necesidad de disponer de un número considerable de especialistas en producción. Con un poco de percepción, visión hacia el futuro y determinación, será posible adiestrar los recursos profesionales requeridos para que sean competentes y contribuyan efectivamente al desarrollo agrícola y al mejoramiento de la vida rural en las áreas bajas tropicales.

LITERATURA CITADA

1. ACUÑA, L. 1969. Estudio de casos en el Valle del Cauca sobre la preparación de los ingenieros agrónomos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. (Tesis de grado no publicada).
2. Agency for International Development. 1968. Building institutions to serve agriculture: a summary report of the committee on institutional cooperation. Purdue University Lafayette, Indiana, U.S.A.
3. AUTREY, K.M., C. GARCES y R.K. WAUGH. 1970. Graduate study opportunities in agriculture in Latin America. Jour. Dairy Sci. 53: 973-978.
4. BORLAUG, NORMAN. 1971. U.S. training of agronomist to meet the needs of the lesser developed countries: past, present, future. Panel Discussion. Amer. Soc. Agron. Meeting. New York. (Mimeografiado).
5. BRADFIELD, RICHARD. 1963. The soil chemist's and food for peace. En: Food for Peace, Special Publication No. 1. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.
6. BROWN, MARION R. 1968. Agricultural extension in Chile: a study of institutional transplantation. The Land Tenure Center. No. 54. University of Wisconsin. Madison. (Mimeografiado).
7. BYRNES, FRANCIS C. 1972. Credibility and competence: key characteristics of development communicators. Information and Communication Problems. Development Section. Third World Congress for Rural Sociology. Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.
8. BYRNES, FRANCIS C. y KERRY J. BYRNES. 1971. Agricultural extension and education in developing countries. En: Rural Development in a changing world MIT Press. Cambridge, Massachusetts, U.S.A.
9. BYRNES, FRANCIS C. y WILLIAM G. GOLDEN, Jr. 1967. Changing the change agent, a step toward increased rice yields. The International Rice Research Institute. Los Baños, Filipinas.
10. CANO, JAIRO y F.C. BYRNES. 1972. Adiestramiento en ciencias sociales para profesionales en disciplinas agropecuarias: un enfoque integrado. En: Reunión de Consulta de Expertos en la Enseñanza e Investigación en Sociología Rural en América Latina. Sao Paulo, Brasil.
11. CHAPARRO, ALVARO. 1959. Un estudio de la educación universitaria en América Latina. Estudios agropecuarios. No. 48. FAO. Roma, Italia.
12. CHAPARRO, ALVARO y RALPH H. ALLEN. 1960. Higher agricultural education and social change in Latin America. Rural Sociology XXV, 1.
13. DE LOS REYES, BASILIO N. 1971. Philippine rice training programs. International Rice Research Conference. IRRI. Los Baños, Filipinas.
14. FERNANDEZ, FERNANDO y DAVID FRANKLIN. 1973. A discussion on: Agricultural systems. Seminar on: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. CIAT, Cali.

15. KIBLER, ROBERT J., LARRY L. BARKER y DAVID T. MILES. 1970. Behavioral objectives and instruction. Allyn and Bacon. Boston, Massachusetts, U. S. A.

16. LAM, C.F. y D.L. LAMMOND. 1970. Training of foreign graduate students from developing countries. Jour. Am. Sci. 31: 178.

17. McCLUNG, COLIN A. 1972. IRRI's role in institutional cooperation in Asia. En: Rice Science and Man. Papers presented at the tenth Anniversary of the International Rice Research Institute. Los Baños, Filipinas.

18. MEAGER, ROBERT F. 1971. Objetivos para la enseñanza efectiva. Librería Editorial Salesiana. Caracas, Venezuela.

19. MILLIKAN, MAX F. y DAVID MAPGOOD. 1967. No easy harvest: the dilemma of agriculture in underdeveloped countries. Little Brown. Boston, Massachusetts, U. S. A

20. ROHWEDER, D.A., W.A. KUSSOW, A.E. LODWICK Y P.N. DROLSOM. 1972. Research and graduate training as a basis for promoting rapid change in traditional agriculture. Journal of Agronomic Education. 1: 33-36.

21. ROSS, VERNON E. 1971. The evolution of the IRRI rice production training program. Annual Rice Research Conference. IRRI. Los Baños, Filipinas.

22. WORTMAN, STERLING. 1967. Making agronomy serve developing countries. En: Challenge to Agronomy for the Future. Special Publication No. 10. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.

LA FORMACION DE REDES DE INFORMACION COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Conferencista: Fernando Monge

Me he permitido cambiar ligeramente el título de esta presentación (Recursos de la comunicación científica para el personal de leguminosas alimenticias en los trópicos) con el objetivo principal de resaltar la importancia que tienen los sistemas de comunicación científica para cualquier programa de investigación y acción, no solamente en el área de las leguminosas de grano comestible sino también para tener la posibilidad de tratar el tema de la formación de sistemas o redes de información por ser éste uno de los recursos más efectivos en el ámbito de la comunicación científica.

INFORMACION Y DESARROLLO

El desarrollo de la cibernética en las dos últimas décadas ha proporcionado al mundo intelectual una manera interesante de enfocar problemas de la más variada naturaleza. Definiéndola con Wiener (9) como "la ciencia de la comunicación y el control, tanto en los animales como en las máquinas", la cibernética nos permite "conceptualizar" sobre el comportamiento de cualquier sistema, ya no aislando sus componentes y desvirtuando, en consecuencia, su funcionamiento real, sino mirándolo como un "todo orgánico" cuya característica esencial es la interacción de sus componentes.

El hombre, por ejemplo, es producto de su constitución genética y de su interacción con el medio ambiente que le rodea durante su vida. Pero, ambos factores (genéticos o adquiridos) son en realidad procesos de transmisión de información y control. En el primer caso, las características heredadas por el hombre son el resultado de un mecanismo natural por el cual la información contenida en los cromosomas de los padres se combina y transmite a la prole siguiendo principios que paulatinamente se van conociendo más, a través de la investigación en el campo de la genética.

En el segundo caso, el de las características adquiridas por el hombre, tanto física como intelectualmente, también ocurre un proceso de transmisión de información ya que el hombre contínuamente está recibiendo estímulos informativos a través de sus sentidos, estímulos que le permiten adaptar su comportamiento (modificando constantemente el sistema) a las condiciones reinantes en el medio que le rodea. En suma, el hombre, como individuo, se desarrolla por medio de procesos de información que le permiten sobrevivir por adaptación tanto biológica como social.

Ampliando nuestro enfoque al nivel de los grupos humanos, el grado de desarrollo de los países tiene una relación directa con la información que poseen y utilizan. Lorenz (5) anota que,

> "La información es uno de los recursos más poderosos e importantes que existen en el mundo actualmente. Pero, hay una gran disparidad en cuanto a la cantidad, calidad y grado de refinamiento de la información disponible en los diversos países del mundo. Esta es una de las razones básicas para la gran diferencia en el desarrollo económico, social, educacional, científico y tecnológico, entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo. Si estas diferencias han de reducirse sustancialmente y eventualmente llegar a minimizarse, la transferencia de información al nivel internacional tendrá que mejorar y desarrollarse fuertemente".

Es difícil, o más bien dicho, imposible, concebir un sistema o red sin nexos que relacionen sus elementos. El concepto de interacción se puede decir que es la base misma de un sistema. Como dice Parker (8), lo que no es un sistema es solamente un montón inerte de cosas inconexas. De ahí, la importancia de la información en un sistema.

GENERACION Y TRANSMISION DE INFORMACION

En el desarrollo científico-tecnológico existen dos procesos básicos: 1) el proceso de generación de la información que en el mundo actual se hace ya en forma institucionalizada, o sea, a través de organizaciones de investigación científica financiadas tanto por el sector público como por el privado, y 2) el proceso de transmisión de esa información a aquellos

sectores que la ponen en práctica y producen las características "visibles" del desarrollo: mayor producción, tecnología avanzada, incremento en los niveles de vida, en niveles educacionales, etc.

Ahora bien, poniéndonos en la situación hipotética de que un país decidiera ser completamente autosuficiente en cuanto a generar toda la información requerida para su desarrollo, nos encontraríamos ante el requisito **sine qua non** de que tuviera una infraestructura altamente desarrollada que le permita a ese país situarse en las fronteras de lo desconocido, en todos los campos.

Esto, obviamente, no sucede ni en los llamados actualmente países desarrollados en donde, por el contrario, se da gran énfasis al intercambio de información, con los demás países, quizás porque las ideas nacidas en una mente, con frecuencia, dan su mejor fruto al ser transplantadas a otras mentes donde pueden beneficiarse de distintas corrientes científicas del pensamiento. Además, los requisitos financieros y de personal altamente calificado para esta autosuficiencia, están muy por encima de las posibilidades actuales, más aún en el caso de los países menos desarrollados, en donde el movimiento de institucionalización de la investigación científica es relativamente reciente. Paradójicamente, aquellos países que más necesitan de información para alcanzar niveles deseables de desarrollo, son los que actualmente tienen menos condiciones de infraestructura para generarla por sí solos.

No quiero dar la impresión de que este razonamiento nos lleva a subestimar la importancia que tiene para los países en vías de desarrollo el fortalecimiento de sus propias instituciones de investigación, sino, por el contrario, dar mayor énfasis a la conveniencia de una estrategia conjunta que permita aunar esfuerzos y aprovechar al máximo la información generada, si fuera posible, en todos los países del mundo, a través del proceso de transmisión de información.

El caso de Japón nos proporciona evidencia histórica sobre la eficiencia de este proceso. Sus avances en el campo de la electrónica, en la producción de aparatos ópticos y en muchos otros campos, pasaron por un proceso de imitación y aprovechamiento de la información generada en otros países, la cual, luego, permitió progresos asombrosamente rápidos. En forma exagerada se dice que mientras el pueblo alemán se demoró más de cincuenta años en producir sus famosos lentes fotográficos, los japoneses se demoraron un año en imitarlos y quizás seis meses más en superarlos.

LA TRANSMISION DE INFORMACION AGRICOLA EN AMERICA LATINA

Las condiciones socioeconómicas de América Latina exigen, de manera urgente, la solución de problemas tan fundamentales como el hambre, real o disfrazada en forma de dietas deficientes, que aqueja a un gran porcentaje de la población. En cuanto a investigación agrícola, por tanto, la estrategia más conveniente sería quizás la de dar un gran énfasis a investigaciones de adaptación a las condiciones típicas de estos países, es decir, investigación aplicada que permita obtener esos resultados "visibles" a corto plazo. Sin embargo, este tipo de investigación requiere un gran volumen de transmisión e intercambio de información, tanto de países más avanzados y muy especialmente, entre los países latinoamericanos, para evitar, entre otras cosas, la innecesaria duplicación de esfuerzos.

Dos problemas importantes surgen como obstáculos a este incremento en la transmisión de información en América Latina. El primero es la creencia general de que la producción de literatura científica en América Latina es muy baja y que por tal razón, no existe un volumen suficiente que justifique el establecimiento de un mecanismo de intercambio. Sin embargo, en un reciente análisis realizado por Felstehausen (3) en Colombia, se dice que,

> "Cada año, los países latinoamericanos producen cientos de informes, artículos y trabajos escritos sobre agricultura y desarrollo rural. Sin embargo, muchas de estas publicaciones e informes no se encuentran disponibles a los administradores, planificadores, profesores y científicos, para quienes fueron escritos. La mayoría de los materiales bibliográficos agrícolas se producen y distribuyen en números limitados. Pocos informes agrícolas en América Latina se colectan y se conservan sistemáticamente. . . El Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), una de las más importantes agencias gubernamentales en este país, producía más de 250 informes y estudios nuevos por año. La mayoría de estos estudios aparece en forma mimeografiada".

Por tanto, a pesar de que la producción de literatura científica en América Latina sea mejor que la de aquellas áreas del mundo que sufren la llamada "explosión de información", una buena parte de este fenómeno parece estar relacionado más bien con los cortos tirajes que se hacen de cada publicación y la falta de un buen sistema de distribución en las instituciones que generan información que asegure al mayor número de usuarios el oportuno recibo de esa información.

En consecuencia, el problema de recolectar la literatura indígena en los países latinoamericanos tiene también características peculiares. La literatura más reciente y de mayor importancia se produce, por lo general, en informes mimeografiados que se reparten solamente a un cierto número de "personas claves" y peor aún, frecuentemente esa información queda escrita solamente en memorandos internos, cartas y documentos similares de circulación muy restringida.

El segundo problema en la transmisión de información se refiere a la escogencia de aquella literatura de interés para América Latina de entre los millones

de documentos producidos en los países más desarrollados. Solamente, los Estados Unidos producen más de 5 millones de libros al año y se calcula que el pueblo norteamericano lee unos 25 millones de periódicos y 60 millones de revistas por año. En el campo de la ciencia y la tecnología, se ha calculado que el 75 por ciento de los científicos que ha existido a través de la historia, vive actualmente (o sea, solamente ha muerto el 25 por ciento). Con "slogans" como el de **publicar o perecer** que, prácticamente, obsesiona a la comunidad científica, se producen cantidades ingentes de documentos científicos.

El problema, en consecuencia, no tiene una solución única sino que implica la utilización de diversos mecanismos que, en conjunto, contribuyan gradualmente a mejorar cada vez más la situación. Uno de estos mecanismos, en mi opinión, sería el diseño de un sistema específico para este problema, es decir, mediante un esquema integral poner en relación un conjunto de elementos, definir sus fronteras, analizar el balance entre sus insumos y productos, y definir el flujo de información a través del sistema, en su interacción con el medio ambiente.

ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS SOBRE LA FORMACION DE REDES

Uno de los propósitos explícitos de este Seminario es el de "movilizar y estimular la formación de una red de instituciones e individuos en América Latina para realizar esfuerzos cooperativos e intercambio de materiales". Vale la pena, por lo tanto, analizar brevemente los diversos tipos de estructura que puede tener una red y las principales características que tienen estos tipos en cuanto a flexivilidad de operación, simplicidad para su establecimiento, costos, velocidad de transmisión, etc (4).

La Figura 1 ilustra el tipo de red cíclica en la cual cada punto nodal tiene solamente un canal de entrada y otro de salida, de manera que la red total forma un ciclo completo. Este es el tipo de red más simple y sencillo de diseñar a la vez que sus costos de instalación son reducidos. La mayor desventaja, sin embargo, es la lentitud en difundir la información dentro de la red. Un ejemplo sencillo de este tipo

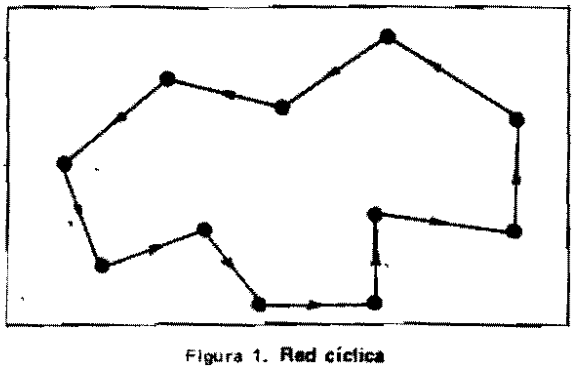


Figura 1. **Red cíclica**

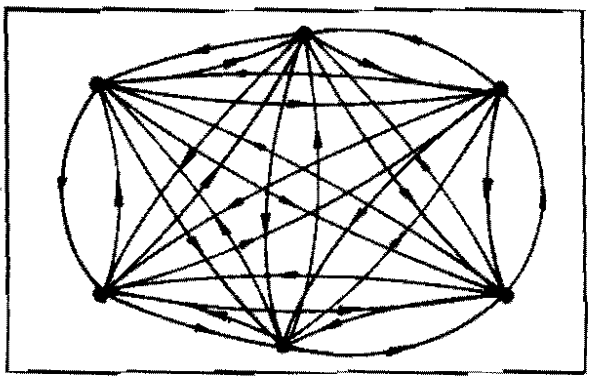


Figura 2. **Red descentralizada**

de red sería la práctica que existe en muchas instituciones de circular un documento con base en una lista de los miembros del personal que deben leerlo. Creo que todos hemos tenido la experiencia de documentos que, en el mejor de los casos, se demoran meses en regresar a su punto de origen, cuando no se pierden.

La Figura 2 muestra una red de tipo descentralizado, caracterizada por tener dos canales: de entrada y de salida, entre todos los puntos nodales. Esta red, por lo tanto, proporciona acceso inmediato, a pesar de ser costosa y compleja de instalar. Se debe notar también que la red descentralista es mucho más confiable que la red cíclica, ya que la información puede llegar por varias vías y el cierre de un arco o canal de comunicación no implica la ruptura de la red.

Si se toma como ejemplo lo que se hace en las oficinas —la política de pasar sendas copias de un documento a cada interesado en lugar de circular el original— ilustraría la red descentralizada.

Tanto las redes cíclicas como las descentralizadas carecen de un punto nodal principal. Las redes **jerárquicas**, en cambio, son aquellas que tienen forma de árbol genealógico (Figura 3), lo cual puede ser ventajoso o desventajoso, según el caso. Estas redes comparten la desventaja de las redes cíclicas en cuanto a su lentitud y a la interrupción que sufre toda la

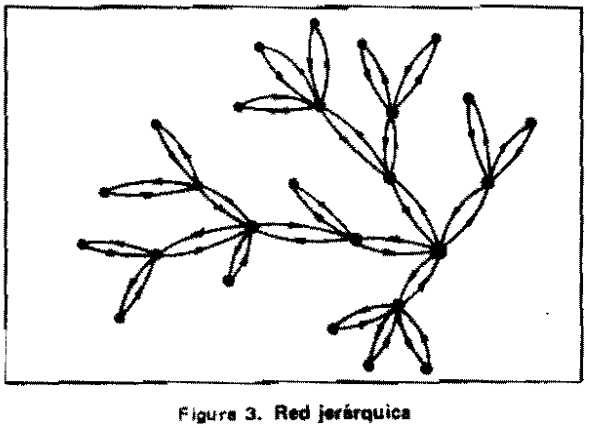


Figura 3. **Red jerárquica**

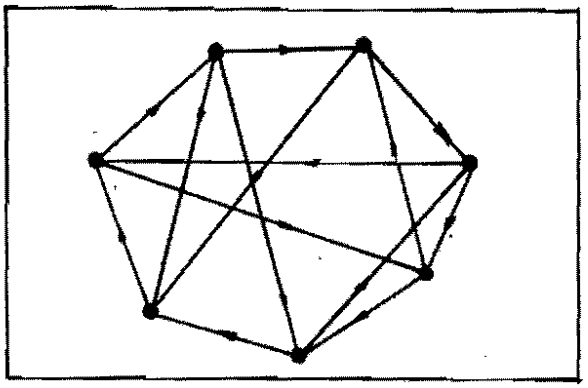


Figura 4. Red descentralizada restringida

cadena por la ruptura de un solo par de canales, pero favorecen el control del flujo de información, si ésta fuere una consideración importante dentro del sistema.

Obviamente, los citados tipos de red son los que podríamos llamar "tipos puros". En la realidad, lo más frecuente es encontrar combinaciones, como una red descentralizada restringida a dos canales de entrada y dos de salida por cada punto nodal (Figura 4). Este tipo de red, por ejemplo, es muy interesante porque combina la confiabilidad de la red descentralizada con los bajos costos de instalación y operación de la red cíclica.

También, puede haber sistemas en que se utilice una red descentralizada para un reducido número de puntos nodales, considerados de primera importancia dentro del sistema con subsistemas jerárquicos o cíclicos, como lo muestra la Figura 5.

Sobre este particular, quizás, surge la pregunta de si estas redes son solamente redes de información, en el sentido común y corriente de la palabra. No quiero, sin embargo, entrar en discusiones de semántica sobre el concepto de información sino aclarar, para poder así seguir adelante, que se considera información no solamente el clásico mensaje escrito o hablado sino cualquier elemento que lleve en sí un mensaje. Por ejemplo, un paquete de semillas de una nueva variedad podría ser un tipo de mensaje capaz de producir el máximo impacto.

PARAMETROS DE UNA RED DE INFORMACION

La estructura es, indudablemente, un factor de importancia en la constitución de una red de información, pero está lejos de ser el único. Otros parámetros merecen atención. Una vez definidos los puntos nodales, es decir, los individuos o instituciones que serán miembros del sistema, se hace necesario contestar preguntas, tales como:

a) ¿Cuáles medios de comunicación serían utilizables por todos los miembros del sistema?

b) ¿Cuáles facilidades de almacenamiento o técnicas de archivo requiere la información para ser fácilmente accesible? Como ejemplo, un banco de germoplasma puede requerir un tipo de almacenamiento de información genética por cierto muy distinto a la memoria de un computador en que se almacene información para un banco de datos.

c) En relación con la pregunta anterior. ¿qué equipos se necesitan, tanto para el almacenamiento como para el suministro de servicios?

d) ¿Cuál sería el volumen de información que sería capaz de mover la red entre sus miembros?

e) ¿Qué métodos de clasificación y canales de acceso serían necesarios para los distintos tipos de información que han sido almacenados?

Todos estos factores incluyendo, obviamente, consideraciones de costos de la operación en total, interactúan entre sí. Un análisis integral de todos ellos determinaría no solamente la estructura de red más apropiada para las condiciones predominantes existentes sino también una estrategia factible para que la red comience a operar y progrese gradualmente.

El CIAT tiene un enfoque integral, multidisciplinario en la realización de sus programas. Con base en esta filosofía, ya se practican actividades que en forma natural se encaminan hacia la constitución de redes internacionales. En el campo específico de la

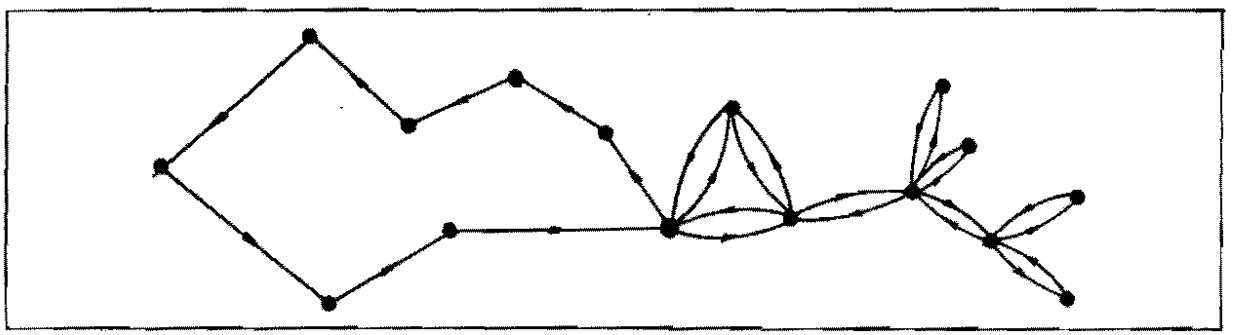


Figura 5. Combinación de una red descentralizada de puntos nodales considerados de primera importancia dentro del sistema con un subsistema cíclico y un subsistema jerárquico.

comunicación científica, una de las principales preocupaciones ha sido la de vincular más estrechamente a los científicos con las fuentes de información existentes, dentro y fuera de la institución.

Quienes tienen a su cargo la operación de programas de información científica ya no se pueden dar el lujo de adoptar lo que yo he denominado "contactos de cafetería" o sea, exhibir los materiales bibliográficos y dejar que el técnico los tome o los deje. Esta es una situación irreal, en términos de comportamiento, que trae como consecuencia las tasas bajísimas de utilización de la biblioteca que se observan en América Latina (6, 7). Los programas de información tienen que abandonar esa actitud pasiva en que el bibliotecario no es más que un "ordenador" de libros para convertirse en programas activos, dinámicos, a través de los cuales la biblioteca llegue al usuario sin esperar que éste acuda a ella.

El Centro de Documentación del CIAT inició sus operaciones a principios del año 1972 cubriendo solamente la literatura referente a diversas fases del cultivo de yuca. A través de un sistema mecanizado de manejo de la información, el Centro proporciona tarjetas que contienen un resumen de cada artículo, además de la cita bibliográfica completa así como las palabras claves o tópicos principales de que trata el artículo (Véase una muestra en la Figura 6). Usando estas palabras claves, se pueden hacer búsquedas retrospectivas sobre cualquier tema o combinación de temas y proporcionar al usuario, en cuestion de minutos, un juego completo de tarjetas que contienen cada una, un resumen correspondiente a uno de los documentos existentes en la biblioteca que puede ser consultado o fotocopiado inmediatamente.

Este servicio permite también una diseminación selectiva de información, de acuerdo con los intereses específicos de cada científico, en una forma periódica y sistemática. Gradualmente, y a medida que los recursos financieros y de personal lo permiten, el Centro de Análisis de Documentos está comenzando a cubrir otras áreas, tales como nutrición animal, pastos y forrajes, y economía agrícola, utilizando la colaboración directa del personal científico del CIAT especializado en estas áreas.

Dentro de este concepto más amplio de un sistema de información, el programa de conferencias y simposios del CIAT realiza periódicamente reuniones técnicas. Estas reuniones involucran temas pertinentes no sólo a una especialidad sino que cubren aspectos de otras disciplinas que se relacionan con el manejo integral de un problema. Es interesante notar, por ejemplo, que como resultado de la evaluación del Seminario sobre Sistemas de Producción Porcina, realizado por el CIAT en Septiembre de 1972, se encontró que el incremento en conexiones —una medida de las interrelaciones entre los participantes— fue del 237 por ciento, y lo que es más interesante, que rompió las fronteras nacionales.

Estos datos, aunque preliminares, nos indican el inmenso potencial que tiene este tipo de actividad para movilizar y estimular el funcionamiento de lo que podría convertirse en una amplia red internacional de información en el campo de las leguminosas de grano comestible. La importancia de otras actividades que lleva a cabo el CIAT tales como el adiestramiento, ha sido ya mencionada.

En los países más desarrollados, estas redes, por lo general, han emergido casi por generación espontánea

2851 CIAT, Apartado Aéreo 67 13, Cali, Colombia

BIRD, J. et al. A mosaic of beans (**Phaseolus vulgaris** L.) caused by a strain of common cucumber mosaic virus (Mosaico del fríjol (**Phaseolus vulgaris** L.) causado por una cepa del virus del mosaico común del pepino). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 58 (2): 151-161. 1974. Ingl. Sum. Ingl., Esp., 21 Refs. Ilus.

Phaseolus vulgaris. Fitopatología. Enfermedades y patógenos. Virosis. Transmisión de virus. Vectores. Serología. Hospederos.

Un virus (BVBMV) capaz de provocar ligeros síntomas de mosaico y el bandeado de las nervaduras en varias especies de plantas fue aislado de habichuela (**Phaseolus vulgaris** L.) cultivadas en un predio experimental. El virus se transmitió por medios mecánicos y a través de varias especies de áfidos. Los resultados obtenidos de estudios realizados sobre la transmisibilidad, gama de plantas hospedadoras, serología y propiedades físicas del referido agente viroso indican que se trata de una cepa, posiblemente nueva, del mosaico común del pepinillo (CMV). (**Resumen del autor**).

Figura 6. **Tarjeta producida por el Centro de Documentación del CIAT (con la cooperación del Programa de Fríjol, en cuanto a la obtención de referencias e identificación de palabras clave).**

y son lo que Derek de Solla-Price (2) llama "los colegios invisibles". En esta conferencia, he tratado de exponer ciertas ideas que tal vez contribuyan a acelerar la institucionalización de esos llamados "colegios invisibles" que, en nuestros medio, son todavía de naturaleza muy tenue, pese a la siempre creciente presión que ejercen los problemas socioeconómicos y agrícolas en los países latinoamericanos.

LITERATURA CITADA

1. CANO, JAIRO y JOHN FITZSIMONS. 1972. CIAT. Comunicación personal.

2. de SOLLA-PRICE, DEREK. 1963. Little Science, Big Science. Columbia University Press. New York, N. Y. 119 p.

3. FELSTEHAUSEN, HERMAN. 1968. Cómo aumentar el acceso a la información agrícola latinoamericana mediante centros de documentación? Agricultura Tropical 24 (11):791-802.

4. KORFHAGE, ROBERT, U. NARAYAN BHAT y RICHARD E. NANCE. 1972. Graph models for library information networks. En: SWANSON, DON R. and ABRAHAM BOOKSTEIN (Ed.). Operations research: implications for libraries. University of Chicago. Press. Chicago, Illinois. pp. 31-42.

5. LORENZ, JOHN G. 1969. International transfer of information. En: Cuadra, Carlos (Ed.). Annual Review of information science and technology 4: 379-402.

6. MONGE, FERNANDO. 1968. Reading habits of scientists in a Colombian Institution. Universidad de Wisconsin, Madison, Wis. 213 p. (Tesis doctoral sin publicar).

7. MONGE, FERNANDO y JORGE LOPERA. 1972. A preliminary survey of library materials for six major graduate programs of agricultural economics in Latin America. Trabajo presentado en el Seminario Program Advisors in Agriculture (Office of Latin America nad the Caribean), organizado por la Fundación Ford, en la ciudad de México (Noviembre 6-10, 1972) 49 p.

8. PARKER, EDWIN. 1970. A systems theory analysis of feedback mechanisms for information systems. Trabajo presentado en el: International Congress of Documentation of the International Federation for Documentation. Buenos Aires, Argentina. 23 p.

9. WIENER, NORBERT. 1961. Cybernetics: or control and communications in the animal and machine. John Wiley New York, N.Y. 2nd Ed. 212 p.

APENDICES

I. Informe de los Moderadores

II. Informes de los Grupos de Trabajo integrados por Disciplinas

III. Informes de los Grupos de Trabajo sobre Temas Diversos

IV. Respuestas a algunas preguntas incluidas en un Cuestionario de Evaluación que llenaron los participantes al finalizar el Seminario

V. Lista de Participantes

VI. Glosario

Apéndice I

INFORME DE LOS MODERADORES

En la sesión en la cual fueron presentados los informes de los 12 grupos de trabajo y los 6 grupos disciplinarios, se expusieron diferentes ideas que han quedado consignadas en varios documentos incluídos en la presente publicación.

Se acordó en forma unánime la conveniencia de establecer un programa o una red de trabajo, cooperativa regional. Sin embargo, las ideas expresadas sobre los objetivos y sobre la secuencia de acción para esa red, aunque no necesariamente opuestas entre sí, no pueden ser condensadas en un solo documento.

Se consideró conveniente, en general, revisar la experiencia obtenida en instituciones latinoamericanas tales como el PCCMCA que podría ser la base para el establecimiento de una red de amplios alcances.

Proponemos a los miembros del seminario que se pida al Comité Organizador la formación de un grupo de trabajo que no exceda de tres personas para estudiar la contribución del seminario a la evaluación de toda otra información relevante y preparar un documento que contenga los puntos de un proyecto de programa cooperativo regional de acuerdo con los deseos expresados por los participantes en este seminario. Este proyecto se enviará a los participantes y a aquellas personas interesadas en el bienestar de los productores de fríjol y leguminosas, para su consideración y formulación de sugerencias.

INFORMES DE LOS GRUPOS DE TRABAJO INTEGRADOS POR DISCIPLINAS

ADMINISTRACION

Por unanimidad, se convino en:

1. El establecimiento de una red internacional, sugiriéndose para ello:

a) Un centro coordinador
b) Un grupo de centros satélites como el PCCMCA y otros.

2. La red internacional no suplantaría las actividades nacionales, sino que las complementaría y coordinaría actuando como elemento de enlace entre ellas.

3. Actividades de la red:

a) Proyectos de investigación cooperativos,
b) Sistemas de publicaciones y documentación,
c) Conferencias y simposios,
d) Intercambio de personal,
e) Adiestramiento,
f) Bancos de germoplasma.

La red ayudaría también a canalizar hacia sus miembros las actividades de investigación y los recursos técnicos y financieros.

4. Se sugirió que el comité organizador de este seminario nombre un "grupo de trabajo" para redactar y expedir un documento basado en los informes de los 12 grupos generales y de los 6 grupos disciplinarios, que podría eventualmente convertirse en el documento básico para apoyar solicitudes de financiación y para sugerir la secuencia en la acción de la red.

MEJORAMIENTO DEL FRIJOL

Futuras actividades del CIAT

Fue consenso general que el CIAT habría de desempeñar en el futuro un papel importante de las siguientes actividades:

a) Recolección de formas silvestres y primitivas de especies de **Phaseolus.**
b) Preservación y mantenimiento de germoplasma de **Phaseolus** y su distribución a los investigadores interesados en fríjol.
c) Evaluación de germoplasma.
d) Empleo de germoplasma para el desarrollo de poblaciones mejoradas.
e) Coordinación y publicación de información con respecto a todas estas actividades.

Preservación y mantenimiento de germoplasma

Se recomendó que el CIAT actúe como un banco mundial de germoplasma de **Phaseolus.** El Centro serviría de depósito de semillas almacenadas en frigoríficos para cuidar de la preservación de las mismas. El Centro serviría también de banco activo de germoplasma; éste sería cultivado, evaluado y empleado en el mejoramiento de las poblaciones de plantas.

En colaboración con el CIAT se establecerían bancos regionales activos de germoplasma en México, en Centroamérica y en el Brasil. También se recomendó la colaboración con las estaciones de Introducción de Plantas en los Estados Unidos. Es importante establecer esos bancos, debido a las diferencias ecológicas y a la prevalencia de diferentes enfermedades. Se dedicaría considerable atención a las poblaciones adaptadas localmente a cada una de las regiones. Estas tendrían libertad y autoridad para determinar los procedimientos de operación.

El CIAT desempeñaría el papel de asesor y coordinador entre las diferentes regiones y podría coordinar las actividades y la computación y distribución de información apropiada sobre la investigación que desarrollen los Centros. El CIAT proporcionará a los diversos centros regionales la información técnica y asesoría.

El Dr. Hernández-Bravo hizo énfasis en que se debería dedicar atención cuidadosa a la documentación sobre informes de germoplasma y emplear un método que asegure la rápida obtención de la información cuando se solicite.

Se recomendó formar un "Comité de Consulta sobre Germoplasma" para estudiar las formas de recolección, mantenimiento, evaluación y uso del germoplasma. Los miembros de este comité deberían ser fitomejoradores, fitopatólogos, entomólogos, fisiólogos, científicos de suelos y fitotaxonomistas. Todos los miembros del comité deberían estar intensamente interesados en el cultivo y mejoramiento de plantas.

Evaluación del germoplasma

Esta labor se llevaría a cabo en cuatro fases:

a) En la Fase I las colecciones de germoplasma deberían ser evaluadas en cuanto a sus rasgos morfológicos y su adaptabilidad general en Colombia y en otras regiones.
b) En la Fase II el comité asesor en germoplasma debería examinar la amplia colección de Colombia para determinar el material que debería entrar en consideración para una evaluación de pruebas más detallada y extensa y para el mejoramiento de la población de plantas.
c) En la Fase III se debería hacer con diferentes propósitos una evaluación crítica de los materiales seleccionados.
d) En la Fase IV se debería proceder al mejoramiento de la población de plantas.

Mejoramiento de la población de plantas

La Dra. Alice Evans expresó su pensamiento de que el germoplasma seleccionado podría usarse para formar poblaciones compuestas empleando un sistema piramidal en cadena. El Dr. Colin Leakey opinó que el germoplasma diverso de distinto origen geográfico que muestre un buen comportamiento se debería emplear para desarrollar poblaciones compuestas usando un esquema de cultivo dialelo o convergente. El Dr. John F. Kelly comentó que sería deseable desarrollar compuestos para propósitos especiales, como por ejemplo, tipo de proteína. Grupos específicos podrían desarrollar tipos diferentes de compuestos.

Se recomendó que el CIAT se vincule al desarrollo y mejoramiento de fuentes de población de plantas de extensa base genética. El CIAT no controlaría el mejoramiento de la población de plantas o el desarrollo de variedades en las diferentes regiones o en países apartados, pero apoyaría esos programas de diversas formas y estaría en capacidad de coordinar la información y los materiales. Los programas nacionales continuarían mejorando las poblaciones locales y estarían además en capacidad de hacer uso del germoplasma y de las poblaciones mejoradas proporcionadas por el CIAT y los centros regionales. Se hizo énfasis en el manejo de la genética para garantizar amplia diversidad en cuanto a elementos genéticos nucleares y citoplásmicos.

Importancia de los programas de producción de semilla de fríjol libre de enfermedades

El éxito de la producción de fríjol en los EE.UU. reside en la producción de semillas libres de enfermedades obtenidas con irrigación en la mayor parte de las áreas de producción, en el árido lejano oeste. Se subrayó la necesidad de establecer un programa de producción de semilla de fríjol bien organizado y reglamentado. No se obtendrán beneficios de las variedades mejoradas de alto rendimiento si las disponibilidades de simiente resultan infectadas con algunos patógenos virales, bacteriales y por hongos.

Se recomienda que el CIAT desempeñe un papel importante en el desarrollo de semilla mejorada en diferentes países de Suramérica, estudiando el potencial de áreas idóneas para la producción de semilla de fríjol. Este podría ser un proyecto de conjunto con programas nacionales que ya existan.

FISIOLOGIA

Se espera alcanzar las siguientes metas:

1. Mejorar el bienestar del pueblo —que incluya fincas comerciales y de subsistencia.

2. Incrementar el rendimiento —la cantidad y calidad de proteína son definitivamente un concepto primario de nuestra definición del rendimiento.

Esfuerzo cooperativo inicial

Se sugiere que se efectúen ensayos simplificados de crecimiento en distintas localidades. Deben incluir tanto los monocultivos como los cultivos combinados con respecto a crecimiento del grano y no sólo en fincas comerciales, sino también en las de subsistencia.

El análisis simplificado de crecimiento se define como adjunto a los ensayos estándar de rendimiento. La fecha de maduración y el rendimiento biológico se consideran en adición al rendimiento de semilla. Debe abarcar una amplia base de germoplasma y alguna variedad de rendimiento moderado y bajo.

Se determina la cantidad y calidad de proteína —incluyendo tanto análisis de laboratorio como biológicos.

Se estima que los análisis simplificados de crecimiento ayudan a identificar las capacidades fisiobiológicas que limitan el rendimiento, así como a determinar ideotipos superiores.

1. Arquitectura vegetal e ideotipos (**Wayne Adams** y **Chris Wien**).

2. Sistema radicular, interrelaciones de **Rhizobium** y nutrición mineral (**Peter Graham** y **Johanna Dobereiner**).

3. Radiación para lograr variación en el rendimiento, cantidad proteínica y tipo de planta (**Rafael Trujillo** y **Julio Lugo**).

4. Control de la floración, incluyendo fotoperíodo y efectos de la temperatura (**Josué Kohashi** y **Dermont Coyne**).

5. Eficiencia fotosintética, respiración, translocación (**James Ozbun**).

6. Cantidad y calidad de proteína (CIAT).

7. Necesidades hídricas (**Efraím Hernández X.**).

8. Fisiología del desarrollo: flores, polen, crecimiento y relaciones de la semilla (**Alberto Taylor**).

9. Fisiología post-cosecha (CIAT).

Como grupo hemos designado personas de enlace para cada uno de estos tópicos, que en general corresponden a las localidades en donde mejor pueda iniciarse la labor. CIAT trabajará con esos coordinadores para agilizar rápidamente la identificación de prioridades dentro de cada área, considerar el mecanismo de financiación y asegurar la implementación de la investigación en las citadas áreas.

PROTECCION DE PLANTAS

Enfermedades y plagas más frecuentes en América Latina

Las enfermedades más comunes son: el añublo (**Uromyces phaseoli**), la pudrición de la raíz, el pulgón bacterial (**Xanthomonas phaseoli**), el mosaico común (virus) y el mosaico dorado (virus).

Las plagas más frecuentes son: la mosca blanca (**Empoasca** spp); "lady bugs" –chinches (**Diabrotica** sp ; **Ceratoma** sp); gusanos cortadores (**Heliothis feltis, Prodenis** sp); los áfidos (**Apis** sp), y los insectos que atacan los granos almacenados (**Brucus, Calandra**, etc.).

Prioridades de investigación

Después de analizar en detalle cada plaga y cada enfermedad, se fijaron prioridades para la investigación de cada una de ellas sugiriéndose en cada caso el enfoque del problema, el lugar y la institución que puede realizar este tipo de labor.

Enfermedades

1. Añublo

La labor se concentrará en estas actividades:

a) Identificación de las razas de este patógeno en los trópicos.
b) Formación de una escala de evaluación para determinar la intensidad de la enfermedad.
c) Establecimiento de un invernadero internacional para evaluar la resistencia a la enfermedad.

Se sugirió la formación de un grupo de especialistas en esta enfermedad para fijar criterios sobre identificación de razas y evaluación de su grado de agresividad.

El CIAT podría suministrar los materiales de variedades de fríjol requeridos por los interesados para su labor de identificación. Sería conveniente establecer centros en las diferentes regiones tropicales productoras de fríjol en los que pueda hacerse la identificación de razas siguiendo el ejemplo centroamericano donde el trabajo fue centralizado en la Universidad de Costa Rica. Esto evitaría el traslado de razas de una región a otra. El invernadero internacional para la evaluación de la resistencia a la enfermedad podría ser operado por el CIAT.

2. Pudrición de la raíz y nemátodos

La labor se concentrará en estas actividades:

a) Identificación de los agentes causales y su variabilidad.
b) Determinación de su importancia económica.
c) Desarrollo de métodos de control, prácticas de cultivo, semillas libres de enfermedades, productos químicos.

Ante todo, es esencial la atención general del problema por el grupo de especialistas para determinar los puntos anteriores citados en a) y b). Esta labor debería realizarse en forma cooperativa por áreas o por regiones, por parte del IICA, el CIAT y otros institutos o gobiernos, cada uno de los cuales trabajaría dentro de su respectiva área de influencias.

3. Pudrición bacterial

La labor se concentrará en estas actividades:

a) Identificación de razas de este patógeno.
b) Control por medio de semillas libres de enfermedades y de variedades resistentes.

Como en los casos anteriores, la identificación de razas debería hacerse en centros regionales cuyo establecimiento habría de promoverse. La labor y la identificación de razas en el Caribe podría centralizarse en la Estación Federal Experimental del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en Puerto Rico.

4. Mosaico común

La labor se concentrará en estas actividades:

a) Identificación de razas.
b) Control por medio de semillas libres de enfermedades y de variedades resistentes.

El CIAT podría prestar su colaboración suministrando diferentes materiales para la identificación de razas. Los criterios para esta identificación podrían establecerse fácilmente por medio de labor cooperativa entre los laboratorios de virus del CIAT y la Universidad de Costa Rica donde ya se ha hecho identificación de razas para Centroamérica. El desarrollo de programas para la producción de semillas libres de

virus en países como Perú, Chile y otros de Suramérica es una necesidad y esos programas podrían coordinarse por las organizaciones internacionales.

El germoplasma centroamericano podría proporcionar fuentes de resistencia a las razas de virus que podrían utilizarse para desarrollar variedades en otros países.

5. Virus transmitidos por la mosca blanca

La labor se concentrará en estas actividades:

a) Identificación de los virus o razas de ellos en el grupo del mosaico dorado.
b) Determinación de las hospederas silvestres.
c) Control por medio de la resistencia.

Se sugiere que se forme un grupo técnico para trabajar en forma cooperativa en los aspectos de identificación. Este grupo incluiría técnicos de las Universidades de Puerto Rico, Jamaica y Costa Rica, del Instituto Agronómica de Campinas, Brasil y del CIAT.

Es conveniente impulsar los programas que trabajan en resistencia o tolerancia al mosaico dorado, tales como los que se realizan en Centroamérica y Puerto Rico.

A. Línea de conducta general para el control de enfermedades

1. Programa de producción de semillas libres de enfermedades. La promoción y desarrollo de este tipo de programas conduciría a aminorar la incidencia de un gran número de enfermedades que en la actualidad está causando severas pérdidas en fríjol.

2. Tratamientos químicos. El empleo de substancias químicas para controlar algunas enfermedades importantes sería factible después de hecha una investigación adecuada.

3. Prácticas de cultivo. Con la colaboración de ingenieros agrónomos, se diseñarían o adaptarían prácticas de cultivo con miras a reducir la incidencia de plagas y enfermedades, a bajo costo.

4. Variedades resistentes. El desarrollo de estas variedades en colaboración con científicos fitomejoradores y fitopatólogos sería una importante medida de control a realizar en los trópicos.

B. Insectos

1. Relación periódica de insectos para su clasificación. El CIAT y el IICA podrían mantener una colección de los prototipos de insectos identificados en fuentes competentes.

2. Información general sobre biología, ecología y control. Se debería preparar un formulario para recopilar información sobre biología, ecología y control de plagas importantes. Estos formularios deberían prepararse conjuntamente por la Universidad de Puerto Rico y el CIAT.

3. Inventario de las plantas hospederas silvestres

4. Registro de casos comprobados de resistencia a las plagas de algunas variedades de fríjol

La información sobre los puntos 2, 3 y 4 sería recopilada por entomólogos de cada país y podría ser integrada a los programas de fríjol del CIAT y del IICA para ponerla inmediatamente a disposición de los interesados.

Sería recomendable establecer una organización informal que agrupe los entomólogos dedicados a trabajos de investigación sobre protección contra los insectos y nemátodos del fríjol.

Se debería estimular la publicación o intercambio de información sobre plagas del fríjol en América Latina. Esto se podría realizar mediante una evaluación periódica de la labor efectuada, cuya revisión podría presentarse con ocasión de las reuniones en organizaciones regionales tales como el PCCMCA en América Central o en la ALAF. Del mismo modo, sería conveniente emitir publicaciones periódicas sobre control de plagas del fríjol.

AGRONOMIA

I. Aspectos generales

1. Tentativamente, los productores de fríjol se podrían clasificar en dos grupos:

a) Pequeños agricultores que generalmente tienen bajos ingresos y trabajan en las regiones montañosas. Para este grupo es importante tomar en consideración los cultivos asociados.

b) Productores de fríjol a escala comercial que disponen de mayores recursos y trabajan en las zonas planas en las que se pueda utilizar equipo agrícola.

Nuestro grupo de trabajo cree que es conveniente establecer una diferencia en la investigación y en la secuencia de la acción relacionada con las diversas prácticas agrícolas de los dos grupos arriba citados.

La investigación agrícola sobre procedimientos está más desarrollada con respecto al segundo grupo en relación con el primero, pero, no ha alcanzado suficiente grado de desarrollo. En cuanto al primer grupo, la investigación es casi inexistente en algunos aspectos tales como la combinación de maíz y fríjol en el cultivo.

II. Aspectos específicos

1. Hay una carencia de investigación relativa a las variantes que constituyen lo que se conoce como relación "agua-suelo-planta". Parece que los métodos empleados para evaluar estas variantes no son suficientes.

2. Tenemos la suposición de que los pequeños agricultores que trabajan en las laderas pierden considerable mano de obra al usar herramientas rudimentarias. Debería emprenderse la investigación encaminada a desarrollar maquinaria de bajo costo que haga más eficiente la labor de esos productores. Por ejemplo, sería adecuada una sembradora de carretilla.

3. Es importante que el grupo trabaje en mejoramiento, especialmente en la evaluación de materiales resistentes a las condiciones limitantes por causa del agua.

4. Es importante considerar plenamente los factores agronómicos de producción (fertilización, riego, densidad, sistemas de siembra). Asimismo, es importante desarrollar una colaboración estrecha y el oportuno intercambio de información con genetistas, patólogos y entomólogos, etc.

5. Es importante efectuar investigación agrícola relacionada con la siembra asociada de maíz con fríjoles.

6. Es importante encontrar sistemas para evaluar en tiempo y en espacio, con mínimo riesgo, los resultados de la investigación agrícola. Ejemplo de esto y una posibilidad sería la indagación sobre resultados de investigación en uso de fertilizantes basados en análisis de suelos y clasificación de éstos.

7. Bajo ciertas condiciones de suelo, sería importante desarrollar la investigación relacionada con el efecto de rotaciones y abono sobre las propiedades del suelo.

8. Bajo otras condiciones de suelo sería importante desarrollar estudios sobre "cantidad mínima de labranza". Esto ahorraría tiempo y ayudaría a conservar las propiedades del suelo. De esta forma, en lugar de dos cosechas que se obtienen en ciertas regiones, se podrían conseguir tres (dos de fríjol y una de maíz, por ejemplo).

Finalmente, el grupo de trabajo hace énfasis sobre la importancia básica de semilla mejorada de alta calidad que es el punto de partida para alcanzar las metas arriba enumeradas.

ECONOMIA Y NUTRICION

1. Los fríjoles y otras leguminosas de grano tienen características de alto valor nutricional.

2. La producción y el precio limitan su mayor consumo.

3. Los mecanismos de estabilización de precios que sean atractivos para los productores y los consumidores favorecerían la aceptación de los fríjoles por parte de los consumidores que normalmente no los tengan incluídos en sus dietas diarias.

Por consiguiente, se recomienda:

1. Que los gobiernos tomen decisiones sobre políticas conducentes al incremento de la producción en tales cultivos. (Ver Figura 1, Página 249).

2. Los problemas de la producción de fríjoles deberían enfoçarse en forma realista haciendo énfasis en los aspectos biológicos y socioeconómicos. El enfoque y el equipo de trabajo deberían ser interdisciplinarios.

3. Establecer un mecanismo para hacer llegar recomendaciones apropiadas a los agricultores. Esto podría incluir:

a) Mejorar las semillas en cuanto a características agronómicas de la planta y nutricionales del grano.
b) Introducción de semillas mejoradas que sean las preferidas por la población de un país y de aquellas que posiblemente puedan llenar tales requisitos.
c) Otras búsquedas que los técnicos puedan considerar importantes para ser incluídas en los paquetes tecnológicos.
d) Organización de los agricultores para facilitar los programas de entrenamiento y educación.

4. Realizar estudios fidedignos que permitan al gobierno o a cualquier otra institución programar cultivos en ciertas áreas para conseguir cosechas uniformes y precios estables.

5. Determinar los productos que compiten con los fríjoles, en lo económico y social.

6. Determinar las características físicas y químicas que tienen efecto sobre la aceptabilidad por parte del consumidor.

7. Establecer condiciones de almacenamiento adecuado, tanto para el fríjol como para otros artículos de origen vegetal utilizados como alimento.

8. Estudiar el procesamiento del fríjol para determinar la estabilidad de su calidad, para garantizar su disponibilidad, estimular el consumo y diversificar la utilización de los fríjoles.

9. Establecer los patrones de composición química y nutricional de acuerdo con los hábitos de alimentación. Por ejemplo, para los países de América Central que son consumidores de maíz y fríjol, nuestras reco-

mendaciones (R. Bressani, INCAP) son: proteína, 25 por ciento; lisina, 6,4 g/100 g de proteína; aminoácidos sulfurosos, 2,2 g/100 g de proteína; triptófano, 1,2 g/100 g de proteína; digestibilidad real: 85 por ciento.

10. Establecimiento de programas educacionales encaminados a incrementar el consumo de leguminosas, especialmente entre los sectores de población más vulnerables económicamente.

11. Seleccionar nuevas variedades sobre la base de contenidos químicos y en términos del valor biológico de la proteína. A este respecto, es esencial tener una tecnología estándar para todos los países.

12. Investigar el efecto genético de los fertilizantes, sistemas de producción y otros factores relacionados con el contenido de proteína y con los aminoácidos importantes en la proteína (lisina, sulfurosos y triptófano) así como con el valor nutritivo del fríjol.

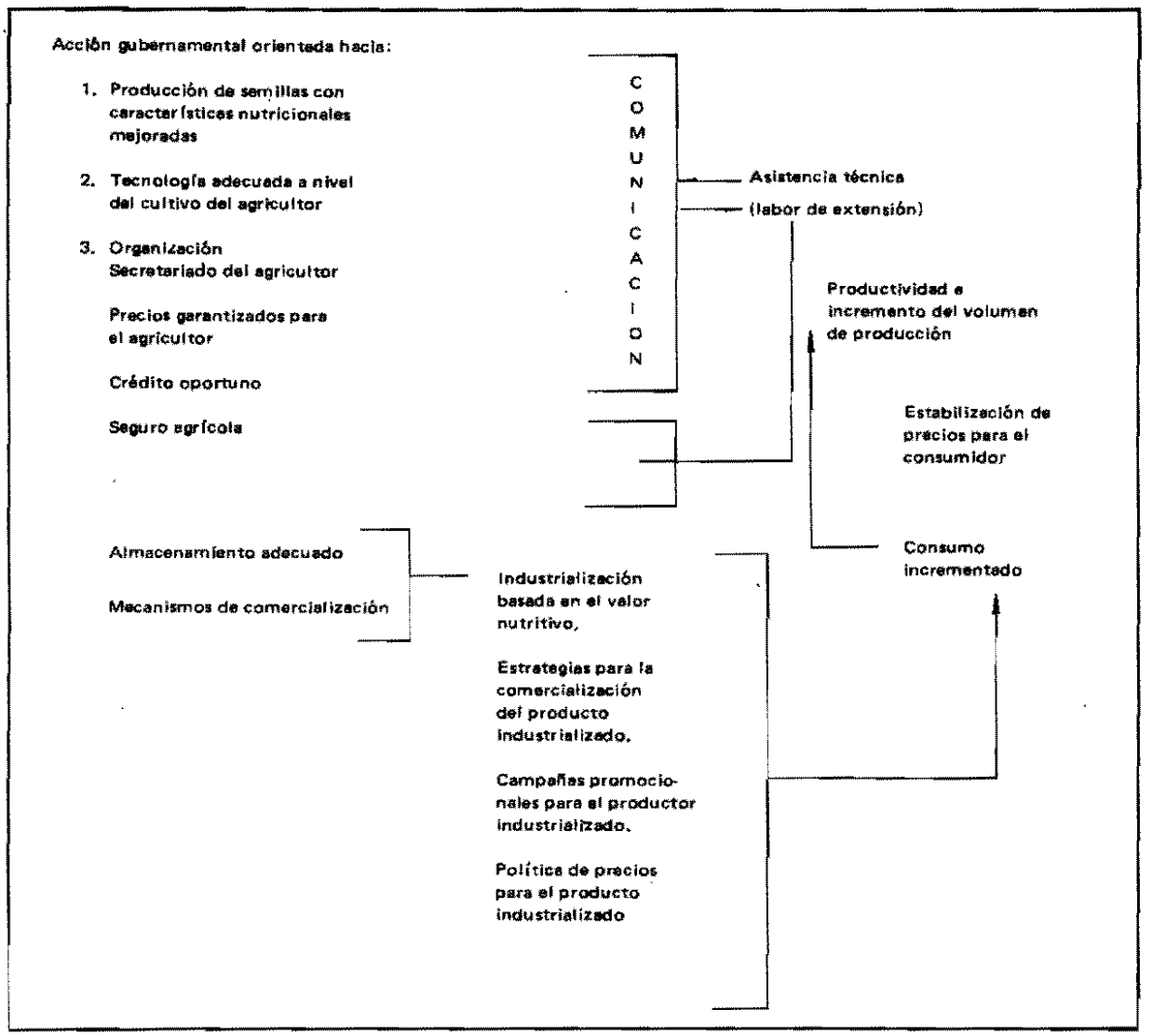


Figura 1. **Organigrama que ilustra la orientación que se debería dar a la acción gubernamental en cada país.**

INFORMES DE LOS GRUPOS DE TRABAJO SOBRE TEMAS DIVERSOS

GRUPO I

Se deben realizar esfuerzos cooperativos para estudiar y resolver el problema de la producción de las leguminosas de grano comestible dando énfasis en la prioridad que deben tener los planes nacionales de desarrollo, para definir la política de cada país, con prelación a cualquier otro tópico.

Se propone lo siguiente:

a) Todo programa nacional se preocupa por conseguir los recursos económicos y humanos esenciales para hacer una labor eficiente.

b) Los centros internacionales IICA y CIAT concentran sus esfuerzos en el estudio de problemas de alcance internacional, debido a la naturaleza básica de esos estudios ó a la circunstancia de que el tipo de labor se puede aplicar en varios países.

Proponemos la siguiente secuencia en la acción:

1. Que, simultáneamente, con la labor que realice en cuanto a genética y resistencia a las enfermedades, cada programa nacional determinará áreas aconsejables para la producción de semilla libre de enfermedades.

2. El CIAT y el IICA servirán como elementos de enlace entre los diferentes programas, facilitando la difusión de la información sobre los diferentes planes y proyectos nacionales y sobre sus logros y necesidades. Esto se podría realizar en la siguiente forma:

a) Organización de conferencias y reuniones, cada dos años, a semejanza de las reuniones anuales del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA.

b) Publicación de un boletín informativo similar al de Cooperación para el Mejoramiento del Frijol.

3. Cada programa nacional reforzará su infraestructura física y humana mediante las siguientes formas de acción:

a) Solicitar asistencia de agencias internacionales, fundaciones y/o industria privada para conseguir los fondos necesarios. Esto exige la presentación de proyectos bien definidos.

b) Establecer lazos estrechos con programas nacionales de extensión. La falta de coordinación entre servicios de extensión y de investigación es un problema muy generalizado.

c) Facilitar el adiestramiento de personal entre estudiantes en países extranjeros o por medio de cursos de profesores invitados.

4. Las instituciones y centros internacionales han de colaborar activamente en el refuerzo de los programas nacionales.

a) La asistencia de la institución se debe dar en programas a largo plazo o para programas bien definidos que tengan preestablecidas sus metas y sus términos. Se sabe por experiencia que la interrupción de muchos proyectos se produjo simplemente porque su discontinuación fue exigida por razones políticas.

b) Los centros tienen que mantener un banco de germoplasma con un sistema de catalogación bien organizado, en cuestiones tales como resistencia a enfermedades, características agronómicas, calidad y contenido de proteína. Estos catálogos deben estar disponibles para consultas de los programas nacionales que tengan que hacer peticiones específicas. También, deberían establecerse redes de experimentación, en diferentes países, basadas en cultivares que tengan características y preferencias de grano similares para tratar de reducir el número de variedades en las áreas tropicales.

GRUPO II

Este grupo estuvo conciente de la conveniencia de establecer una red de comunicaciones para aunar

esfuerzos e intercambiar materiales entre las organizaciones existentes. Se recomienda que la ALIL (Asociación Latinoamericana de Investigadores de Leguminosas) se robustezca como organización que agrupa especialistas en plantas leguminosas de grano comestible, con el apoyo de organizaciones nacionales y de instituciones internacionales. Esto incluirá la participación de especialistas en otras organizaciones correlacionadas como el PCCMCA, el BIC, la ALF y la ALAF (ahora, ALCA).

Una vez reforzada la ALIL, el punto de partida sería diseñar un **Modelo de Red de Comunicaciones** para los técnicos que trabajan en leguminosas de grano.

¿Quiénes pueden ser miembros de la ALIL?

1. Miembros activos voluntarios.
2. Instituciones nacionales en cada país vinculadas con la investigación de leguminosas de grano.
3. Organizaciones internacionales que tengan programas de investigación y de producción de leguminosas de grano.
4. Agencias internacionales capaces financieramente de mantener a la asociación en operación.

¿Cuáles serán las funciones de la ALIL?

1. Promover la investigación de leguminosas de grano a nivel local y regional en cada país participante.
2. Recopilar, resumir, publicar y distribuir la información obtenida de la investigación.
3. Tomar iniciativa de los problemas que tienen los programas nacionales en cada país e informar sobre ellos a otros miembros.
4. Fomentar la participación activa de los miembros en la solución de los problemas de cultivo de leguminosas alimenticias.
5. Editar una publicación periódica que contenga un resumen de la labor realizada y del progreso alcanzado en el campo de las leguminosas.
6. Organizar una asamblea anual o bienal de técnicos en el campo de las leguminosas. Sería posible la organización de un Programa Cooperativo Latinoamericano de Fríjol con la orientación y el apoyo de una organización internacional.

Actividades a desarrollar

1. Sostener y operar un banco de germoplasma a nivel mundial y colaborar en el mantenimiento y operación de otros bancos que ya estén establecidos.

2. Evaluar materiales, prácticas agrícolas y toda recomendación o actividad promisoria a nivel nacional.

3. Patrocinar el adiestramiento de personal necesario para mejorar el programa de leguminosas de grano en cada país, en organizaciones internacionales ó universidades. El patrocinio del adiestramiento debería incluir asistencia financiera.

4. Desarrollar proyectos regionales o programas encaminados al incremento rápido de la producción de leguminosas de grano (tales como el Plan Puebla de México y los proyectos de Desarrollo Rural en Colombia, Honduras y Perú).

5. El mercadeo es un problema de nivel nacional. El mercadeo internacional se regirá por convenios regionales ya establecidos o en vías de establecerse.

GRUPO III

En América Latina hace falta una publicación que informe sobre los resultados de la investigación conseguidos por las organizaciones nacionales e internacionales. Hay necesidad urgente de distribuir información sobre facilidades, estructura, financiación y personal profesional en los diversos centros de investigación y de adiestramiento.

Esa publicación tiene que establecerse y coordinarse por una organización internacional que pueda recoger, procesar y distribuir toda la información relativa a leguminosas alimenticias en América Latina (material genético y aspectos nutricionales, agronómicos y fitosanitarios).

No se debería olvidar que muchas organizaciones han tratado de alcanzar esas metas y han fracasado, quizás por el hecho de que no investigan y dedican todos sus esfuerzos a la coordinación de la investigación y de los investigadores. Su falla puede consistir en la gran diversidad en cuanto a metas y a opiniones de los integrantes de la organización.

1. Es de desear que se establezca una red de comunicaciones que actúe bajo el auspicio de una organización internacional dedicada a la investigación agrícola y al estudio y solución de los problemas de las leguminosas alimenticias en América Latina. Una institución así debería tener las facilidades básicas para cumplir eficientemente con la recolección, el procesamiento, el resumen y la difusión de la información, así como con la distribución del material genético.

Esa organización tiene que ser responsable del establecimiento y funcionamiento de un sistema internacional con métodos uniformes y otros aspectos pertinentes que ayuden a formar un lenguaje común para el análisis del material genético de las diferentes colecciones. La operación debe partir de las actuales facilidades existentes en cada país complementando y unificando los programas nacionales en áreas comunes de trabajo.

El centro internacional coordinador tendría a su cargo conseguir la asistencia financiera a través de institutos internacionales para llevar a cabo los proyectos de investigación. El grado de participación de las agencias internacionales dependería de lo que puedan ofrecer en adiestramiento de personal, asistencia para la adquisición de equipos y personal calificado.

Las funciones de este Centro serían las siguientes:

a) Recopilar la información disponible sobre los problemas obtenidos en América Latina con respecto a diferentes aspectos del cultivo de las plantas leguminosas de grano comestible. Después de procesada, esta información debería enviarse a los investigadores de otros países y a las personas en posiciones gubernamentales que tengan capacidad de diseñar política agrícola.

b) Desarrollar nuevas técnicas que tengan por objeto la unificación y la evaluación de patrones, y tiendan a la solución de problemas comunes en América Latina.

2. La política de mercadeo en América Latina se debería basar en aspectos tales como las características de aceptabilidad de los productos (por ejemplo: tamaño, color y textura del grano) que dependen de las preferencias de las diferentes poblaciones.

a) La demanda en el consumo se basará en el suplemento de utilización de alimentos de otros granos y fuentes de origen animal, con objeto de proporcionar una dieta balanceada para la población, tanto urbana como rural.

b) Desarrollar una política de precios asequibles a los diferentes sectores de la población.

c) Estimular el desarrollo de variedades preferidas por los consumidores de la mayor parte de los países.

3. Para coordinar actividades de investigación y desarrollo se debería:

a) Nombrar un coordinador general en cada área de investigación y desarrollo.

b) Disponer de coordinadores locales y regionales que actúen como un comité asesor de la institución.

c) Organizar reuniones periódicas para discutir los resultados y los logros conseguidos en los programas y para fijar nuevas metas.

4. Para iniciar el programa, un grupo de especialistas debería esbozar planes de trabajo bien definidos.

5. La coordinación del adiestramiento debería incluir los centros de adiestramiento que contemplan las necesidades de los países tropicales.

Finalmente, se debe dar énfasis en que América Latina tiene un potencial desconocido e inexplorado en leguminosas alimenticias. La mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha han fallado en el cubrimiento de las llamadas áreas marginadas.

Es de esperar que los convenios conseguidos en este Seminario no queden en letra escrita sino que, en cuanto sea posible, entren en acción cuanto antes.

Sugerimos la formación de una sociedad latinoamericana de leguminosas de grano comestible, cuyo principal objetivo sería la presentación periódica de los resultados de los programas establecidos, que facilite el contacto personal para el intercambio directo de información. La acción de esta asociación reforzaría la de la Asociación Latinoamericana de Investigadores de Leguminosas, a la cual hemos hecho referencia en párrafos anteriores.

GRUPO IV

Es posible y deseable establecer una red de comunicaciones para esfuerzos cooperativos e intercambio de material y de información en América Latina.

La institución coordinadora propuesta podría ser CIAT, IICA o una organización **ad hoc**. Las instituciones coordinadoras nacionales e internacionales estarán afiliadas a la organización coordinadora central. Ellas serían el PCCMCA, en América Central; el ICA, en Colombia; el Proyecto Nacional del Fríjol, en Brasil; el INIA, en México; el CENIAR, en Venezuela, y las organizaciones que ya existen en Perú y las Antillas.

La organización coordinadora tendría un Comité Asesor formado por un representante de cada una de las instituciones afiliadas.

Para aliviar los problemas de la comunicación proponemos:

1. La publicación de un programa informativo con resúmenes sobre los resultados de las investigaciones, información sobre germoplasma y otros temas de interés. Este programa podría ser semejante al que, hace algunos años desarrolló el IICA bajo el nombre de "Comunicaciones Científicas Agrícolas".

2. Visitas periódicas de técnicos de la institución coordinadora a las organizaciones colaboradoras.

3. Seminarios periódicos, quizás anuales, sobre asuntos muy específicos.

Las actividades de la red de coordinación serían:

1. Bajo la supervisión de la organización coordinadora central, integrar la labor de los bancos de germoplasma en cuanto a mantenimiento, evaluación, multiplicación y catalogación.

2. Manejar un centro de documentación especializado en fríjol y otras leguminosas de grano comestible.

3. Responsabilizar a la organización coordinadora del diseño del programa de adiestramiento de especialistas en leguminosas comestibles.

4. Considerar como labor básica de la organización coordinadora, la sugerencia y complementación de la investigación realizada en los programas nacionales.

5. Reforzar la Asociación Latinoamericana de Investigadores de Leguminosas así como estimular la formación de la agrupación que se dedicaría a las leguminosas de grano comestible.

6. Procurar la publicación del progreso logrado en las investigaciones científicas y tecnológicas.

7. Establecer una encuesta que determine los factores limitantes de la producción y el consumo de fríjoles y de otras leguminosas de grano comestible, así como los recursos disponibles de las organizaciones nacionales de investigación y de asistencia técnica.

8. Recopilar, evaluar y difundir los resultados obtenidos y las sugerencias de la mencionada encuesta.

9. Con base en la encuesta, determinar prioridades a corto, medio y largo plazo respecto a la investigación, tecnología, difusión de la información, etc., teniendo en cuenta el incremento de la producción y el consumo de leguminosas comestibles como fuente de proteína para el mejoramiento de la dieta humana.

10. Promover la integración interdisciplinaria en la organización e implementación de la investigación.

GRUPO V

1. Los participantes de este Seminario consideran que es conveniente establecer una red de operaciones entre las diferentes personas e instituciones actualmente involucradas en el cultivo de fríjol en los trópicos americanos. Este programa cooperativo regional serviría para:

a) Intercambiar información utilizando sistemas apropiados de documentación científica, informes sobre investigación en marcha y otros medios de difusión.

b) Intercambiar materiales genéticos a través del establecimiento de bancos de germoplasma que usen sistemas uniformes de clasificación para la información de que dispongan.

c) Intercambiar personal que trabaje en proyectos específicos de investigación o que esté adiestrado en diferentes aspectos de la producción de fríjol.

d) Establecer trabajo cooperativo incluyendo pruebas regionales de materiales prometedores que puedan ser útiles a todos los participantes.

2. El Grupo de Trabajo reconoce la complejidad que implica la coordinación de la labor de investigación biológica con los estudios de mercadeo y de aceptabilidad por el consumidor de los nuevos productos. Este grupo, sin embargo, no subestima la importancia de un enfoque global e integrado de este problema. Se sugiere que, con objeto de establecer la red, las operaciones comiencen por los aspectos de investigación biológica sin excluir la participación de organizaciones o personas involucradas en los aspectos socioeconómcios.

3. En conexión con el segundo punto, la estructura de la red habría de ser lo suficientemente amplia y flexible para permitir la participación de instituciones públicas y privadas, internacionales, regionales y nacionales que estén interesadas en problemas de fríjol en América Latina. El grupo cree además que, al principio, el campo de estudio debería limitarse a **Phaseolus vulgaris** y que, una vez que la red resulte operativa, se pueda incluir otras leguminosas. Se cree que el PCCMCA, que ha estado funcionando durante varios años, se puede tomar como modelo para la organización propuesta.

4. El apoyo técnico y financiero de proyectos específicos sería parte esencial de este programa. Por consiguiente, es imperativo disponer de un pequeño grupo que actúe como Secretaría Ejecutiva del Programa. Las responsabilidades de este grupo serían:

a) Ayudar a diseñar e incrementar el número de sistemas para el intercambio de información y materiales.

b) Organizar reuniones, seminarios y otras actividades que proporcionen interacción personal entre los participantes.

c) Proponer o sugerir actividades que se puedan desarrollar en forma cooperativa.

d) Apoyar a las instituciones participantes para que puedan cumplir sus obligaciones con el programa.

5. Para que se logren progresos rápidos y eficientes en la organización del programa sugerido, los organizadores de este seminario deberían designar un grupo de trabajo que no exceda de tres personas, el cual pudiera dedicar algún tiempo a consultar con especialistas y con posibles fuentes de financiación. Finalmente, preparar un proyecto de conjunto que incluya información detallada en las actividades antes mencionadas.

GRUPO VI

1. Hay necesidad urgente de hacer un esfuerzo combinado entre los países interesados en **Phaseolus vulgaris** y mejorar su producción y su utilización.

2. Para alcanzar esos objetivos, se debería constituir una organización formada por centros coordinadores para actividades de investigación, desarrollo y adiestramiento, con la participación de grupos regionales que representen países que tengan intereses comunes.

3. Se propone que el CIAT sea este centro coordinador.

4. Los aspectos prioritarios de la labor de esta organización serían:

a) Adiestramiento técnico de personal que trabaje con estos cultivos.

b) Programas de desarrollo rural (aplicación tecnológica en las zonas andinas).

c) Investigación en problemas de importancia económica.

5. Para conseguir que esta organización funcione, se requeriría la participación de las siguientes instituciones:

a) Ministerios de Agricultura
b) Instituciones de Investigación Agrícola
c) Instituciones de Desarrollo Rural.

6. La organización debería comenzar inmediatamente a:

a) Analizar la disponibilidad de recursos financieros
b) Exponer el proyecto a los países colaboradores
c) Definir las bases de coloración, coordinación y operación.

7. Sería necesario asegurar la continuidad de la organización por medio de:

a) Convenios que fijen claramente los objetivos de los proyectos y las mutuas responsabilidades operativas.

b) Esfuerzo continuado.

8. El contacto y la comunicación entre las partes que colaboren en el programa se mantendrá por medio de:

a) Reuniones periódicas de los grupos regionales y el centro coordinador.
b) Visitas de especialistas en fríjol del CIAT a los grupos regionales para coordinar los programas de colaboración.
c) Publicación de un boletín informativo sobre las actividades de las diferentes divisiones de la organización.

GRUPO VII

1. El grupo quiere poner énfasis en algunos problemas fundamentales. En primer lugar, el vacío existente entre las necesidades de los pequeños agricultores (que son la mayoría de los productores de fríjol) y la naturaleza de la investigación que se hace en estaciones experimentales. Este vacío resulta en investigación de corto alcance, encaminada a mejorar las prácticas primitivas de producción de fríjol, en la mayoría de las granjas. El sistema de cultivo asociado, por ejemplo, es el más común pero son pocos los experimentos que se han hecho para mejorar su eficiencia.

En segundo lugar, los mejoramientos tecnológicos se han quedado en las estaciones experimentales y no se han introducido en la granja, lo que indica falta de investigación intensiva en el desarrollo de sistemas eficientes que permitan la introducción de nueva tecnología a los muchos laboradores pobres e ignorantes.

2. El grupo está de acuerdo con el establecimiento de un programa cooperativo que ponga énfasis en la labor de instituciones nacionales sin tratar de hacerse cargo de sus responsabilidades.

3. Los logros y la experiencia del PCCMCA deberían tenerse en cuenta y los resultados positivos obtenidos se aprovecharían siempre que sea posible.

4. El grupo estuvo dividido con respecto a la estructura que debe tener el programa cooperativo. Algunos miembros preferían una estructura federativa con tres subprogramas:

a) Un PCCMCA reorganizado para América Central, México y el Caribe.

b) Un subprograma para Brasil.

c) Un subprograma andino para el resto de América del Sur.

Otros miembros del grupo preferirían la formación de una estructura centralizada, bajo una sola organización. En el primer caso, habría pequeños grupos de técnicos en las áreas de prioridad de cada región tratando de formar un equipo interdisciplinario. En el segundo caso, habría solamente un grupo de técnicos trabajando en un centro.

5. El apoyo y la coordinación se lograría por medio de:

a) Reuniones de tipo nacional, regional y continental.
b) Intercambio de técnicos.
c) Intercambio de materiales (bancos de germoplasma).
d) Asesoría a instituciones nacionales.
e) Adiestramiento de técnicos nacionales.
f) Integración de un sistema de información que incluya la publicación de un boletín periódico.

6. Finalmente, se sugiere formar un pequeño equipo de trabajo para incorporar todas estas sugestiones a un plan integral que desarrolle un programa activo.

GRUPO VIII

1. La colaboración entre países es necesaria para reunir esfuerzos e intercambiar materiales. Se deberían tomar medidas especiales y precauciones para evitar la difusión de enfermedades y plagas en los países que estaban libres de ellas. Este tipo de colaboración exige el establecimiento de una organización supranacional que conjugue los esfuerzos de todos los países para cumplir una tarea eficiente, como ha ocurrido con los programas dedicados al mejoramiento del maíz, trigo y arroz.

La meta primera de la organización sería el estudio de las necesidades específicas de cada país, tales como los factores socioeconómicos, las necesidades de alimentación, los problemas de cultivo en el área, la productividad, etc.

2. La organización de un programa cooperativo latinoamericano para fríjol se justificaría ante el hecho de que un gran consumo de esta leguminosa, en muchos de esos países, puede contribuir a disminuir el déficit de proteína en la nutrición humana.

El grupo sugiere el establecimiento de un comité coordinador formado por los técnicos involucrados en programas de frijol. El Comité funcionaría por medio de las organizaciones elegidas por el propio comité, que estén en capacidad de asumir las respectivas atribuciones. El comité decidirá sobre coordinación de la labor, diseño de políticas agrícolas en relación con el cultivo del fríjol y consigue los recursos necesarios que se asignen al programa. Además, tendría estas otras funciones:

a) Recopilar información sobre investigación y sobre resultados obtenidos en las diferentes estaciones experimentales y ponerla a disposición de los miembros del programa.

b) Condensar y analizar esa información.

c) Hacer recomendaciones para realizar cierto número de actividades, tales como la organización de programas de adiestramiento, el establecimiento de bancos de germoplasma y el apoyo que se tenga que dar a algunos países para que realicen sus programas.

d) Promover reuniones o simposios para evaluar la implementación del programa y fijar futuras metas.

Si se aprueba el establecimiento del comité, se estudiarán en detalle su naturaleza y sus mecanismos de acción y reglamentación. Como sugestión, se entendería que el cultivo del fríjol se debería considerar en relación con otros cultivos, antes que aisladamente, con objeto de evitar que se afecte el equilibrio socioeconómico de los países latinoamericanos.

GRUPO IX

Trataremos de esbozar el papel, que, a nuestro entender, deben desempeñar las organizaciones internacionales. Labor a realizar:

1. Proporcionar coordinación y apoyo logístico y planear el programa de actividades con las instituciones nacionales. Debemos esforzarnos en trasformar las capacidades nacionales en esfuerzo internacional. Hay una necesidad manifiesta de coordinación de las organizaciones internacionales en su misión de trabajo con las instituciones nacionales.

2. Establecer una red de colaboración entre centros latinoamericanos que se ocupan de hacer trabajos de investigación en fríjol. Este parece ser un mecanismo idóneo para unificar las facilidades de investigación y de desarrollo que se requieren para mejorar el nivel de producción, la calidad del grano y demás aspectos relacionados.

Esa red, con la mayor amplitud posible, debería aprovechar las facilidades ya existentes y el elemento humano disponible. Debería vigorizar las instituciones existentes en vez de suplantarlas o duplicarlas. Debería ayudar a los centros nacionales a alcanzar sus propios objetivos y en ningún caso, tratar de imponer decisiones foráneas. Al mismo tiempo, debería garantizar que las instituciones nacionales tengan pleno acceso a nuevos logros conseguidos.

Sería finalidad primordial del programa coordinado:

a) Identificar áreas de investigación de interés común.
b) Fijar prioridades entre tales áreas.
c) Planear la labor experimental hacia esos objetivos.
d) Adquirir fondos adicionales si se necesitan para llevar a cabo los experimentos indicados.
e) Asesorar los diferentes colaboradores en la realización de lo que se haya convenido sobre investigación.
f) Evaluar y difundir los resultados del esfuerzo de investigación cooperativo.

Las metas antes mencionadas se podrían alcanzar organizando por grupos los centros colaboradores de investigación de fríjol o las estaciones de los países productores del mismo, de acuerdo con sus afinidades y con sus condiciones ecológicas y geográficas.

La organización de esos grupos regionales podría realizarse a través de una Comisión Latinoamericana del Fríjol, cuerpo colegiado de naturaleza multidisciplinaria. Los especialistas más destacados en las diferentes disciplinas deberían formar esa comisión.

La Comisión fijaría políticas de problemática, prioridades investigativas, programas hemisféricos de análisis; distribuiría las atribuciones y gestionaría la consecución de fondos.

Se debería elegir un coordinador del programa en cada país, para que sirviese de enlace entre los esfuerzos domésticos y su coordinador regional que sería responsable de las relaciones con la corporación superior.

Los grupos regionales se deberían reunir anualmente para revisar los progresos de su labor, evaluar los resultados y fijar prioridades de investigación y de educación.

Con objeto de mantener contacto y comunicación entre varios grupos se debería establecer alguna especie de secretariado. Este debería actuar también como departamento de clarificación y ser capaz de detectar los logros nacionales para reunir datos.

La Comisión Latinoamericana del Fríjol debería buscar apoyo a su nivel de políticas relativas a diferentes fases del cultivo a través de algún cuerpo consultivo de personas que hagan efectivas esas políticas en los países y que podrían reunirse cada tres años para evaluar resultados y fijar los lineamientos para hacer factibles tales políticas agrícolas.

GRUPO X

Este grupo se ocupó del mejoramiento del fríjol durante la celebración del Seminario sobre Fríjol realizado en Cali, Colombia.

Las consideraciones de este grupo se refieren a cuatro puntos principales:

1. Bancos de germoplasma;
2. Materiales básicos de mejoramiento;
3. Obtención de materiales mejorados;
4. Comercialización de semilla mejorada.

I. Bancos de germoplasma

Los bancos de germoplasma -formados por la colección de materiales autóctonos, muchas veces obtenidos en las fincas de los pequeños agricultores, deben incluir toda la gama de variabilidad genética primitiva de las especies en estudio están reconocidos como la principal fuente genética en los programas de mejoramiento de plantas. La información de que se dispone indica que hay en América en general una falta de organización en los bancos existentes y por consiguiente, se sugirió que se preste atención a los siguientes puntos:

a) Recopilación de información sobre localización de bancos y sobre materiales existentes.

b) Establecimiento de procedimientos específicos para el manejo de los bancos de germoplasma que incluyan un sistema de documentación con la mejor información posible sobre características morfológicas, agronómicas y fisiológicas de las colecciones así como un sistema rápido de recuperación. Se debería estudiar el problema de la variabilidad y reproducción del material con miras a evitar pérdida de variabilidad genética y los efectos de la alogamia.

c) Estudios biosistemáticos encaminados a la clasificación filogenética del material que incluyan características tales como origen, áreas de distribución y efectos de la selección sobre el proceso de domesticación de la planta.

d) Planeación de exploraciones futuras etnobotánicas teniendo en cuenta el incremento de la variabilidad genética dentro del material recogido.

e) Mecanismos para la distribución de materiales.

Se sugirió que se mantengan bancos de germoplasma en forma continuada en las siguientes localidades y áreas:

a) Chapingo (México), para la región centroamericana y el Caribe.
b) Palmira (Colombia), para el material de Venezuela, Ecuador y Colombia.
c) La Molina (Perú), para Perú, Chile y Bolivia
d) Campinas (Brasil) para Brasil y las Guyanas.

Se estimó conveniente elegir a Fort Collins (Colorado, EE. UU.) como lugar de almacenamiento de un

surtido completo de muestras representativas, durante un largo período de tiempo, como medida de precaución para el mantenimiento de las especies.

II. Materiales básicos para los fitomejoradores

La evaluación y selección de materiales primitivos de los bancos de germoplasma generará material básico para: a) las próximas fases del fitomejoramiento y b) material identificado por características genéticas "sui géneris". El primer tipo de material tendrá que tomarse de "bancos de germoplasma activos" en los centros fitomejoradores. Se sugiere que muestras representativas del segundo tipo de material se depositen en un banco de germoplasma localizado en Pullman (Estado de Washington, EE. UU.)

Una fase más avanzada de la labor fitomejoradora llevará a la formación de compuestos genéticos obtenidos por medio de cruces controladas hechas en componentes seleccionados, de acuerdo con diferentes objetivos. Estos compuestos tendrán que tomarse de "bancos de germoplasma activos" y deberían ponerse a disposición de los científicos que los soliciten. La definición de lo que es un centro para la producción de los compuestos requeridos, de acuerdo con las necesidades generales de un programa para el fitomejoramiento internacional, quedó pendiente de decisión en las reuniones que efectuó este grupo.

III. Obtención de material regional mejorado

Se subrayó la conveniencia del empleo de selección en los programas regionales de fitomejoramiento partiendo de compuestos formados en los diversos centros fitomejoradores. Teóricamente, es posible obtener materiales a partir de compuestos con las características de adaptación, precocidad, sanidad, color del grano y otras que satisfagan las exigencias y objetivos regionales.

IV. Comercialización de materiales mejorados

Con miras a obtener una mayor ventaja en el uso de semillas mejoradas, en los diferentes procesos de producción agrícola, se recalcó la necesidad de prestar atención a los mecanismos de comercialización.

GRUPO XI

1. Es deseable que se establezca una red de comunicaciones en América Latina por las siguientes razones:

a) La labor que se realiza en algunos países se desconoce en otros y esto dificulta el intercambio de material bibliográfico.
b) En muchos casos, algunos países desechan material genético que podría ser utilizado en otros.
c) El PCCMCA, que trabaja en países centroamericanos, ha tenido experiencias positivas que vale la pena aprovechar.

Esta red de comunicaciones se puede establecer a través de organizaciones regionales destacadas.

2. La función de esta organización regional básica sería la de establecer convenios con instituciones nacionales con el fin de coordinar y realizar tareas específicas relacionadas con mercadeo, producción, mejoramiento y aceptabilidad de leguminosas alimenticias así como con la coordinación de la labor de investigación, desarrollo y adiestramiento.

3. Los organismos internacionales tendrían la oportunidad de participar en los programas regionales a través de:

a) Establecimiento de un banco de germoplasma.
b) Establecimiento de un centro de información.
c) Establecimiento de un centro de adiestramiento personal y de asesoría técnica.
d) Organización de reuniones interdisciplinarias nacionales e internacionales.
e) Canalización de la asesoría técnica y asistencia financiera para proyectos específicos de investigación, a través del mencionado centro.

4. Los proyectos específicos se podrían financiar estableciendo un impuesto sobre unidad de producción (tonelada de grano o algo semejante) y se estudiarían proyectos específicos para buscar el apoyo financiero de organizaciones que estuvieren interesadas en tales proyectos.

GRUPO XII

Las sugerencias de los participantes en el Seminario sobre "El potencial del fríjol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina" se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Vigorizar la Asociación Latinoamericana de Leguminosas de grano comestible y los programas cooperativos existentes (PCCMCA).

2. Mantener contactos con asociaciones y programas similares en otros continentes a través de una Secretaría Ejecutiva que sería el nervio motor de la mencionada asociación.

3. Vigorizar los programas nacionales de leguminosas.

4. Establecer, en donde no existan, programas regionales para coordinar los esfuerzos nacionales.

5. Establecer comunicación amplia y continua con todos los miembros de la asociación, en forma de publicaciones y noticieros sobre legumbres.

6. Intensificar el adiestramiento de técnicos dedicados a trabajos de distinto tipo con plantas leguminosas en todos los niveles.

7. Vigorizar los bancos de germoplasma existentes, tanto técnica como financieramente.

8. Centralizar y distribuir la información sobre materiales disponibles en todos los bancos de germoplasma a fin de conocer, en la forma más amplia posible, las disponibilidades de material genético con que se cuenta en el mundo.

Apéndice IV.

RESPUESTAS A ALGUNAS PREGUNTAS INCLUIDAS EN UN CUESTIONARIO DE EVALUACION QUE LLENARON LOS PARTICIPANTES AL FINALIZAR EL SEMINARIO

Resumen que presenta las respuestas obtenidas a preguntas específicas en un ordenamiento tabular

En este documento se presentan las respuestas escritas por 90 participantes al seminario sobre "El potencial del fríjol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina" a una serie de preguntas o de consultas relacionadas con factores fundamentales sobre el cultivo de fríjol y de otras leguminosas en los países latinoamericanos.

1. La primera pregunta se refería a la forma en que sería posible agrupar algunas expectativas de acuerdo con el grado en que lograron realizar cada una de ellas, con base en la siguiente escala:

5: Se realizó **completamente**
4: Se realizó **en alto grado**
3: Se realizó **en mediano grado**
2: Se realizó **en bajo grado**
1: Ninguna **realización**

La tabulación de las respuestas indica que las expectativas de los participantes se realizaron en alto grado, como puede verse en los promedios que se detallan a continuación de las preguntas.

2. La segunda pregunta pedía a los participantes que calificaran el grado en que se produjeron resultados negativos. Aunque esta pregunta involucraba posibles conflictos (las contestaciones podrían tener algunas implicaciones de tipo administrativo), los datos obtenidos fueron los siguientes:

	Promedio	Número de Respuestas
Establecer contactos personales con otros especialistas e integrar grupos de trabajo para el intercambio de información y material.	4,09	90
Aprender acerca de los problemas que en conjunto limitan la producción de leguminosas de grano en los trópicos.	4,02	90
Obtener información sobre el consumo y utilización de leguminosas.	3,82	85
Establecer prioridades y ampliar conocimientos en la investigación de leguminosas de grano.	3,79	90
Conocer las conclusiones y soluciones que los participantes al seminario propongan.	3,68	81

3. Esta pregunta intentaba determinar el grado en que los problemas relacionados enseguida son **limitativos** para la obtención de alta producción por unidad de superficie, en cultivos de leguminosas de grano comestible en América Latina.

La escala de determinación fue la siguiente:

5: **Totalmente** limitativo
4: Limitativo en **alto grado**
3: Limitativo, pero sólo en **mediano grado**
2: Limitativo, en muy **bajo grado**
1: No lo considero limitativo.

	Promedio	Número de Respuestas
No esperaba resultados negativos.	3,17	47
Que no se promueva la cooperación entre investigadores regionales por falta de un organismo que centralice e irradie los adelantos en investigación	2,65	63
Que no se tomen decisiones claras sobre planes de acción y que las conclusiones del seminario no se lleven a la práctica.	2,56	67
Que falte un enfoque integral al fomento de la producción.	2,55	64
Que en algunas conferencias no se logren conocer en detalle por falta de tiempo y por tanto no se logren las contribuciones que se espera.	2,53	66
Que se acepten objetivos directrices señalados por gentes ajenas al medio y desconocedoras del mismo.	2,26	50

Las respuestas fueron las siguientes:

	Promedio	Número de Respuestas
Bajo nivel tecnológico y económico de los productores.	3,86	88
Problemas fitosanitarios.	3,77	87
Técnicas de producción deficientes.	3,70	88
Baja calidad de la semilla.	3,63	88
Deficiente apoyo estatal a productores e investigadores.	3,59	86
Baja rentabilidad del cultivo.	3,56	87
Fallas en comunicación de tecnología.	3,55	88
Falta de información científica.	3,21	88

4. Esta pregunta buscaba encontrar cuáles son, en opinión de los participantes, las instituciones que serían las más apropiadas para conducir y coordinar, en América Latina, la investigación en las siguientes áreas de problemas específicos:

	Número de Respuestas
4.1 Problemas fitosanitarios:	
CIAT	35
IICA	15
Universidad de Costa Rica	7
ICA	6
Universidad de Campinas	3
ALF (Asociación Latinoamericana de Fitopatólogos)	1
INCAP	1
ENA, Chapingo	1
INIA (México)	1
Michigan University	1
Universidad de Vicosa	1
4.2 Estudios económicos de producción y comercialización:	
IICA	21
CIAT	17
PCCMCA (América Central)	6
INCAP	3
SIECA	3
ILMA	2
Corporación de Mercadeo	1
CEPAL	1
IICA-CIRA	1
ICA	1
FAO	1
4.3 Fitomejoramiento y adaptación:	
CIAT	46
IICA	24
ICA	12
ENA, Chapingo	3
Universidad de Campinas	2
INIAP	2
Universidad de Vicosa	2
PCCMCA	2
ALIL	1
INIAP	1
INCAP	1
ICTA (El Salvador)	1
IITA	1

	Número de Respuestas
4.4 Estudios de las tecnologías de los agricultores	
CIAT	31
IICA	16
ICA	4
IITA	3
PCCMCA	3
ENA, Chapingo	2
INIA (México)	2
CIMMYT	2
INIAP	1
INCAP	1
ABCAR (Brasil)	1
ICTA (El Salvador)	1
FAO	1
4.5 Prácticas de producción	
CIAT	41
IICA	17
Universidad de Campinas	6
ICA	3
PCCMCA	2
INIAP	2
CIMMYT	1
INCAP	1
ALAF (Actualmente, ALCA)	1
4.6 Potencial de las leguminosas en la alimentación humana:	
INCAP	43
CIAT	13
PCCMCA	5
IICA	5
Universidad del Valle	4
FAO	2
INIAP	1
ICA	1
4.7 Producción de semillas certificadas:	
CIAT	20
IICA	7
ICA	6
CIMMYT	4
PRONASE (México)	4
Ministerios de Agricultura	3
INCAP	1
ENA, Chapingo	1
INIAP	1
PCCMCA	1
ABCAR (Brasil)	1
INIA (México)	1
Universidad de Campinas	1
Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano"	1
4.8 El modo de llevar la tecnología a los agricultores:	
CIAT	20
IICA	18
ICA	4
Ministerios de Agricultura	4
ENA, Chpaingo	3
ABCAR (Brasil)	3
CP	1
INCAP	1
FAO	1
INA	1

	Número de Respuestas
4.9 Arquitectura y fisiología de la planta:	
CIAT	33
Universidades	12
IICA	11
ICA	4
ENA, Chapingo	4
IITA	3
INCAP	1
ALAF	1
INIA (México)	1
MSU (Michigan)	1
PCCMCA	1

5. Esta pregunta pretendía codificar la organización del seminario de acuerdo con la siguiente escala:

5: Excelente
4: Bueno
3: Regular
2: Malo
1: Pésimo

El resumen obtenido fue el siguiente:

	Promedio	Número de Respuestas
Atención de directivos	5,00	5
Coordinación y orden	5,00	1
El interés de los audientes nacionales	5,00	1
La oportunidad que tuvo para conocer a otros participantes en reuniones informales (comidas, cocteles, etc)	4,11	87
Facilidades del hotel	4,00	1
Cuestionarios de evaluación	4,00	1
El trabajo en grupos de disciplinas	4,00	2
La oportunidad que tuvo usted para destacar aspectos especialmente importantes durante las conferencias	3,92	82
La oportunidad que usted tuvo para aclarar los interrogantes despertados en las conferencias	3,87	86
Trabajo de las secretarias	3,83	6
El servicio de cafetería demasiado lento. Esto provocó retrasos en la iniciación de las conferencias	3,50	2
La traducción simultánea	3,46	86
La calidad del sonido	3,18	86
Organización del Banquete	3,00	2
Definición de metas	3,00	1
Categorización de problemas	3,00	1
Tiempo para exposición de trabajos	3,00	1
Tiempo para pausas	2,00	1
Definición supuestos	2,00	1
Aire acondicionado muy frío	2,00	1
Presentación de conferencistas	2,00	1
Servicio de cambio de dólares	2,00	1
Control de la luz	1,50	2
Oportunidad para tratar aspectos económicos	1,00	1
Algunas conferencias muy largas	1,00	2
Servicio de agua	1,00	2

LISTA DE PARTICIPANTES

Brasil

Johanna Dobereiner
IPEAS
Km. 47, Via Campo Grande, 2C-26
Guanabara.

Iraja Ferreira Antunes
Instituto de Pesquisa Agropecuaria do Sul
IPEAS
Caixa Posta "E"
Pelotas, R. S., 96100

Aristoteles Ferreira de Oliveira
Setor de Fitotecnia
Programa Leguminosas
IPEAS
Belém, Pará

George Freytag
Consulado dos Estados Unidos de Norte América
Caixa Postal 09676
Porto Alegre, R. S.

Carl Lamm
(IAEA/FAO)
Centro de Energía Nuclear en Agricultura, CENA
Caixa Postal 96
Piracicaba, Sao Paulo.

Shiro Miyasaka
Instituto Agronómico de Estado de Sao Paulo
Avenida Barao de Itapura 1481
Caixa Postal 28
Campinas, Sao Paulo, 13100

Eliane Augustin Oliveira
Instituto de Pesquisa Agropecuaria do Sul
IPEAS
Caixa Postal "E"
Pelotas, R. S., 96100

J. Dutra de Oliveira
Facultad de Medicina,
Universidade de Sao Paulo
Ribeirao Preto, Sao Paulo. 14100

Antonio Sidnei Pompeu
Seção de Leguminosas
Instituto Agronómico
Caixa Postal 28
Campinas, Sao Paulo

Clibas Vieira
Universidad Federal de Vicosa
Vicosa, Minas Gerais

Colombia

Jorge Iván Alvarez
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 51764
Medellín, Antioquia

Gilberto Bastidas
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Fernando Bernal N.
Gerente, Regional No. 5
Instituto Colombiano Agropecuario
Edificio Banco Ganadero, Piso 11
Cali, Valle

Luis A. Buitrago
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Canuto Cardona A.
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D. E.

Nelson Castellar
Facultad de Agronomía
Universidad Nacional
Apartado Aéreo 234
Palmira, Valle

Mark M. Claassen
Misión Menonita
Apartado Aéreo 9859
Bogotá, D. E.

Germán Contreras
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
Apartado Aéreo 15609
Bogotá, D. E.

Vicente Dávila S.
Gerente General
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D. E.

Efraín Díaz B.
Jefe Seccional, Programa Certificación de Semillas
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Mario Emura Y.
Lloreda Grasas y Aceites Vegetales
Autopista Cali-Yumbo, Km. 3
Cali, Valle

César Escobar
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D. E.

David L. Franklin
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
Apartado Aéreo 15609
Bogotá, D. E.

Carlos Garcés O.
Director, Escuela de Graduados
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D. E.

Ruben García
Instito Colombiano de Bienestar Familiar
Apartado Aéreo 15609
Bogotá, D. E.

Alvaro Gartner
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 7984
Bogotá, D.E.

Mario Giraldo
Caja de Crédito Agrario, Industrial y Menero
CRESEMILLAS
Apartado Aéreo 240
Palmira, Valle

Edgar Guzmán
Programa de Leguminosas de Grano
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Graciela Londoño
Carrera 26 No. 25-38
Manizáles, Caldas

Simeone Mancini M.
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Nacional
Apartado Aéreo 568
Medellín, Antioquia

Luis Alberto Materón
Universidad Nacional
Apartado Aérco 234
Palmira, Valle

Francisco Motta O.
Carrera 41 No. 5A-48
Cali, Valle

Elías Juri Nader
Director, Programa PAN
Corporación de Abastecimientos del Valle del Cauca, S.A.
Apartado Aéreo 6187
Cali, Valle

Silvio Hugo Orozco
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Humberto Potes
Departamento de Leguminosas
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Alberto Pradilla
Unidad Metabólica
Departamento de Pediatría
Universidad del Valle
Cali, Valle

Mario Ramírez
EXPASA
Carrera 4 No. 12-42, Piso 4o.
Cali, Valle

Henry Rey
Universidad del Tolima
Ibagué, Tolima

Alfredo Saldarriaga
Programa de Entomología
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 233
Palmira, Valle

Claudio Schamberger
DELVALLE Ltda.
Edificio Zaccour, Oficina 919
Carrera 3 No. 11-32
Cali, Valle

Tito Serrano
EXPASA
Carrera 4 No. 12-42, Piso 4o.
Cali, Valle

Roso Elías Sterling
Carrera 74 No. 9-14
Bogotá, D. E.

Alfonso Tobón L.
Calle 33 No. 15-64
Bogotá, D. E.

Raúl Varela
Instituto Colombiano Agropecuario
Ibagué, Tolima

Kazuhiro Yoshii
Instituto Colombiano Agropecuario
Apartado Aéreo 151123 (El Dorado)
Bogotá, D. E.

Costa Rica

Ronald Echandi
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica,
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José

Warren Forsythe
IICA - CTEI
Apartado 74
Turrialba

Rodrigo Gámez
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José

Guillermo Muñoz
Consejo Nacional de Producción
Apartado Postal 2205
San José

Antonio Pinchinat
IICA - CTEI
Apartado 74
Turrialba

Fernando Suárez de Castro
Dirección General
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, IICA
Apartado 10281
San José

Edgar Vargas G.
Facultad de Agronomía
Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
San José

El Salvador

Jesús Merino A.
Centro Universitario Católico
Fundación Promotora de Cooperativas
San Salvador

Heleodoro Miranda
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
Apartado 1688, Sucursal 1
San Salvador

Estados Unidos de Norte América

M. Wayne Adams
Department of Crop and Soil Science
304 Agriculture Hall
Michigan State University
East Lansing, Michigan 48823

Ken Buhr
Department of Agronomy
Iowa State University
Ames, Iowa 50010

Dermot P. Coyne
Department of Horticulture and Forestry
University of Nebraska
Lincoln, Nebraska 68503

Irwin Hornstein
Deputy Director
Office of Nutrition, AID
Department of State
Washington, D.C. 20523

John F. Kelly
Chairman
Vegetable Crops Department
University of Florida
3026 McCarty Hall
Gainesville, Florida 32601

Samuel S. Litzenberger
Agronomy Research Specialist
Technical Assistance Bureau
Department of State
USAID
Washington, D.C. 20523

J.P. Meiners
Vegetables and Ornamentals
Research Branch
USDA - ARS
Beltsville, Maryland 20705

R.P. Murphy
Department of Plant Breeding
Cornell University
Ithaca, New York 14850

J.L. Ozbun
Department of Vegetable Crops
Plant Science Building
Cornell University
Ithaca, New York 14850

M. L. Schuster
Department of Plant Pathology
Agricultural Experiment Station
University of Nebraska
Lincoln, Nebraska 68503

D. H. Wallace
Plant Breeding and Biometry Department
Cornell University
Ithaca, New York 14850

Harold F. Winters
Research Horticulturist
United Stated Department of Agriculture
Northeastern Region, ARC-West
Beltsville, Maryland 20705

Donald Wood
Professor of Crops
Department of Agronomy
Colorado State University
Fort Collins, Colorado 80521

W. J. Zaumeyer
3804 Thornapple Street
Chevy Chase, Maryland 20015

Guyana

Elbert Bowen
USAID/Guyana
P.P. Box 25
Georgetown

Alfred Victor Downer
Ministry of National Development and Agriculture
Mon Repos, East Coast Demerara

Audrey Pamela Stephenson
Central Agricultural Station
Mon Repos, East Coast Demerara

Guatemala

Juan Antonio Aguirre
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, IICA
Zona Norte
Apartado 1815
Ciudad de Guatemala

Ricardo Bressani
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala

Luis G. Elías
Instituto de Nutrición de Centro América y Panámá (INCAP)
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala

Gonzalo Armando Fletes
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA
Ministerio de Agricultura
Palacio Nacional
Ciudad de Guatemala

Marina Flores
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP
Apartado Postal 1188
Ciudad de Guatemala

Eugenio Martínez
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA
Ministerio de Agricultura
Palacio Nacional
Ciudad de Guatemala

Porfirio Nicolás Massaya
División Centro de Investigación
Estación Agrícola "La Aurora"
Ciudad de Gúatemala

y Ministerio de Agricultura
Sub-Comisión Organizadora, ICTA
Oficina Centrales DIGESA
11 Calle 10-56, Zona 1
Ciudad de Gúatemala

César A. Molina
Dirección de Investigación Agrícola
"La Aurora", Zona 13
Ciudad de Guatemala

José Manuel Tárano
Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana, SIECA
Apartado Postal 1237
Ciudad de Guatemala

Robert K. Waugh
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA
Ministerio de Agricultura
Palacio Nacional
Ciudad de Guatemala

Honduras

José Montenegro Barahona
Dirección General de Desarrollo Rural, DESARRURAL
Apartado Postal No. 309
Tegucigalpa, D.C.

Issa Víctor Daccarett y Daccarett
Dirección General de Desarrollo Rural, DESARRURAL
Apartado Postal No. 309
Tegucigalpa, D. C.

Roberto García A.
Dirección General de Desarrollo Rural, DESARRURAL
Apartado Postal No. 309
Tegucigalpa, D. C.

Víctor A. Muñoz
Escuela Agrícola Panamericana
Apartado 39
Tegucigalpa, D. C.

Juan Parodi Valverde
Programa de Desarrollo Granos Básicos
Apartado 1097
Tegucigalpa, D. C.

Haití

Roland Latortue
Experimentation Service DARNOR
Damien, Port-au-Prince

Inglaterra

Alice N. Evans
Department of Applied Biology
University of Cambridge
Cambridge

Japón

Akira Tanaka
Professor, Plant Nutrition
Faculty of Agriculture
Hokkaido University
Sapporo, Hokkaido

Jamaica

Reginald Pierre
University of the West Indies
Mona, Kingston 7

Líbano

Hassan A. El-Tobgy
Ford Foundation
P. O. Box 2379
Beirut

Malawi

Oghenetsav Buko T. Edje
Bunda College of Agriculture
University of Malawi
P. O. Box 219
Lilongwe

Mexico

Efraím Hernández X.
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Leobardo Jiménez S.
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Josué Kohashi
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Héctor López G.
Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa
Apartado Postal 356
Culiacán, Sinaloa

María Luisa Ortega D.
Colegio de Posgraduados
Escuela Nacional de Agricultura, ENA
Chapingo, Estado de México, México

Samuel D. Santaella
PRONASE
Avenida Progreso No. 3
Coyoacán
México 21, D. F.

Rafael Trujillo
Colegio de Post-Graduados
Escuela Nacional de Agricultura, E.N.A.
Chapingo, Estado de México, México

Nicaragua

Ernesto Leytón N.
Centro Experimental Agropecuario "La Calera"
Apartado Postal 592
Managua

Humberto Tapia
Centro Experimental Agropecuario "La Calera"
Apartado Postal 592
Managua

Nigeria

H. Chris Wien
International Institute of Tropical Agriculture, IITA
Oyo Road, P.M.B. 5320
Ibadan

Ken O. Rachie
International Institute of Tropical Agriculture, IITA
Oyo Road, P.M.B. 5320
Ibadan

Luis Humberto Camacho
International Institute of Tropical Agriculture, IITA
Oyo Road, P.M.B. 5320
Ibadan

Panamá

Alberto S. Taylor
Departamento de Botánica
Escuela de Biología
Universidad de Panamá
Apartado 3368
Panamá

Gilberto Ocaña
Departamento de Fitopatología
Universidad de Panamá
Ciudad de Panamá

Perú

Segundo Dongo Denegri
Jefe Departamento de Fitopatología
Estación Experimental Agrícola "La Molina"
Apartado 2791
Lima

Julio Lugo
Jirón Pastanza 7089
Breña, Lima
y Centro de Energía Nuclear de Agricultura
Apartado 96
Piracicaba, Sao Paulo, Brasil

Ricardo Scheffer
Estación Experimental Agrícola "La Molina"
Apartado 2791
Lima

Oswaldo Voysest Voysest
Jefe, Departamento de Leguminosas de Grano
Estación Experimental Agrícola "La Molina"
Apartado 2791
Lima

Puerto Rico

Leonce Bonnefil
Departamento de Recursos Naturales Ponce de León
Parada 22 1/2
Santurce

Walter J. Kaiser
Estación Experimental Federal
P. O. Box 70
Mayaguez, 00708

Pedro Luis Meléndez
Estación Experimental Agrícola
Universidad de Puerto Rico
Río Piedras

Nader G. Vakili
Departamento de Fitopatología
Estación Experimental Federal
Mayaguez, 00708

República Dominicana

Freddy Saladín
Secretaría de Estado de Agricultura
B No. 45, Ens. Ozama
Distrito Nacional
Santo Domingo

Trinidad

J. A. Spence
University of the West Indies
San Augustine

Uganda

Colin Leakey
Makerere University
P. O. Box 7062
Kampala

Venezuela

Francisco Acevedo
Ministerio de Agricultura y Cría
Centro de Investigaciones Agronómicas
Dirección de Investigación
Maracay, Estado Aragua

Alfredo Barrios
Centro de Investigaciones Agronómicas
Sección de Fitotecnia
Maracay, Estado Aragua

Carlos Díaz Polanco
Centro de Investigaciones Agronómicas
Dirección de Investigación
Maracay, Estado Aragua

W. G. Jaffe
Jefe Departamento
Estudios en Alimentos
Instituto Nacional de Nutrición
Apartado 2049
Caracas

Luis Marcano
Fundación Shell
Apartado 809
Caracas

Simón Ortega Ibarra
Sección de Fitotecnia
Centro de Investigaciones Agronómicas
Dirección de Investigación
Maracay, Estado Aragua

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 67–13
Cali, Colombia

Orlando Agudelo
Programa de Fríjol

Eduardo Alvarez-Luna
Director Ciencias Agrícolas
Coordinador, Sistemas de Producción de Fríjol

P. Pinstrup-Andersen
Programa de Economía Agrícola

Francis C. Byrnes
Líder, Adiestramiento y Comunicación

Jerry Doll
Programa de Control de Malezas

Fernando Fernández
Coordinador de Adiestramiento, Ciencias Agrícolas

Carlos Flor
Programa de Ciencias de Suelo

Charles Francis
Coordinador, Sistemas de Produccion de Maíz

José Galindo
Programa de Patología Vegetal

Guillermo Gálvez
Programa de Patología Vegetal

Peter Graham
Microbiólogo Asociado; Programa de Ceincias del Suelo

U. J. Grant
Director General

Mario Gutiérrez J.
Editor

Guillermo Hernández-Bravo
Programa de Producción de Fríjol

Rigoberto Hidalgo
Programa de Producción de Fríjol

Mario Infante
Programa de Economía Agrícola

Kazuo Kawano
Programa de Producción de Yuca

James Kelly
Programa de Producción de Fríjol

Jaime Martínez
Programa de Economía Agrícola

A. Colin McClung
Director General Asociado

Fernando Monge
Científico, Ciencias de la Comunicación; Jefe de la Biblioteca

Alvaro Ramírez
Programa de Producción de Fríjol

Aart van Schoonhoven
Programa de Entomología

James Spain
Líder, Programa de Ciencias del Suelo

Carlos A. Tamayo
Programa de Agronomía de Fríjol

Angela Tascón
Programa de Fitopatología de Fríjol

Guillermo Zuluaga
Programa de Producción de Maíz

GLOSARIO

Se ofrece a continuación una lista de instituciones nacionales e internacionales que se identifican frecuentemente con una sigla o abreviatura. En muchos casos, la sigla abrevia el nombre de la institución en un determinado idioma; por ejemplo, FAO es la abreviatura de Food and Agriculture Organizations (of the United Nations) y es utilizada internacionalmente en todos los idiomas. Al traducir el nombre de la organización a otros idiomas, es muy posible que la abreviatura no concuerde con la traducción; sin embargo, esta lista puede resultar útil para las personas que consulten esta publicación.

AID:	Agency for International Development. Por formar parte del Departamento de Estado, EE. UU., a veces se abrevia así: AID/US o US/AID.
AICRIP:	All-India Coordinated Rice Research Project.
ARS:	Agricultural Research Service (dependiente del U.S. Department of Agriculture o USDA); a veces se abrevia ARS/USDA o USDA/ARS.
AVRDC:	Asian Vegetable Research Development Center. Taiwan.
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Universidad de Costa Rica). A veces se abrevia UCR—CATIE. Turrialba, Costa Rica.
CENTA:	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. El Salvador, América Central.
CP:	Colegio de Posgraduados (de la Escuela Nacional de Agricultura, ENA). Chapingo, Estado de México, México.
CG:	Consultive Group (on International Agricultural Research). A veces se abrevia CGIAR.
CIAT:	Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
CIMMYT:	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, Estado de México, México.
CIP:	Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
CONASUPO:	Institución mexicana que se ocupa de la regulación y mantenimiento de precios de sustentación para varios artículos de consumo popular, incluyendo los fríjoles y otros granos leguminosos comestibles.
ENA:	Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Estado de México, México.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia.
GAFICA:	Grupo Asesor de la FAO para la Integración Centroamericana.
ICRISAT:	International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Hyderabad, India.
IICA:	Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (de la Organización de Estados Americanos). San José, Costa Rica.
IITA:	International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.
ILCA:	International Livestock Centre for Africa. Addis-Abeba, Ethiopia.
ILRAD:	International Laboratory for Research on Animal Diseases. Nairobi. Kenya.
INCAP:	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, Guatemala, América Central.

INIA:	Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Ciudad de México, México.
INCORA:	Instituto Colombiano de la Reforma Agraria. Bogotá, Colombia.
IRRI:	International Rice Research Institute. Manila, Filipinas.
OAS:	Organization of American States. (En Español: Organización de Estados Americanos, OEA).
PCCMCA:	Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (No tiene sede específica).
PNDPCF:	Programa Nacional de Defensa y Promoción del Cultivo de Fríjol. Entidad filial del PCCMCA, con base en San Salvador, El Salvador, América Central.
SAG:	Secretaría de Agricultura y Ganadería. Ciudad de México, México.
TAC:	Technical Advisory Committee to Consultative Group on International Agricultural Research.
USDA:	U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C., EE. UU.

Esta publicación
fue producida por la
Unidad de Producciones Gráficas y Editoriales
Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIAT
Apartado Aéreo 67-13
Cali, Colombia, S. A.