



CIAT
S
540
-8
+C
CSE
C1

CIAT en la Década de los Ochenta

Segunda aproximación del Plan a Largo Plazo

**para discusión con dirigentes de instituciones agrícolas nacionales en un
seminario especial en el CIAT**

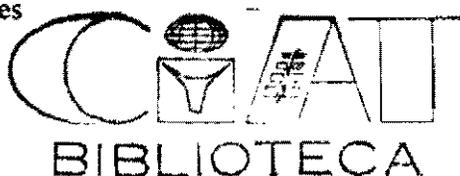
7-9 Abril, 1981



CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIA

CONTENIDO

Preámbulo		1
Capítulo 1	El Contexto de la Planeación: El Medio Socioeconómico en América Tropical	3
Capítulo 2	El Contexto de la Planeación: La Función del CIAT	21
Capítulo 3	Historia y Logros del CIAT	25
Capítulo 4	El CIAT: Objetivos y Estrategias en la Década de los Ochenta	35
Capítulo 5	Investigación de Cultivos	43
Capítulo 6	Investigación en Recursos de Tierra	81
Capítulo 7	Estrategias y Proyecciones de las Actividades de Cooperación Internacional	105
Capítulo 8	Nuevas Iniciativas	115
Capítulo 9	Implicaciones Presupuestales	119
Apéndices		123



12 ENE. 1982

51876

PREAMBULO

El plan indicativo contenido en este documento proyecta las actividades del Centro durante la década de los ochenta. El plan se enfoca específicamente en los tres períodos presupuestales bianuales desde 1982 hasta 1987, con proyecciones más generales de allí en adelante.

La primera aproximación del plan fue preparada siguiendo un proceso interactivo en el cual participó la administración del CIAT, personal científico principal y la Junta Directiva. En una reunión de trabajo especial, la cual se realizará en el CIAT, se le consultará a los representantes de las instituciones nacionales de investigación colaboradoras. En esta reunión se presentará la segunda aproximación del plan y en el documento final se incorporarán las modificaciones apropiadas que sintetizan las opiniones del grupo.

En la preparación del plan se tuvieron en cuenta tres consideraciones básicas para orientar el proceso:

- (a) Las necesidades de nueva tecnología diseñada para aumentar la producción de alimentos, particularmente en los países en desarrollo del hemisferio occidental y la manera como los programas del Centro deben evolucionar para satisfacer estas necesidades.
- (b) El grado de éxito de los programas del Centro y la forma como estos resultados esperados modificarán las prioridades y estrategias futuras.
- (c) Las implicaciones presupuestales de las proyecciones del plan a la luz de los factores limitantes del crecimiento de las actividades del Centro que ya existen o que se esperan.

En el desarrollo del plan no han habido evidencias que puedan indicar que durante el período por lo menos hasta 1987, se presente una desviación de la estructura general que actualmente tiene la investigación en el CIAT. El plan hace énfasis continuo en frijol (*Phaseolus vulgaris*), yuca (*Manihot esculenta*), arroz y pastos tropicales. Una parte integral del plan es la propuesta para una revisión externa del programa la cual constituiría la tercera revisión quinquenal del Centro por el Comité Técnico Asesor, por realizarse en 1987. Esta revisión profunda analizaría totalmente el grado en el cual el Centro ha alcanzado sus objetivos en sus cuatro productos y haría recomendaciones con relación a la futura participación del CIAT en estos productos o en actividades alternativas.

En este documento está implícita una orientación básica del CIAT hacia el sector agrícola en el hemisferio occidental. El plan proyecta la actividad del CIAT dentro del marco de los factores limitantes para la producción y la productividad de productos básicos alimenticios importantes en el hemisferio. No se ha negado la necesidad de tecnología mejorada para estos productos en regiones fuera del hemisferio occidental; en el plan se ha proyectado una provisión para un nivel apropiado de participación del CIAT fuera de la región.

Existe una serie de factores que puede alterar las proyecciones contenidas en este documento. Como estos factores son relativamente impredecibles el plan sólo representa el mejor estimativo de las actividades futuras más apropiadas para el Centro. En forma particular, el trabajo del CIAT sólo se puede definir significativamente cuando se analice a la luz del desarrollo continuo de las instituciones nacionales colaboradoras de investigación y desarrollo agrícola. El CIAT ha luchado y continuará haciéndolo por asegurar la máxima complementariedad con los esfuerzos nacionales y necesitará ajustar sus actividades al paso de la evolución de las necesidades nacionales por cooperación internacional que complemente y apoye a sus propios programas.

Otros elementos adicionales de incertidumbre están implícitos en la impredecibilidad inherente a la investigación biológica y en la posibilidad que siempre existe de retos nuevos e inesperados y en circunstancias globales socioeconómicas que pueden tener repercusiones importantes en la definición del mandato. Naturalmente, el grado de certeza de las proyecciones disminuye con el tiempo.

El documento comienza con un análisis del contexto socioeconómico dentro del cual se ha ubicado la planeación. El enfoque específico hacia el sector agrícola en los países en desarrollo del hemisferio occidental es un reflejo de la orientación básica del Centro. Este análisis está seguido por una discusión de la función del CIAT dentro de este contexto y por una revisión del progreso institucional alcanzado durante los primeros 10 años de existencia del Centro la cual conduce a una definición de sus objetivos y estrategias globales. El plan continúa con un análisis de la filosofía básica que orienta las estrategias del desarrollo de las actividades internacionales de colaboración y cooperación en investigación y transferencia de tecnología con las instituciones nacionales.

Posteriormente se describen las estrategias para alcanzar los objetivos en los cuatro productos básicos y se presentan proyecciones de las actividades futuras a la luz de los logros esperados a nivel nacional. El plan concluye con una discusión de iniciativas nuevas diseñadas para complementar el trabajo de los programas existentes y un análisis global del Centro sobre las necesidades de recursos y sus implicaciones presupuestarias.

1

El Contexto de la Planeación: El Medio Socioeconómico en América Tropical

“El hambre es tanto un reto político, económico y social como lo es científico, técnico o logístico”.¹ Esta afirmación claramente destaca la complejidad del problema de la alimentación en el mundo y el hecho de que no existe una solución única, fácil o barata.

La tecnología agrícola mejorada, adaptada a las condiciones socioeconómicas y agroclimáticas que caracterizan al mundo en desarrollo, es un componente necesario — pero de ninguna manera suficiente — de una estrategia mundial de alimentos. Reconociendo la función fundamental de la tecnología agrícola para aumentar la producción de alimentos en los trópicos, se creó en 1971 el sistema del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), el cual, además del CIAT, incluye actualmente a otros nueve centros internacionales y tres actividades relacionadas. Aunque el producto final de los centros como el CIAT es la tecnología mejorada de producción, el sistema CGIAR ha reconocido que dicha tecnología puede ser un medio para alcanzar metas socioeconómicas más básicas, a saber:

- a. Mejorar la producción, la calidad y la estabilidad de la oferta de productos alimenticios básicos en los países en desarrollo.
- b. Mejorar el nivel nutricional de aquellos sectores de la población rural y urbana que aún se encuentran por debajo de las necesidades nutricionales mínimas.
- c. Mejorar los niveles de ingresos de la población de recursos limitados del sector rural e indirectamente de la población urbana de bajos ingresos.

La manera como la nueva tecnología introducida fluye por los sistemas de producción, distribución y consumo de alimentos y hace impacto en la nutrición y distribución del ingreso es compleja y nunca del todo correctiva. La tecnología mejorada nunca será, por sí misma, una solución al problema de la distribución del ingreso y la nutrición pero indudablemente puede contribuir a ella. Por otra parte, existen tecnologías agrícolas que tendrán un mayor impacto que otras en estos dos problemas relacionados. Con el fin de entender lo que son estas alternativas tecnológicas, primero es necesario hacer una revisión de la estructura socioeconómica en la cual entrará la tecnología agrícola.

El CIAT, dentro de la red del CGIAR, inició sus actividades sin un mandato fijo sobre cultivos y sin una orientación ecológica predeterminada. La investigación realizada por el CIAT dentro del sistema CGIAR está enfocada regionalmente hacia la agricultura en América Latina. Una característica distintiva frente a otras instituciones de investigación y extensión es que los cambios

¹ Overcoming World Hunger: The Challenge Ahead, Report of the Presidential Commission on World Hunger, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1980.

en las actividades de investigación en el CIAT siguen un enfoque más horizontal, puesto que se añaden o eliminan programas de cultivos, en vez de seguir un enfoque vertical el cual presupone que las actividades se extiendan hacia una investigación de carácter más básico o hacia extensión. Por lo tanto, el contexto pertinente para la planificación de la investigación agrícola en el CIAT es el análisis de la agricultura en América Latina tropical.

Las Metas Socioeconómicas en el Contexto de la Producción

La Brecha en la Producción. La producción de alimentos en América Latina ha crecido a una tasa sostenida del 3.6% por año desde 1950, un índice consistente con el crecimiento en la demanda agregada. Sin embargo, la cifra para el total regional es ilusoria al no reflejar la situación real de los países individualmente considerados. En la última década la producción de alimentos solamente ha logrado mantener el ritmo del crecimiento de la demanda en 5 de 21 países (Apéndice 1). Argentina es el único país en donde los precios de los alimentos al consumidor han aumentado a una tasa más baja que los niveles generales de precios al consumidor.¹ Todos los países en América Latina, excepto Argentina y Uruguay, aún siguen siendo importadores netos de alimentos básicos.² Si se proyectan las tasas actuales de crecimiento de la producción hasta 1990 se esperaría que los déficits de alimentos en todos los países tropicales aumentarían en un 50%, excepto en Brasil y Paraguay. Por consiguiente, para mantener constantes los precios de los alimentos en términos reales y para mantener los niveles actuales de autosuficiencia en alimentos, se requerirá un aumento en la tasa de crecimiento de la producción agrícola en la mayoría de los países de América Latina.

Tierra, Mano de Obra y Crecimiento. El crecimiento de la producción agrícola depende ya sea de que se incorporen a la producción más recursos de tierra y mano de obra o que se utilicen los recursos actuales de manera más eficiente. El patrón general es alguna combinación de estas dos alternativas, la cual resulte en un aumento en la productividad del recurso cuya disponibilidad esté más limitada. Esto definiría la naturaleza del tipo de cambio técnico demandado. En el caso de América Latina, la tierra es un recurso muy abundante. Los estudios en los cuales se compara la proporción de tierras arables potenciales con la de tierras actualmente bajo cultivo indican que la agricultura en América Latina sólo está utilizando entre el 18 y el 35% de su recurso potencial de tierra. Además, el tamaño promedio de las fincas es de 112 hectáreas, un promedio muy alto en comparación con los estándares de los países en desarrollo de otros continentes. En conjunto, aparentemente habría un excedente de tierra en comparación con mano de obra. Esta situación implicaría que la estrategia de crecimiento más eficiente debería enfocarse hacia el aumento de la productividad de la mano de obra y, al mismo tiempo, hacia la expansión de la tierra arable. Un resultado obvio de la puesta en marcha de esta estrategia sería el aumento en la mecanización de las actividades agrícolas.

Una concepción como ésta sobre la agricultura en América Latina es una simplificación exagerada de su complejidad y del efecto que una estrategia de esta naturaleza tendría en la utilización efi-

¹ FAO, *The State of Food and Agriculture 1978*, Roma, 1978.

² IFPRI (International Food Policy Research Institute), *Food Needs for Developing Countries: Projections of Production and Consumption to 1990*, Research Report 3, 1977.

ciente tanto de los recursos de tierra como de mano de obra. Es más, el crecimiento de la agricultura en el pasado no ha seguido una trayectoria de esta naturaleza. Los países de América Latina, excepto Argentina, Uruguay y Venezuela, han ido aumentando la productividad tanto de la tierra como de la mano de obra. Durante el período 1960-78, la utilización de tractores aumentó a una tasa anual del 5.6^o/o, en tanto que el uso de fertilizantes creció a una tasa del 11.2^o/o. Esta intensificación del uso de la tierra parece ser inconsistente con la concepción de una economía de excedentes de tierra.

Esta inconsistencia aparente surge de la naturaleza en extremo heterogénea de la agricultura en América Latina. En la mayoría de los países de América del Sur y América Central sí existe una frontera agrícola, pero la expansión en esta frontera es competitiva con la intensificación en las fincas que actualmente se encuentran bajo producción. Los costos en los que habría que incurrir para incorporar a la producción nuevas tierras utilizando la tecnología existente hace menos rentable esta posibilidad que la intensificación en las tierras que ya se encuentran en producción. Esta competencia entre el desarrollo extensivo e intensivo se complica aún más por la disparidad en la distribución de la tierra, lo cual es particularmente característico de la agricultura en América Latina. La mayor parte de la población rural tiene recursos de tierra muy limitados y para aumentar la producción deben concentrarse en técnicas para aumentar los rendimientos. Por otra parte, los agricultores en gran escala controlan la mayor proporción de los recursos de tierra y se enfrentan al hecho de que los costos relativos de la mano de obra son altos. A medida que aumenta el tamaño de la finca, aumentan los costos para obtener y manejar un gran número de jornaleros. Por consiguiente, los agricultores grandes invierten en mecanización, en sustitución de la mano de obra, o se especializan en actividades de producción extensiva tales como sistemas ganaderos de pastoreo extensivo.

Cualquier estrategia de crecimiento agrícola en América Latina que utilice en forma eficiente los recursos tanto de tierra como de mano de obra se complica por la distribución de estos dos recursos y por las diferencias muy marcadas en la calidad del recurso tierra. Emergen, entonces, tres estrategias de crecimiento totalmente diferentes: (1) intensificación de la producción por agricultores grandes en las áreas más fértiles, esencialmente por medio de la mecanización y el uso de mayor cantidad de insumos; (2) expansión de la producción agrícola en las fronteras menos fértiles; y (3) intensificación de la producción por pequeños agricultores en tierras ya en explotación, esencialmente por medio del aumento y estabilización de rendimientos.

Cada una de estas estrategias de crecimiento implica un enfoque de investigación completamente diferente. Dentro del contexto de la planificación, la cuestión no solamente es definir en qué áreas es que la investigación resultará en las mayores ganancias en producción, sino también en qué áreas es que el CIAT tiene la mayor ventaja comparativa, especialmente con relación a las tres metas socioeconómicas presentadas al comienzo del capítulo. En América Latina existe un sector dentro de la agricultura que es grande y dinámico, el cual depende de la investigación en mecanización, la cual se puede transferir fácilmente de los países más desarrollados. El crecimiento rápido de la agricultura en gran escala dentro del marco de una distribución de tierra muy dispareja puede conducir a una salida acelerada del sector agrícola por parte de los productores "menos eficientes". Como no habría suficientes posibilidades de empleo en el sector urbano, se desarrollarían grandes tensiones sociales. El resto de esta sección tiene el propósito de dilucidar si existe o no complementariedad potencial entre las tres estrategias, para así ayudar a definir las necesidades de investigación.

La Intensificación en Fincas Grandes. Además de que los agricultores más grandes en América Latina controlan la mayor parte del recurso tierra, también tienden a utilizarla muy extensivamente. Por ejemplo, en Brasil las fincas de más de 50 hectáreas ocupan hasta el 85^o/o del área en fincas pero sólo tienen un 53^o/o del área dedicada a cultivos. En Colombia, los agricultores

grandes poseen el 76^o/o de la tierra y sólo dedican el 40^o/o del área a cultivos. Percatándose de la ineficiencia en el uso de la tierra por los agricultores grandes, los planificadores de América Latina se han concentrado en inducir a estos agricultores a cambiar de los sistemas extensivos de producción de ganado de carne a sistemas de cultivo. En muchos países se han puesto en ejecución políticas para fomentar la mecanización tales como subsidios de crédito, tasas de cambios sobrevaloradas, impuestos a las tierras y precios de sustentación para cultivos mecanizables. Estas políticas se han complementado con inversiones por industrias de insumos agrícolas multinacionales las cuales encuentran grandes mercados intactos con bajos costos de distribución y un mínimo en el rediseño de tecnologías químicas, de semilla y de mecanización.

Se ha creado un sector muy dinámico, como bien lo reflejan las altas tasas de crecimiento en los cultivos mecanizables. Desde 1961, la producción de sorgo en América Latina ha aumentado a una tasa del 13^o/o anual, en tanto que en Brasil la producción de trigo aumentó al 11^o/o. El crecimiento en la producción de soya fue aún más rápido. En todos estos casos, más de 75^o/o del crecimiento se debió a la expansión del área, lo cual refleja la naturaleza extensiva de la producción de cultivos en las fincas grandes. Entonces, mientras que dichos rendimientos de los cultivos han permanecido a un nivel constante, la productividad global de la tierra ha aumentado debido al desplazamiento de la producción de pasturas a la producción de cultivos.

La concentración de políticas agrícolas en la intensificación del uso de la tierra por los agricultores grandes ha arrojado dos resultados importantes. En primer lugar, el crecimiento de la producción de productos obtenidos predominantemente en explotaciones extensivas, especialmente ganado de carne, se ha quedado atrás en comparación con la demanda. En segundo lugar, al buscar aumentar la eficiencia del uso de la tierra en fincas grandes, las políticas han ignorado el problema de la ineficiencia en el uso de la mano de obra y, en algunos casos, la han acentuado. En los sectores agrícolas de países de América Latina existen altas tasas de desempleo (véase la sección sobre "Intensificación en Fincas Pequeñas" en la página siguiente). No se puede ignorar el uso ineficiente de la mano de obra dados los nexos obvios que existen entre este punto y las metas de mejorar los ingresos y la nutrición.

Expansión de la Frontera Agrícola. A nivel de la frontera agrícola, el desarrollo de la infraestructura usualmente es limitante, lo cual hace que los costos de los insumos y el mercadeo sean altos. La oferta de mano de obra es baja pero la tierra es relativamente barata. Por consiguiente, la expansión de la frontera agrícola generalmente se hace con base en sistemas extensivos de producción. En el contexto de América Latina predominan en esta frontera los sistemas extensivos de producción de ganado de carne y, ciertamente, esto es complementario a la intensificación en fincas grandes localizadas en tierras más fértiles, ya que induce a una utilización más eficiente de los recursos de tierra.

A medida que los agricultores grandes en las tierras buenas cambian sus actividades a cultivos, los mayores valores de la tierra inducen a la intensificación en el uso de la tierra restante de pasturas. En el período 1960-70, el área de pasturas mejoradas aumentó a una tasa anual de 3.6^o/o, lo cual representa un 1^o/o mayor que la expansión en tierras de cultivo. Además de dicho crecimiento, el cual representa 21 millones de hectáreas de pasturas, se adicionaron a la frontera agrícola 92 millones de hectáreas, lo cual representa un crecimiento del 2.2^o/o anual en praderas naturales. Estos dos procesos resultaron en un crecimiento anual de la producción de ganado de carne del 3.4^o/o, una tasa considerablemente menor a la tasa de crecimiento de la demanda de carne del 5.4^o/o. En consecuencia, la expansión de la frontera agrícola es un complemento necesario a la intensificación en las fincas grandes si se desea satisfacer la demanda de cultivos alimenticios y de carne.

A pesar del aumento en los precios de la carne, el área dedicada a pasturas no se ha expandido lo suficientemente rápido para satisfacer la demanda. En gran parte de las tierras abundantes que hay disponibles en América Latina, tales como los "llanos", el "cerrado", el "pantanal" y la "selva amazónica", los costos de producción en los que hay que incurrir para establecer la infraestructura y corregir los suelos son en la actualidad muy altos para lograr una expansión más rápida del uso de la tierra en la frontera. La selección de especies de cultivo y de pastos para estas áreas, que presenten requerimientos de fertilidad reducidos, debe mejorar la rentabilidad potencial del uso de la tierra. La inversión en tecnología nueva que aumente la productividad de cultivos adaptados, tales como arroz y yuca, y de sistemas ganaderos extensivos en los Oxisoles y Ultisoles tópicos de la frontera de América Latina, debe ciertamente complementar la intensificación con cultivos (que requieren un mayor grado de fertilidad) en fincas grandes en tierras de primera. En lugar de invertir fondos públicos en investigación para reducir los costos del establecimiento de cultivos para agricultores grandes, una solución más eficiente socialmente sería la de reducir el costo de la producción de ganado de carne en la frontera. El efecto de la expansión rápida de la producción de ganado de carne en los precios induciría a los agricultores grandes a cambiarse a alternativas más rentables y más intensivas. Por consiguiente, la tecnología para pasturas, específicamente diseñada para la frontera, debe inducir a una utilización de los recursos de tierra de América Latina en una forma socialmente más aceptable.

Intensificación en Fincas Pequeñas. En la agricultura de América Latina existe una paradoja desafortunada. Desde el punto de vista social, los agricultores pequeños son los más eficientes para utilizar en forma combinada los recursos de tierra, mano de obra y capital¹, pero debido a que controlan una porción tan pequeña del recurso tierra, su contribución a la producción global es limitada. Por lo tanto, aunque eficientes, el potencial del sector de agricultores pequeños para contribuir a aumentar la producción total de alimentos es relativamente limitado. Sin embargo, aumentar el empleo productivo de la mano de obra debe tener tanta o más prioridad que el fomento de la utilización más productiva de los recursos de tierra, puesto que el empleo es el factor determinante primordial del ingreso y el bienestar.

La subutilización de la mano de obra en el sector agrícola resulta en la migración a las áreas urbanas. Sin embargo, las condiciones de las ciudades de América Latina ofrecen una amplia evidencia de que la pobreza rural no se está resolviendo transfiriéndola de las áreas rurales a las urbanas. Las altas tasas de migración del sector rural al sector urbano son características de las economías de América Latina. En la década del setenta, el crecimiento del sector urbano disminuyó ligeramente pero aún se mantuvo a una tasa promedio anual del 3.7^o/o, llegando a ser hasta más del 4.5^o/o en países como Brasil y México. Este proceso ha hecho gran presión para la creación de empleos en el sector urbano. Como el crecimiento industrial ha sido intensivo en uso de capital la mayor parte del empleo está ocurriendo en el sector terciario y, en su mayor parte, en los empleos de servicios de baja productividad. El sector servicios es el punto de entrada para la mayoría de los migrantes del sector rural al urbano, si es que pueden encontrar empleo, y en la mayoría de los países la productividad promedio de la mano de obra es inferior en estos empleos que en el sector agrícola.

El problema del empleo se complica aún más por el hecho de que, debido al perfil de edades jóvenes de la población, la tasa de crecimiento en la disponibilidad de mano de obra realmente aumentará de un 2.4^o/o para el período 1960-70 hasta más del 2.9^o/o para el período 1980-2000. Como en los países de América Latina la población rural representa más del 30^o/o del total, y más del 50^o/o en los países más pobres, los flujos migratorios del sector rural al urbano continuarán siendo grandes, lo cual ejercerá más presión sobre la creación de empleos en el sector

¹ R.A. Berry and W. Cline, *Agrarian Structure and Productivity in Developing Countries*, John Hopkins University Press, 1979.

urbano. Los estudios realizados por ILO¹ sobre países representativos de América Latina han hecho énfasis en el hecho de que, una estrategia de pleno empleo durante la próxima década depende del aumento del empleo en el sector agrícola y mantenimiento de la función del sector agrícola de ser un empleador residual.

Por consiguiente, una estrategia de pleno empleo requiere cierto control de la migración rural-urbana durante por lo menos las próximas décadas. Sin embargo, la tasa de migración rural-urbana responde en gran medida a cambios en los diferenciales de ingresos intersectoriales. En América Latina, un aumento del 10^o/o en el ingreso relativo entre el sector terciario y el sector agrícola aumenta la tasa de migración en un 9^o/o². Una disminución en la migración depende del mejoramiento de los ingresos en el sector agrícola, especialmente entre las porciones más móviles de la población agrícola. Aproximadamente un 35^o/o de la población económicamente activa corresponde a mano de obra no propietaria de tierras y, por otra parte, las fincas de tamaño subfamiliar constituyen aproximadamente un 50^o/o de todas las fincas. La existencia de una población agrícola altamente móvil y que responde a los diferenciales en ingresos intersectoriales, sustenta el argumento de la necesidad de una estrategia de desarrollo agrícola que aumente los ingresos rurales de los pequeños agricultores y trabajadores no propietarios.

La intensificación en las fincas pequeñas es un componente necesario para aminorar la pobreza tanto rural como urbana en América Latina. La migración afecta la nutrición promedio del estrato de la población de bajos ingresos. Algunos estudios han indicado que la condición nutricional del sector pobre urbano es inferior a la del sector pobre rural, a pesar de que tiene mayores ingresos³. Dada la importancia de reducir las tasas de migración del sector rural al urbano, otra alternativa posible es permitir que una mayor proporción de la población tenga acceso a tierras por medio de la colonización de áreas de frontera agrícola. Los esquemas de colonización tienden a ser costosos y no resultan en flujos significativos de la población en comparación con la migración hacia las áreas urbanas. En el área de Santa Cruz de Bolivia y en la región selvática del Perú, dichos flujos de mano de obra han sido significativos pero no han resuelto la situación del empleo rural en la sierra. En las áreas con mejores suelos de Paraná, Goiás y Mato Grosso en Brasil la colonización y el desarrollo de la infraestructura necesaria ha sido rápida y efectiva. Sin embargo, en términos generales, el potencial de expansión de fincas productoras de cultivos y de tamaño familiar viable hacia estas áreas de frontera está limitado por factores edáficos, la falta de tecnología apropiada, poco acceso a los mercados, necesidades de capital relativamente altas y políticas de asentamiento inconsistentes a través del tiempo.

El mejoramiento de la productividad de las fincas pequeñas continúa siendo la manera más viable para afectar el empleo rural (y urbano). En el caso de Brasil, por ejemplo, el 40^o/o del empleo rural es absorbido por fincas con menos de 10 hectáreas y casi un 75^o/o de las fincas de menos de 50 hectáreas. ¿En qué medida se podría aumentar la productividad y el empleo de la mano de obra en esta categoría de tamaño de finca? Es un interrogante empírico pero dirige el análisis hacia unos componentes necesarios como son los cultivos que requieren mano de obra intensiva, los sistemas de producción que generen empleo y las tecnologías que aumenten los rendimientos. Sin embargo, las estrategias para intensificar simultáneamente las actividades tanto en las fincas grandes como en las pequeñas sólo son compatibles en ciertas condiciones restringidas. Si los

¹ ILO, International Labor Office of the United Nations, *Toward Full Employment: A Programme for Colombia*, Geneva, 1970.

² Lynam, J.K., *Latin American Agriculture: a cross-sectional analysis*. In *Trend Highlights of CIAT's Commodities*, Econ. 1.6, CIAT April, 1981.

³ J.O. Ward y J.H. Sanders, *Nutritional Determinants and Migration in the Brazilian Northeast: A Case Study of Rural and Urban Ceara*, *Economic Development and Cultural Change*, 29 (1980): 141-164.

agricultores grandes y pequeños compiten en el mismo producto y los agricultores grandes continúan teniendo acceso al capital subsidiado de la mayoría de las políticas de mecanización, en la mayoría de los casos los agricultores pequeños no podrán competir. Cualquier impacto positivo inicial en el ingreso de las fincas pequeñas desaparecería y aún podría volverse negativo con la disminución de los precios. La naturaleza inherente a la agricultura en América Latina tiende hacia la especialización de cultivos tanto por los agricultores grandes como por los pequeños, concentrándose éstos últimos en cultivos que requieren mano de obra intensiva y los primeros, en cultivos mecanizables. La investigación tendiente a facilitar la mecanización de cultivos que requieren mano de obra intensiva podría quitarle la ventaja comparativa que tienen los agricultores pequeños en estos cultivos. A pesar de que puede ser efectiva para aumentar la producción de dicho cultivo, los costos sociales de estas inversiones en investigación podrían, al menos parcialmente, contrabalancear los beneficios sociales.

✓ **Una Estrategia de Crecimiento Combinada.** Si se han de ofrecer alimentos a niveles de precios razonables y se ha de asegurar un mínimo de ingresos por medio del empleo productivo, entonces el crecimiento de la agricultura en América Latina tendrá que provenir de la utilización más productiva de los recursos tanto de tierra como de mano de obra. Ya se están canalizando suficientes recursos públicos y privados hacia la agricultura en gran escala para asegurar su dinamismo continuado hacia el futuro. Una estrategia de crecimiento eficiente también deberá incluir la expansión de la frontera agrícola, con la intensificación de la producción por los agricultores pequeños. Sin embargo, la compatibilidad de las tres estrategias depende del hecho de que cada grupo produzca los cultivos en los cuales tengan la ventaja comparativa para hacerlo y, especialmente, de que los agricultores grandes no compitan con los agricultores pequeños en el mismo mercado. El cambio técnico es un elemento clave de una estrategia combinada que requiere una cierta diversidad en la inversión en investigación puesto que la consistencia de la estrategia implica necesidades de diseño muy estrictas para cada cultivo en particular. El Cuadro 1.1 presenta un resumen de las ventajas comparativas de una serie de productos con relación al tamaño de las fincas y a la expansión de la frontera agrícola. Sin embargo, para completar el panorama, es necesario considerar la importancia relativa de los cultivos en lo que respecta a su consumo.

✓ **Las Metas Dentro del Contexto de la Nutrición y la Demanda**

En las economías de mercado en desarrollo, el precio es un determinante fundamental de los niveles de producción de alimentos, los ingresos rurales y la desnutrición. Sin embargo, el mejoramiento de los incentivos de precios a los agricultores con frecuencia entra en conflicto con la disponibilidad de productos básicos alimenticios baratos para las áreas urbanas. La tecnología agrícola posee una solución en el mecanismo del mercado al permitir reducciones en los precios al consumidor por medio de reducciones en los costos a nivel de finca. La maximización del impacto de la nueva tecnología en la nutrición dependerá del entendimiento que se logre sobre el funcionamiento de los patrones de consumo de alimentos particularmente de los sectores pobres.

→ **Deficiencias Nutricionales.** En América Latina el problema nutricional que hace mayor presión es el consumo inadecuado de calorías por grandes sectores de la población (Apéndice 2). También se encuentran deficiencias de proteínas que son especialmente severas en grupos vulnerables, tales como infantes y mujeres embarazadas del grupo de bajos ingresos. Sin embargo, es necesario suplir primero las necesidades calóricas o, de lo contrario, las adiciones de proteínas serán utilizadas principalmente — y por consiguiente ineficientemente — como fuentes de energía.

Cuadro 1.1 Ventaja comparativa relativa de diferentes productos alimenticios básicos en diferentes condiciones de producción¹

Producto	Áreas productoras actuales		Tierras de frontera agrícola ²
	Fincas pequeñas	Fincas grandes	
Trigo	X	XXX	—
Maíz	XXX	XX	—
Arroz	X	XXX	XX
Sorgo	—	XXX	?
Yuca	XXX	—	XX
Papa	XXX	?	—
Plátano	XXX	—	—
Fríjol	XXX	X	—
Soya	—	XXX	?
Azúcar	X	XXX	—
Carne bovina	—	XX	XXX
Cerdo	X	XXX	—
Aves	—	XXX	—
Leche			
Doble propósito	XXX	X	X
Especializada	XX	XXX	—

¹ Las cruces representan la ventaja comparativa relativa con base en la evaluación por rendimiento potencial, intensidad de mano de obra versus intensidad del capital y potencial de expansión.

² Predominantemente, suelos ácidos e infértiles.

En efecto, en una dieta en la cual las calorías son limitantes, se obtiene un mayor efecto positivo del balance de nitrógeno cuando ocurre un cambio porcentual en el nivel de calorías que cuando ocurre un cambio proporcional en el nivel de proteínas (más costosas).

Sin embargo, la verdadera magnitud del problema se esconde cuando se utilizan los promedios nacionales sobre la disponibilidad per capita de calorías y proteínas. Las cifras tienen más significado cuando se expresan como porcentaje de la población con dietas por debajo de las necesidades mínimas. Al utilizar un indicador como éste, es asombroso el grado de deficiencia en calorías en América Latina (Apéndice 3). Oscila desde un tercio de las poblaciones en Chile y Uruguay hasta más de dos tercios en Guatemala. La disponibilidad inadecuada de calorías y proteínas no solamente implica que hay menores niveles de energía sino que puede resultar en un daño permanente en los grupos vulnerables tales como los niños en crecimiento. Las inversiones futuras en capital humano, tales como salud, educación y adiestramiento, no pueden sustituir o redimir la deterioración del capital humano como resultado de las dietas inadecuadas en los años tempranos del crecimiento. En consecuencia, el mejoramiento de la nutrición de grandes sectores de las poblaciones debe ser un interés fundamental de la mayoría de los gobiernos de América Latina para prevenir la deterioración del capital humano de su futura fuerza laboral.

Aumentar los ingresos, es decir una política de empleos, es el medio más directo para corregir las insuficiencias nutricionales. La magnitud del problema es demasiado inmediata para depender solamente de estrategias como éstas cuya naturaleza es a largo plazo. Aspectos complementarios necesarios incluyen la identificación y el aumento de la producción de fuentes nutricionales más baratas y la utilización de políticas apropiadas para aumentar el consumo de calorías y proteínas por los estratos de la población con deficiencias. Comprender la composición de las dietas en América Latina y su diversidad es entonces el punto de partida necesario para indagar sobre la importancia del producto agropecuario escogido para investigación y su impacto final en la nutrición.

Importancia Subregional de los Principales Alimentos. Los patrones de consumo de alimentos en América Latina varían considerablemente de una región a otra. Una fuente básica de calorías que se mantiene consistentemente en la dieta de América Latina es el azúcar, una fuente estrictamente calórica, pero importante debido a su bajo costo (Apéndice 4). El maíz es bastante importante en México, América Central y en algunos países andinos, pero tiene menor importancia en el resto de los países de América Latina y del Caribe. El trigo es importante en todas las regiones, pero en el Cono Sur domina como la fuente principal de calorías. El arroz proporcionó durante el período 1972-74 más del 12^o/o de las calorías en el Caribe, Colombia y Brasil. La yuca suministró más del 9^o/o de las calorías en Brasil y Paraguay (Apéndice 4). La carne de res fue una fuente importante de calorías en el Cono Sur y en Paraguay, y de proteína en la mayoría de los países de América Latina (Apéndice 5). El frijol suministró más del 10^o/o de las proteínas en México, América Central, Paraguay y Brasil.

En resumen, del patrón global de consumo de alimentos, ninguno de ellos puede ser señalado como la principal fuente de calorías y proteínas en todos los países de América Latina, como en el caso del arroz en Asia.

Diversidad en la Dieta. En el sector rural, las principales fuentes de calorías varían según las disponibilidades a nivel local, lo cual a su vez varía ampliamente en la región debido a la variabilidad extrema en las condiciones edáficas y climáticas. En el sector urbano se observa una gran variación en los gastos en alimentos por el estrato de menores ingresos entre ciudades y subregiones (Apéndices 6 y 7). Los datos sobre presupuestos del consumidor en 10 ciudades andinas (1967-69) muestran que del 15 al 30^o/o de los gastos en alimentos en las categorías de ingreso más bajos se destinaron a la compra de carne y leche. Por otra parte, estas asignaciones porcentua-

les de gastos se mantuvieron en todas las categorías de ingresos. La carne no solamente fue un alimento preferido en las ciudades andinas sino que además el sector urbano pobre asignó una gran proporción de su presupuesto para alimentos a una fuente predominantemente protéica. Sin embargo, la deficiencia nutricional principal es energética. El azúcar y el arroz también fueron consistentemente alimentos importantes de los gastos en la mayoría de las ciudades andinas pero no se puede indicar que dominaron en los gastos totales destinados a alimentos energéticos. Otros productos de importancia subregional en el presupuesto para alimentos del sector urbano pobre incluyeron productos del trigo, maíz, fríjol, yuca y papa, pero tampoco sobresalió alguno de ellos como alimento básico dominante. Por consiguiente, la diversidad en la dieta y la importancia subregional de los principales alimentos, también son características importantes en el caso del sector urbano pobre.

Tecnología y Nutrición. Las tecnologías agrícolas pueden tener efectos indirectos en la dieta de la población urbana de bajos ingresos por medio de su efecto en los precios de los alimentos. En este contexto es deseable tener precios decrecientes para los alimentos, pero los precios de los productos también deben dar incentivos de producción apropiados para los agricultores. La tecnología nueva puede mediar estas dos funciones conflictivas del precio en el mercado, pero rara vez se podrán compartir equitativamente los beneficios entre los consumidores y los productores. Si el mejoramiento del bienestar de los consumidores presenta el mayor peso político, entonces la escogencia del producto debe enfocarse hacia alimentos básicos, no exportables, cuya cantidad demandada no sea relativamente sensible a cambios en el precio o ingreso. Es natural que estos productos tiendan a ser los principales productos alimenticios del sector pobre.

El caso del nordeste de Brasil, el cual presenta la mayor concentración de población con problemas nutricionales en América Latina, podría servir para ilustrar el caso. La harina de yuca, fríjol/caupí¹ y arroz son las principales fuentes energéticas que contribuyen con más del 50% de las calorías en la dieta, siendo de todas formas insuficientes (Apéndice 8). El fríjol/caupí fueron tan importantes como las carnes y el pescado considerados conjuntamente, como fuentes de proteína (Apéndice 9). La harina de yuca, fríjol/caupí y arroz fueron las fuentes más baratas de calorías y proteína. El hecho de que en esta región el gasto destinado a estos productos aumenta con el ingreso (Apéndice 7) es una evidencia indirecta de que los consumidores de bajos ingresos demandarán mayores cantidades de estos productos específicos si los precios bajan aún más. Aquí es donde la tecnología agrícola cumple una función primordial para reducir las deficiencias nutricionales de una región con problemas agudos de esta naturaleza. Además, en este caso particular la combinación del fríjol o el caupí con la yuca ayuda a balancear el menor contenido de proteína de la yuca en comparación con los cereales. Se espera que, políticas que estimulen la producción y el consumo de estas fuentes nutricionales de menor costo, tengan un efecto mucho más rápido de eliminación de los déficits nutricionales que el cambio gradual al consumo de mayores niveles de otros alimentos costosos de alta calidad nutricional.

Crecimiento de la Demanda. Como consecuencia directa de la alta tasa de crecimiento de la población y el aumento en los ingresos, la demanda agregada por alimentos en América Latina está creciendo a una tasa anual del 3.60%, la cual es consistente con el crecimiento de la producción total de alimentos (Cuadro 1.2). Este equilibrio es solamente aparente puesto que: (a) en 16 de 21 países, el crecimiento de la producción de alimentos quedó rezagado en comparación con la demanda (Apéndice 10); (b) en la mayoría de los países han continuado los problemas nutricionales, si es que no han empeorado, puesto que el crecimiento en la producción de los

¹ Sustitutos cercanos en el nordeste de Brasil, estadísticamente registrados juntos.

Cuadro 1.2 Algunos indicadores del crecimiento e importancia en la economía de alimentos de América Latina de los productos agropecuarios seleccionados, 1960-1978

	Crecimiento de la demanda o/o	Crecimiento de la producción o/o	Crecimiento en el área o/o	Crecimiento en rendimientos o/o	Participación producción total ¹ o/o	Contribución al consumo total de calorías o/o	Contribución al consumo total de proteínas o/o	Porcentaje del presupuesto en alimentos gastado por el estrato de ingresos más bajos
								Ciudades Andinas ² Brazil ³
Trigo	3.4	1.9	1.4	0.6	— 8	18	15	4-17 4
Maíz	—	2.8	1.1	1.7	— 40	16	15	0-6 3
Sorgo	—	12.5	9.2	3.3	— 9	—	—	— —
Arroz	3.5	3.3	2.8	0.5	— 18	9	7	2-14 7
Papa	3.3	2.3	0.0	2.4	— 3	2	2	{2-11}
Yuca	2.4	1.9	2.4	-0.5	— 17	4	—	
Total leguminosas	3.0	1.4	1.7	-0.3	— 6	5	13	1-7 16
Fríjol	3.0	0.3	1.1	-0.8	— 5	3	11	n.a. n.a.
Ganado de carne	5.4	3.4	—	—	58 —	5	14	9-24 9
Porcinos	4.5	4.1	—	—	22 —	1	4	0-2 5
Aves	6.1	9.5 ⁴	—	—	20 —	1	3	0-3 3
Leche	5.5	3.9	—	—	— —	6	12	6-18 4
Sector agrícola	3.6	3.5	2.0	1.5	100 100	—	—	— —

¹Solo países tropicales; datos de 1978. La primera columna incluye cereales, granos, raíces y tubérculos, todos expresados en equivalentes en cereales.

La segunda columna incluye solo carnes expresada en peso de cadáveres.

²Rangos para 12 ciudades andinas, período 1968-72. Fuente: Apéndice 6.

³1975. Fuente: Apéndice 7.

⁴1970-78.

Fuentes: A menos que se indique lo contrario, los estimados se obtuvieron de FAO-Estadísticas de Producción y, FAO-Hojas de Balance de Alimentos, 1972-74.

principales productos alimenticios se rezagó a la demanda; y (c) aquellos productos cuya producción aumentó más rápidamente (cultivos de exportación, granos para alimento animal y avicultura) tuvieron mayor impacto en las dietas de los estratos de ingresos intermedios y altos que en la dieta de los estratos pobres, sector en el cual está radicada la mayor parte de los problemas nutricionales (Apéndices 6 y 7).

Dada la desigualdad en la distribución del ingreso en América Latina¹, el crecimiento en el ingreso ha resultado en el crecimiento de la demanda mayor por aquellos productos alimenticios más preferidos por los estratos de ingresos medios y altos. En respuesta a la alta tasa de crecimiento de la demanda, la producción de estos productos ha aumentado rápidamente, en ocasiones a expensas de cultivos alimenticios más básicos. Este es el caso de la avicultura e indirectamente de los granos para consumo animal. En América Latina, la tasa anual de crecimiento de la producción avícola fue del 9.50/o para el período 1970-78, en tanto que en Estados Unidos fue del 30/o. El crecimiento de la producción de sorgo y soya para concentrados, exportación y aceite de soya fue aún más rápida². La gran expansión del cultivo de soya al sur de Brasil desplazó la utilización de cultivos alimenticios en 1972-74 se destinó a alimentos para animales³. Durante el período 1961-65 a 1974-76 el maíz contribuyó a más de la mitad del crecimiento de la producción de alimentos básicos en Brasil, en tanto que el sorgo fue responsable de casi la mitad del aumento en México³.

Desde 1961-65 hasta 1974-76 la tasa de crecimiento en el uso de cereales para consumo animal en Brasil fue del 6.30/o y la tasa de crecimiento de México, del 16.450/o. En países en desarrollo con aumentos rápidos en los ingresos, el uso total de cereales para la alimentación animal ha aumentado considerablemente más rápido que el uso de cereales para el consumo humano. En resumen, en respuesta a la mayor tasa de crecimiento de la demanda debido a un mayor poder adquisitivo de los grupos de ingresos medios y altos y a la alta demanda de exportación, la producción está creciendo más rápidamente en el caso de la avicultura, granos para la alimentación animal y cultivos de exportación que en el caso de productos alimenticios energéticos y proteínicos. La producción está quedando considerablemente atrás del crecimiento de la demanda en el caso del maíz para el consumo directo, trigo, arroz, yuca, frijol y carne.

Prioridad en Alimentos Básicos. En el Cuadro 1.3 se presenta un resumen de la importancia relativa de los principales productos en América Latina desde el punto de vista tanto nutricional como el crecimiento de la demanda. Tanto el trigo como el maíz son fuentes importantes de calorías y su demanda está aumentando para consumo humano y consumo animal, respectivamente. El arroz, la carne y la leche ya son productos importantes que están suministrando calorías y proteínas en la mayoría de los países de América Latina. Por otra parte, se espera un aumento rápido en la demanda de estos productos, especialmente de carne. La yuca fresca y la harina de yuca son fuentes de calorías de muy bajo costo y fuentes importantes de calorías en Brasil y Paraguay, países cuyas poblaciones suman el 40⁰/o de la población total en América Latina tropical. Los países que estén poniendo en marcha programas nutricionales para sus sectores de ingresos más bajos podrían aprovechar las ventajas del bajo costo que tienen las calorías de este cultivo y del potencial de la yuca para producir en suelos menos fértiles. Con el cambio tecnológico en el mer-

¹ I. Shail, *Size Distribution of Income: A Compilation of Data*, The World Bank, Washington, D.C., 1975.

² CIAT, *Latin America: Trend Highlights for CIAT Commodities*, Internal Document Econ. 1.5, Abril 1980, pp. 77-134.

³ K.L. Bachman y L.A. Paulino, *Rapid Food Production Growth in Selected Developing Countries: A Comparative Analysis of Underlying Trends, 1971-76*, Research Report 11, International Food Policy Research Institute (IFPRI), Octubre 1979, p. 30.

Cuadro 1.3 Evaluación resumida de los principales productos con base en la importancia nutricional y crecimiento esperado de la demanda¹

Productos agropecuarios	Fuente importante de calorías en América Latina	Fuente importante de calorías sub-regionalmente	Componente proteínico importante en América Latina	Fuente importante de proteína sub-regionalmente	Fuente de calorías de bajo costo	Fuente de proteína de bajo costo	Expansión rápida de la demanda para consumo humano	Expansión rápida de la demanda para alimentación animal
Azúcar	X							
Arroz		X		X	X		X	
Maíz		X		X				X
Trigo	X		X				X	
Sorgo								X
Papa		X					X	
Yuca								
Seca		X			X			P*
Fresca		(X)**					P	
Frijol				X		X	X	
Soya								X
Carne		X	X				X	
Leche		X	X				X	

¹ Con base en los Apéndices 1-10

* P = importancia potencial; ** = solamente pocos países.

cado y/o procesamiento, la producción de yuca fresca puede expandirse considerablemente como alimento para consumo humano y/o consumo animal. El fríjol es una fuente proteínica importante a nivel subregional y es la fuente de proteína de menor costo. El fríjol puede ser un complemento importante de un programa de nutrición dirigido a aumentar el consumo de la yuca, puesto que los déficits de proteínas adquieren importancia una vez que las deficiencias energéticas han sido superadas. En los últimos años, el aumento en los precios del fríjol en muchos países indica que el crecimiento de la demanda está excediendo al de la oferta. Finalmente, la actividad cuyos productos están sufriendo el crecimiento más rápido en su demanda es la avicultura, lo cual afecta considerablemente la demanda derivada por sorgo y soya. Sin embargo, el impacto combinado del crecimiento en la avicultura y en la producción de granos para consumo animal para aliviar los problemas nutricionales no es tan alto como en el caso de alimentos más básicos como el maíz, trigo, arroz, fríjol, carne y leche.

Selección de los Cultivos y Estrategia de Investigación

Como se discutió anteriormente, dentro del sector agrícola de América Latina hay una heterogeneidad considerable en las unidades agrícolas en términos de la relación tierra/mano de obra. Esto resulta en una heterogeneidad considerable en la tecnología de producción, una cierta especialización en el cultivo según el tamaño de la finca y retornos diferenciales a los recursos de la producción de una unidad de tamaño de finca a otra. Dentro de este esquema de distribución de la tierra altamente variable, o ha emergido un sector agrícola grande y dinámico ayudado por esquemas de mecanización subsidiados o bien permanece latente. Este dinamismo puede producir condiciones en las cuales la competencia puede sacar del sector agrícola a los agricultores menos eficientes o a la mano de obra menos productiva. Las economías de América Latina se han caracterizado por una migración muy rápida del sector rural al sector urbano, lo cual ha hecho que se requiera hacer inversiones considerables en infraestructura social y, en muchos casos, que se sature la capacidad generadora de empleo del sector urbano. Por otra parte, una porción considerable de los migrantes del sector rural al urbano entran al sector de servicios de baja productividad, disminuyendo con frecuencia su nivel nutricional. En consecuencia, la estrategia del desarrollo de fincas pequeñas, con mano de obra intensiva, es un complemento necesario para el sector dinámico de fincas grandes, pero las dos estrategias serán más consistentes entre sí, si se minimiza la competencia; es decir, si ambos sectores no compiten efectivamente en el mismo mercado de un producto.

Para enfocar el impacto de una tecnología hacia los agricultores en pequeña escala, se requiere la existencia de cultivos en los cuales estos agricultores tengan una ventaja comparativa y el diseño de tecnologías que mantengan esta ventaja comparativa. Sin embargo, el impacto en la producción y en los precios de los alimentos obviamente será más limitado si los agricultores más grandes también se incorporaran a la producción de estos productos. Por consiguiente, es necesario tener en cuenta cuánto representan estos productos en las dietas del sector pobre urbano puesto que existen desbalances entre los beneficios para el sector rural pobre versus el sector urbano pobre. La dieta de la población de América Latina se caracteriza por una variación considerable entre regiones. Se podría decir que el maíz, el trigo, el arroz, la yuca, el azúcar, el fríjol y la carne son las fuentes más importantes de calorías y proteínas, pero el grado de importancia de cada uno varía de una región a otra. Dependiendo de la región, el desarrollo de tecnología para estos alimentos básicos hará impacto en la nutrición de sector pobre.

Si se espera que la nueva tecnología agrícola contribuya simultáneamente a las metas de crecimiento y equidad, la investigación no se puede concentrar en un solo cultivo, un solo ecosistema o un grupo en particular. Tal como se ha venido enfatizando en los párrafos anteriores, si el CIAT ha de contribuir a las metas de crecimiento, ingresos y nutrición se requiere un enfoque consistente de selección de cultivos y estrategias de investigación.

Explícitamente se reconoce que, debido a la heterogeneidad de la agricultura en América Latina, no hay un cultivo único que pudiera contribuir significativamente a la producción agrícola total y simultáneamente afectar en forma significativa a los sectores pobres rurales y urbanos (Cuadro 1.3), como en el caso del arroz en Asia. Al decidirse por hacer investigación en una serie de cultivos, el CIAT intentó escoger aquellos en los cuales, al complementar a las instituciones nacionales y otras instituciones de investigación internacional, se lograra la contribución total más alta a las metas socioeconómicas. Un primer requisito fue que estos cultivos debieran ser alimentos básicos. En segundo lugar, la escogencia de los cultivos sería tal que algunos proporcionarían un aumento en la productividad y en los ingresos de los agricultores pequeños; otros contribuirían a la expansión de la producción agrícola tanto en tierras de buena calidad como en la frontera agrícola. Estos enfoques investigativos se reflejan en la división del CIAT en investigación de cultivos e investigación de recursos de tierras. La consistencia de esta estrategia está de hecho construida alrededor de los cultivos escogidos: frijol, yuca, arroz y pastos tropicales para los suelos ácidos e infértiles.

Cada uno de estos productos tienen importancia regional como fuente energética y/o proteínica. En términos de su contribución al principal problema nutricional de naturaleza energética, el maíz, el trigo o el azúcar podrían haber sido otras alternativas posibles. Los primeros dos están bajo la responsabilidad investigativa del Centro Internacional del Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Por otra parte, el azúcar ya es la fuente energética de más bajo costo en la dieta, lo cual refleja parcialmente la alta inversión en investigación que ya se ha hecho en este cultivo.

Otros cultivos importantes desde el punto de vista de la producción, pero que contribuirían menos significativamente al logro de las metas globales socioeconómicas, son el sorgo y la soya. Sin embargo, estos cultivos no son alimentos básicos (excepto el aceite de soya) y tenderían a beneficiar más a los consumidores de ingresos medios y altos y a los productores de fincas grandes; además, actualmente están desplazando a otros cultivos para consumo animal y humano producidos en tierras buenas. Dadas las limitaciones presupuestales y el tamaño del CIAT, y a la etapa temprana de desarrollo tecnológico en la cual se encuentran los cuatro programas del Centro, es demasiado pronto para considerar la adición de cualquiera de estos productos a un programa para ser financiado por el presupuesto central. Sin embargo, se le dará cabida a proyectos especiales con objetivos específicos de desarrollar variedades de sorgo y soya adaptadas a los suelos ácidos en tanto que también sean consistentes con las metas socioeconómicas y sean alternativas complementarias al arroz de secano, yuca y pastos tropicales para las áreas de frontera agrícola. En el capítulo 6 se discutirá la posible participación del CIAT en estos cultivos.

A continuación sigue una breve descripción sobre el porqué la serie de cultivos escogidos por el CIAT proporciona el mejor equilibrio para lograr las metas tanto de producción como de nutrición en América Latina y cómo es que las estrategias de investigación en cada caso son consistentes con las metas socioeconómicas globales.

Pastos Tropicales. La carne es un componente básico de la dieta en América Latina y representa una gran proporción del presupuesto en alimentos, aún para el sector pobre. La demanda por carne en América Latina está creciendo a una tasa que está sobrepasando en gran medida el crecimiento en la producción. Además, la carne es un producto obtenido extensivamente y los sistemas de producción no requieren una infraestructura bien desarrollada para el mercadeo del producto o los insumos. En términos del estímulo a la expansión de la frontera agrícola, la producción de ganado de carne es una escogencia lógica.

La estrategia de investigación del programa se ha enfocado en aliviar los principales factores limitantes de los sistemas de producción extensiva de ganado de carne en los suelos ácidos e infértiles de América Latina, con énfasis en las regiones de sabana. Los principales factores limitantes radi-

can básicamente en la baja calidad nutricional de la base forrajera especialmente durante la estación seca. Se consideró que la búsqueda de especies de gramíneas y leguminosas mejor adaptadas y más productivas era la clave del desarrollo de una tecnología de bajo costo con el mínimo de insumos para estas áreas.

Yuca. La yuca es una fuente tradicional de calorías para la población rural en América Latina, pero es de importancia limitada en las áreas urbanas excepto en donde se consume en la forma de harina, especialmente en Brasil. La planta es extremadamente eficiente en la producción de carbohidratos y se encuentra particularmente bien adaptada a las condiciones agrícolas más marginales. Sus bajos requerimientos de insumos comprados, su requerimiento de mano de obra relativamente alto, su adaptabilidad al sistema de cultivos intercalados y su período de cosecha flexible resultan en el hecho de que la producción proviene de sistemas de fincas pequeñas. Dado que la demanda es suficientemente elástica, el cultivo es ideal para intensificar sistemas de producción en fincas pequeñas. El potencial para desarrollar usos alternativos de la yuca, tales como almidón, como fuente de carbohidratos en alimentos para animales y como materia prima para la producción de etanol, parece garantizar esta elasticidad en el mercado. Sin embargo, la competitividad en estos mercados parece depender de menores costos de producción, es decir, de tecnología de producción mejorada.

La estrategia de investigación en el programa de yuca tiene tres enfoques principales: (1) el desarrollo de tecnología de bajo costo con el mínimo de insumos, particularmente dirigida hacia agricultores pequeños; (2) la investigación en el desarrollo de la yuca como un cultivo de expansión para la frontera agrícola; y (3) la investigación en tecnologías más eficientes de procesamiento y utilización. El programa combina investigación de tecnologías tanto de producción como de utilización, puesto que un factor limitante primordial de los sistemas de producción de yuca es su rápida perecibilidad después de la cosecha, como también para asegurar que las tecnologías de procesamiento sean lo suficientemente dirigidas hacia operaciones en pequeña escala que le permitan a los agricultores de bajos recursos tener acceso a los mercados finales. La yuca es uno de los pocos cultivos por medio del cual la tecnología mejorada puede resultar en un aumento en la productividad de los sistemas de fincas pequeñas en las zonas de producción más marginales.

Fríjol. El fríjol es una fuente importante de proteínas, particularmente en Brasil, México y América Central en donde aporta entre el 10-20% de la proteína (Apéndice Cuadro 5). La producción de fríjol se encuentra estancada en América Latina y es la expansión del área de cultivo lo que compensa las disminuciones del rendimiento en la mayoría de los países, especialmente en Brasil. La mayor parte de la producción de fríjol proviene del sector de fincas pequeñas, en donde el fríjol se produce típicamente en asociación con otros cultivos, principalmente con el maíz y en las tierras más pobres. La asociación maíz-fríjol es intensiva en mano de obra pero da retornos altos por unidad de superficie de tierra.

La productividad del fríjol es baja puesto que hay una amplia gama de insectos y enfermedades que atacan al cultivo. Debido a la naturaleza devastadora de muchas enfermedades del fríjol, los agricultores con frecuencia prefieren sembrar fríjol en condiciones marginales dependientes de las lluvias. Por otra parte, los gobiernos rara vez proporcionan a los productores de fríjol precios de sustentación adecuados u otros incentivos financieros. Como consecuencia de estos factores físicos y económicos que desalientan a la producción de fríjol son pocos los agricultores que están preparados para utilizar insumos costosos tales como fertilizantes o productos químicos para el control de enfermedades; por consiguiente, los rendimientos son bajos. Los rendimientos y los retornos han sido tan bajos que el fríjol ha sido desplazado de áreas tales como partes del

sur de Brasil y del Valle del Cauca de Colombia, por otros cultivos más rentables. En la última década, los rendimientos del frijol en la mayoría de los países de América Latina han venido disminuyendo debido a este desplazamiento del cultivo y a la incapacidad para mantener aún bajos rendimientos a los niveles de insumos extremadamente reducidos que se utilizan.

La estrategia de investigación del programa de frijol es aumentar la productividad de este cultivo mediante la incorporación de resistencia múltiple a enfermedades en cultivares comerciales. También se busca tolerancia a la sequía y a niveles de fertilidad moderadamente bajos. Se hace énfasis en la búsqueda de cultivares capaces de fijar nitrógeno atmosférico. Por consiguiente, la estrategia del programa de frijol se enfoca hacia la estabilización y aumento de los rendimientos del frijol sin aumentos considerables en insumos comprados. Sin embargo, una vez estén disponibles nuevas variedades será económicamente factible utilizar niveles de insumos moderadamente más altos debido a su mayor potencial de rendimiento y menor variación del mismo. El énfasis de la estrategia está en la obtención de un aumento en la producción sin aumentos mayores en los costos por insumos de tal manera que el principal productor de frijol siga siendo el agricultor pequeño.

Como gran parte de la producción de frijol proviene de frijoles trepadores, los cuales se producen casi totalmente en asociación o en relevo con maíz, el programa dedica un esfuerzo considerable al mejoramiento del frijol en asociación, mientras mantiene los rendimientos de maíz. Dicha tecnología es muy apropiada para los agricultores pequeños debido a los altos requerimientos de mano de obra de estos sistemas.

Arroz. El arroz es un alimento energético básico en el Caribe, Brasil y muchos países de la zona andina. En la mayoría de los trópicos de América Latina, el consumo de arroz ha aumentado puesto que una población urbana creciente había cambiado de otros alimentos al arroz como fuente energética principal. Este proceso se ha acelerado por el precio del arroz que se ha mantenido relativamente estable o ha disminuido, puesto que la producción se ha mantenido al ritmo del crecimiento de la demanda en la mayoría de los países de América Latina. En muchos casos, este rápido crecimiento de la producción ha sido el resultado de la introducción de variedades mejoradas, en combinación con una rápida adopción de ellas por agricultores mecanizados en áreas arroceras favorecidas.

El arroz es predominantemente un cultivo para producción en gran escala pero, sin embargo, hay una amplia diversidad en los sistemas de producción utilizados, los cuales varían desde sistemas intensivos con riego a sistemas extensivos de secano no favorecido en la frontera agrícola. Los rendimientos promedio varían considerablemente en los diferentes sistemas. El factor principal que determina el tipo de sistemas es el patrón de lluvias y las posibilidades de un mejor manejo de las aguas. En la mayoría de los países productores de arroz la cuestión es, ¿en cuál de los sistemas se deben invertir recursos de investigación?. La tecnología nueva ha beneficiado primordialmente al sector de riego y los rendimientos en las fincas están alcanzando rápidamente al rendimiento potencial factible que ofrece la tecnología actual. Los aumentos futuros en el rendimiento en este sector no serán tan marcados. Para mantener el crecimiento de la producción de arroz, la cuestión de la inversión se centra alrededor de la relación costo-beneficio de invertir en tierra con riego y expandir la producción en ellas frente al aumento de la productividad del cultivo en condiciones de secano. El potencial para satisfacer el aumento de la demanda de arroz mediante las áreas con riego o mediante las áreas de secano varía entre los países.

El programa de arroz del CIAT reconoce la necesidad de enfocar la investigación hacia las condiciones tanto de riego como de secano. En el caso del arroz riego ya se han logrado los mayores aumentos en el rendimiento en la mayoría de los países y el enfoque será básicamente el de continuar la investigación para mantener dichos niveles e investigación básica para desarrollar resis-

tencia a piricularia y al sogata. Por otra parte, la investigación en arroz de secano se concentrará en la selección por adaptación a los principales factores limitantes característicos de las condiciones de secano. Esta investigación se enfocará hacia aquellas áreas de secano con un régimen de precipitación más estable, en donde las oportunidades de lograr un aumento significativo en el rendimiento sean más altas. La estrategia de investigación en arroz de secano hace énfasis en la utilización de tierras en la frontera agrícola, cultivables bajo condiciones mecanizadas relativamente extensivas.

2

El Contexto de la Planeación; La Función del CIAT

La investigación agrícola efectiva es un continuo, el cual abarca una serie de actividades desde la investigación básica, como lo es la ingeniería genética, hasta el seguimiento de la adopción de variedades y prácticas culturales mejoradas por el agricultor. Este continuo de la investigación incluye un complejo de instituciones que interactúan, manejando un conjunto de actividades, desde la investigación básica a la aplicada y desde la investigación a la extensión. Los centros internacionales ocupan un nicho particular en este complejo institucional. En efecto, los centros internacionales proporcionan el vínculo institucional entre la investigación básica y la investigación aplicada y la extensión, una necesidad urgente en las condiciones tropicales.

Esta traducción de la ciencia en tecnología práctica requiere del compromiso de recursos a un plazo relativamente largo, de costos iniciales relativamente grandes, de una "masa crítica" efectiva de científicos dedicados a la investigación y de una toma de decisiones libre de compromisos e intereses con el proceso político. El centro internacional de investigación combina estos atributos con las economías de escala potenciales que son inherentes al mejoramiento genético de plantas; i.e., la estructuración de grandes bancos de germoplasma, la selección en gran escala, el cruzamiento y la selección y la evaluación multidisciplinaria. Sin embargo, estas economías de escala no se extienden a la mayor parte de la investigación agronómica, a la extensión o al acabado del proceso de mejoramiento genético de plantas. Por consiguiente, los centros internacionales sólo son efectivos al trabajar en coordinación con programas nacionales bien organizados.

Los recursos para la investigación agrícola son limitados. Los programas nacionales de investigación no pueden trabajar sistemáticamente en todos los cultivos y en la totalidad de los ecosistemas existentes. Las prioridades con frecuencia son impuestas por las fuerzas más poderosas de la economía. Los centros internacionales ayudan a superar lo que constituye un recurso público limitante y que persiste en los países en desarrollo. La ventaja comparativa de un centro internacional como el CIAT radica en que compensa la subinversión en varias áreas críticas tecnológicas e institucionales, las cuales han pasado a ocupar un segundo plano en comparación con intereses más dominantes.

→ La Función del CIAT en el Desarrollo Tecnológico

Dada la subinversión anteriormente mencionada, la ventaja comparativa del CIAT dentro del contexto de América Latina está en el desarrollo de tecnología en tres áreas básicas: para productos alimenticios básicos, para agricultores de escasos recursos y para la expansión de la frontera agrícola.

Enfoque Hacia Productos Alimenticios Básicos. La investigación agrícola en América Latina se ha enfocado hacia sectores con un crecimiento más dinámico dentro de la economía agrícola, particularmente hacia el sector de fincas medianas y grandes. Antes de que se desarrollara un gran mercado urbano interno, el crecimiento que se presentó fue en cultivos tropicales de exportación tales como la caña de azúcar, el algodón, el café, el cacao y el caucho. Fueron estos los

cultivos que recibieron la mayor parte de los recursos para investigación. Debido a la urbanización rápida que se ha presentado durante las últimas tres décadas y a la orientación de los esquemas de desarrollo hacia la sustitución de importaciones, el crecimiento se ha desplazado ahora hacia cultivos para consumo humano y animal con una alta elasticidad del ingreso, nuevamente asociados con patrones de producción mecanizados y en gran escala (véase la página). Por consiguiente, en años anteriores se le ha prestado relativamente poca atención a los cultivos que constituyen las principales fuentes de calorías y proteínas para la mayor parte de la población y que sirven como fuente de ingresos al mayor número de agricultores. Como los centros internacionales pueden concentrarse en estos productos, su contribución es significativa para superar la gran brecha de conocimientos que aún existe sobre cultivos alimenticios básicos, particularmente cuando provienen, en su mayor parte, de los campos de agricultores de escasos recursos.

Desarrollo de Tecnología para Agricultores de Escasos Recursos. Además de la lentitud del proceso investigativo de cultivos básicos alimenticios, en muchos casos la poca investigación sobre estos cultivos se ha adelantado bajo condiciones de estaciones experimentales las cuales se aproximan más a las condiciones de las fincas grandes mecanizadas con disponibilidad de riego. El énfasis del CIAT en desarrollar tecnología apropiada para ser utilizada en las condiciones difíciles que enfrentan los pequeños agricultores y en colaborar con los programas nacionales en el fortalecimiento y desarrollo de metodologías para la evaluación de tecnología a nivel de finca, le permite al Centro desempeñar una función especial en el desarrollo de tecnología para agricultores con recursos limitados y para los ambientes menos favorecidos.

Desarrollo de Tecnología para la Expansión de la Frontera Agrícola. También hay una falta de tecnología que haga posible la expansión racional de las áreas de frontera agrícola en América tropical. La baja fertilidad natural de los suelos junto con una serie de problemas más localizados son las principales razones que explican el porqué estas vastas áreas (aproximadamente un 50% de América tropical) aún permanecen significativamente subutilizadas. Como centro internacional, el CIAT puede y debe mirar hacia el futuro a largo plazo como también hacia las necesidades inmediatas y, por consiguiente, tiene la ventaja comparativa para desarrollar tecnologías apropiadas que haga posible la utilización más conveniente e intensiva de estas áreas de frontera agrícola aptas para la producción de ganado, eventualmente en combinación con la producción de cultivos.

Función del CIAT para Superar Factores Limitantes de Naturaleza Institucional

La solución a los factores técnicos que limitan el mejoramiento de la productividad agrícola con frecuencia se ve obstaculizada por barreras institucionales. Un centro internacional puede contribuir de diversas maneras a superar algunos de estos factores limitantes de carácter institucional tanto por su adición al total de recursos como por su flexibilidad y agilidad resultante de su naturaleza apolítica, no gubernamental. Estas maneras incluyen: el nivel de inversión y la definición de prioridades en la investigación agrícola, la formación de capital humano, el estímulo a una mejor orientación de la investigación y el adiestramiento y el fortalecimiento de los lazos entre la investigación y la extensión.

Nivel de Inversión y Definición de Prioridades en la Investigación Agrícola. Hay suficientes evidencias documentadas sobre el hecho de que la investigación agrícola desempeña una función fundamental en el desarrollo agrícola y que es una empresa altamente rentable. Este reconoci-

miento se ve reflejado en el hecho de que los gastos en investigación agrícola en América Latina han aumentado desde US\$61 millones en 1965 a US\$129 millones en 1974. Sin embargo, en 1975 América Latina ocupó el último lugar en el mundo en términos de gastos de investigación como porcentaje del valor de los productos agrícolas producidos (Apéndice 11). La financiación internacional del CIAT puede contribuir al aumento en la inversión total en investigación agrícola para la región, puesto que la mayoría de las contribuciones que se hacen al Centro provienen de fuentes que no son competitivas con aquellas que financian otras instituciones agrícolas de investigación en la región.

Los resultados positivos que emergen de los esfuerzos colaborativos entre el CIAT y los programas nacionales también pueden estimular a los funcionarios nacionales de la planeación y tesorería a reconocer el valor de la investigación agrícola y aumentar los niveles relativos de financiamiento para las instituciones nacionales de investigación. Adicionalmente, hay una tendencia evidente a que las organizaciones internacionales aumenten el nivel de sus préstamos y asistencia técnica a los sistemas nacionales de investigación agrícola puesto que reconocen la importancia de tener instituciones nacionales fuertes para cooperar de manera más beneficiosa con los centros internacionales. En consecuencia, la función del CIAT es aditiva y también estimulativa y catalítica para aumentar la inversión hasta un nivel más razonable en esta importante y rentable área. Además, hay grandes economías de escala en investigación en cierto nivel del continuo de la investigación. Este nivel depende del grado de desarrollo y autosuficiencia de cada uno y todos los programas nacionales en cada cultivo o producto. La prevención de duplicaciones necesarias en muchos programas en pequeña escala ciertamente permitirá un uso más efectivo, en términos de costos, del total de recursos limitados disponibles.

Aun cuando existen presiones comprensibles para que las instituciones nacionales extiendan sus esfuerzos de investigación a una amplia gama de productos para la exportación y alimentación, los centros internacionales sólo se están concentrando en alimentos básicos y dada la división de las labores entre los centros individuales, se pueden dar el lujo de enfocar sus esfuerzos solamente hacia pocos productos. Entonces, manteniendo un enfoque estrecho hacia pocos cultivos, el CIAT puede lograr un progreso más rápido en el desarrollo de tecnología para esos productos. Demostrando la utilidad de la concentración de esfuerzos, también puede tener un efecto catalítico al ayudar a los programas nacionales a establecer prioridades más claras y así evitar los peligros de una diversificación extrema.

Formación de Capital Humano. La insuficiencia de personal calificado es uno de los factores limitantes más serios en el desarrollo de nueva tecnología. Los datos en el Apéndice 12 sustentan la evidencia de que América Latina, considerada globalmente, presenta un bajo nivel de recursos humanos disponibles para investigación y extensión en términos de años-hombre de científicos y extensionistas, en comparación con el valor de los productos agrícolas obtenidos. La mayor responsabilidad para aumentar el número de científicos agrícolas adiestrados la debe tener las universidades de la región. La disponibilidad de becas para un adiestramiento a un grado más alto debe continuar siendo la responsabilidad de los programas nacionales con el apoyo de las instituciones donantes. El CIAT tiene una ventaja comparativa para proporcionar adiestramiento de posgrado en áreas especializadas por productos y, por consiguiente, para aumentar la disponibilidad de capital humano en estas áreas particulares. Mediante el estímulo a un mejor apoyo y prestigio de la investigación agrícola, el CIAT también puede catalizar el mejoramiento de las condiciones de trabajo y remuneración para ayudar a superar el problema de la fuga de cerebros el cual con frecuencia agrava los problemas de disponibilidad de personal calificado.

Estímulo de una Mejor Orientación de la Investigación y el Adiestramiento. Algunas instituciones de investigación hacen énfasis en la investigación disciplinaria de tipo académico, orientada hacia la publicación de resultados. Esto es particularmente cierto en universidades y, por consiguiente, afecta a una gran proporción del valioso capital humano disponible para la investigación agrícola como también a la orientación y calidad de los profesionales adiestrados en estas instituciones. Como centro de excelencia que hace énfasis en la investigación interdisciplinaria, orientada hacia la producción y solución de problemas, el CIAT puede hacer una contribución especial demostrando que la investigación práctica también puede ser muy estimulante e intelectualmente gratificante. Colaborando cercanamente con las universidades de América Latina, especialmente en el área de investigación para la realización de tesis de grado para optar títulos académicos superiores otorgados por estas universidades, el CIAT puede ayudar a fortalecer en las instituciones universitarias el enfoque de la investigación aplicada como también el del potencial humano que ellas producen.

Fortalecimiento de los Lazos Entre la Investigación y la Extensión. En algunas instituciones de América Latina, la investigación y la extensión agrícola se encuentran bien integradas; sin embargo, en muchos países estas actividades se han desarrollado independientemente y continúan operando así. Aunque el CIAT no se encuentra comprometido activamente en la extensión agrícola, el énfasis que hace el Centro en las actividades colaborativas con las instituciones nacionales para realizar la evaluación de tecnología a nivel de finca, para adiestrar extensionistas en productos seleccionados y para colaborar con los programas nacionales en programas de adiestramiento en los países, puede ayudar a construir el puente entre estas dos funciones importantes.

3

Historia y Logros del CIAT

7. El acuerdo entre el gobierno colombiano y la Fundación Rockefeller para fundar el CIAT se firmó el 12 de mayo, 1967. La primera Junta Directiva se reunió el 17 de octubre de ese mismo año. El decreto oficial del gobierno colombiano en el cual se estableció el CIAT como una institución tiene como fecha el 4 de noviembre, 1967. Las facilidades de la sede del CIAT se adjudicaron el 12 de octubre, 1973. En esa época el personal científico principal estaba constituido por 39 personas, aproximadamente la mitad del personal científico principal que el CIAT tiene actualmente. Por consiguiente, una gran parte de las actividades de los programas actuales del CIAT tienen 10 años o menos.

Un aspecto fundamental para entender los diversos logros en investigación y adiestramiento resumidos al final de este capítulo y de importancia especial para establecer la base para un plan a largo plazo para la década de los ochenta, son los avances de naturaleza institucional que han sido logrados por el CIAT desde el inicio de sus actividades. Estos se relacionan con una agudización del enfoque de sus programas, el desarrollo de políticas, y el desarrollo de sus facilidades y relaciones institucionales.

Evolución del Mandato del CIAT

× **La Base Original.** Gracias a una Junta Directiva muy activa e interesada, la cual ha insistido continuamente en el rigor del análisis y en el mejoramiento de la claridad de los objetivos, se ha logrado mucho progreso en el desarrollo de una filosofía clara para el Centro y una agudización del enfoque en comparación con la amplia base con la cual comenzó el CIAT.

Los éxitos logrados a mediados de la década de los sesenta por el International Rice Research Institute (IRRI) en Filipinas y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, junto con el establecimiento pendiente del International Institute for Tropical Agriculture (IITA) en Nigeria, impulsaron a las Fundaciones Ford y Rockefeller a considerar los problemas de los trópicos cálidos de América Latina. El doctor Lowell S. Hardin (Fundación Ford) y el doctor Lewis M. Roberts (Fundación Rockefeller) fueron comisionados por sus fundaciones para que estudiaran conjuntamente los problemas de la productividad en esa área y recomendaran el curso de acción a seguir. El resultado de este estudio fue el documento titulado "A Proposal for Creating an International Institute for Agriculture Research and Training to Serve the Lowland Tropical Regions of the Americas", escrito por Roberts y Hardin con fecha octubre, 1966. El documento comentaba sobre la variedad de zonas ecológicas del trópico de América Latina. Dividía el área en tres clases, a saber:

- a. favorable — con un potencial inexplorado e incluyen las planicies costaneras del norte de Colombia, el Caribe y el litoral de México y América Central, la costa pacífica de Ecuador y las laderas orientales de los Andes entre los 500 y 1000 metros sobre el nivel del mar desde Venezuela hasta Bolivia.
- b. desfavorable — las selvas tropicales húmedas de las cuencas del Amazonas y Orinoco y la costa pacífica de Colombia.
- c. no clasificada — la meseta central de Brasil y los Llanos de Venezuela y Colombia.

Además, el documento de Roberts y Hardin identificaba problemas de alta prioridad en los cuales la institución debería de poner atención. En la siguiente sección se presenta esta extensa lista de responsabilidades en productos y sistemas de producción con relación a la discusión de las modificaciones hechas posteriormente.

El informe también formulaba que “el instituto propuesto seguiría en muchos aspectos el modelo exitoso del International Rice Research Institute”, pero más adelante enunciaba que, “el instituto de América Latina no tendría responsabilidad en un solo producto o empresa. Se concentraría en la identificación y solución de problemas de producción y en el adiestramiento de personal en un ambiente investigativo y educacional orientado hacia la solución de problemas.”

De esta manera, el concepto del instituto parecía abarcar una base tanto ecológica como también de productos múltiples. Sin embargo, también se deduce que los autores reconocieron lo complejo que resultaría para un instituto tener un mandato de naturaleza ecológica y optaron por una serie de productos como el medio para mover la productividad agrícola hacia las zonas ecológicas.

Después del establecimiento del CIAT y de la asignación de su primera Junta Directiva, la Administración y la Junta definieron en mayor detalle el alcance de los programas y la filosofía de operación del Centro. Inicialmente, esto resultó en una ampliación relativa del alcance percibido por Roberts y Hardin. Por consiguiente, en los primeros años de existencia del CIAT se estableció una amplia fundación de metas de desarrollo y de amplio alcance geográfico y ecológico y de amplias responsabilidades en productos. Esto proporcionó la base sobre la cual el Centro podría con experiencia y estudios posteriores, construir una estructura sólida, de menor tamaño.

Refinamiento del Mandato. Desde los primeros años, el refinamiento progresivo de los objetivos y alcances de las actividades del CIAT ha caracterizado al desarrollo del Centro. Esto ha resultado en una reducción marcada en el número de productos bajo su responsabilidad, en una clarificación y agudización del enfoque geográfico y ecológico. En el Capítulo 4 se detallan los objetivos y las estrategias actuales del Centro.

En el Cuadro 3.1 se presenta un resumen de las modificaciones hechas a las responsabilidades de los programas desde las originalmente establecidas por Roberts y Hardin.

Dichos refinamientos y redefiniciones de los programas no se han sucedido de manera fácil o caprichosamente. Igual de importante que los cambios reales que se han hecho, ha sido la evolución de la manera como interactúan las instituciones colaboradoras, el personal científico y administrativo del Centro y la Junta Directiva para tomar decisiones políticas importantes. En la siguiente sección se discuten estos cambios.

Cuadro 3.1 Desarrollo del Mandato de los Programas del CIAT

Recomendaciones de Roberts y Hardin	Desarrollos Posteriores
(1) Alta prioridad a una o más leguminosas de grano como soya, fríjol, caupí y habas.	(1) Se decidió concentrar todos los esfuerzos en fríjol, <i>Phaseolus vulgaris</i> .
(2) "El maíz y el arroz son de importancia primordial y se deben investigar colaborativamente con el CIMMYT y el IIRRI, respectivamente, mientras que el Instituto sirve de sede para el trabajo colaborativo".	(2) El programa original de maíz se disolvió a favor de un programa colaborativo con el CIMMYT mediante el cual personal científico del CIMMYT con sede en el CIAT trabajaría con los programas nacionales en el desarrollo y transferencias de tecnología de maíz para la Zona Andina. El IIRRI ubicó a un "científico de enlace" en el CIAT con responsabilidades dentro del programa de Arroz en la coordinación de las actividades del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz para América Latina. El IIRRI y el CIAT acordaron que las actividades de arroz en América Latina se adelantarán en forma colaborativa.
(3) "El trabajo en ganadería se concentraría en rumiantes, con énfasis en el estudio y prevención de enfermedades; nutrición, producción de forraje; y economía de diversos sistemas de producción animal bajo condiciones tropicales".	(3) A esta serie de actividades se adicionaron no rumiantes mediante el inicio del Programa de Porcinos en 1969. En 1975 la Junta consideró que el componente de investigación de este programa había alcanzado sus objetivos y decidió reducir el personal científico y que se concentraran en actividades de transferencia de tecnología. Estas fueron exitosamente ejecutadas y el programa se eliminó totalmente a finales de 1979. Después de varias revisiones externas y varios documentos de posición, la Junta decidió restringir el alcance geográfico/ecológico del Programa de Ganado de Carne a las regiones de suelos ácidos e infértiles de América Latina, con énfasis primordial en el desarrollo de praderas mejoradas a base de leguminosas para esta área. El programa posteriormente cambió de nombre al de Programa de Pastos Tropicales.
(4) "El Instituto debe mirar hacia el desarrollo de patrones de cultivo apropiados o sistemas de rotación."	(4) Esto condujo, en 1973, al establecimiento del Programa de Sistemas Agrícolas (posteriormente denominado Programa de Sistema de Fincas Pequeñas) el cual se constituyó con el fin de analizar sistemas agrícolas para prestar asistencia en la adopción rápida de tecnología mejorada. Después de una reunión de discusión especial realizada en 1975 y de su informe en esta serie de actividades, se acordó que la responsabilidad para la incorporación de tecnología de los productos a los sistemas agrícolas debería ser de los programas de productos agropecuarios. Por consiguiente, se aceptaron las siguientes recomendaciones: (a) el Programa de Sistemas de Fincas Pequeñas desaparecería; (b) que a cada uno de los tres programas principales (yuca, fríjol y ganado de carne) se le adicionaría un economista y un agrónomo de proyección externa; y (c) la creación de un Grupo de Coordinación de Sistemas de Producción Agrícola para revisar aquellos estudios interrelacionados que no son responsabilidad de un programa en particular. La revisión hecha por el Comité Técnico Asesor ("TAC Stripe Review") sobre la Investigación de Sistemas Agrícolas en 1978 endosó esta decisión, indicando que la investigación en sistemas agrícolas estaba realmente siendo realizada dentro de los programas existentes, puesto que estos eran esencialmente componentes de desarrollo de sistemas agrícolas completos.
(5) "Cultivos adicionales o categorías de cultivos que sean de importancia y que puedan recibir atención especial: cultivos de raíces - yuca, ñame y batata hortalizas frutales tropicales - plátanos y cítricos".	(5) Se decidió que dentro de esta variedad de productos el CIAT se concentraría en un solo cultivo de raíz: yuca.

Mecanismos para la Revisión y Modificación de los Programas.

Participación de los Países en Vía de Desarrollo. Los puntos de vista de los científicos y funcionarios a cargo de la toma de decisiones pertenecientes a las principales instituciones colaboradoras y clientes de los productos del CIAT -- las instituciones colaboradoras en los países cuales sirve el CIAT -- desempeñan una función vital en el desarrollo de las políticas y procedimientos de operación del CIAT. Durante el transcurso del tiempo se han desarrollado mecanismos para facilitar esta participación esencial. Estos mecanismos incluyen:

- (a) Participación de la Junta Directiva. Una proporción alta de los miembros de la Junta Directiva del CIAT son oriundos de países tropicales en desarrollo, especialmente de América Latina.
- (b) Selección de Científicos Principales. Aproximadamente la mitad de los científicos del CIAT son ciudadanos de países tropicales en desarrollo y, por consiguiente, traen consigo un conocimiento profundo de los problemas de producción y necesidades de los países menos desarrollados.
- (c) Viajes de Consulta. Los científicos del CIAT viajan extensivamente durante el transcurso de su trabajo y, con frecuencia, consultan con sus colegas sobre prioridades de investigación y políticas gubernamentales.
- (d) Consulta sobre Políticas. El CIAT organiza periódicamente seminarios a los cuales se invitan líderes de instituciones colaboradoras en busca de sus puntos de vista con relación a las maneras como el Centro puede mejorar la efectividad de sus actividades de generación de tecnología y cooperación internacional. Estos seminarios son básicamente de dos clases:
 - Seminarios sobre Avances de la Investigación en los cuales los programas del CIAT presentan sus resultados y planes y buscan recomendaciones para hacer cambios.
 - Reuniones de Trabajo sobre Tópicos Especiales, como el realizado en noviembre, 1977, en Arroz, al cual se invitaron líderes de investigación en arroz de América tropical para que recomendaran al Centro sobre la naturaleza futura de sus actividades en el Programa de Arroz y del cual surgió la recomendación de que el CIAT comenzara a trabajar en arroz de secano.
- (e) Consulta a Nivel de Programa. Cada programa del CIAT organiza periódicamente reuniones de trabajo con sus colaboradores en las redes de ensayos o sobre tópicos de investigación específicos, en los cuales los colaboradores tienen una voz importante en las estrategias de los programas del CIAT y en los diseños y planes futuros de los ensayos colaborativos.

Participación del Personal Científico y Administrativo del CIAT. El establecimiento de prioridades y la planeación de los programas es una actividad diaria del personal científico principal y se formaliza periódicamente en la Reunión Bianual de Programas y Presupuestos, pero hay otras dos actividades que merecen mención especial con relación a la interacción del personal científico del CIAT con la Junta Directiva en el desarrollo de las políticas del Centro. Estas actividades son:

- (a) **Revisión Anual de Programas.** Esta reunión es básicamente de carácter interno en la cual todo el personal científico del CIAT contribuye a las discusiones sobre los resultados y planes de todos sus colegas en los programas. La metodología para estas revisiones ha evolucionado en el CIAT de tal manera que se pueda hacer una discusión franca, constructiva y crítica. El Comité de Programas de la Junta asiste y participa en estas revisiones.
- (b) **Documentos Base sobre Políticas y Actividades de los Programas.** Con frecuencia, la Junta Directiva del CIAT ha utilizado el mecanismo de solicitar a la Administración que presente un "documento base" cuando se enfrenta con asuntos de naturaleza política relacionados con cualquiera de las actividades de los programas del CIAT. Estos documentos normalmente los prepara el programa en cuestión y luego los somete a una revisión por sus compañeros de programa en una reunión de trabajo interna. En ocasiones se ha requerido de una revisión externa o de una reunión de trabajo especial con asesores de fuera del CIAT para ayudar a definir las posiciones. Finalmente, la Administración presenta el documento base a la Junta, normalmente por intermedio del Comité de Programas, un brazo importante de la Junta Directiva.

El Comité de Programas de la Junta Directiva. En 1974, la Junta Directiva estableció un Comité de Programas como comité permanente de la Junta para que informara y recomendara a sus miembros sobre asuntos relacionados con el programa del Centro. En términos específicos, al Comité de Programas se le encargó la responsabilidad de recomendar a la Junta sobre problemas generales relacionados con las estrategias de investigación del Centro y los recursos de investigación, particularmente sobre necesidades de personal científico.

Desarrollos Institucionales

Organización de los Programas. Inicialmente, las actividades de investigación del Centro estaban conformadas por programas de productos agropecuarios, cuyo personal científico estaba organizado en grupos disciplinarios, y el tiempo de cada científico con frecuencia se presupuestaba en fracciones de años-hombre en cada uno de los diversos programas en que participaba. Siguiendo varios pasos administrativos y presupuestales el personal científico se encuentra hoy día organizado de tal manera que su dedicación es exclusiva a uno u otro programa; la administración de cada equipo multidisciplinario dentro de un programa es hoy la responsabilidad del respectivo Coordinador del programa. También han ocurrido cambios importantes en la integración de las actividades de adiestramiento del Centro a los respectivos programas de productos agropecuarios. Estas actividades se describen en mayor detalle en el Capítulo 7.

✓ **Organización Administrativa.** Con el fin de darle cabida a los cambios sucedidos en los programas y al desarrollo del Centro, se han hecho varios cambios en la estructura organizacional del CIAT. Las actividades de los programas de investigación, adiestramiento y apoyo están actualmente organizadas bajo tres directorios: Investigación de Cultivos, Investigación de Recursos de Tierra y Cooperación Internacional. Las funciones administrativas y financieras son manejadas por el Administrador Ejecutivo y el Contralor, respectivamente. Estos cinco funcionarios principales responden directamente ante el Director General del CIAT. En el organigrama que se presenta en Apéndice 12 se presentan más detalles sobre la actual estructura organizacional.

Lazos Institucionales. Una parte importante de los logros del CIAT en sus años de formación y una base esencial para la actividades programadas para la década de los ochenta, es el desarrollo de fuertes lazos colaborativos institucionales, puesto que es un hecho claramente reconocido que el CIAT por sí solo es impotente. Por consiguiente, se han desarrollado relaciones cordiales y productivas de carácter formal (por medio de varios acuerdos firmados) e informal con programas nacionales del continente; organizaciones regionales (como IICA, CATIE y SEARCA); organizaciones internacionales (como FAO y IADS); y centros hermanos (por ejemplo, en arroz con el IRRI y en yuca con IITA). Las relaciones y los entendimientos logrados por medio de estos acuerdos y del respeto mutuo formarán los cimientos esenciales para el éxito de las actividades del CIAT en los años venideros.

Desarrollo de la Infraestructura.

Facilidades en la Sede del CIAT. La sede del CIAT y su principal granja experimental se encuentra localizada en una parcela de tierra de 522 hectáreas perteneciente al Instituto Colombiano Agropecuario y asignada al CIAT sin costo alguno. Inicialmente se le arrendó al CIAT por un período de 10 años desde julio de 1970 a julio de 1980. En mayo, 1980, la administración del ICA y el CIAT firmaron un nuevo acuerdo de ampliación del uso de las facilidades hasta el año 2000. El CIAT comenzó sus actividades en esta estación utilizando temporalmente las construcciones originales de la granja de ganado de lechero. En octubre 12, 1973, se inauguró la nueva planta física. Esta estaba formada por el edificio de Administración; el edificio de Biblioteca/ Documentación/Información; el complejo de Adiestramiento y Conferencias formado por salas de clase y de seminarios, el anfiteatro, y el área de conferencias y recepción; las facilidades de cocina, cafetería y comedor; dos alas de laboratorios de investigación; laboratorios de campo; parque automotor; el edificio de la Unidad de Recursos Genéticos y las facilidades de una estación experimental incluyendo cercos y canales de drenaje y riego. Se reconoció que, aún en ese tiempo, estas facilidades eran inadecuadas para los niveles proyectados para los programas. Desde entonces se han adicionado otras facilidades originalmente omitidas debido a limitaciones presupuestarias como también otras facilidades requeridas por la expansión de los programas. Estas incluyen: laboratorio de campo adicional, edificios adicionales de oficina (dos); bodega y oficina de compras; cuatro invernaderos adicionales y facilidades asociadas para la jefatura; facilidades para el almacenamiento y mantenimiento del equipo agrícola; facilidades para el procesamiento de semilla y enseñanza; y el edificio de Comunicaciones.

Subestaciones. Desde el principio se reconoció que CIAT-Palmira era una localidad excelente para la sede del Centro y algunas actividades limitadas de investigación en el campo, pero que los suelos, la altitud y el clima no hacían de la localidad una muy representativa de la mayor parte del área agrícola tropical de América Latina. Inicialmente se consideró que la estación del ICA en Turipaná, Montería, serviría como una localidad accesoria para el trabajo en otras condiciones, más tropicales. Sin embargo, las experiencias y cambios posteriores de los programas hicieron necesario desarrollar facilidades modestas en subestaciones en dos ecosistemas específicos y realizar una gran parte de las actividades de investigación en una serie de estaciones del ICA representativas de varios ecosistemas. Se han desarrollado dos subestaciones para satisfacer varias necesidades específicas:

CIAT-Quilichao. Una granja de 189 hectáreas localizada a 40 kilómetros al sur de Cali, con suelos de alta acidez e infertilidad en donde se adelanta gran parte de la selección preliminar de germoplasma para las condiciones de suelos ácidos e infértiles y diversos estudios nutricionales los cuales no se pueden realizar en las condiciones más fértiles de la sede del CIAT en Palmira.

CIAT-Popayán. Una estación localizada a mayor altitud (1700 metros sobre el nivel del mar) con alta precipitación. Esta localidad proporciona condiciones excelentes para seleccionar frijol y en menor grado yuca por sus reacciones a enfermedades las cuales no se pueden evaluar adecuadamente en la localidad de la sede del CIAT.

Estas dos subestaciones son operadas totalmente por el CIAT y se encuentran en tierras que habían sido compradas específicamente para este propósito y arrendadas al CIAT a un precio nominal por la Fundación para la Educación Superior, FES.

Actividades Colaborativas en Estaciones del ICA. El CIAT es afortunado por tener su sede en una localidad colombiana, ya que este país presenta una amplia gama de condiciones de altitud y precipitación lo cual hace posible adelantar investigación en muchas condiciones ecológicas representativas de América Latina sin cruzar fronteras nacionales. También es afortunado puesto que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, es una institución fuerte y colaboradora. Tiene estaciones experimentales en diversas localidades representativas de estas áreas. Por medio de dos acuerdos colaborativos específicos, el CIAT realiza actualmente una gran cantidad de su trabajo en varias estaciones del ICA, particularmente en las siguientes:

- Caribía, costa norte de Colombia -- yuca.
- La Selva, a 2200 metros cerca de Medellín -- frijol trepador.
- Obonuco, 2710 metros -- investigación para condiciones de mayores altitudes.
- La Libertad, llanos de Colombia -- investigación en pircularia.
- Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Carimagua, una estación de 20,000 hectáreas localizada en los Llanos Orientales de Colombia. Esta estación es de importancia vital para el Programa de Pastos Tropicales del CIAT y también es de mucha importancia para el Programa de Yuca puesto que ambos hacen énfasis en el desarrollo de tecnología para las regiones de sabana de suelos ácidos e infértiles, lo cual, lógicamente no se puede hacer en el área del CIAT en Palmira. En Carimagua se llegó a un acuerdo único entre el ICA y el CIAT bajo el cual la mayoría de los experimentos se consideran colaborativos entre las dos instituciones. La estación es administrada conjuntamente por el ICA y el CIAT; el director de la estación es una persona designada por el ICA y el superintendente de la estación, un empleado del CIAT. Las políticas administrativas de la estación las determina un comité especial conformado por tres miembros de cada institución.

Actividades Colaborativas de Investigación en Brasilia. El mandato del Programa de Pastos Tropicales para las regiones de frontera agrícola en suelos ácidos e infértiles incluye como su componente más extenso al ecosistema representado por el Campo Cerrado de Brasil. Por consiguiente, por medio de un acuerdo colaborativo con el Centro de Pesquisa Agropecuaria dos Cerrados de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (CPAC/EMBRAPA), el CIAT ha ubicado a tres de sus científicos principales del Programa de Pastos Tropicales en el CPAC en Brasilia. Todo el trabajo de estos científicos se considera como parte integral del programa de investigación de EMBRAPA, pero también tiene aplicación más allá de las fronteras de Brasil.

Avances Técnicos

No es posible ni apropiado en un documento de planeación a largo plazo detallar los muchos avances técnicos logrados por el Centro desde sus comienzos. Sin embargo, se considera deseable presentar una visión general sobre los aspectos en los cuales los programas del CIAT han progresado en el continuo de generación/transferencia de tecnología, con el fin de sentar las bases para una mejor comprensión de lo que se espera que estos programas realicen en los años venideros y hacer un estimativo del nivel al cual llegarán los programas en este continuo al final de la década.

El proceso de generación y transferencia de tecnología de producción agrícola se puede simbolizar como una tubería de conducción, en la cual los resultados básicos de la investigación entran por un terminal del conducto y, con el tiempo, emerge un aumento en la producción agrícola por el otro terminal. Mientras que una tecnología distinta a la de nuevas variedades también forma un componente importante del producto de los centros internacionales de investigación agrícola, el desarrollo de nuevas variedades de cultivo se comprenden mejor y sirven de buena ilustración de la secuencia de las actividades relacionadas con la generación y transferencia de varios tipos de tecnología. En esta secuencia, la primera fase en la que se involucra un centro internacional es en la recolección de accesiones de germoplasma. Las selecciones de esta colección de germoplasma, mucho del cual es el resultado de programas nacionales de mejoramiento de cultivos, con frecuencia se distribuyen por la red internacional de pruebas mientras va sucediéndose el proceso de hibridación que toma mucho tiempo. Por consiguiente, el impacto inicial de los programas de mejoramiento genético de los centros bien puede ser la distribución de materiales que otros organismos han desarrollado o seleccionado. Sin embargo, con el tiempo, el impacto de los programas de mejoramiento genético de los centros debe salir a la superficie, puesto que la intensidad de las actividades de selección y evaluación involucradas en los centros internacionales para cualquier especie es generalmente mayor que la que alguna vez se haya aplicado a esa especie. Entonces, es de esperar que, eventualmente, las mejores variedades que aparezcan en las pruebas internacionales deben provenir de los programas de mejoramiento genético de los centros. Sin embargo, a medida que los programas nacionales desarrollan su propia capacidad, y se establecen fuertes lazos colaborativos con los centros internacionales, los programas nacionales van ocupando una mejor posición para desarrollar variedades que serán superiores en sus propias situaciones locales y que competirán fuertemente a nivel global en las redes internacionales de prueba. Por consiguiente, la interfase entre el centro y los programas nacionales de mejoramiento de cultivos es la red internacional de pruebas, la cual utiliza materiales provenientes de otras fuentes como también de los programas de mejoramiento de los centros.

El proceso total desde la colección de germoplasma hasta el lanzamiento de variedades terminadas por los programas nacionales es largo, requiriendo por lo menos seis años en frijol y nueve años en yuca y pastos. Dentro de este contexto, es importante ubicar en su perspectiva la edad de los programas del CIAT. Los Programas de Arroz y Pastos Tropicales (anteriormente llamado Gado de Carne) comenzaron cuando el CIAT se fundó con uno y siete científicos principales, respectivamente. El Programa de Yuca se inició en 1972 con un científico principal y el Programa de Frijol en 1973, con tres científicos. Por consiguiente, es un poco prematuro esperar que los resultados ya hayan avanzado lo suficientemente lejos en la tubería de conducción como para afectar las estadísticas nacionales de producción. En el caso del arroz sí se ha logrado, puesto que el CIAT construyó su avance sobre el programa del IRRI ya existente y sobre la investigación en arroz por la institución nacional colombiana, el ICA. Aunque los otros productos aún no han aumentado significativamente los niveles de producción nacional, se ha logrado, sin embargo, un desarrollo considerable en la evaluación de problemas, acumulación de germoplasma, selección de progenitores, evaluación de progenies y desarrollo de metodologías. Estos desarrollos se describen en mayor detalle por programa en los Capítulos 5 y 6. En este Capítulo se pretende presentar un resumen de lo que ha sido logrado en los componentes de acumulación de germoplasma y

transferencia/adopción de tecnología, con el fin de ilustrar en qué etapa se encuentra cada programa en la tubería de conducción y darle una perspectiva a los planes y expectativas en los años venideros.

Colección y Preservación de Germoplasma. La estructuración de una gran base de germoplasma no solamente es una etapa inicial y fundamental en cualquier programa de mejoramiento de plantas, sino también una responsabilidad importante en la medida en que trata de la preservación de recursos genéticos valiosos. Dentro del sistema del CGIAR, el CIAT ha recibido las responsabilidades globales por la colección, evaluación, preservación y distribución de germoplasma en yuca, frijol y pastos tropicales. Hasta el momento, el número de accesiones de estos productos en la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT es el siguiente: yuca, 2600; frijol, 30,000; pastos tropicales, 7250.

Transferencia y Adopción de Tecnología.

Arroz:

- Los rendimientos promedio en 20 países de América Latina han aumentado de 2.0 ton/ha en 1967 a 3.2 ton/ha en 1978, debido principalmente a las nuevas variedades desarrolladas en el CIAT y en el IRRI, en colaboración con los programas nacionales.
- En Colombia, el rendimiento promedio nacional del arroz riego ha aumentado de 3.0 ton/ha en 1968 a 5.2 ton/ha en 1980.
- Ocho países han nominado 29 variedades nuevas utilizando ocho líneas terminadas recibidas del CIAT y seis países han nominado 12 variedades a partir de selecciones de líneas genéticas avanzadas del CIAT.

Yuca:

- Una serie de prácticas agronómicas mejoradas, desarrolladas en el CIAT, permitieron doblar los rendimientos en los campos de los agricultores en más de 50 pruebas regionales realizadas por espacio de seis años en Colombia. Estas prácticas han sido ahora adoptadas en fincas estatales y asociaciones de agricultores en Cuba, lo cual ha resultado en un aumento marcado en la producción, de tal manera que la yuca se ha sacado de la lista de alimentos racionados en ese país.
- Hay 12 países que están utilizando materiales del CIAT en sus propios programas de mejoramiento genético.
- Hay 11 países que están multiplicando material de siembra de variedades recibidas del CIAT para su distribución a los agricultores.
- Hay 10 países que están utilizando las técnicas de propagación rápida desarrolladas en el CIAT.
- Hay 7 países que han establecido facilidades para recibir los híbridos del CIAT en forma de cultivos de tejidos meristemáticos para minimizar los problemas de la transferencia internacional de material vegetativo.

Fríjol:

- Como el programa de pruebas internacionales se inició en 1976, aproximadamente 30 países han recibido un total de 150 viveros individuales de frijol para su evaluación. Estos viveros inicialmente estaban formados en su totalidad por variedades desarrolladas por otras instituciones y seleccionadas para la colección de germoplasma del CIAT. Actualmente, más del 90% de los materiales en los viveros son líneas obtenidas en el CIAT (los materiales que se incluyen en los viveros se seleccionan con base en su superioridad a los otros materiales en una serie extensiva de pruebas antes de incorporarlos en los viveros internacionales de prueba).
- Hay siete países que han nominado un total de 11 variedades con base en variedades terminadas o selecciones de líneas genéticas avanzadas recibidas del CIAT. Seis de estas variedades ya están siendo cultivadas por agricultores en cuatro países.

Pastos Tropicales:

- *Andropogon gayanus*, una gramínea de origen africano, altamente tolerante a los suelos ácidos, a la baja fertilidad del suelo, a la sequía y a los insectos y enfermedades y seleccionada por el CIAT para su utilización en América Latina, ha sido ahora nominada como un nuevo cultivar en Colombia y Brasil. El CIAT ha puesto a la disposición de estos países ocho toneladas de semilla básica para su multiplicación y también se ha suministrado semilla a Venezuela y Panamá en donde la gramínea se encuentra en pruebas avanzadas de evaluación.
- Hay varias accesiones de leguminosas forrajeras colectadas y seleccionadas por el CIAT que han llegado a etapas avanzadas de evaluación en Colombia y Brasil. Debido al hábito de crecimiento de *A. gayanus* y a la capacidad de fijación de nitrógeno y mayor contenido de proteína de las leguminosas, se espera un mayor impacto cuando *A. gayanus* se utilice en combinación con las leguminosas. Varios años de ensayos de pastoreo han demostrado que las ganancias de peso vivo por hectárea y la productividad por animal aumentan de 10 a 15 veces y de 2 a 3 veces, respectivamente, al utilizar asociaciones seleccionadas de gramíneas/leguminosas en comparación con la sabana nativa mejor manejada.

4

El CIAT: Objetivos y Estrategias en la Decada de los Ochenta

Declaración de Objetivos

Generar y transferir, en colaboración con las instituciones nacionales, tecnología mejorada la cual contribuirá a aumentar la producción, la productividad y la calidad de ciertos productos agropecuarios de los trópicos, en particular, en América Latina y en el área del Caribe, permitiendo, de esta manera, el que los productores y consumidores, especialmente aquellos de limitados recursos, aumenten su poder adquisitivo y mejoren sus niveles de nutrición.

A continuación se discuten en mayor detalle los componentes de esta declaración de objetivos.

↳ **Orientación del Desarrollo de Tecnología.** Entre los diversos componentes del desarrollo económico y agrícola y entre las diversas actividades importantes para el mejoramiento del bienestar humano, el CIAT continuará concentrándose en la generación y transferencia de tecnología. Esto no niega la importancia de los cambios institucionales, sociales y políticos, pero sí implica una confianza en que la aplicación de la ciencia y tecnología moderna a los problemas de la producción de alimento puede hacer una contribución significativa.

↳ **Naturaleza Colaborativa de las Actividades del CIAT.** La declaración de objetivos hace énfasis en que el CIAT trabaje en colaboración con instituciones nacionales e internacionales. Esto recalca la convicción del CIAT de que el logro exitoso de los resultados deseados involucra la cooperación de diversas agencias nacionales, regionales e internacionales, entre las cuales un centro internacional de investigación agrícola es apenas una. En la Figura 4.1 se ilustra esquemáticamente el lugar que ocupa el CIAT en el continuo del desarrollo y transferencia de tecnología y su participación en las diversas etapas de este continuo. Dado el lugar que ocupa el CIAT entre una serie de instituciones de investigación de carácter más básico y programas nacionales colaboradores, el Centro debe articular sus actividades en dos direcciones. En primer lugar, debe relacionar sus esfuerzos de generación de tecnología con los desarrollos logrados por instituciones de investigación que trabajan hacia un fin más básico del espectro de la investigación. En segundo lugar, debe asegurarse de que todas sus actividades entrelazadas, ya sea en investigación o en cooperación internacional, estén diseñadas para que den apoyo y sean complementarias a las de instituciones colaboradoras de investigación y desarrollo a nivel regional y nacional.

El CIAT reconoce que, entre las diversas instituciones que participan en el continuo de la transferencia de tecnología, ninguna es más importante que las agencias nacionales involucradas en investigación y desarrollo agrícola. Sólo es por intermedio de programas nacionales que la nueva tecnología puede ser evaluada bajo las diversas condiciones locales, modificada en cuanto sea necesario y eventualmente transferida a los agricultores junto con los servicios de apoyo esenciales requeridos para hacer que la tecnología sea útil y viable para el productor. El CIAT hace todo el esfuerzo posible por mantener una actitud colaborativa cordial y productiva con su contraparte principal, las instituciones nacionales. En el área de competencia del CIAT y dentro de los límites de

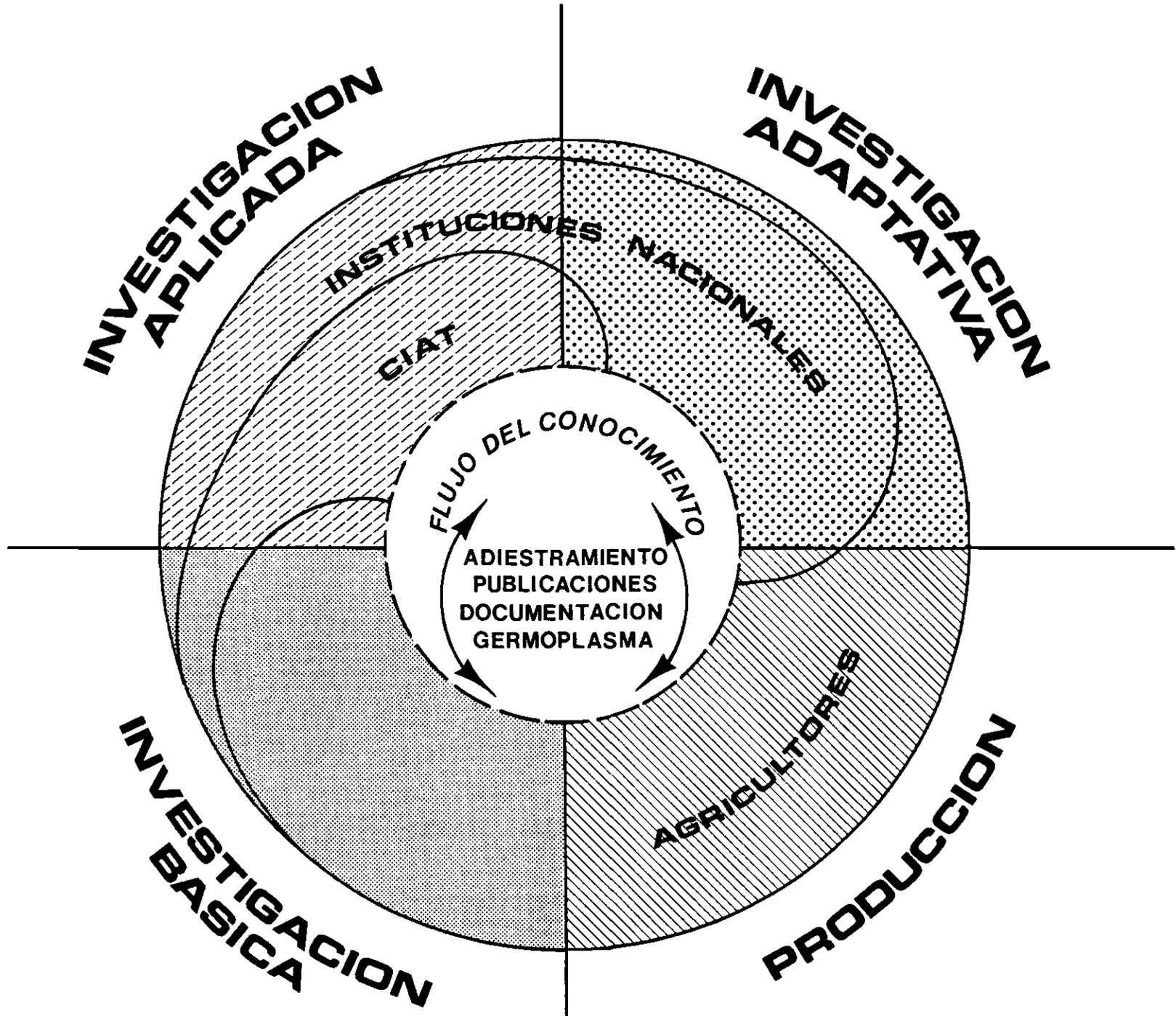


Figura 4.1 Ubicación del CIAT dentro del proceso del desarrollo de la tecnología agrícola

sus recursos, se hará todo esfuerzo por fortalecer la capacidad de estas instituciones para realizar sus funciones como colaboradores efectivos en el continuo de la investigación.

Orientación Geográfica. El Centro se fundó para servir a los trópicos de América y durante sus primeros 10 años ha orientado sus programas hacia dicha región. Cada uno de los cuatro productos agropecuarios bajo la responsabilidad del CIAT es un alimento básico en la región. El Programa de Pastos Tropicales tiene un enfoque ecológico marcado hacia los suelos ácidos, infértiles y subutilizados de América, en tanto que el Programa de Arroz, en colaboración cercana con el IRRI, está exclusivamente enfocado hacia América Latina y el Caribe.

Con relación a la yuca y el frijol, el CIAT tiene la responsabilidad mundial en investigación en estos cultivos dentro del sistema del CGIAR (con excepción de la yuca en África, en donde el IITA tiene responsabilidad en dicho continente). Se reconoce el hecho de que, con relación a estos últimos dos productos, la tecnología generada por el CIAT, junto con modificaciones apropiadas, puede tener un impacto considerable fuera del hemisferio occidental. En el caso de la yuca, ya se ha iniciado un esfuerzo activo de transferencia de tecnología hacia el continente asiático, donde la yuca es de importancia considerable y aún no se ha investigado en gran medida. Se ha demostrado que, en ese continente, la tecnología del CIAT puede desempeñar una función muy importante para aumentar la productividad de este cultivo. El CIAT pretende desarrollar otros mecanismos para el desarrollo y diseminación de la tecnología de yuca en Asia. Con relación al continente africano, tanto el IITA como el CIAT consideran importante enlazar sus respectivos programas de yuca. En este plan se describe un mecanismo para el logro de dicho enlace.

En el caso del frijol, la región productora más importante fuera de las Américas es el oriente de África. En muchos países de esta región el frijol es el segundo alimento más importante para el consumo humano después del maíz. La necesidad de nueva tecnología en la región es apremiante y ya se ha demostrado que la tecnología del CIAT puede tener un impacto significativo.

El Centro reconoce que, en el caso del frijol y de la yuca, la tecnología desarrollada para el hemisferio occidental es tal que, con una inversión adicional relativamente pequeña, puede proporcionar la base para aumentar la productividad de estos cultivos en otros continentes. Por lo tanto, aunque la orientación básica de la investigación en el CIAT continuará haciendo énfasis en el hemisferio occidental, el Centro continuará ampliando sus esfuerzos para encontrar un mecanismo el cual asegure que la nueva tecnología haga el mayor impacto en otras áreas de los trópicos, sin desviar excesivamente la atención de su tarea inmediata.

Orientación Hacia el Sector Pobre. El CIAT identificó a los productores y consumidores de recursos limitados, es decir al sector pobre rural y urbano, como los beneficiarios principales del trabajo realizado en el CIAT, incorporando de esta manera el objetivo del bienestar humano dentro de las metas de producción. Como se describirá más adelante esto se traduce en ciertas consideraciones para el diseño de la tecnología.

Además de que la declaración de objetivos reconoce la importancia de hacer una contribución a la producción y productividad global, también hace énfasis en el compromiso del CIAT con los estratos de la población de ingresos más bajos, tanto productores como consumidores. En los países en desarrollo del hemisferio occidental es menor el traslape entre estas dos comunidades en comparación con el que ocurre en los países en desarrollo de África y Asia. Aproximadamente un 60% de la población de América Latina es urbana y se espera que continúe aumentando el porcentaje de habitantes urbanos durante la década de los ochenta. En consecuencia, no se puede ignorar la producción total, no importa cual sea la base de recursos del productor, puesto que esto afectará el precio de los alimentos para los consumidores urbanos.

Algunos países, particularmente aquellos con grandes cooperativas y granjas del estado, requieren tecnología para la producción mecanizada en gran escala. Sin embargo, el CIAT concentra su atención en tecnología de producción que esté específicamente adaptada a las necesidades de los pequeños agricultores, debido no sólo a que una gran proporción de dos de los cultivos bajo la responsabilidad del CIAT (fríjol y yuca) son producidos por pequeños agricultores, sino también a que el desarrollo de dicha tecnología requiere de un esfuerzo sostenido y concertado que puede ser logrado por una institución internacional con financiación pública.

→ **Estrategia General**

El Centro sigue las siguientes estrategias básicas para realizar su función particular dentro del continuo de la investigación y desarrollo.

El Establecimiento de Redes de Investigación para la Transferencia Interinstitucional de Tecnología. La integración de investigadores individuales como también de grupos de investigación por medio del establecimiento de redes de investigación se considera como un mecanismo primordial para crear y mantener un dinamismo de la investigación y desarrollo en beneficio de producto determinado. Las redes de investigación no sólo facilitan el intercambio de información y materiales entre el nivel nacional y el internacional, sino que también sirven para la transferencia horizontal de tecnología entre programas nacionales. El CIAT es y continuará siendo activo en el mantenimiento y fortalecimiento de redes de investigación por productos, por intermedio de servicios de información y documentación, actividades de intercambio de germoplasma, seminarios y reuniones de discusión y visitas de consulta.

El Desarrollo de Tecnología con Base en Germoplasma. Un análisis de los factores limitantes de la producción de los productos dentro del mandato del CIAT indica que el tener una mayor disponibilidad de germoplasma mejorado, adaptado a las condiciones ambientales y sistemas de producción prevalecientes, tendrá el mayor impacto en la producción entre las alternativas posibles de estrategias de investigación. El CIAT ha estado y continuará estando involucrado en la generación de tecnología que tenga como objeto central la colección, la producción y el suministro de germoplasma nuevo. Paralelamente, y en coordinación con las actividades de desarrollo de germoplasma, se han venido desarrollando componentes agronómicos de tecnología cuya naturaleza no es específica para una localidad.

El Fortalecimiento Selectivo de Programas Nacionales por Medio del Adiestramiento. Desde el inicio del CIAT, el fortalecimiento de grupos de investigación por producto en las instituciones nacionales de investigación agrícola ha sido una estrategia básica del Centro. Como se mencionó anteriormente, el Centro es consciente de la importancia primordial que tiene el trabajo colaborativo con programas nacionales fuertes. Por medio del ofrecimiento de oportunidades de adiestramiento, el Centro se encuentra en una posición para hacer una contribución importante al fortalecimiento de su contraparte en las instituciones nacionales y, a su vez, el adiestramiento proporciona el conducto principal para la transferencia de tecnologías mejoradas de investigación y producción.

Principios de Operación

En el CIAT han evolucionado ciertos principios básicos de operación. Estos guiarán al Centro durante esta década para poner en marcha la estrategia descrita anteriormente. Estos principios de operación incluyen los que se esbozan a continuación:

Pertinencia. La investigación realizada en el CIAT está orientada hacia la solución de los problemas más importantes de la producción en el área bajo su responsabilidad. Esto incluye investigación sofisticada cuya magnitud relativa aumentará progresivamente durante esta década a medida que los programas nacionales estén en capacidad de tener una mayor participación en las responsabilidades de investigación para la adaptación de tecnología. El éxito de la investigación del Centro siempre se medirá por su contribución al aumento en la producción y productividad de los alimentos, en vez de medirla según el aumento en la base de conocimientos o en publicaciones académicas.

Complementariedad. En la sección sobre la Naturaleza Colaborativa de las Actividades del CIAT en la página 35 ya se había descrito la función complementaria que ejerce el CIAT en relación con las actividades especializadas de instituciones colaboradoras dedicadas a una investigación más básica, como también a las actividades de investigación en adaptación de tecnología y transferencia de tecnología de los programas nacionales. Esto se traduce en un principio básico de operación sobre complementariedad el cual continuará dominando el trabajo y las relaciones del CIAT en la década venidera. El CIAT concentrará recursos en aquellas actividades en las cuales tenga la ventaja comparativa y colaborará con otras instituciones para que hagan lo que puedan desempeñar mejor. La forma como ésto se relaciona con los programas nacionales es clave y orienta las estrategias de los programas y de las actividades de cooperación internacional descritas en capítulos posteriores.

En términos de las instituciones con responsabilidad en investigación más básica, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, hay gran cantidad de trabajo útil que puede ser realizado como complemento y apoyo al enfoque de la investigación del CIAT dirigido hacia la resolución de problemas. El Centro ha estimulado a aquellas instituciones de investigación, y continuará haciéndolo, a que se comprometan a adelantar esfuerzos de investigación básica bien definida que tenga un alto potencial para arrojar resultados útiles en términos del propio trabajo del CIAT pero que requiere de facilidades y habilidades especializadas no disponibles en este Centro. Dicho trabajo puede ser realizado totalmente en la institución de investigación respectiva o en colaboración directa con el CIAT, forma en la cual una parte del proyecto de investigación puede ser ejecutada en el Centro. Considerando el hecho de que el Centro es un receptor de fondos diseñados para financiar operaciones y considerando también que la investigación colaborativa proveniente de otras organizaciones de investigación es estrictamente adicional a las operaciones básicas del Centro, en principio, el CIAT no financia dicha investigación con sus recursos básicos. En cuanto sea posible, el CIAT colabora con los científicos interesados para ayudarles a asegurar los fondos apropiados para adelantar proyectos especiales con el fin de hacer posible la investigación colaborativa.

Principios del Diseño de Tecnología. La función del CIAT, especialmente con relación a su orientación hacia los agricultores de escasos recursos, influye en gran medida en la naturaleza de la tecnología generada por el Centro. Algunos principios básicos del diseño de la tecnología que emanan de estas consideraciones incluyen:

Orientación hacia el mínimo posible de insumos. El acceso a los beneficios de la tecnología nueva por el agricultor de escasos recursos con frecuencia se ve obstaculizado si su utilización exitosa requiere de altos niveles de insumos costosos. Con el fin de que la tecnología mejorada pueda satisfacer las necesidades de los pequeños agricultores quienes son los que producen la mayor parte de los productos agropecuarios con los cuales trabaja el CIAT, el Centro lucha por diseñar componentes de tecnología que minimicen la dependencia de insumos comprados y del riego. Sin embargo, al mismo tiempo hay la necesidad de asegurar que la tecnología mantenga altos niveles de producción al utilizar mayores niveles de insumos. Esta última consideración es un reconocimiento a la necesidad de aumentar la producción global de alimentos para servir a la creciente población urbana de la sociedad en los países en desarrollo, particularmente en las Américas.

El interés del CIAT por una tecnología del mínimo de insumos es paralelo al interés de la conservación de energía. Como los precios continuamente crecientes de petróleo y gas han elevado los costos del riego, la mecanización, los fertilizantes y los agentes químicos protectores, es imperativo que la nueva tecnología minimice la dependencia de insumos de alto nivel energético. El CIAT ataca el problema desarrollando: (1) germoplasma resistente a factores limitantes tales como insectos, enfermedades, condiciones edáficas adversas y sequía; (2) germoplasma que presente una eficiencia intrínseca mucho mayor para la absorción y/o utilización de nutrimentos del suelo y mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes aplicados; y (3) en el caso del frijol y leguminosas forrajeras, germoplasma con mejores capacidades para fijar nitrógeno. A su vez, el CIAT desarrolla componentes para sistemas de producción que requieren bajos niveles de insumos energéticos.

Orientación de los componentes de la tecnología. Como organización internacional de investigación que trabaja por intermedio de las agencias nacionales, el CIAT no busca producir tecnología terminada la cual se ajuste a nichos ecológicos específicos y que satisfaga las condiciones socioeconómicas específicas y preferencias de calidad dentro de unas condiciones dadas. En cambio, el CIAT hace énfasis en el desarrollo de componentes tecnológicos básicos tales como una base de germoplasma mejorado, metodologías de investigación para la identificación de óptimas prácticas de manejo, metodologías para el desarrollo de sistemas de monocultivo o cultivos múltiples en donde los productos sean componentes importantes del sistema. Estos componentes sirven a los programas nacionales como cimientos para estructurar sistemas de producción de monocultivos o cultivos múltiples que sean viables y socialmente aceptables para unas condiciones locales determinadas. Con esta mira, los científicos de los programas se familiarizan, en cuanto sea posible, con los sistemas integrales de las fincas en los cuales se espera que los componentes tecnológicos hagan su contribución.

Debido a los factores limitantes ambientales y socioeconómicos, las características de los sistemas de producción en cada uno de los productos agropecuarios del CIAT varía en gran medida en las regiones de interés. En la medida de sus posibilidades, el CIAT trata de desarrollar componentes tecnológicos que tengan aplicabilidad en diversas condiciones agroclimáticas y socioeconómicas. Cuando ésto no es posible, se desarrollan componentes tecnológicos que son específicos para un ecosistema dado y/o a una serie de condiciones socioeconómicas ampliamente definidas. La investigación para condiciones únicas pero ampliamente definidas dentro de la zona de interés del CIAT forma una parte integral de los esfuerzos de desarrollo de tecnología del Centro, pero la investigación en factores de producción que tienen una naturaleza más específica para una localidad no se considera como un objetivo legítimo del CIAT al analizarlo a la luz de las responsabilidades y capacidades de los programas nacionales. Por consiguiente, dicha investigación, como la relacionada con la fertilidad del suelo y recomendaciones de fertilizantes, no es de interés principal para el Centro, excepto en el desarrollo de metodología de investigación en la cual se requieran este tipo de esfuerzos.

Mecanismos de evaluación e información de retorno sobre los resultados obtenidos. La tecnología diseñada y evaluada solamente en condiciones de estación experimental no es una tecnología terminada. No se puede asegurar que un paquete tecnológico determinado sea útil hasta que haya sido validado en las condiciones y con las limitaciones que se presentan a nivel de finca. Por consiguiente, la evaluación a nivel de finca es un componente integral del proceso de generación de tecnología. Los resultados de este trabajo generalmente son muy específicos para una localidad y el CIAT no tiene ni los recursos ni el mandato para trabajar en la diversidad de condiciones ecológicas, socioeconómicas y agronómicas de los países colaboradores. En consecuencia, el Centro depende de las agencias nacionales colaboradoras y las estimula a evaluar nuevas variedades y prácticas a nivel regional, para modificarlas, cuando sea necesario, para satisfacer las necesidades locales y para evaluar los sistemas tecnológicos resultantes en las condiciones reales del agricultor que sean representativas del mayor número posible de productores y condiciones. Sin embargo, el CIAT considera de suma importancia colaborar activamente con las agencias nacionales y/o locales en la evaluación regional y validación a nivel de finca de los paquetes tecnológicos mejorados que incluyan componentes desarrollados por el CIAT. En estos proyectos colaborativos, la función del CIAT normalmente se limita a proporcionar materiales, información y asistencia en el diseño y análisis de la investigación a nivel de finca. Dicha evaluación regional y validación a nivel de finca sirve de fuente vital de información de retorno sobre resultados obtenidos para los programas de productos agropecuarios del Centro, con el fin de hacer posteriormente los ajustes necesarios en el diseño de la tecnología.

Principios de la Cooperación Internacional. Como se ilustra gráficamente en la Figura 4.1, la labor de un centro internacional de investigación agrícola es sólo una parte en el complejo de actividades que van desde la investigación básica hasta la aplicación eventual de la tecnología mejorada de producción por el agricultor. El logro exitoso del resultado final deseado — mejor productividad y bienestar — requiere de la participación colaborativa de una multitud de agencias locales, nacionales, regionales e internacionales. Un centro internacional sólo puede hacer una contribución a la meta global en la medida en que colabore estrechamente con esta diversidad de instituciones y desempeñe una función que sea complementaria a las actividades de otras instituciones.

Para el CIAT como institución internacional de investigación, sus colaboradores más importantes son las instituciones nacionales involucradas en la investigación y desarrollo agrícola. Es solamente por intermedio de programas nacionales fuertes que los nuevos componentes tecnológicos pueden ser incorporados a las prácticas mejoradas en los sistemas agrícolas.

Las instituciones nacionales como partícipes en el proceso de desarrollo de tecnología. La relación entre las instituciones nacionales de investigación y el CIAT es de clara confianza y respeto mutuo. Por una parte, las instituciones nacionales acuden al CIAT por materiales básicos, información e investigación de apoyo en productos agropecuarios seleccionados y por coordinación de actividades de investigación y desarrollo en los respectivos productos a nivel supranacional. Por otro lado, el trabajo del CIAT sólo es significativo en la medida que sea complementado a nivel nacional e integrado a los esfuerzos nacionales de investigación y desarrollo. En el esfuerzo de investigación y desarrollo agrícola, los profesionales a nivel nacional e internacional participan del trabajo en forma equitativa. Es en este espíritu de equidad total entre los esfuerzos nacionales e internacionales que el CIAT espera continuar encontrando la base para la colaboración efectiva y complementariedad mutua.

Trabajo conjunto con instituciones nacionales en relación con necesidades expresadas. En la década de los ochenta el CIAT continuará prestando asistencia a los programas nacionales en el desarrollo de sus capacidades de investigación en la medida en que se relacionen con los productos agropecuarios dentro del mandato del CIAT. El CIAT es consciente de que, con relación a cualquiera de estos productos, cada país colaborador se enfrenta a sus propias circunstancias particulares de las cuales también emanan necesidades únicas. El CIAT continuará orientando sus esfuerzos hacia estas necesidades particulares de los países y seguirá sirviendo a los respectivos programas de los países con relación a sus necesidades expresadas.

Como muchos países colaboradores paulatinamente irán asumiendo responsabilidades de investigación por producto que hasta la fecha han tenido que ser asumidas por el CIAT, se prevé que, con relación a muchos países, parte del trabajo actual del CIAT progresivamente se desplazará hacia los programas nacionales, permitiéndole al CIAT a comprometerse en mayor medida en investigación de respaldo y actividades relacionadas que se realizan de manera más efectiva a nivel internacional.

Consulta mutua. Dada la necesidad de una interfase entre las instituciones nacionales colaboradoras y el CIAT, una actitud de consulta mutua frecuente y significativa se convierte en la base de una verdadera complementariedad. Durante esta década, el CIAT continuará haciendo énfasis en todas las actividades que favorezcan el propósito de la consulta mutua. En el Capítulo 3, página 28, se discuten los medios mediante los cuales se logra esta consulta.

Límites a la Participación del CIAT. El proceso de desarrollo de tecnología, del cual el CIAT forma una parte, incluye una multitud de participantes como son los programas nacionales de investigación, extensión y desarrollo, las instituciones de crédito, las organizaciones de adiestramiento, las instituciones públicas de abastecimiento y mercadeo, la empresa privada y, por último pero no menos importante, el productor y sus cooperativas. Dado el hecho de que el CIAT no tiene ni la ventaja comparativa para evaluar y adaptar la nueva tecnología de producción en las diversas condiciones socioeconómicas y agroecológicas locales ni los recursos para moverse efectivamente más allá de las fronteras nacionales, el CIAT continuará considerando a los programas de investigación en cada país como sus contrapartes primordiales, limitando de esta manera su transferencia directa de tecnología interinstitucional a estas últimas instituciones. Esto implica que el CIAT no tiene intención de involucrarse directamente en actividades de transferencia de tecnología al productor a nivel de finca.

El CIAT es conocedor del hecho de que el aumento en la productividad agrícola es una función tanto de la disponibilidad de tecnología de producción viable como también de la disponibilidad de insumos y condiciones de mercadeo apropiadas. Ambas precondiciones afectan en gran medida el proceso de elaboración de políticas a nivel nacional. Teniendo en cuenta el hecho de que tanto las políticas nacionales de investigación agrícola como las políticas nacionales sobre incentivos para el desarrollo y adopción de tecnología pertenecen estrictamente al dominio de la toma de decisiones de los países respectivos, el CIAT continuará limitando su función en estas áreas a favorecer la realización de foros apropiados los cuales le permitan a los funcionarios encargados de la elaboración de políticas a nivel nacional explorar completamente las consecuencias de políticas alternativas. Sin embargo, a pesar de abogar por la necesidad de sólidas organizaciones nacionales de investigación, el CIAT continuará absteniéndose de defender alguna alternativa política nacional.

5

Investigación de Cultivos

En el Capítulo 1 se discutieron los diversos productos agropecuarios dentro del mandato del CIAT, a la luz de las condiciones socioeconómicas en los países en desarrollo del hemisferio occidental. Se destacó la importancia regional y subregional de los diferentes productos. Con base en este análisis quedó claro que el arroz, el frijol y la yuca están revestidos de suficiente importancia en la región para que el CIAT participe en su desarrollo.

Una característica básica de este plan es el concepto de aumentar la productividad de los productos por medio de la investigación en sus áreas tradicionales de producción, contribuyendo al mismo tiempo al desarrollo de sistemas estables y productivos para la frontera agrícola. Dentro de este contexto, la investigación en yuca y arroz de secano en el CIAT está dirigida hacia el doble objetivo de mejorar la productividad en las áreas tradicionales como también en la frontera agrícola. La investigación que se realiza en el CIAT en arroz riego y frijol está más dirigida hacia las áreas tradicionales y sus márgenes, aunque también se están desarrollando algunas áreas de producción de arroz riego en situaciones de frontera agrícola en algunos países.

En el Capítulo 6 se discuten otros productos agrícolas identificados en el Capítulo 1 como de gran importancia económica en la región, particularmente para las áreas de frontera. En este capítulo se describen las estrategias y proyecciones de los programas de los tres productos agrícolas con los cuales trabaja el CIAT a saber: yuca, frijol y arroz.

Yuca: Estrategias y Proyecciones del Programa

La yuca es el cuarto cultivo energético alimenticio de mayor importancia global en los países tropicales en desarrollo, al ser una fuente primordial de calorías en las dietas diarias de más de 500 millones de personas de 26 países tropicales. En muchos países, la yuca seca es la más barata entre las fuentes de calorías (véase las páginas 9-16, Capítulo 1) y por esta razón es de especial importancia para el sector pobre. El consumo per capita de productos de yuca frescos y secos tiende a ser alto entre el sector pobre y es mayor a medida que aumentan los ingresos entre el estrato más pobre y luego disminuye en los grupos de ingresos más altos. Como la deficiencia nutricional más crítica en la mayoría de los países de bajos ingresos es de naturaleza energética, la yuca es particularmente importante ya que una disminución de sus precios beneficiaría principalmente a los estratos de menores ingresos, ayudándoles a mejorar su nutrición. Aunque el contenido de proteína de la yuca es relativamente bajo, también puede contribuir a aumentar la disponibilidad de proteínas al utilizarla como alimento para animales. En los últimos tiempos, el desarrollo de sistemas intensivos de producción animal dependientes de concentrados alimenticios ha conducido a un aumento en el consumo de productos de la avicultura. En algunos países en desarrollo los precios reales de los productos avícolas han disminuido en términos reales. La alta demanda por granos alimenticios como resultado de esta situación ha conducido, en algunos casos, a la competencia por fuentes de calorías y proteína entre la industria de los concentrados y el sector de alimentos para el consumo humano. La producción de sorgo ha aumentado a una tasa muy alta (12.5% anual en América Latina) en tierras de primera que, de otra manera, podrían haber sido utilizadas para la producción de cultivos alimenticios para consumo humano. Por con-

siguiente, el aumento en la demanda por carnes puede haber tendido a absorber recursos que podrían haberse destinado a la producción de otros alimentos básicos. La utilización de la yuca como alimento para consumo animal podría reducir ampliamente esta competencia debido a la disponibilidad de tierras marginales no utilizadas que no podrían sostener a muchos otros cultivos pero sí podrían producir yuca.

A pesar del crecimiento rápido en la producción de sorgo, la producción interna de granos para la alimentación animal con frecuencia ha sido incapaz de satisfacer la demanda, lo cual ha conducido tanto a un aumento de las importaciones de granos por muchos países que aún pueden hacerlo, como también a una presión ascendente en el precio de los alimentos para animales lo cual, a su vez, tiende a elevar el costo de las carnes dejándolas fuera del alcance de los sectores más pobres. La producción de yuca con recursos internos subutilizados podría promover el empleo, aliviar la carga de las importaciones costosas y contribuir a mantener la disponibilidad de proteína animal barata.

Producción y Demanda en América Latina. La yuca siempre ha sido una fuente tradicional de calorías en América Latina tropical. Como cultivo de raíz, la yuca tiene varias características importantes que la hacen apta para los sistemas agrícolas tradicionales: (a) alta eficiencia en la producción de carbohidratos; (b) adaptación a condiciones edáficas e hídricas desfavorables; (c) un período de cosecha intermedio; (d) altos rendimientos por unidad de área y mano de obra; y (e) compatibilidad en asociación con una serie de cultivos. La yuca se adapta bien a los sistemas de producción prevalecientes en fincas pequeñas y, como tal, ha sido un alimento básico en áreas rurales en las tierras bajas tropicales de América Latina y en algunos países del área del Caribe.

A medida que crece la urbanización en América Latina, la importancia de la yuca para consumo humano directo dependerá cada vez más de su potencial de venta y competitividad con otros alimentos energéticos en mercados urbanos. Su alta perecibilidad después de la cosecha, su voluminosidad y su bajo valor comercial por peso son características que resultan en márgenes de mercadeo muy altos. Además, las pérdidas después de la cosecha son de magnitud. El que los costos de producción bajos se conviertan en precios competitivos en el sector urbano depende de la eficiencia del proceso de mercadeo. En la mayoría de los casos, en el sector urbano de América Latina la yuca fresca es más costosa que los principales alimentos de grano puesto que los márgenes de mercadeo llegan a ser hasta del 300% de los precios a nivel de finca. En los casos en que la yuca ha pasado por una etapa de procesamiento antes de su mercadeo, como ocurre en Brasil, el producto seco es, por lo general, la fuente energética de más bajo costo disponible en el sector urbano. Por consiguiente, la yuca solamente es la principal fuente de calorías en la dieta nacional en Brasil, donde se consume en forma procesada, en Paraguay, donde la mayor parte de la población aún es rural. A pesar de ello, la yuca continuará siendo un alimento básico en las áreas rurales de las tierras bajas tropicales.

Una estrategia para aumentar los ingresos del agricultor pequeño por medio del desarrollo de nueva tecnología de yuca está limitada por la demanda del producto como alimento en el sector urbano, excepto en el caso de Brasil. Como fuente de carbohidratos con un bajo costo por unidad de producción, la yuca tiene potencial para entrar en mercados alternativos, como por ejemplo en sustitución por harina de trigo (enriqueciéndola adecuadamente), como fuente de carbohidratos en concentrados para animales, como materia prima para la producción de etanol y como almidón industrial. Una expansión significativa en la demanda, ya sea en el mercado fresco urbano o en los mercados industriales, depende de la competitividad del precio de la yuca con otras alternativas. En los mercados industriales de casi todos los países de América Latina el precio de la yuca tiene que disminuir para ser competitiva. La mejor manera para disminuir los costos por unidad de producción y los precios por la yuca, es mediante la aplicación de nueva tecnología.

Es poca la investigación que se ha hecho sobre el cultivo y es grande el potencial para aumentar los rendimientos desde su nivel promedio actual de 10 ton/ha. Por otra parte, la introducción de tecnología mejorada de producción de yuca sin tecnología complementaria de procesamiento corre el riesgo de que se saturen los mercados tradicionales lo cual resultaría en un impacto negativo en los ingresos del agricultor. Por consiguiente, la investigación en tecnología de producción de yuca no puede ser independiente de la investigación en tecnología de procesamiento.

Sistemas de Producción y Factores Limitantes. Debido a la diversidad de mecanismos que tiene la planta para tolerar factores adversos, la yuca se puede cultivar en una amplia gama de condiciones edáficas y climáticas. Sin embargo, este amplio espectro de condiciones ecológicas complica severamente el mejoramiento de germoplasma. En los cultivos de yuca existe una fuerte interacción genotipo x ambiente, especialmente asociada con la variación en los regímenes de temperatura y precipitación. Las condiciones ecológicas en las cuales se cultiva yuca se pueden subdividir ampliamente en seis ecosistemas principales (Cuadro 5.1). El ecosistema de tierras bajas tropicales con una estación seca marcada (ecosistema 1) es actualmente el más importante en términos de producción, aportando aproximadamente un 50^o/o o más al total de la producción mundial. Las sabanas de suelos ácidos (ecosistema 2) y las tierras bajas tropicales cálidas y húmedas (ecosistema 3) no son en la actualidad áreas productoras de mayor importancia. Estos ecosistemas tienen un potencial considerado y ya se está empezando a expandir el área de producción en estas regiones en países como México, Brasil, Malasia e Indonesia. Las áreas tropicales de tierras altas (ecosistema 5) y de altitudes intermedias (ecosistema 4) de América Latina son actualmente de importancia menor y probablemente permanecerán en este nivel. Por el contrario, el potencial para expandir la producción en estos ecosistemas en Africa es alto. En Africa no existen clones con alto potencial de rendimiento que se encuentren adaptados a este ecosistema, en tanto que en América sí los hay. Los subtropicos (ecosistema 6) son importantes en América, contribuyendo con aproximadamente un 30^o/o de la producción total en estas áreas y del 15-20^o/o de la producción a nivel mundial. Estas áreas también son de importancia al sur de China.

Cada ecosistema está definido por parámetros climáticos y edáficos bien definidos, pero además existe una serie de complejos únicos de insectos plaga y enfermedades asociados con el ecosistema, lo cual refleja una interacción entre los patógenos de la yuca, su severidad y los factores ambientales (Cuadro 5.2). Como por lo general la yuca no se cultiva en suelos fértiles, los factores edáficos solamente constituyen un factor limitante de los rendimientos en los ecosistemas de las tierras bajas tropicales.

En este patrón ecológico existe una variación relativamente marcada en los sistemas de producción. Estos varían desde el sistema de tala y quema en la selva amazónica hasta la siembra de la yuca como cultivo de introducción para el establecimiento de pastos y los sistemas de cultivos múltiples en las fincas pequeñas, de donde proviene la mayor parte de la producción de yuca. El cultivo requiere mano de obra intensiva, entre 80-120 días-hombre por hectárea. Con frecuencia se siembra en asociación con una leguminosa o maíz, o como el último en una rotación, sistema en el cual el agricultor maximiza la capacidad de adaptación de la yuca a las condiciones de suelos infértiles. En los sistemas de producción de yuca son contadas las veces en que se utilizan insumos comprados, puesto que generalmente no es económico controlar patógenos en un cultivo con un ciclo de crecimiento tan largo. Además la fertilidad del suelo por lo general se maneja por medio de sistemas en los cuales se permite el enrastramiento de los campos para su descanso y posteriormente se vuelven a sembrar con yuca.

Los agricultores han evaluado y seleccionado clones de yuca por siglos en una amplia diversidad de condiciones agroclimáticas. En general, la mayoría de los clones tradicionales de yuca se encuentran relativamente bien adaptados a los factores adversos característicos del área en la cual

Cuadro 5.1 Ecosistemas de producción de yuca y sus principales características

Ecosistema	Descripción general y áreas representativas	Temperatura media	Duración de la estación seca	Precipitación anual
1	Trópico de tierras bajas con estación seca prolongada; precipitación anual baja a moderada; temperatura anual alta (Media Luna, Caribia, Nataima y la Guajira, Colombia; Sur de India; Brasil nororiental; norte de Venezuela y Tailandia)	superior a 25°C	3-4 meses	700-200 mm (distribución unimodal)
2	Trópico de tierras bajas con precipitación moderada a alta; vegetación de sabana en suelos ácidos e infértiles; estación seca moderada a prolongada; humedad relativa baja durante la estación seca (Llanos de Colombia (Carimagua); Llanos de Venezuela; Cerrado de Brasil)	superior a 25°C	3-6 meses	superior a 1200 mm (distribución unimodal)
3	Trópico de tierras bajas sin estaciones secas pronunciadas; alta precipitación; humedad relativa permanentemente alta (Florencia, Quibdó y Leticia, Colombia; Cuencas del Amazonas en Brasil, Ecuador y Perú; bosques húmedos de Africa y Asia)	superior a 25°C	ausente o muy corta	superior a 2000 mm
4	Trópico de altitud intermedia, estación seca y temperaturas moderadas (CIAT-Palmira y CIAT-Quilichao, Colombia; Costa Rica; Bolivia; Brasil; Filipinas; Africa; India; Indonesia; Vietnam)	21° - 24°C	4 meses	1000-2000 mm (distribución bimodal)
5	Áreas frescas de tierras altas; precipitación moderada a alta (Popayán, Colombia; Región Andina; Africa Oriental)	17° - 20°C	—	superior a 2000 mm
6	Áreas sub-tropicales; inviernos frescos; fotoperíodos fluctuantes (México (Culiacán); sur de Brasil; Cuba; Paraguay; norte de Argentina; Taiwan; sur de China)	Min: 0°C	—	superior a 1000 mm

Cuadro 5.2 Factores limitantes de la producción en diferentes ecosistemas productores de yuca.

Ecosistema	PRINCIPALES FACTORES LIMITANTES					
	Precipitación	Temperatura	Enfermedades	Insectos & Acaros	Fertilidad/Suelos	Otros
1. Trópicos de tierras bajas (estación seca) Costa	3-5 meses de época seca, precipitación limitada		Antracnosis, patógeno del material de siembra	Acaros (<i>Mononychellus</i>) Trips Gusano cachón Moscas blancas	Generalmente baja fertilidad del suelo	Suelos arenosos con baja retención de agua, bajo contenido de almidón
2. Trópicos de tierras bajas (estación seca y suelos infértiles) Carimagua	3-5 meses de estación seca, HR cerca a la saturación durante la estación lluviosa	Las fluctuaciones favorecen la severidad de la enfermedad	CBB, Antracnosis, Superalargamiento, Mancha parda por cercospora	Acaros (<i>Mononychellus</i>) Trips Chinchas de encaje Barrenadores del tallo	Suelos ácidos e infértiles, toxicidad de aluminio	Sequía
3. Trópicos de tierras bajas (húmedo) Florencia	Saturación del suelo	—	Mancha parda por cercospora, pudriciones radicales*	Piojos harinosos	Suelos ácidos e infértiles con problemas nutricionales y toxicidad de Al	
4. Trópico de altitudes intermedias (< 1.000 m) CIAT	3-4 meses de estación seca	—	Pudriciones radicales, Manchas pardas por cercospora	Trips Gusano cachón	—	—
5. Trópico de tierras altas (> 1.000 m) Popayán	Variable	Fresca, 17-20°C durante el año	Mancha de anillos concéntricos, Antracnosis, Manchas blancas por cercospora	Acaros (<i>Olygonychus</i>)	—	—
6. Sub-trópico (invierno fresco)	Variable	3 meses a menos de 10°C	Antracnosis	Gusano cachón	—	Período de cosecha limitado Sequía

se cultivan. Sin embargo, la base de germoplasma en un proceso de desarrollo varietal tan localizado es ilimitada, obstaculizando el aumento del rendimiento potencial alcanzable.

Son pocos los programas sistemáticos de mejoramiento genético y selección de yuca y entre los que existen, son muy pocas las variedades mejoradas que producen y llegan a los agricultores. El rendimiento de 80 ton/ha en condiciones experimentales, en la comparación con el rendimiento promedio a nivel de finca de aproximadamente 10 ton/ha, indica que existe un inmenso potencial para aumentar la productividad del cultivo a nivel de finca. En consecuencia, se considera que el factor limitante primordial de la producción es la falta de variedades con un mayor potencial de rendimiento que presenten una productividad estable bajo condiciones adversas. Dichas variedades se van volviendo aún más necesarias a medida que la yuca se desplace de sistemas de producción tradicionales a sistemas de producción más continuos.

Sin embargo, la aplicación de metodologías científicas para el mejoramiento genético y selección en yuca se complica por la variación que existe en las condiciones de producción, por las condiciones adversas en las cuales generalmente se cultiva la yuca y por la imposibilidad de utilizar insumos comprados debido a los recursos limitados de los productores de yuca tradicionales. La adaptación de la yuca a las áreas agrícolas relativamente más marginales, su ciclo de cultivo prolongado, su poca respuesta en rendimiento a los insumos comprados en la mayoría de los ecosistemas y su bajo valor, son todos factores que indican que la yuca no será competitiva con cultivos de mayor valor en tierras de primera. Se considera, entonces, que la yuca tiene una ventaja comparativa en las áreas en donde se presentan los principales factores que limitan el crecimiento de otros cultivos. Además, dada la intensidad de mano de obra que requiere, los sistemas de fincas pequeñas continuarán teniendo la ventaja comparativa de producir yuca. Estos factores implican que el mejoramiento del germoplasma tendrá que ser logrado en condiciones adversas, sin recurrir a la utilización de mayores niveles de insumos comprados.

El cultivo de la yuca es biológicamente una de las fuentes más eficientes de carbohidratos digestibles, particularmente cuando se produce en tierras marginales. Sin embargo, es un cultivo difícil de manejar después de la cosecha debido a su perecibilidad.

Los estimativos recientes sobre pérdidas después de la cosecha indican que éstas pueden llegar hasta un 25% o más. El aumento en la producción con frecuencia se ve limitado por la falta de mercados cercanos o plantas de procesamiento que puedan transformar rápidamente la yuca fresca en un producto más estable. Es común encontrar que los agricultores no estén dispuestos a aumentar la producción pues no existe un mercado inmediato y los empresarios no están dispuestos a montar plantas procesadoras debido a la incertidumbre del abastecimiento de yuca. Cuando se rompa este círculo vicioso, la producción podrá aumentar considerablemente, como ocurrió recientemente en Tailandia con el establecimiento de un gran número de plantas secadoras pequeñas y un sistema de mercadeo efectivo.

Objetivos del Programa de Yuca. La meta global del programa de yuca es satisfacer la necesidad urgente de carbohidratos para la alimentación humana y animal, haciendo que la yuca pase de ser un alimento rural tradicional a ser una fuente básica de carbohidratos para múltiples usos en las economías de alimentos tropicales, explotando la eficiencia de producción de carbohidratos que tiene la planta en condiciones ambientales subóptimas. Por consiguiente, el Programa de Yuca se enfoca hacia el desarrollo de tecnología tanto de producción como de utilización, particularmente para América Latina. El programa también reconoce el potencial de la yuca como

fuerza básica de alimento para consumo humano y animal en Asia y Africa y hará énfasis en la adaptación de tecnologías desarrolladas en el CIAT para las condiciones del continente asiático.

La meta indicada anteriormente es extremadamente amplia y sólo puede ser alcanzada trabajando en colaboración cercana con las agencias nacionales y locales. Los objetivos del Programa de Yuca del CIAT son los siguientes:

- a. Desarrollar germoplasma y prácticas culturales asociadas, con base en bajos niveles de insumos y que respondan a un mejor manejo, con el fin de aumentar la producción de yuca por hectárea en áreas en donde ya se cultiva.
- b. Desarrollar germoplasma y prácticas de manejo asociadas, con base en niveles intermedios de insumos para aumentar la producción de yuca en los suelos ácidos e infértiles subutilizados de las áreas bajas tropicales.
- c. Desarrollar sistemas que puedan ser empleados para mejorar la utilización de yuca y permitir su uso más eficiente ya sea para consumo humano directo o indirecto.
- d. Fortalecer a los programas nacionales de investigación y desarrollo de yuca con el fin de que puedan ejercer su función de manera más efectiva.

Estrategia de Investigación. La nueva tecnología de producción de yuca debe explotar la ventaja comparativa del cultivo en condiciones marginales con bajos niveles de insumos. Esto incluye el uso de insumos costosos tales como productos químicos para aplicaciones continuadas en el control de enfermedades y plagas, el riego para prevenir la sequía, enmiendas costosas para el suelo para aumentar el pH y reducir los niveles de aluminio, el uso de grandes cantidades de fertilizantes costosos y otras prácticas de alto costo y nivel energético elevado. Esto conduce directamente al desarrollo de tecnología con base en germoplasma mejorado el cual supere muchos de los factores limitantes de la producción. Sin embargo, el germoplasma mejorado no puede ni debe resolver todos los problemas. Estos otros factores limitantes se deben minimizar mediante prácticas de manejo, incluyendo prácticas agronómicas, control biológico de insectos plaga, control fitosanitario de enfermedades y técnicas eficientes para la utilización de fertilizantes cuando esto sea necesario.

Los principales factores que limitan la producción se deben a la falta de variedades con alto potencial de rendimiento, tolerantes a la sequía, a las enfermedades y a las plagas. Todos estos factores se pueden superar mediante el desarrollo de germoplasma mejorado. En efecto, ésta ha sido una de las principales áreas de interés del programa en el pasado y continuará siéndola en el futuro. Claro está que la metodología utilizada en el pasado sufrirá algunas modificaciones. El Programa de Yuca del CIAT ha trabajado en condiciones con niveles de estrés bajo (CIAT), intermedio (Caribia) y severo (Carimagua); sin embargo, ha sido difícil obtener variedades individuales bien adaptadas a todas éstas condiciones. Es bastante probable que esto mismo se aplique a otros ecosistemas en los cuales se produzca yuca. El programa evaluará germoplasma en cada ecosistema (esto ya se ha hecho en los ecosistemas 1, 2, 4 y 5) y utilizará materiales superiores en cruces para producir clones específicamente adaptados a cada área, en lugar de tratar de desarrollar clones con adaptación amplia. El material producido se evaluará primero en ensayos avanzados de rendimiento por estabilidad del rendimiento y calidad en el tiempo.

Sin embargo, el germoplasma mejorado es sólo una solución parcial. La tasa de progreso de cualquier programa de mejoramiento genético es, en términos generales, inversamente proporcional al número de objetivos de mejoramiento. Por consiguiente, el mejoramiento genético sólo se de-

be utilizar para resolver problemas de importancia primaria. Entonces, problemas tales como el control de los innumerables patógenos menores que atacan al material de siembra no se atacarán por medio de la resistencia varietal sino mediante el uso de protectores químicos no costosos. En segundo lugar, hay muchos problemas que no se pueden resolver por medio del mejoramiento genético; por ejemplo, no se ha podido encontrar resistencia varietal al gusano cachón de la yuca. Para un caso como éste se han desarrollado métodos de control biológico. En otros casos, como el de la fertilización con fósforo, se están buscando los métodos más baratos; en estos momentos se están estudiando técnicas tales como la utilización de rocas fosfatadas y micorrizas. Sin embargo, será necesario hacer un estudio de seguimiento de los niveles de mantenimiento de potasio en el suelo. En una serie de pruebas regionales se evaluarán prácticas de manejo mejoradas de aplicabilidad general, junto con las nuevas líneas mejoradas que se están evaluando por su adaptabilidad y estabilidad en el tiempo dentro de cada ecosistema. Con base en estos ensayos se recomendará el uso de paquetes tecnológicos en un número limitado de pruebas de validación a nivel de finca en ecosistemas seleccionados de Colombia.

La investigación en utilización y mercadeo de yuca es un complemento necesario a la investigación en tecnología de producción. Para asegurar los beneficios del mayor potencial de producción se debe asegurar la existencia de un mercado que se encuentre en suficiente expansión. El CIAT se concentrará en investigación sobre utilización de yuca, la cual contribuirá a la expansión en la demanda de productos frescos de este cultivo, ya sea para consumo humano directo o indirecto. El CIAT no tiene la ventaja comparativa ni el mandato para realizar investigación en el mejoramiento de la eficiencia en el procesamiento de los mercados finales de almidón o etanol. El mercado fresco urbano continuará siendo el mercado preferido (mayor precio); sin embargo, el mantenimiento de la calidad y los altos márgenes de mercadeo limitan el consumo. Uno de los esfuerzos investigativos se enfocará hacia el desarrollo de métodos de almacenamiento de yuca con base en la curación y la utilización de sustancias químicas protectoras para reducir la perecibilidad y los costos del riesgo asociados con ella. Un segundo esfuerzo investigativo se enfocará hacia el desarrollo de técnicas altamente eficientes para el secado natural, una tecnología necesaria para que la yuca entre al mercado de los concentrados para animales. La tecnología será diseñada para operaciones en pequeña escala y se integrará fácilmente a los sistemas de producción en pequeña escala. Finalmente, los estudios económicos serán críticos para definir la competitividad potencial de la yuca en los diversos mercados en las economías de los países individuales. Se desarrollarán metodologías analíticas y los estudios específicos estarán a la disposición de los ministerios y de las agencias de planeación.

Estrategia de Cooperación Internacional en Yuca. El estado de desarrollo de la industria yuquera y el nivel de apoyo por los programas nacionales y las agencias gubernamentales varía notoriamente. Por consiguiente, la asistencia requerida por los distintos países o incluso por diferentes regiones del mismo país, variará con el tiempo. En este documento se intentó clasificar a los países según el nivel de desarrollo de sus programas de yuca y luego identificar el tipo de asistencia requerido por cada grupo. En el Capítulo 7 se presenta una estrategia global de cooperación internacional con los países en diferentes estados de desarrollo. A continuación se presenta el agrupamiento de los países y la respectiva estrategia de cooperación que se utilizará en el caso de la yuca. El tipo de asistencia y la colaboración en los diferentes países lógicamente dependerá de su nivel presente y futuro. El objetivo global del programa es que los países que tengan tanto el potencial como la necesidad de aumentar la producción de yuca, progresen hacia la siguiente categoría.

Países avanzados en la producción de yuca. Estos países tienen un potencial claro para aumentar su producción y la han aumentado dentro de una meta definida en el plan nacional, o sus agencias o industrias locales han mostrado un interés real en aumentar la producción de yuca.

Los programas nacionales o las agencias locales son fuertes y capaces de dar apoyo a la industria de la yuca. En estos países los programas nacionales son todos relativamente nuevos y muchos requieren ayuda y asistencia en la planeación, particularmente para definir áreas prioritarias de acción. Adicionalmente, muchos de los profesionales jóvenes requieren mayor adiestramiento y experiencia en investigación y manejo. El Programa de Yuca prestará asistencia a las agencias nacionales en la planeación de proyectos y proporcionándoles oportunidades de adiestramiento avanzado.

La base de la tecnología mejorada de producción estará formada por nuevas prácticas agronómicas y germoplasma. Los programas nacionales en este grupo son lo suficientemente fuertes para ser capaces de desarrollar ambos aspectos; sin embargo, en el caso del germoplasma mejorado, durante varios años se beneficiarán en gran medida de los materiales del CIAT. El CIAT estima que desde el inicio de un nuevo programa de mejoramiento genético hasta la obtención de una nueva variedad para su producción comercial se requieren aproximadamente 10 años. Mediante la importación de germoplasma en la forma de semilla sexual o clones seleccionados, los programas nacionales pueden capitalizar de los esfuerzos del CIAT y acortar el período de diez a seis años o posiblemente menos de tres años en el caso del material clonal. Sin embargo, el intercambio de germoplasma no debe ser un asunto fortuito. Los programas nacionales evaluarían cruza-mientos seleccionados hechos por el CIAT para ecosistemas específicos. Personal del CIAT y de los programas nacionales determinarán las características varietales que se requieren en cada país. La información de retorno sobre los resultados de su comportamiento en el campo será esencial para que la segunda generación de materiales se adapte mejor. Ya es mucha la información útil que se está generando en los programas nacionales y gran parte puede ser aplicada en otros países o áreas. El CIAT actuará como una agencia de relevo asegurándose de que cada programa nacional esté al tanto de lo que está sucediendo en otros países.

Gran parte de la base para mejorar los rendimientos dependerá de la capacidad técnica de los programas nacionales para proporcionar cierto tipo de apoyo a los agricultores. Estos servicios incluyen la propagación de gran cantidad de "semilla limpia" de los nuevos clones, crías de insectos para el control biológico y expertos en el diagnóstico a nivel de campo. El CIAT prestará asistencia en la organización de cursos en los países para el adiestramiento de técnicos en estos aspectos.

Países con programas de investigación de yuca sólidos, no ligados a objetivos de producción y mercadeo bien definidos. Estos países tienen programas nacionales de yuca sólidos y potencial para aumentar la producción, pero hasta el momento no tienen políticas nacionales para aumentar la producción y los canales de mercadeo o utilización de esa producción no se encuentran suficientemente desarrollados. Estos países se encuentran en una posición paradójica al tener programas nacionales de yuca sólidos pero no una estrategia global para la producción y utilización de una mayor producción de yuca. Se hará énfasis en la determinación del potencial de producción y de las ventajas económicas para el país cuando éste alcance ese potencial. El CIAT colaborará en el establecimiento de pruebas regionales utilizando variedades locales y germoplasma importado para evaluar la productividad potencial. En colaboración con la sección de economía del Programa de Yuca del CIAT, se evaluarán los beneficios económicos que el país podría esperar si la producción de yuca aumentara. Esta información estará a la disposición de los funcionarios encargados de diseñar las políticas de tal manera que puedan decidir si desean poner en marcha un proyecto nacional de yuca en gran escala a nivel de la categoría de los países en el grupo anterior, caso en el cual la estrategia operacional cambiaría.

Países con programas nacionales de yuca débiles pero con la necesidad de aumentar la producción de yuca. En estos países son el gobierno o la industria privada quienes tienen interés en aumentar la producción de yuca y hay un potencial para aumentar su producción pero aún no se han explorado los aspectos de un mejor mercadeo y posibilidades de utilización. El énfasis primordial se hará en el adiestramiento de personal para evaluar la tecnología y germoplasma generados en el CIAT y prestar asistencia en la planeación económica. El CIAT prestará asistencia en el establecimiento de ensayos para validar la nueva tecnología en condiciones locales y coleccionará información para la planeación económica. Si se toma la decisión de fortalecer el programa nacional entonces se prestará asistencia en la forma de adiestramiento y ayuda en la planeación de proyectos.

Países con déficit de calorías que actualmente no están interesados en producir yuca. Estos países no tienen programas nacionales de yuca y, con frecuencia, los funcionarios encargados de la toma de decisiones no están al tanto de la nueva tecnología del cultivo y lo que la yuca les podría ofrecer para resolver su problema de deficiencia en calorías. El énfasis primordial en estos países será el de evaluar el potencial de producción por medio de ensayos regionales en pequeña escala y determinar el estado actual de la producción de yuca y la viabilidad económica de aumentar su producción. El CIAT ayudará a establecer pruebas regionales y coleccionará la información necesaria sobre los métodos actuales de la producción de yuca.

Logros del Programa de Yuca. En 1969 se inició la colección de germoplasma de yuca en América Latina y a mediados de 1971 la colección ya incluía 2200 clones. El banco de germoplasma ha formado la base fundamental del programa de mejoramiento varietal. El material existente se multiplicó y evaluó en 1973, especialmente en términos de sus características agronómicas. Los clones seleccionados del banco dieron un rendimiento hasta de 61 ton de raíces frescas/ha/año y 22 ton de materia seca de raíces/ha/año. Se estableció la importancia del índice de cosecha como un criterio de selección. Se identificaron fuentes de resistencia a algunas de las principales enfermedades e insectos plaga y se realizó un estudio agroeconómico para evaluar la tecnología de producción utilizada por los agricultores y determinar los principales factores limitantes del rendimiento y del aumento de la producción.

Se encontró que uno de los principales cuellos de botella para la investigación y distribución de nuevas variedades era la baja tasa de propagación de la yuca. Se desarrolló una técnica de propagación rápida la cual aumentó la tasa de multiplicación 40 veces. Se han desarrollado técnicas de cultivo de tejidos meristemáticos y las metodologías se han transferido a los programas nacionales para facilitar la transferencia internacional de germoplasma con muy poco riesgo de diseminar insectos plaga y enfermedades. Al mismo tiempo se inició una investigación en uno de los principales factores limitantes para la utilización de yuca: su perecibilidad. Se obtuvieron los datos básicos físicos sobre el secamiento de las raíces de yuca y se mostró que la curación de las raíces previene su rápida deterioración fisiológica después de la cosecha.

Durante 1974 y 1975 el programa comenzó a desplazar su investigación fuera del CIAT, para evaluar los resultados recién obtenidos en una diversidad de condiciones ambientales y para evaluar la resistencia a enfermedades y plagas en el campo. Se establecieron dos localidades principales en las estaciones del ICA en Caribia, representativa de las áreas bajas tropicales con una estación seca pronunciada (ecosistema 1) y Carimagua, localidad con un alto nivel de estrés representativa de las sabanas de suelos ácidos e infértiles (ecosistema 2). Además, se establecieron en Colombia una serie de pruebas regionales para probar los nuevos clones desarrollados. Debido a la extensión y topografía de Colombia, este país tiene una notable variabilidad ecológica y, por lo tanto, se pueden evaluar líneas en una amplia gama de condiciones a un costo muy bajo. Esta

red de ensayos proporcionó los datos básicos para el establecimiento posterior de pruebas internacionales, cuyas normas fueron establecidas en una conferencia patrocinada por el International Development Research Center (IDRC) de Canadá en la cual las agencias nacionales expresaron sus necesidades.

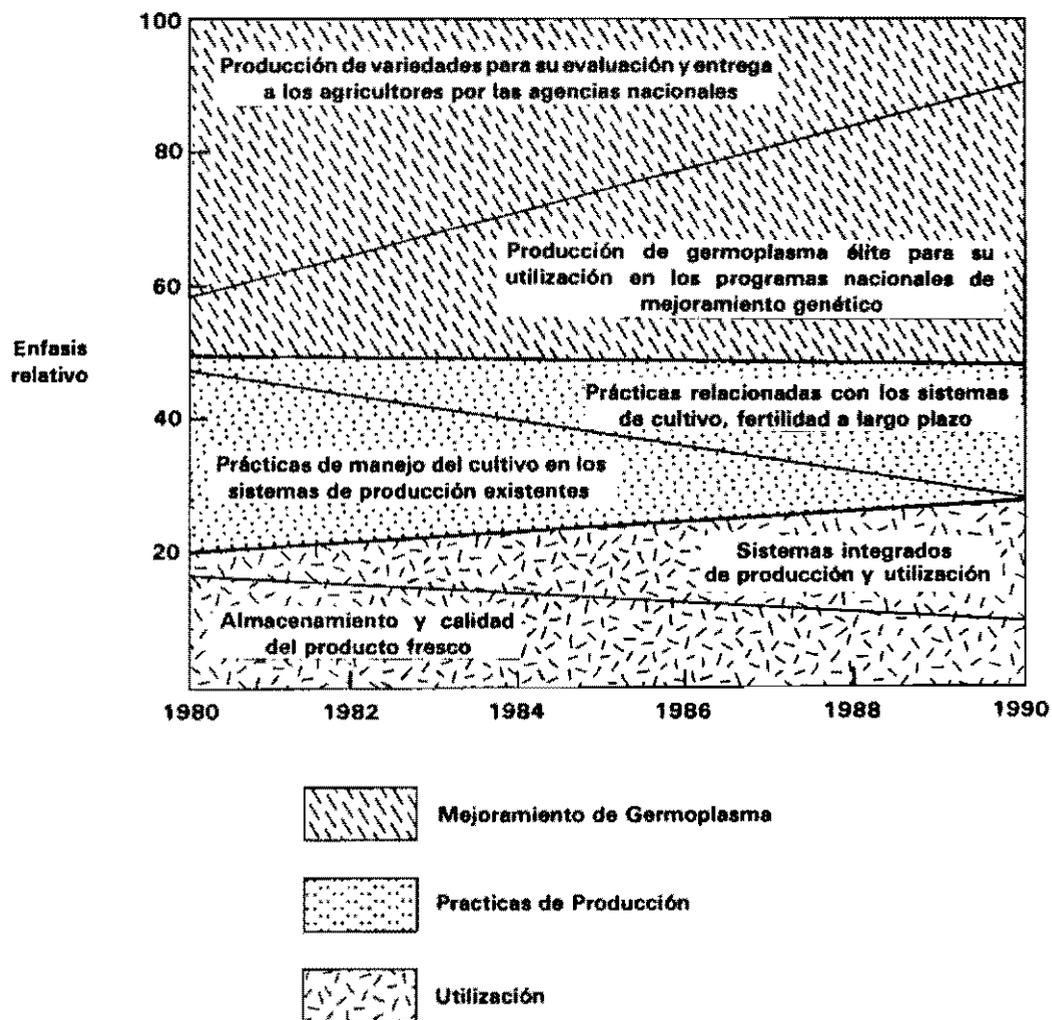
A medida que se iniciaron las pruebas internacionales se hicieron los primeros contactos con los programas nacionales. Los programas nacionales, excepto el programa de la India, eran débiles o inexistentes. Se hizo contacto con altos funcionarios de las agencias gubernamentales y se inició un programa colaborativo de adiestramiento masivo para proporcionarle personal adiestrado a los programas nacionales nacies. Para 1980, aproximadamente 209 becarios de 19 países de las Américas y 68 de siete países de Asia ya habían recibido en el CIAT adiestramiento a nivel de posgrado en diversas disciplinas.

Durante el período 1976-1980 se produjeron y evaluaron miles de híbridos y se obtuvieron líneas con alto potencial de rendimiento y resistentes a enfermedades y plagas para su evaluación posterior. También se desarrollaron prácticas agronómicas mejoradas y éstas se evaluaron con los nuevos clones tanto en ensayos regionales como en ensayos de evaluación a nivel de finca. El resultado neto de este trabajo se puede ilustrar mejor con los resultados obtenidos en pruebas regionales. Utilizando tecnología mejorada con un bajo nivel de insumos, el rendimiento promedio de los clones locales en Colombia fue de 20 ton/ha (el promedio nacional es de 8.0 ton/ha). Este resultado ilustra el potencial de la tecnología del CIAT para doblar el rendimiento en localidades seleccionadas inclusive sin cambiar las variedades. Las pruebas de validación a nivel de finca han demostrado que los agricultores pequeños pueden aumentar fácilmente su rendimiento en un 70% utilizando esta tecnología. Adicionalmente, el impacto de los nuevos clones e híbridos seleccionados elevaron los rendimientos hasta 30 ton/ha en las pruebas regionales. Estos clones aún tienen problemas tales como una baja tasa de multiplicación y una calidad de consumo inferior; sin embargo, sí demuestran el tremendo rendimiento potencial que se puede alcanzar a nivel de finca con más investigación y desarrollo en la década de los ochenta. Los nuevos clones que está obteniendo el programa están superando rápidamente algunas de las deficiencias observadas en materiales evaluados anteriormente.

Proyecciones sobre el Desarrollo del Programa. Aunque sólo se harán cambios y adiciones menores con relación al personal básico de investigación del programa, habrá cambios considerables en el énfasis global del programa. El cambio más notorio ocurrirá en el enfoque de la sección de mejoramiento de germoplasma la cual desarrollará germoplasma específico para cada ecosistema. Se hará menos énfasis en los ecosistemas 4 y 5 y más en los ecosistemas 1, 2 y 3. Para el ecosistema 6 se proyecta adelantar investigación fuera del CIAT. Además, a medida que avance el desarrollo de los programas nacionales se hará más énfasis en suministrarles semilla sexual para su selección que en la producción de variedades terminada. En la Figura 5.1 se presenta un diagrama esquemático del cambio en importancia de varias actividades en el Programa de Yuca durante la década de los ochenta.

En el área de protección de yuca se continuará haciendo énfasis en la resistencia de la planta hospedante como base del manejo integrado de plagas. A medida que se encuentren fuentes de resistencia se dedicarán más esfuerzos a otros métodos de control, tales como el control biológico y las prácticas fitosanitarias, en aquellos casos en los que la resistencia de la planta hospedante no sea la forma más apropiada de control.

Figura 5.1 Enfasis relativo que hará el Programa de Yuca en diversos aspectos de las actividades de desarrollo de tecnología en la década de los ochenta



Hasta el momento se ha hecho mucho trabajo para obtener el máximo rendimiento potencial con niveles de insumos moderados, por medio de tecnología ampliamente adaptada a una gran diversidad de condiciones. Este énfasis se modificará para desarrollar una tecnología que permita la obtención de rendimientos altos y estables en cada ecosistema.

La investigación en utilización y mercadeo no ha recibido mayor atención en el programa. Ahora que la tecnología viable para obtener altos rendimientos permite aumentar considerablemente los rendimientos y el área sembrada, se podrá hacer más énfasis en el mejoramiento de la utilización de yuca.

Como los requerimientos de investigación en utilización de yuca son diversos y, con frecuencia, a corto plazo, el CIAT ha proyectado investigación en esta área en la medida en que se presenten oportunidades para desarrollar proyectos cortos específicos. Se hará énfasis particular en el almacenamiento de yuca fresca y el futuro papel de la yuca como alimento para animales, como también en otros componentes incluyendo tecnologías apropiadas para el secamiento de la yuca al sol y el procesamiento de materiales secos. El programa continuará estando alerta a los futuros desarrollos mundiales en los usos industriales para la yuca con el fin de que el procesamiento a nivel de finca pueda ser desarrollado para satisfacer estas nuevas demandas. En esta investigación se hará énfasis particular en técnicas que requieran bajos niveles de energía en comparación con el producto obtenido y que sean apropiadas para la participación del agricultor pequeño.

Mejoramiento de germoplasma. La sección de desarrollo de germoplasma, con dos científicos principales, ya está evaluando el banco de germoplasma en cuatro de los ecosistemas principales. El banco de germoplasma se evaluará en otro de los ecosistemas, el de tierras bajas cálidas y húmedas del trópico. A medida que se complete la evaluación inicial del germoplasma se irá haciendo mayor énfasis en la producción de líneas élite las cuales contengan combinaciones de características deseables para cada ecosistema. También se producirán grandes cantidades de semilla sexual de estas líneas élite para ser utilizadas por los programas nacionales en el grupo de países del primer nivel. El mejoramiento genético será dinámico con el fin de incorporar nuevas técnicas (véase la siguiente sección sobre cultivo de tejidos).

Las líneas élite formarán la base para los cruzamientos en la sección de mejoramiento varietal la cual desarrollará clones específicamente adaptados para cada uno de los sistemas principales. En los años venideros se le pondrá más atención a la selección por estabilidad del rendimiento y calidad de las raíces para los mercados del producto fresco y procesado. Las secciones de mejoramiento varietal y de desarrollo de germoplasma no pueden trabajar en el ecosistema 6 puesto que las condiciones que prevalecen en este ecosistema no se encuentran en Colombia. La estrategia en esta importante área se discutirá en una sección posterior.

Cultivo de tejidos. Los principales problemas en un cultivo de propagación vegetativa como la yuca están asociados con el almacenamiento del germoplasma y producción de estacas libres de enfermedades. La sección de cultivo de tejidos de la Unidad de Recursos de Germoplasma del CIAT está desarrollando metodologías para el almacenamiento de germoplasma a bajo costo en la forma de planticas y para la producción de estacas de siembra a partir de meristemas. Se espera que estos procedimientos ya sean rutinarios en tres a cinco años. Cuando ésto ocurra, se hará más énfasis en las técnicas del cultivo de tejidos para la producción de haploides, la fusión de protoplastos e incluso, eventualmente, ingeniería genética en apoyo al mejoramiento varietal.

Nutrición y fisiología de la planta. La investigación en estas áreas está a cargo de un fisiólogo y de un nutricionista de plantas. Ya se han definido las necesidades básicas de nutrimentos de la yuca y las características fisiológicas asociadas con un alto rendimiento en condiciones favorables. La sección de nutrición de plantas identificará material que presente un buen comportamiento en condiciones extremas de bajo pH y altos niveles de aluminio y definirá las características asociadas con un alto potencial de rendimiento en condiciones de suelos de baja fertilidad, junto con la sección de fisiología. Además, se hará énfasis especial en el uso más eficiente de cantidades más limitadas de fertilizantes. Al respecto, se evaluarán las posibilidades de utilizar rocas fosfóricas baratas con asociaciones de micorrizas/yuca. La sección de fisiología se concentrará en los factores adversos que causan inestabilidad del rendimiento y la calidad, con miras a desarrollar variedades con alta estabilidad en rendimiento en condiciones climáticas variables en cada ecosistema.

Protección de plantas. La sección de protección de plantas (a cargo de dos científicos) identifica las enfermedades y las plagas que atacan a la yuca y evalúa su importancia en la medida en que afectan los rendimientos. Las enfermedades y las plagas importantes se estudian detalladamente, de tal manera que se pueden desarrollar medidas de control en el momento en que sea necesario. En el pasado, el mayor énfasis se hizo en la enfermedad del superalargamiento y el añublo bacteriano, los trips y los ácaros, encontrándose fuentes de resistencia. A medida que se resuelvan estos problemas mediante el mejoramiento genético, progresivamente se van volviendo tema de investigación de las secciones de desarrollo de germoplasma. Muchas de las enfermedades y de las plagas se pueden controlar mejor utilizando otros medios. Se han desarrollado medidas de control biológico y cultural y se ha hecho un nuevo énfasis en el control biológico de piojos harinosos y otros insectos. La sección de fitopatología ha desarrollado tratamientos para controlar patógenos que afectan al material de siembra. La atención se centrará en patógenos de materiales de siembra almacenado. En el Cuadro 5.3 se presentan las principales enfermedades y plagas y el desarrollo de métodos de control.

Prácticas agronómicas y pruebas regionales. La sección de prácticas agronómicas (a cargo de dos científicos) se concentrará en el desarrollo de prácticas culturales adecuadas para los diferentes ecosistemas (desde el 1 hasta el 5) y hará énfasis especial en la modificación de estas prácticas para asegurar la compatibilidad con el germoplasma nuevo. La sección de pruebas regionales combina los mejores clones nuevos con prácticas de manejo mejoradas y evalúa éstas últimas bajo una amplia gama de condiciones. Se hace énfasis especial en el desarrollo de sistemas de cultivos múltiples para ser utilizados por agricultores pequeños.

Economía. El trabajo de la sección de economía (a cargo de un científico) gira alrededor del análisis del impacto económico potencial de la tecnología mejorada de yuca en América Latina. El análisis proporciona un marco para integrar la demanda potencial y los precios competitivos en diversos mercados finales con los costos necesarios de producción a nivel de finca. Los ensayos a nivel de finca proporcionan una metodología de sistemas para definir la productividad potencial y los requerimientos para el diseño de tecnología para el programa de investigación. Al establecer las metodologías con base en la investigación en Colombia, estos estudios sobre producción y demanda se extenderán en esta década a los países colaboradores en América Latina.

Cuadro 5.3 Principales enfermedades y plagas de la yuca y medidas para su control. (Las medidas de control entre paréntesis aún se encuentran en desarrollo ó es factible que sean las más adecuadas por desarrollar)

Enfermedad o plaga	Pérdidas	Distribución	Métodos de control
Añublo bacteriano de la yuca	hasta del 100%	Amplia	Semilla limpia, prácticas agronómicas, (resistencia varietal)
Mosaico Africano	hasta del 90%	Difundida en África e India	Semilla limpia, raleo, variedades resistentes
Superalargamiento	hasta del 100%	Limitada, solamente en las Américas	Tratamiento de las estacas, (resistencia varietal)
Cuero de Sapo	hasta del 100%	Muy limitada, solamente las Américas	Desinfección de herramientas, material de siembra limpios
Mancha de anillos circulares	hasta del 100%	Limitada a las áreas húmedas frescas	(Resistencia varietal)
Manchas foliares por cercospora	hasta del 30%	Muy difundida	(Resistencia varietal)
Patógenos de las estacas	hasta del 100%	Muy difundidos	Tratamientos de las estacas
Antracnosis	desconocidas pero pueden ser altas	Áreas limitadas de América y África	(Resistencia varietal)
Pudriciones radicales en precosecha	hasta del 100%	Principalmente en áreas mal drenadas	Rotación de cultivos, camellones
Acaros	hasta del 50%	Difundidos en épocas secas	(Control biológico, resistencia varietal)
Gusano cachón	20% por ataque	Difundido solamente en América	Control biológico
Trips	hasta del 28%	Difundidos	Resistencia varietal
Escamas	reducen la germinación hasta el 20% por ataques posteriores	Difundidas	(Control biológico, resistencia varietal)
Piojos harinosos	probablemente altas	Limitada	(Control biológico, resistencia varietal)
Moscas del cogollo	hasta el 34%, generalmente muy bajas	Diseminadas en América	Sólo necesario en etapas tempranas del crecimiento (resistencia varietal)

Fuentes principales: A. Bellotti y A. van Schoonhoven (1978), Las plagas de la yuca y su control. Serie CIAT 09EC-2, pp.71.

Lozano, J.C. y R. Booth (1974). Disease of Cassava (Manihot esculenta Crantz) PANS 20(1)30-54.

Utilización. La organización de la sección de utilización es algo diferente a las otras secciones en que, a pesar de que la utilización es un tema amplio por ser investigado, sólo hay una posición para un científico principal. Esta posición se utilizará para darle continuidad a un programa el cual se espera que dependerá de un gran número de proyectos especiales, principalmente a corto plazo, para resolver problemas específicos.

Necesidades Futuras de Científicos con Sede en el CIAT. Las enfermedades virales de la yuca en las Américas anteriormente no se consideraban como factores limitantes del rendimiento. Sin embargo, en los últimos años se han identificado dos enfermedades nuevas, probablemente causadas por virus, y ambas han probado ser capaces de causar un fracaso completo del cultivo. Ya se está adelantando una investigación intensiva sobre estas enfermedades. Para 1983 se proyecta una posición para un virólogo con el fin de sacar adelante esta investigación.

Las investigaciones recientes realizadas en el CIAT y otras instituciones han demostrado ampliamente la importancia de las asociaciones con micorrizas para mejorar la nutrición de la yuca con fósforo. Recientemente se estructuró un proyecto especial con la financiación de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) para determinar el potencial de la explotación económica de esta asociación. Si los resultados indican que el efecto se puede estimular en gran medida por medio de la investigación, entonces se solicitará una nueva posición para un microbiólogo para el Programa de Yuca.

La producción de material de siembra de buena calidad y aspectos sobre su almacenamiento, es vital si se desean obtener altos rendimientos. Cada día se obtienen más datos que indican que la producción de "semillas" puede requerir diferentes prácticas de manejo de cultivo que las que se necesitan para la producción de raíces. Para esta investigación no se requiere actualmente una posición de un científico, pero si las nuevas variedades con alto rendimiento potencial llegaran a producir menos "semillas" de buena calidad que las variedades tradicionales, es posible que sea necesario adelantar investigación en esta área. Las nuevas alternativas de investigación que se han descrito anteriormente pueden no necesitar un aumento en el personal científico. La sección de nutrición de plantas bien puede comenzar a trabajar en el área de las micorrizas y las secciones de fisiología de la planta o agronomía, en investigación sobre producción de semilla, sin tener que aumentar el personal científico. El caso del virólogo sí es definitivamente necesario.

Personal Científico con Sede Fuera del CIAT. La estrategia global del Centro para ubicar personal científico en localidades distintas a la sede del CIAT se trata en el Capítulo 7. Las siguientes proyecciones con relación a las necesidades del Programa de Yuca por personal científico con sede fuera del CIAT se consideran vitales durante la década de los ochenta si el programa ha de alcanzar sus objetivos.

Subtrópico. El ecosistema 6 (las áreas templadas invernales) es un ecosistema importante en lo que a la producción de yuca en las Américas y en otras regiones del mundo se refiere. Debido a su localización, actualmente el CIAT no puede trabajar en esta área para proporcionar germoplasma básico para regiones tales como parte de México, el sur de Brasil, Paraguay, Bolivia y las islas del Caribe ubicadas más hacia el norte. Se propone que, a partir de 1983, se ubique un científico principal con apoyo en investigación en un instituto de investigación, probablemente en Santa Catarina al sur de Brasil, para que inicialmente evalúe el germoplasma del CIAT y el local en estas condiciones y seleccione clones adaptados específicamente a estas condiciones para su mejoramiento genético. Este material se pondrá posteriormente a la disposición de otros países en donde predomine el ecosistema 6.

Cooperación Regional

Asia. Aproximadamente un 40% de la producción total mundial de yuca proviene de Asia. Hasta hace relativamente poco tiempo el único país con un programa nacional de yuca importante era India. Durante los últimos cinco años se han desarrollado programas nacionales en Tailandia, Malasia, Filipinas, Indonesia y Sri Lanka. El CIAT ha estado involucrado en el apoyo a estos programas por medio del adiestramiento, asesoría y suministro de germoplasma mejorado. El CIAT ha mantenido en Asia una posición con un científico en servicios regionales, financiada como proyecto especial, lo cual ha facilitado este trabajo, particularmente en la introducción de germoplasma y organización del adiestramiento. Los fondos para esta posición aún no se han terminado y las agencias nacionales asiáticas le han solicitado nuevamente al CIAT que ubique personal en Asia para prestarle asistencia en la coordinación de actividades en este continente y en el desarrollo de germoplasma. Desde el punto de vista del CIAT, cada vez se está volviendo más difícil y costoso proporcionarle a las agencias nacionales asiáticas asistencia técnica desde la sede en Colombia. Las dos áreas en las que las limitaciones son mayores son la coordinación de las actividades de adiestramiento y mantenimiento de información actualizada sobre los cambios en las necesidades nacionales, y el suministro de germoplasma específicamente adaptado a las condiciones asiáticas. Esto último es de gran interés ya que en la actualidad el rango de variabilidad genética en Asia es extremadamente limitado. Se propone que, a partir de 1982, el CIAT ubique una posición de cooperación regional en Asia, la cual proporcionaría continuidad y enlace para el posible establecimiento de equipos de investigadores los cuales no estarían financiados por el presupuesto básico del Centro.

Zona Andina. Los países de la zona andina han sido productores tradicionales de yuca. Recientemente también se han vuelto importadores importantes de granos para la alimentación animal y varios han expresado su deseo de aumentar la producción de yuca para reemplazar granos importados. Los programas de yuca en esta región en general son débiles o no existen. Los servicios regionales para la zona andina se proporcionarán mediante la interacción directa entre personal científico con sede en el CIAT y los países vecinos de la zona. En el plan no se han proyectado posiciones regionales con sede fuera del CIAT para esta zona.

El Caribe, América Central y México. Aunque la región es actualmente de importancia menor como área productora de yuca, muchos países en la región están clasificados como deficientes en calorías. Sólo hasta ahora se están desarrollando programas de yuca y requieren asistencia considerable en la planeación y adiestramiento durante sus años formativos. Además, durante muchos años estas áreas dependerán directamente del germoplasma desarrollado en el CIAT. En muchos casos requerirán variedades terminadas en vez de semilla sexual o un gran número de poblaciones para selección. Para 1985 se proyecta un científico de cooperación regional con sede fuera del CIAT para que proporcione apoyo a las agencias nacionales en la región.

África. En el sistema del CGIAR, el CIAT tiene reponsabilidad mundial por la yuca y el IITA, responsabilidad regional en Africa. Actualmente, alrededor de un 40% de la producción total de yuca del mundo proviene de Africa. Muchas de las prácticas de manejo desarrolladas en el CIAT pueden ser aplicables en Africa; por ejemplo, el CIAT envió recientemente al IITA agentes de control biológico para los piojos harinosos, una plaga mayor en Africa, con el fin de que los evaluaran y multiplicaran. En lo que a la producción de yuca se refiere, existen diferencias marcadas entre Africa y las Américas. En primer lugar, la principal enfermedad de la yuca en Africa, el mosaico africano, no ocurre en las Américas y, en segundo lugar, el sistema de tala y quema se encuentra mucho más difundido. Estas dos diferencias primordiales hacen que sea to-

talmente necesario tener un programa básico de investigación de yuca en Africa. Sin embargo, el programa del IITA no tiene los mismos recursos que el CIAT, particularmente en el caso de la variabilidad genética y sus esfuerzos se podrían favorecer en gran medida si existiera mayor contacto con el CIAT. Además, es de vital importancia evaluar clones americanos y asiáticos en condiciones de incidencia del mosaico africano en el caso de que la enfermedad llegue a estos continentes. Si eso ocurriera, habría disponibles clones resistentes. Por estas razones se propone tentativamente que a partir de 1986 se ubique un científico del CIAT en el IITA con las responsabilidades básicas de intercambiar germoplasma e intercambiar más rápidamente información sobre desarrollos en investigación entre las dos instituciones.

Fríjol: Estrategias y Proyecciones del Programa

El fríjol común, *Phaseolus vulgaris* L., es la leguminosa de grano más importante para consumo directo humano en el mundo. La producción cubre regiones tan diversas como América Latina (3.6 millones de toneladas por año, 1977-79), Africa (1.4 millones de toneladas), el Medio Oriente, China y los Estados Unidos. El fríjol es un alimento tradicional en América Latina, particularmente en Brasil, América Central, la zona andina y en algunos países del área del Caribe. El análisis presentado en el Capítulo 1 indica que el fríjol es la fuente más barata de proteínas y una fuente relativamente barata de calorías.

El fríjol común es generalmente un cultivo del pequeño agricultor y se produce en una amplia gama de sistemas de cultivo los cuales con frecuencia incluyen al maíz en el ciclo anual. La mayor parte de la producción de fríjol proviene de sistemas en los cuales se utilizan pocos insumos comprados y los rendimientos son generalmente bajos. Aunque la producción en América Latina ha aumentado aproximadamente al 1^o/o anual, durante la última década los rendimientos han disminuido globalmente y en la actualidad el promedio es de 600 kg/ha. La expansión del área de cultivo ha permitido que continúe un ligero crecimiento de la producción, pero este crecimiento no se ha mantenido al ritmo del crecimiento de la población y mucho menos al ritmo de crecimiento de la demanda. Debido a un crecimiento rápido de las exportaciones de Argentina, principalmente hacia Europa, América Latina se ha convertido en un exportador neto de fríjol, a pesar de que algunos países tales como Cuba, Brasil y Venezuela han aumentado notablemente sus importaciones en los últimos años. Los precios del fríjol han aumentado más rápidamente que la inflación global en muchos países. En Brasil, los precios reales se triplicaron entre 1972 y 1976. Durante el mismo período el consumo per capita disminuyó de 26 kg a 22 kg agravando aún más los problemas nutricionales del sector pobre.

A pesar de que los precios del mercado han aumentado en términos globales, el fríjol tiene una rentabilidad relativamente baja y un alto riesgo, factores que se relacionan con rendimientos bajos e inestables asociados con la variabilidad climática estacional lo cual conduce a fluctuaciones estacionales en los precios. Estos factores han conducido progresivamente al desplazamiento del fríjol en las áreas tradicionales por cultivos de mayor valor. Por consiguiente, en Brasil la soya ha desplazado al fríjol en los suelos más fértiles y la productividad ha disminuido debido a la menor fertilidad de los suelos marginales hacia los cuales se está desplazando la producción. En México ha ocurrido un efecto similar, pero en este caso el aumento en la producción de sorgo puede haber sido el factor competitivo.

Las variedades comerciales seleccionadas, cultivadas en condiciones experimentales con una protección adecuada de las plantas y riego, son capaces de dar rendimientos mucho más altos que los que se pueden deducir de las estadísticas nacionales de producción. Es común obtener rendimientos experimentales de fríjol arbustivo en monocultivo de 3-4 ton/ha en un ciclo de 90-120 días. Los rendimientos experimentales de frijoles trepadores cultivados con soportes artificiales en monocultivo han excedido las 5 ton/ha en 100 días bajo las condiciones del CIAT. Existe una gran

brecha entre los rendimientos a nivel de finca y a nivel experimental, la cual se podría reducir considerablemente utilizando variedades y tecnología de producción mejorada. Los análisis económicos han indicado que, si la producción en América Latina aumentara en un 5^o/o por año durante los próximos cinco años, el aumento en la producción sería absorbido por el aumento en el consumo con una disminución general en el precio promedio de solamente un 3^o/o.

Sistemas de Producción y Factores Limitantes. En los países en desarrollo del hemisferio occidental, el frijol se cultiva en una amplia gama de latitudes y altitudes y en series repetitivas de sistemas de cultivo los cuales han evolucionado en fincas pequeñas para ajustarse a los diversos factores limitantes ambientales y socioeconómicos. Los cuatro sistemas principales de cultivo se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a. Frijol arbustivo en sistemas de monocultivo, representados por las áreas de altitud baja e intermedia en México, República Dominicana, Brasil, Perú y Chile.
- b. Frijol arbustivo y semi-trepador en sistemas de relevo con maíz, representados por las áreas de altitud baja e intermedia en México, América Central, Colombia y Brasil.
- c. Frijol arbustivo en sistemas de asociación directa con maíz (sembrados al mismo tiempo) representados por las áreas de altitud intermedia en Colombia, Venezuela y en muchas áreas de Brasil.
- d. Frijol trepador en sistemas de asociación directa con maíz, representados por las áreas de mayor altitud en Guatemala, Colombia Ecuador y Perú.

En estos sistemas es claro el lugar predominante que ocupa el maíz como cultivo acompañante. Un factor limitante primordial para el aumento de la producción del frijol es la influencia competitiva del maíz dentro de los diversos sistemas de cultivo. La mayoría de los estudios indican reducciones del rendimiento del orden del 50^o/o en sistemas asociados con maíz. En términos de los agricultores, es obvio que el beneficio total del sistema es más importante que los componentes individuales. La Unidad de Estudios Agroecológicos está colectando datos en las microrregiones de producción de frijol en las Américas los cuales proporcionarán una evaluación precisa de la importancia relativa de la producción de los diversos sistemas. Los datos preliminares indican que el orden de importancia de los sistemas en términos de producción total es más o menos el presentado anteriormente.

En lo que respecta a los factores biológicos limitantes, el frijol es indudablemente uno de los cultivos del mundo más susceptibles al ataque de enfermedades e insectos. Se han identificado más de 200 patógenos que pueden afectar la productividad de la especie. Las enfermedades y los insectos en todas las zonas de producción constituyen los factores limitantes más importantes y comunes para un aumento en la producción y productividad. Las enfermedades más comunes y más diseminadas en el hemisferio occidental son el virus del mosaico del frijol (BCMV), la roya (*Uromyces phaseoli*), la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y la mancha angular foliar (*Isariopsis griseola*). El añublo bacteriano común (*Xanthomonas phaseoli*) y el virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) son enfermedades igualmente severas en localidades específicas y en ciertas épocas. Los cultivares más comunmente utilizados no son resistentes a las principales enfermedades de importancia y, en el mejor de los casos, presentan un bajo nivel de tolerancia. Cada una de estas enfermedades puede causar pérdidas de rendimiento hasta del 80-100^o/o. La transmisión del BCMV, la antracnosis y el añublo bacteriano por medio de semilla infectada ha causado la dispersión de estas enfermedades no solamente en el hemisferio occidental sino también en regiones fuera del centro de origen de la especie. Los problemas con enfermedades en África son similares a los que ocurren en América Latina, excepto que el añublo de halo (*Pseudomonas phaseolicola*) es relativamente más importante.

Entre los insectos plaga, los loritos verdes (*Empoasca* spp.) y el gorgojo de la vaina (*Apion godmani*) se consideran de gran importancia como factores limitantes de la producción. Las reducciones del rendimiento por *Empoasca* en variedades altamente susceptibles han llegado a niveles hasta del 90^oo, con disminuciones hasta del 20-50^oo que son comunes en muchas situaciones a nivel de los campos de los productores cuando se utilizan insecticidas. Los insectos del grano almacenado tales como *Zabrotes* y *Acanthoscelides* causan pérdidas severas obligando a los agricultores a vender sus cosechas rápidamente, lo cual es un factor que contribuye a las disminuciones del precio después de la cosecha. *Ophiomyia phaseoli* es el insecto más común en Africa, causando pérdidas severas en rendimiento en muchos países.

Los datos disponibles sobre las microrregiones de frijol han permitido hacer una zonificación climática de la producción de frijol (Cuadro 5.4). Las siete zonas están clasificadas según la temperatura promedio del ciclo de cultivo y las condiciones del balance hídrico; cada zona representa un grupo de microrregiones diversas con un promedio similar de condiciones climáticas durante el ciclo real de cultivo común en cada microrregión. Los datos indican que una gran proporción (76^oo) de la producción de frijol en América Latina proviene de regiones con temperaturas cercanas a las óptimas para esta especie (20-23^oC). Por otra parte, el 73^oo de la producción total proviene de microrregiones con un déficit hídrico moderado a severo en alguna época del ciclo de cultivo. Sólo una pequeña proporción de esta producción proviene de regiones con riego. En términos climáticos, el frijol está expuesto a un déficit hídrico relativamente severo y esto constituye uno de los principales factores limitantes de la producción. El hecho de que la mayor parte de la producción provenga de un estrecho rango de temperaturas es un indicativo de la sensibilidad relativa de la adaptación de esta especie a las condiciones de temperatura.

Los defectos fisiológicos de los cultivares actualmente utilizados (en su mayor parte ecotipos) contribuyen a que los rendimientos de frijol sean bajos e inestables. La mayoría de los cultivares tienen un tipo de planta con arquitectura pobre, con las vainas en contacto con el suelo en la madurez, lo cual puede contribuir a una mala calidad del producto debido al ataque de las vainas por patógenos presentes en el suelo. Muchos de los cultivares tienen un hábito de crecimiento arbustivo determinado con características de floración temprana e intensa, lo cual contribuye a la inestabilidad del rendimiento. Estos cultivares presentan poca habilidad para compensar las bajas densidades de siembra comunes en la mayoría de las fincas pequeñas y no tienen mecanismos para la renovación de la floración después de que se alivien las condiciones de estrés.

Los factores limitantes edáficos están adquiriendo una mayor importancia a medida que la producción de frijol se desplaza hacia los suelos más marginales. La acidez y alta fijación de fósforo caracteriza a muchos suelos que se están utilizando actualmente. La toxicidad por aluminio asociada a estos problemas conduce a una disminución del desarrollo radical y a un aumento en la sensibilidad a la falta de agua. La deficiencia de nitrógeno también es limitante en muchos suelos productores de frijol y esta situación se complica aún más por una baja capacidad de fijación de nitrógeno en la mayoría de los cultivares actualmente utilizados.

En esta discusión, queda claro que los principales factores limitantes del aumento de la producción de frijol, de naturaleza ambiental y biológica, son investigables. Aunque durante muchos años han existido los programas nacionales de investigación en frijol, el progreso que han logrado hacia la resolución de los problemas por medio de tecnología nueva ha sido limitado. Algunos países con programas nacionales de investigación históricamente fuertes, tales como los de México y Colombia, han logrado un progreso considerable en la producción, lo cual indica que existe un potencial para mejorarla por medio de la investigación.

Cuadro 5.4. Zonificación de la producción de frijol en América Latina.

Tipo	Descripción General	Temperatura media en la estación de crecimiento ¹ (°C)	Rango en el balance hídrico promedio ¹ diario en el ciclo de cultivo (± mm/día)	Producción en América Latina ('000 ton)	% ton
A	Temperatura media adecuada, igual que la tolerancia al balance hídrico estacional promedio	22	-1.5 a +0.4 ²	661	17
B	Temperaturas promedio, ligero exceso en el balance hídrico	23	+0.4 a +4.0	118	3
C	Temperaturas promedio, déficit considerado en el balance hídrico (áreas con riego)	23	-5.6 a -5.1	528	14
D	Temperaturas promedio a moderadamente bajas con posibles deficiencias en el balance hídrico hacia el final del ciclo del cultivo	20	-2.7 a -1.6	1672	42
E	Temperatura alta con posible deficiencia en el balance hídrico hacia el final del ciclo de cultivo	26	-4.1 a -0.3	262	6
F	Temperaturas moderadamente bajas y deficiencias moderadas en el balance hídrico	16	-2.3 a -1.9	451	11
G	Temperaturas bajas y balance hídrico promedio adecuado durante el ciclo del cultivo	13	-0.9 a -0.52	45	1

Condiciones medias en las microregiones que conforman cada tipo de zona de producción.

Los valores se refieren al rango de las condiciones del balance hídrico que se presentan durante el ciclo de cultivo.

Objetivos del Programa de Frijol. La meta global del Programa de Frijol, en colaboración con los esfuerzos investigativos nacionales, es aumentar el rendimiento del frijol y mejorar la estabilidad de la producción, enfocando la investigación hacia los principales factores limitantes. El programa ha enfocado su estrategia de investigación a la luz de los factores limitantes en el hemisferio occidental. En términos generales, se puede decir que los factores limitantes de la producción en Africa son paralelos a los de América Latina. Sin embargo, los problemas en todos los niveles probablemente son más severos en Africa y se requerirá de un esfuerzo concertado para darle soluciones por medio de la investigación. Gran parte de la investigación realizada en América Latina es aplicable al continente africano pero de todas maneras se requiere trabajar en la adaptación regional.

Reconociendo la magnitud de la tarea, el programa siempre ha buscado delimitar sus actividades y concentrarse en aquellas áreas en las cuales tenga la ventaja comparativa para hacerlo. Por consiguiente, ha evitado ampliar sus esfuerzos hacia los trópicos de tierras bajas y húmedas en donde la presión ejercida por las enfermedades es excesiva y hacia los suelos extremadamente ácidos e infértiles de la frontera agrícola en donde generalmente la producción de frijol sólo sería posible aplicando enmiendas masivas al suelo. El programa también ha limitado sus actividades a *Phaseolus vulgaris* evitando la tentación de trabajar con otras leguminosas de grano tales como el frijol lima (*P. lunatus*), caupí (*V. unguiculata*) o soya (*Glycine max*). Las investigaciones en otras especies de *Phaseolus* cercanamente relacionadas, como por ejemplo *P. coccineus* y *P. acutifolius*, se ha limitado a aquellas características de esas especies que sean factibles de conducir a un mejoramiento genético de *P. vulgaris*. En consecuencia, el programa ha estrechado sus objetivos específicos a los siguientes:

- a. Desarrollar, en colaboración con instituciones nacionales de investigación, tecnología mejorada para el frijol (*Phaseolus vulgaris*), particularmente germoplasma con un potencial de rendimiento mayor y más estable, el cual conduzca a aumentar la producción y productividad nacional en aquellos países del hemisferio occidental en donde el frijol constituya una fuente alimenticia primordial.
- b. Prestar asistencia para lograr los mismos objetivos en otras regiones, particularmente en Africa Oriental, por medio de acuerdos institucionales mediante los cuales el CIAT pueda proporcionar un aporte que permita aprovechar la ventaja del trabajo realizado en este hemisferio.
- c. Fortalecer selectivamente los programas nacionales de investigación en frijol ya existentes por medio del adiestramiento y el establecimiento de una red de investigación en frijol con científicos colaboradores.

Estrategia de Investigación. Reconociendo la gran importancia de los factores biológicos limitantes, el enfoque primordial del programa en términos del mejoramiento de germoplasma ha sido en el mejoramiento de la resistencia/tolerancia a enfermedades e insectos en una variedad de tipos de grano comerciales seleccionados. Inicialmente se hizo énfasis en tratar de superar las pérdidas causadas por el BCMV, la roya, la antracnosis y *Empoasca*. Al superar las reducciones en rendimiento causadas por estas enfermedades e insectos plaga, el programa pretende concentrarse no sólo en aumentar los rendimientos sino también en reducir la variación del rendimiento en el tiempo. En años recientes ha sido necesario aumentar el énfasis en el BGMV y al añublo bacteria común a medida que se hacía más evidente la necesidad de tener materiales con esta resistencia en regiones específicas. Durante la década de los ochenta será necesario hacer un énfasis continuado en el mejoramiento genético por resistencia de la planta hospedante a las enferme-

dades e insectos plaga económicamente importantes. El énfasis que actualmente se está haciendo en la selección masiva disminuirá a medida que los programas nacionales aumenten su propia investigación en dicha área. En esa medida será, entonces, posible que el CIAT concentre su atención en el suministro de fuentes de resistencia más estables y en estudios sobre la epidemiología de las enfermedades.

Paralelamente al enfoque principal hacia enfermedades y plagas, el programa ha venido prestándole más atención al mejoramiento de otra serie de características del germoplasma, incluyendo su capacidad de fijación de nitrógeno, la tolerancia a la sequía y a factores edáficos relacionados, particularmente la baja disponibilidad de fósforo. El mejoramiento de los tipos básicos de plantas o de los diversos hábitos de crecimiento se ha ido logrando gradualmente y el progreso ha sido continuo. La oportunidad de que se presenten saltos grandes y apresurados en el potencial de rendimiento por medio de la manipulación de los factores limitantes de naturaleza fisiológica no parece ser alta en esta especie. La situación es similar en otras leguminosas de grano como en la soya y el caupí, en las cuales el avance se ha caracterizado por un progreso continuo, hacia objetivos particulares. La estrategia del programa de concentrarse inicialmente en enfermedades e insectos fue un reconocimiento de esta situación.

El programa ha logrado un progreso considerable en la definición de tipos de planta aptos para sistemas de cultivo específicos, tanto para frijoles trepadores como para frijoles arbustivos. Es claro que ningún tipo de planta puede satisfacer la diversidad de patrones de cultivo que existen. En el diseño de objetivos de mejoramiento por tipo de planta, el programa ha sido particularmente consciente de las necesidades del agricultor pequeño y de los sistemas tradicionales de cultivo. En este proceso de diseño de tecnología, la información proporcionada por la Unidad de Análisis de Agroecosistemas a probado ser invaluable para la orientación de la investigación. Se espera que en los primeros años de esta década se logre progresar aún más en estos aspectos, para permitirle al programa continuar enfocándose en los principales factores limitantes en cada grupo de situaciones de las microrregiones/sistemas de cultivo.

Historia y Logros Investigativos del Programa. Aunque desde antes de 1973 ya se habían realizado estudios iniciales en frijol y otras leguminosas de grano en el CIAT, la formación de un programa coordinado enfocado exclusivamente a *Phaseolus vulgaris* data de ese año. Inicialmente estuvieron involucrados cinco años-hombre de actividades de personal científico. A medida que se tomaron iniciativas adicionales de mejoramiento genético y fitopatología, el equipo creció gradualmente hasta su número actual de 12 posiciones presupuestadas para científicos. Las disciplinas actualmente representadas son las siguientes: mejoramiento genético (2 en frijol arbustivo, 1 en frijol trepador), agronomía (3), fitopatología (una en micología y otro en virología), entomología (1), fisiología (1), microbiología de suelos (1) y economía (1). El especialista en germoplasma en la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT presta asistencia al programa proporcionando la variabilidad genética, en tanto que las características nutricionales y de preferencia del consumidor de los materiales avanzados son materia de estudio del Laboratorio de Alimentación y Nutrición.

El establecimiento de la colección mundial de germoplasma de *Phaseolus* en el CIAT, la cual contiene actualmente más de 27,000 accesiones, ha formado la base para la búsqueda de fuentes de resistencia a las principales enfermedades y plagas. Estos materiales son utilizados en un programa masivo de mejoramiento genético el cual está actualmente realizando más de 1500 cruces distintos (combinaciones parentales) por año. Con la ayuda del manejo de los datos por computador, en el cual se registra el movimiento de hibridaciones y semilla, todas las líneas pasan por una serie de evaluaciones en las cuales participan todos los miembros del equipo. Estas evaluaciones culminan con la introducción de las mejores líneas al programa del Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación de Frijol (IBYAN).

El primer nivel de evaluación de las poblaciones genéticas (F_2 y F_3) lo realizan fitomejoradores por resistencia a enfermedades e insectos, arquitectura y requerimientos por el consumidor. En la segunda etapa de la evaluación, la cual involucra a todo el equipo, las selecciones se prueban en viveros uniformes sucesivos. En estos ensayos se confirma la resistencia de los materiales a enfermedades e insectos y se evalúa su adaptación general a dos altitudes en Colombia (CIAT-Palmira y CIAT-Popayán). Al tercer nivel del proceso, el material se selecciona nuevamente por las características anteriores y por fijación de nitrógeno, tolerancia a la deficiencia de agua, tolerancia a una baja disponibilidad de fósforo, tolerancia a enfermedades menores y por contenido de proteína y tiempo de cocción. El comportamiento en rendimiento se mide anualmente en 200-300 nuevas líneas avanzadas en condiciones de y sin estrés entre localidades en Colombia. Estos resultados, que contienen evaluaciones de más de 20 caracteres separados, se publican periódicamente y el CIAT pone a la disposición de los programas nacionales estas líneas como fuentes parentales. Aproximadamente 100 de las líneas superiores por año entran al programa internacional de evaluación del rendimiento (IBYAN). El IBYAN originalmente solo contenía selecciones del banco de germoplasma, pero actualmente está constituido principalmente por líneas mejoradas por el CIAT y accesiones aportadas por las instituciones nacionales. A medida que los programas nacionales aumenten su capacidad para realizar las actividades de mejoramiento genético y selección, sus introducciones ocuparán un lugar más importante en este programa como ocurre actualmente en el Programa de Pruebas Internacionales de Arroz del IRRI (IRTP). Actualmente, más de 150 juegos del IBYAN son despachados anualmente, suministrando germoplasma mejorado a todos los países productores de frijol en América Latina, el Caribe y otras regiones del mundo.

En 1975-1976, el programa de frijol estableció un marco de tiempo dentro del cual se esperaba alcanzar aumentos en el rendimiento de frijol en América Latina. Estas proyecciones se encuentran consignadas en un documento base del programa de frijol. Hasta el momento los resultados han sido consistentemente mejores que los proyectados. A continuación se presentan algunos avances logrados:

- a. Todas las líneas que salen de la segunda etapa de evaluación son ahora resistentes al BCMV.
- b. Actualmente se está distribuyendo germoplasma mejorado con resistencia múltiple a enfermedades para su evaluación internacional; además, se han identificado líneas resistentes a todas las razas conocidas de antracnosis.
- c. Se ha identificado germoplasma con tolerancia a la sequía, a las temperaturas extremas, a todas las principales enfermedades y plagas, a un alto nivel de aluminio en el suelo y a un bajo nivel de fósforo en el suelo y con diferencias en madurez apropiadas para los diferentes sistemas de producción.
- d. Los niveles de rendimiento de las líneas experimentales de semilla pequeña, no negra, han sido mejorados considerablemente. Actualmente estos niveles son iguales o sobrepasan a los del germoplasma de semilla negra inicialmente superior (1976-77).
- e. Las líneas desarrolladas colaborativamente en Guatemala por tolerancia al BGMV sobrepasaron en rendimiento a las variedades comerciales de mejor categoría en condiciones de alta presión por enfermedades, incluso cuando las líneas locales susceptibles recibieron altos niveles de aplicación de insecticidas. Los rendimientos de las líneas resistentes aumentaron aún más con protección química.

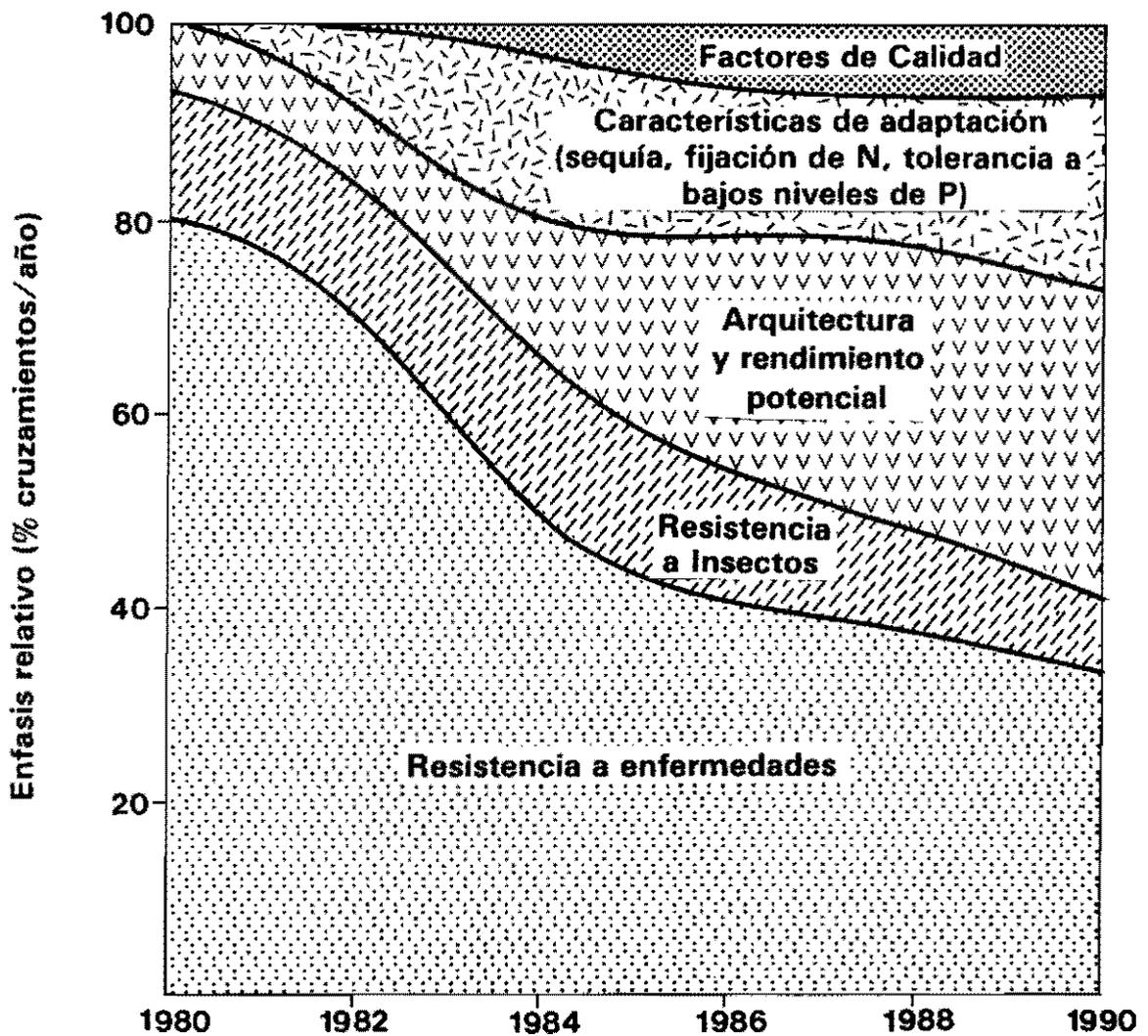
- f. Actualmente, más de 20 líneas originarias de las actividades colaborativas entre el CIAT y programas nacionales de fitomejoramiento están pasando por la etapa de evaluación varietal a nivel de finca o multiplicación de semilla en programas nacionales en América Latina y el Caribe. En varios países ya se han entregado líneas resistentes a enfermedades para su producción comercial. En Cuba y Bolivia se han sembrado aproximadamente 5000 y 1000 hectáreas, respectivamente, para multiplicar dicho germoplasma mejorado.
- g. Aunque se ha hecho énfasis en el mejoramiento varietal, no se ha ignorado la oportunidad para mejorar las prácticas agronómicas. En evaluaciones a nivel de finca en Colombia, las prácticas agronómicas mejoradas han aumentado los rendimientos a nivel de finca entre el 50^o/o y el 100^o/o. También se ha adaptado al frijol una tecnología de almacenamiento de bajo costo y no tóxica para ser utilizada a nivel de finca. La difusión de esta tecnología ya ha comenzado en Colombia.

Dicho progreso sólo ha sido posible como resultado de los programas intensivos de adiestramiento realizados en el CIAT y por el interés y la colaboración de los científicos de los programas nacionales. Para 1980 más de 360 científicos de los programas nacionales habían recibido adiestramiento a nivel de posgrado en el CIAT, principalmente en la forma de cursos cortos en producción de frijol o adiestramiento intensivo orientado por disciplinas. La disponibilidad de germoplasma mejorado y el alto nivel del adiestramiento han resultado en un mayor apoyo a la investigación en frijol en los programas nacionales. La identificación de estos científicos, junto con la identificación de metas de producción, ha estimulado el establecimiento de una red de investigación de frijol en América Latina. El adiestramiento ha ayudado a compensar la alta tasa de cambios del personal adiestrado dentro de los programas nacionales.

Estrategia de Cooperación Internacional en Frijol. Como se describió en el caso de la yuca en una sección anterior de este capítulo, los programas nacionales de investigación de frijol han alcanzado diversas etapas de desarrollo durante la década de los setenta. La situación en frijol es relativamente más favorable puesto que en todos los países en donde el frijol es importante, históricamente se le ha prestado algún grado de atención en investigación. Los investigadores de frijol se encuentran bien ubicados en la mayoría de las agencias nacionales; la mayoría de ellos han recibido adiestramiento en el CIAT y se ha establecido una red activa de colaboradores. Durante la década de los ochenta continuará el fortalecimiento selectivo por medio del adiestramiento, visitas de consulta y todas las otras actividades en el campo de la cooperación internacional. El último objetivo es el de ayudar a mover a todos los programas de los países hacia una situación en donde puedan prestar su total y equitativa colaboración en la red. En esa medida podrá el CIAT gradualmente asumir su función en investigación de apoyo. La tasa a la cual ocurra este progreso variará considerablemente de un país a otro y se espera que se presente algún grado de pérdida en este avance.

Investigación en el Programa y Personal Científico en los 80. Como se puede observar en la Figura 5.2, la década de los ochenta verá cambios progresivos en las prioridades de las actividades de mejoramiento genético del programa, pero pocos cambios en las necesidades de personal científico. Actualmente, todas las líneas genéticas que salen del CIAT son resistentes al BCMV y hay disponibles varias fuentes de resistencia a la antracnosis que pueden ser rápidamente incorporadas en las líneas genéticas. Esto permitirá a corto plazo, darle más énfasis a otras enfermedades incluyendo la roya, la mancha angular foliar y mustia hilachosa para las cuales se han identificado varias razas del patógeno y para las cuales es factible que una línea individual no sea resistente en todas las localidades. Este énfasis, más la necesidad de adelantar trabajo adicional en estrate-

Figura 5.2 Enfasis relativo que hará el Programa de Frijol en la década del ochenta sobre diversos aspectos del desarrollo de tecnología, medido en términos de la proporción de cruzamientos que se realizarán en el programa de mejoramiento genético para darle solución a factores limitantes generales de las áreas indicadas en la gráfica.



gias de control del añublo bacteriano común y el añublo de halo requerirá la adición de un segundo fitopatólogo (bacteriólogo) al equipo de fríjol. Está proyectado que la posición de este fitopatólogo comience en 1982. A medida que se logren las metas de mejoramiento genético por resistencia a enfermedades, deberá ser posible disminuir el énfasis en esta área, con una agudización en los objetivos, hacia finales de la década, en las estrategias del control integrado de enfermedades.

En las líneas genéticas y en el germoplasma evaluado desde 1976, se ha encontrado una variación notable en la arquitectura de la planta y en los componentes del rendimiento. Se están buscando características de la planta que se asocien con un rendimiento más alto; una vez se obtengan estas características será posible desarrollar líneas que posean tanto un mayor potencial de rendimiento como una resistencia múltiple a enfermedades. En la Figura 5.2 se refleja el énfasis cada vez mayor que se le dará a la arquitectura de planta y al rendimiento. Durante la década se tomará una nueva iniciativa para incorporar características de la habichuela en líneas élite particulares.

Dado el rápido aumento en los precios de la mayoría de los fertilizantes y el factor limitante del crédito para la compra de insumos por los agricultores pequeños, las líneas élite del futuro tendrán que ser tolerantes a una serie de factores edáficos limitantes. Aunque dichos factores no ocurrirán en todas las regiones de producción, el programa tendrá que desarrollar, para regiones tales como Brasil y Venezuela, variedades con tolerancia a una acidez moderada y bajos niveles de fósforo en el suelo y con una alta capacidad para fijar nitrógeno. La incorporación de estas características en cultivares agrónomicamente aceptables requerirá de la colaboración más cercana de los fitomejoradores, los agrónomos y los microbiólogos de suelos, como también de nuevas metodologías de mejoramiento genético.

Obviamente, el grado de capacidad de los programas nacionales de fríjol influirá en el alcance y la dirección de la investigación realizada en la sede del CIAT. Las actividades de adiestramiento y en la red han ayudado a estructurar varios programas nacionales de fríjol con plena capacidad para desarrollar sus propias variedades y con los cuales el CIAT progresivamente adoptará una función de apoyo, suministrándoles principalmente variabilidad genética específica para sus programas de mejoramiento, oportunidades de adiestramiento de posgrado y documentación. Esto permitiría concentrar la asistencia en los programas más pequeños, con una participación mayor de los fitomejoradores, agrónomos y fitopatólogos en la evaluación de viveros colaborativos de material genético local para explotar la adaptación específica y superar problemas nutricionales o de aceptación por el consumidor. A pesar de estas expectativas de que los programas nacionales mejoren cultivares ya sea solos o en colaboración, el programa de fríjol espera continuar produciendo algunas variedades terminadas durante los ochenta. Esto es necesario puesto que se espera que algunos programas nacionales no hayan alcanzado un estado de autosuficiencia en investigación.

A medida que el programa continúe evolucionando, el banco de germoplasma de fríjol constantemente se utilizará como fuente de nueva variabilidad. Durante la década de los ochenta se harán nuevas colecciones para adicionar variabilidad genética al banco de germoplasma proveniente de regiones que están pobremente representadas en él, o en las cuales es más factible que se presente la variabilidad específica deseada. Se espera que la nueva Unidad de Semillas del CIAT, ayude en la formación de una vigorosa industria de semillas en América Latina para promover y hacer disponible germoplasma recién desarrollado.

Cooperación Regional. La política del programa de fríjol de evaluar a cabalidad el germoplasma, ayudado por la similitud de las condiciones y factores limitantes de producción entre los países de su área de actuación, ha asegurado que los materiales que salen del CIAT se encuentren,

por lo general, bien adaptados a otras regiones de producción. Por esta razón, no se espera que sea necesario retirar personal científico de la sede del CIAT en Colombia. Los problemas específicos de algunas regiones tales como el BGMV en América Central y Brasil, el picudo de la vaina (*Apion godmani*) en América Central y *Ophiomyia phaseoli* y el añublo de halo en África, se investigarán en colaboración con los programas nacionales y seguramente, con el apoyo del fondo recién creado en EE. UU., Title XII Bean Cowpea CRSP, establecido para fortalecer la colaboración en investigación entre universidades de ese país y programas nacionales (especialmente en las áreas de caupí, frijón, sorgo y suelos, entre otros).

El Programa de Frijón proyecta ubicar en tres regiones de América Latina, en África y en el Medio Oriente, personal científico de cooperación regional con sede fuera del CIAT, para facilitar la transferencia de nueva tecnología y para establecer la interacción entre el CIAT y los programas nacionales.

América Central. Esta región, con sus numerosos programas nacionales pequeños y alto consumo de frijón per capita, probablemente continuará dependiendo del programa del CIAT durante esta década. La transferencia de germoplasma y tecnología del CIAT y entre los programas nacionales se puede lograr mejor ubicando un científico en la región. Esta posición se ha sostenido desde 1977 por medio de una financiación especial y en dos ocasiones ha estado cercana a su interrupción debido a inseguridades en la financiación. Para 1984 se proyecta una posición de cooperación regional fuera del CIAT en el momento en que termine el actual proyecto financiado por el gobierno Suizo.

Brasil. Siendo Brasil el país de América Latina que contribuye con el 55% de la producción de frijón de esta región y que tiene un programa nacional vigoroso, se desarrollarán lazos de colaboración más cercana entre ambos programas de investigación para asegurar el flujo de tecnología en ambos sentidos. Se hará énfasis en el desarrollo colaborativo de tecnología para superar problemas edáficos, tales como la toxicidad por aluminio y los bajos niveles de fósforo, en zonas importantes de producción de frijón en Brasil. Para 1984 se proyecta un científico de investigación con sede fuera del CIAT para ser localizado en Brasil y quien trabajará junto con los científicos de ese país como parte de las actividades nacionales de frijón y actuará como científico de enlace con el CIAT.

Zona Andina del Sur. La Zona Andina es una región consumidora de frijón muy importante, en donde la producción generalmente se concentrará en fincas pequeñas en las zonas de mayor altitud. Aunque los sistemas de producción varían, los frijoles trepadores son importantes y la investigación previa que se ha realizado en la región es poca. Hay una gran oportunidad para que el programa de frijón desarrolle nueva tecnología en colaboración con estos programas nacionales tanto en frijón arbustivo como en frijón trepador. En el plan se proyecta para 1986 una posición de cooperación regional con sede fuera del CIAT para la zona andina. Probablemente se localizará en Perú, pero con responsabilidades para desarrollar la colaboración en todos los países de esa subregión incluyendo Ecuador, Bolivia, Chile y Argentina.

África Oriental. África Oriental ocupa el segundo lugar en producción de frijón en los trópicos, con un consumo per capita de leguminosas mucho mayor que el de América Latina (hasta más de 50 kg por año). A pesar de la distancia y de los factores de cuarentena que existen para el germoplasma, los materiales del CIAT en el programa del IBYAN han probado estar bien adaptados a las condiciones de África y existe la posibilidad de obtener mayores aumentos con insumos limitados. El CIAT proyecta ubicar un científico de cooperación regional con sede fuera del

CIAT en esta región. Se buscará la financiación de un proyecto especial para dar apoyo a la fase inicial de esta actividad, para posteriormente buscar la financiación básica del CIAT a partir de 1983. El científico tendrá responsabilidades principalmente en los aspectos de la colaboración en la red, el adiestramiento y la coordinación regional de las actividades relacionadas con germoplasma. Se espera que este científico sea el líder de un equipo localizado en la región y financiado por un proyecto especial, probablemente en colaboración con FAO/UNDP.

Medio Oriente. Durante la década será necesario desarrollar actividades adicionales de cooperación regional en el Medio Oriente y se proyecta una posición para 1986.

Acuerdos bilaterales. El Programa de Fríjol continuará utilizando la financiación especial de carácter bilateral como instrumento para cooperar más cercanamente con los programas nacionales individuales. Actualmente hay un científico con una posición de esta naturaleza en Perú.

Arroz: Estrategia y Proyecciones del Programa

De las 116 millones de hectáreas de tierra cultivada en América Latina y el Caribe, el arroz se cultiva en 6.5^o/o de esta área, siendo uno de los cultivos de cereales más producido en la región. La importancia del cultivo como alimento básico ha aumentado durante los últimos 15 años. En algunos países de la región esta tendencia se ha relacionado, en alguna medida, con una disminución aparente en el consumo directo de maíz per capita.

El área sembrada ha aumentado a una tasa anual del 2.4^o/o y la producción, a un 3.3^o/o. Estas tasas de crecimiento se han mantenido a la par con un aumento en el crecimiento de la población y el ingreso, el cual resultó en un aumento anual en la demanda del 3.5^o/o. Para los países en desarrollo de la región, considerados como un todo, el consumo per capita de arroz ha sido relativamente estable durante los últimos 15 años aunque se han presentado aumentos considerables en algunos países, especialmente en Bolivia, Colombia, Guatemala, Haití, Paraguay, República Dominicana y Uruguay. En estos países, la tasa de crecimiento del consumo per capita ha sido mayor del 2.5^o/o anual. La cifra global del consumo per capita de arroz con cáscara ha sido de 44 kg en 1976-1978.

El aumento en el consumo se ha logrado satisfacer en gran medida en la región. Las importaciones netas en la región han permanecido en una cifra aproximada de 150,000 toneladas por año. El comercio intrarregional ha aumentado a un nivel de 320,000 toneladas por año, un 36^o/o mayor que el nivel de 1963-65. Con base en la tasa actual de crecimiento de la demanda del 3.5^o/o anual, la producción de arroz en América Latina debe ser el doble en el año 2000, con el fin de satisfacer la demanda interna a los niveles actuales de precios relativos.

Con el fin de doblar la producción en los próximos 20 años, está claro que la investigación se debe fortalecer y enfocar hacia los principales factores limitantes de la producción. El CIAT, en colaboración con las agencias nacionales de la región ha hecho una contribución significativa a los avances ya alcanzados.

El Programa de Arroz del CIAT es básicamente un programa regional del hemisferio occidental, el cual colabora cercanamente con el IRRI en el programa mundial de investigación en arroz. La investigación en los principales factores limitantes a nivel regional está fortalecida por una red activa de investigadores arroceros, la cual tiene como foco principal de colaboración el Programa de Pruebas Internacionales de Arroz (IRTP) coordinado por un científico del IRRI, localizado en el Programa de Arroz del CIAT.

El estimativo del área de siembra de arroz en la región en 1978 fue de 7.4 millones de hectáreas, con una producción total de aproximadamente 15 millones de toneladas de arroz con cáscara. Aproximadamente 2/3 del crecimiento de la producción provino de un aumento en el área (principalmente del sector seco) y el 1/3 restante de aumentos en rendimiento (principalmente en el sector riego).

Estas tendencias globales no reflejan en forma precisa la situación particular de los países o de sistemas de producción específicos. Algunos países están experimentando un crecimiento acelerado de su producción y productividad, en tanto que en otros el progreso es muy poco. Esta disparidad es fundamentalmente una función del sistema de cultivo predominante en cada país.

Sistemas de Producción y Factores Limitantes. En la región existe una diversidad de sistemas de producción de arroz, cada uno con su propio nivel real y potencial de productividad. La producción de arroz con frecuencia se divide, algunas veces engañosamente, en dos sistemas principales: riego y seco. En 1978, se estimó que el arroz riego ocupaba 2.1 millones de hectáreas o aproximadamente 28% del área total, con un rendimiento promedio de 3.5 ton/ha. El arroz seco, es decir todo el arroz proveniente de áreas sin riego, cubrió 5.3 millones de hectáreas o aproximadamente un 72% del área, con una productividad promedio de 1.3 ton/ha. Esta división estadística oscurece en algún grado la productividad que se podría obtener por medio de la investigación de factores limitantes del rendimiento. Con el fin de describir más claramente la situación del arroz en la región, se han identificado los sistemas de producción presentados a continuación.

Arroz seco de subsistencia. Este sistema es común en muchas áreas en la frontera agrícola, particularmente en aquellas zonas donde los agricultores de subsistencia han colonizado nuevas tierras. El sistema no utiliza mecanización y muy pocos insumos son comprados. En este sistema se corta el bosque o el monte y se quema; posteriormente, el arroz se siembra en hoyos hechos con estacas y distanciados considerablemente. El cultivo se desplaza a nuevas tierras después de una o dos cosechas. El máximo tamaño de la finca familiar es de aproximadamente 1.5 hectáreas y las variedades son, en gran medida, ecotipos no mejorados. Este sistema es razonablemente estable pero la productividad estimada es baja: de aproximadamente 1.0 ton/ha o menos. Por lo general, la cosecha se utiliza para alimentar la familia. El área total y su contribución a las estadísticas nacionales de producción son cifras que no se conocen, pero que no se consideran significativas.

El principal factor limitante es su dependencia total de la mano de obra. Esto limita el tamaño de la finca, obliga a que el espaciamiento entre plantas sea grande, demanda el uso de variedades nativas y prohíbe el uso de insumos comprados. La producción en las fincas está definida por las demandas de consumo de la totalidad de la familia, en tanto que factores tales como la fertilidad del suelo, la variedad, las malezas y las plagas tienen una importancia relativamente menor como factores limitantes.

Arroz seco muy favorecido. Este sistema generalmente está confinado a regiones con una topografía nivelada y una precipitación anual de más de 2000 mm durante una estación lluviosa de 8-9 meses. Por lo general, no hay períodos secos marcados durante la estación lluviosa. En la mayoría de las áreas de producción, este sistema es totalmente mecanizado para la siembra y cosecha. Los suelos son generalmente de tipo aluvial, ligera o moderadamente ácidos y bien drenados. Las variedades enanas modernas y las prácticas agronómicas mejoradas son adecuadas para este sistema. Los rendimientos obtenidos en este sistema oscilan alrededor de un promedio

de 2.5 ton/ha; en las mejores fincas se obtienen rendimientos consistentes de 4-5 ton/ha. Este sistema es típico en partes de América Central, Colombia y algunas áreas de Brasil. La contribución real que actualmente hace este sistema a las estadísticas de producción es baja, pero existe un gran potencial de recursos de tierra inexplorada en la región hacia los cuales se puede difundir este sistema de producción.

El sistema presenta tres factores limitantes del rendimiento, a saber: las malezas herbáceas después de dos o tres ciclos, piricularia (*Pyricularia oryzae*) y el volcamiento. La variedad CICA 8 recientemente entregada a los agricultores en Colombia y en otros países (desarrollada en un programa colaborativo entre el ICA y el CIAT) es, hasta el momento, la más productiva en este sistema en varios países.

Arroz seco moderadamente favorecido. La mayor parte de la región de América Central y una gran proporción del Brasil subamazónico emplea este sistema. Difiere del anterior en que presenta una estación lluviosa más corta con menos precipitación total y normalmente se presentan algunos períodos secos durante el ciclo de cultivo. En América Central se utilizan variedades enanas, en tanto que en Brasil se utilizan materiales de porte alto. Los rendimientos en las dos áreas oscilan alrededor de 2.0 y 1.5 ton/ha, respectivamente. La variación del rendimiento alrededor de estos promedios es alta debido a la irregularidad en la precipitación.

Las limitaciones principales las constituyen una serie de factores interrelacionados, incluyendo deficiencias de agua leves a moderadas, deficiencias minerales, particularmente de fósforo, enfermedades (particularmente piricularia) y malezas.

Arroz seco no favorecido. Este sistema se caracteriza por ambientes con una precipitación total irregular y baja. Este sistema se encuentra altamente mecanizado, con bajas densidades de siembra y el uso de variedades de porte alto. El sistema es particularmente importante en Brasil, en donde una gran proporción de las 4.7 millones de hectáreas en 1978 se encontraba bajo este sistema de producción. Los rendimientos son en general bajos, alrededor de 1.0 ton/ha, y la variación del rendimiento es extremadamente alta de un año a otro y de una localidad a otra dentro del mismo año. Los suelos utilizados en Brasil son en su mayor parte ácidos, con niveles relativamente altos de toxicidad de aluminio, particularmente en el subsuelo, a pesar de que se practica el encalamiento de la superficie.

El principal factor limitante del sistema es el problema de la deficiencia de agua, causada por períodos secos durante la estación lluviosa, junto con el deficiente desarrollo radical en el subsuelo asociado con la toxicidad ocasionada por el aluminio. Piricularia es también una enfermedad muy severa en los sistemas no favorecidos y ésta también parece interactuar con el grado de deficiencia de agua. La deficiencia de fósforo en la mayoría de los suelos es un factor limitante serio pero, por lo menos en el caso de Brasil, los niveles de fertilización son en general adecuados, dadas las limitaciones impuestas por los otros factores adversos.

Arroz seco favorecido en tierras bajas. Este sistema es intermedio entre el sistema de riego y el de seco. El agua de lluvia es atrapada y sostenida por diques en el campo, pero de todas maneras es frecuente encontrar deficiencias de agua y/o inundación. En ciertas áreas se cultivan variedades enanas, en donde existen procedimientos adecuados para el control de las aguas, pero generalmente predominan las variedades de porte alto. El cultivo se puede transplantar o sembrar directamente y el nivel de insumos comprados es bajo. Este sistema es importante en las regiones costaneras de Ecuador, en la costa norte de Colombia y en la Isla La Española. La importancia regional del sistema en general, es baja. Los rendimientos promedio son del orden de 2.0-2.2 ton/ha.

Además de los factores limitantes comunes a todos los sistemas, el principal problema en este sistema es el del control de las aguas. Esta situación obliga a los agricultores a utilizar variedades altas y, debido a los riesgos involucrados, bajos niveles de insumos comprados.

Arroz riego. El sistema de producción de arroz riego cubrió el 28^o/o del área total sembrada en 1978 y contribuyó con el 50^o/o de la producción total de la región. El sistema se encuentra en todos los países pero predomina en Cuba, Nicaragua, Colombia, Perú, Venezuela, Guyana, Surinam, sur de Brasil y los países del cono sur. El rendimiento promedio nacional oscila entre 3 y más de 5 ton/ha. El sistema continúa teniendo una ventaja comparativa para mantener y aumentar aún más los rendimientos nacionales y la estabilidad de la oferta. Esta situación se aplica a muchas nuevas áreas de producción que se están desarrollando, particularmente en el norte de Brasil. El aumento en los costos de producción por tonelada están haciendo que los agricultores cambien a sistemas alternativos de cultivo en muchos países, pero considerando la situación de la producción total a nivel nacional siempre se logrará mantener la estabilidad de la oferta de arroz.

Los factores limitantes más importantes para la región incluyen piricularia, la fortaleza del tallo y el volcamiento y algunos problemas asociados con el abastecimiento de materiales con una calidad de grano adecuada en algunos países. Aunque en algunos países los rendimientos son bajos, los problemas de infraestructura para aplicar la tecnología existente son más limitantes que la tecnología en sí misma. En el cono sur, en donde todavía se cultivan variedades de porte alto, aún falta por superar el problema de desarrollar materiales enanos con suficiente tolerancia al frío. Además, esta área tiene estrictos requerimientos de calidad del grano para el mercado de exportación. En Chile, donde el cultivo es totalmente del tipo Japonica, el factor limitante principal es la falta de variedades con alto potencial de rendimiento.

Objetivos del Programa de Arroz en la Década de los 80. Como se indicó anteriormente el Programa de Arroz solamente hace énfasis en los problemas del arroz en el hemisferio occidental y, por lo tanto, ha diseñado el programa orientado hacia los principales factores limitantes en esta región. Durante la próxima década continuará el mismo enfoque. Los siguientes son los objetivos que delimitan este enfoque:

- a. Continuar desarrollando, en colaboración con instituciones nacionales de investigación de arroz en la región, tecnología con base en germoplasma, diseñada para superar los principales factores limitantes al aumento de la producción en el sector riego.
- b. Desarrollar, en una nueva iniciativa colaborativa con las instituciones nacionales, nueva tecnología con base en germoplasma, diseñada para mejorar la productividad y estabilidad del abastecimiento de arroz en el sector de arroz seco más favorecido de la región.
- c. Continuar la colaboración activa con el IRRI en la investigación en arroz, con énfasis particular en el Programa de Pruebas Internacionales de Arroz (IRTP).
- d. Continuar ayudando a fortalecer los programas nacionales de investigación de arroz en la región por medio del adiestramiento, las visitas de consulta y el apoyo continuado a los investigadores arroceros de la red activa establecida durante la década de los setenta.

Estrategia de Investigación. La estrategia básica del Programa de Arroz desde sus comienzos en 1969 hasta la fecha ha sido el mejoramiento de la productividad y producción en el sector riego de la región. Esta estrategia se adoptó debido a las siguientes razones:

- a. El arroz riego ofrecía la mayor oportunidad para lograr ganancias rápidas en rendimiento y producción.
- b. La tecnología para el arroz riego se podría generar y difundir más fácilmente que la de otros sistemas de producción.
- c. Los recursos básicos disponibles no permitieron la investigación sistemática de todos los sistemas alternativos de producción.

La investigación en arroz riego se ha enfocado hacia el mejoramiento varietal como elemento clave en la estrategia. Las variedades de porte alto cubrieron la totalidad del área antes de 1968 cuando se introdujo la variedad IR 8. El aumento inmediato en la productividad en 2 ton/ha confirmó la estrategia de trabajar exclusivamente con materiales enanos para este sistema. Los esfuerzos se han concentrado en variedades que combinan un tipo de planta de porte bajo, con tallos fuertes, insensibilidad al fotoperíodo, grano largo con endosperma claro, resistencia al sogata y resistencia a piricularia. Algunos objetivos varietales más recientes incluyen su precocidad y mejor adaptabilidad a los suelos ácidos.

Una vez que se lograron producir líneas y variedades enanas mejoradas, la investigación se amplió hacia el desarrollo de prácticas culturales apropiadas para las variedades con alto potencial de rendimiento. Se hizo énfasis en las densidades y métodos de siembra, prácticas y épocas de fertilización y control de malezas. Fue necesaria la participación del CIAT en esta investigación, puesto que el cambio acelerado en el rendimiento potencial implicaba una reevaluación rápida de las prácticas agronómicas asociadas. El mejoramiento de variedades y prácticas culturales ha continuado, con énfasis en la reducción de los costos de producción, mediante combinaciones de la preparación de tierra por fangueo, el uso de menores densidades de siembra y dosis de fertilizante y el desarrollo de mayor resistencia a enfermedades y plagas. Recientemente se inició un esfuerzo de investigación colaborativa con el Internacional Fertilizer Development Center (IFDC) para el mejoramiento de la eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados, puesto que los precios del nitrógeno son uno de los principales factores que contribuyen a aumentar los costos de producción en el sector riego.

La adopción inesperada de las variedades enanas más nuevas en los sistemas de secano alta y moderadamente favorecidos permitieron al programa modificar su estrategia original. Las introducciones a los viveros y a los ensayos regionales de rendimiento, especialmente para los dos sistemas de secano, se seleccionan de las líneas genéticas avanzadas para el sector riego y se distribuyen internacionalmente para su selección y evaluación continua a nivel local por los programas nacionales. El programa se ha concentrado en dos factores biológicos limitantes, los cuales se presentan virtualmente en todos los sistemas: el sogata y piricularia. Por consiguiente, el CIAT ha contribuido directamente a los sistemas de secano mientras se ha enfocado hacia el desarrollo varietal para el sector riego.

El CIAT ha planeado y ha aprobado ampliar sus actividades en arroz de secano. En un informe especial preparado para un subcomité del Comité Técnico Asesor¹ (TAC) se presenta una descripción completa de las proposiciones para la participación directa del CIAT en este sector.

¹ Upland Rice Research for Latin America: A Report to the TAC Sub-committee on Upland Rice. CIAT, Diciembre, 1979.

Para definir las estrategias que se han de adoptar durante la siguiente década para los diversos sistemas de producción es evidente que se requieren enfoques distintos. Para cada sistema de producción se han desarrollado las siguientes estrategias.

Arroz seco altamente favorecido. El componente varietal de la tecnología requerida para una expansión de este sistema en la región, se puede satisfacer en gran medida mediante la selección de líneas del programa de mejoramiento genético existente. Las selecciones que combinen el tipo de resistencia horizontal a piricularia y un tipo de grano con endosperma claro, se evaluarán en sitios representativos en colaboración con los programas nacionales en el Valle Plochic de Guatemala (ICTA) y en las áreas de Urabá y la Libertad en Colombia, con el ICA. La evaluación de la siembra directa en combinación con herbicidas se realizará conjuntamente con el ICA y la Federación de Arroceros de Colombia, con el fin de desarrollar prácticas agronómicas de aplicabilidad más amplia. El CIAT hará énfasis en este sector por su indudable potencial productivo y bajos costos de producción.

Arroz seco moderadamente favorecido. El componente varietal para las áreas con este sistema requerirá un esfuerzo especial de investigación debido a la naturaleza más severa de los factores limitantes. Es deseable tener un programa colaborativo en Brasil y/u otros países, con el fin de proporcionar una oportunidad para seleccionar materiales en las condiciones reales de producción de este sistema. Este tipo de programa permitiría seleccionar dos generaciones del material genético al año; es decir, entre abril y septiembre en Colombia y entre noviembre y marzo en Brasil. El intercambio de líneas segregantes y avanzadas entre los programas colaboradores permitiría, entonces, reducir a la mitad el tiempo requerido para mejorar nuevos materiales. La investigación en mejoramiento genético por mutación realizada en el CIAT ya ha indicado que se pueden producir líneas enanas en la generación M1 a partir de materiales de porte alto, con algunas características de adaptación para los factores limitantes edáficos y climáticos de este sector. La selección en generaciones tempranas también continuará en Guatemala, Costa Rica y Panamá en colaboración con las instituciones nacionales.

Arroz seco no favorecido. La sequía severa, en combinación con los problemas de la acidez del suelo, no es un problema encontrado en Colombia y el CIAT no tiene la ventaja comparativa para participar directamente en el desarrollo de este sistema. El programa nacional de Brasil continuará dirigiendo recursos considerables a la resolución de este difícil problema. El CIAT colaborará con el programa de Brasil por medio del suministro de materiales con resistencia horizontal a piricularia y versiones mutantes enanas de materiales tolerantes a la acidez y a la sequía. Lógicamente cualquier avance logrado para las áreas más favorecidas tendrá alguna aplicación en el sistema menos favorecido.

Arroz seco de tierras bajas. El control de las aguas, el factor limitante de la producción en este sistema, se debe mejorar localmente a nivel regional, comunal o de finca. La contribución potencial que puede hacer la ingeniería civil es mucho mayor que la contribución que puede hacer la investigación en otros componentes del sistema. A medida que se mejore el control de las aguas en este sistema, se podrá hacer un mejor uso de la tecnología existente en el sector riego. La participación del CIAT continuará por medio del suministro de germoplasma mejorado.

Arroz riego. Este sistema continuará recibiendo la mayor atención. Se espera que la resistencia estable a piricularia aumente los rendimientos regionales en 0.5 ton/ha y se espera una ganancia similar con tipos de planta de porte bajo con una mejor resistencia al volcamiento. La introducción y evaluación de tipos enanos coreanos (tipo Japonica) a Chile podría ejercer un efecto marcado en la producción de ese país. Mediante la ubicación de un científico en un país del cono sur como se tiene proyectado, el CIAT podrá contribuir de mejor manera al desarrollo de variedades enanas tolerantes al frío para esos ambientes.

Investigación en un nuevo sistema de producción. Las extensas sabanas (Llanos) de Colombia, Venezuela y otras partes reciben una alta precipitación, pero sus suelos son extremadamente ácidos e infértiles. El Programa de Pastos Tropicales del CIAT está desarrollando componentes forrajeros para un sistema estable de producción ganadera en esta extensa área de tierras subutilizadas. Aunque en estas tierras no se produce arroz, hay una clara necesidad de incorporar un componente cultivable en el sistema forrajero para facilitar la preparación de tierras para el establecimiento de los pastos. Al igual que en Brasil, el arroz seco podría constituirse en un cultivo pionero para permitir un desarrollo económicamente viable del área de los Llanos. El desarrollo de un sistema de arroz seco con el mínimo de insumos, alrededor de cultivares tolerantes a la acidez del suelo y a piricularia y utilizando técnicas de labranza mínima, es una posibilidad investigable. Con esta mira, se evaluarán materiales enanos mutantes de ecotipos de seco y materiales de porte alto que son tolerantes a la toxicidad del aluminio; se medirá su rendimiento potencial, con el objetivo de obtener un rendimiento del orden de 2.0 a 2.5 ton/ha. En la estación de Carimagua se harán evaluaciones agronómicas de técnicas de labranza, incluyendo la siembra de cespedones. Se hará énfasis en la integración de esta investigación con el programa de investigación que se adelanta actualmente en pastos.

Logros del Programa. El factor más importante que ha permitido que la investigación haga un impacto rápido no solamente en Colombia ha sido la excelente base de colaboración que ha existido desde un comienzo entre el Programa de Arroz del CIAT y el ICA en Colombia. Adicionalmente, la solidez del IRR1 ha proporcionado un componente muy importante que ha contribuido al éxito logrado. En el programa cooperativo con el CIAT, el ICA ha entregado a los agricultores siete variedades enanas con alto potencial de rendimiento. Todas estas variedades se cultivan actualmente a nivel internacional. Algunas líneas genéticas del CIAT han permitido que los programas nacionales de la región le hayan entregado a los agricultores otras 25 a 30 variedades enanas. Estas variedades, consideradas conjuntamente, se cultivan actualmente en 1.5 millones de hectáreas anuales en los sectores de riego, seco muy favorecido y seco moderadamente favorecido. La introducción de estas nuevas variedades junto con prácticas culturales mejoradas se asocian con un aumento adicional en el rendimiento de 1.0 a 2.0 ton/ha.

El aumento en la producción en países con estos sistemas de producción ha igualado o excedido al crecimiento de la población y casi todos los países han alcanzado una autosuficiencia efectiva. El consumo de arroz continuó aumentando como resultado de su menor precio en relación con otros alimentos alternativos. Un análisis detallado¹ del impacto de la nueva tecnología de arroz en Colombia ha indicado que los beneficios económicos obtenidos del considerable aumento en producción han sido captadas, en su mayor parte, por los consumidores de bajos ingresos.

¹ Scobie, G.M. y R. Posada (1977). El impacto de las variedades de arroz con alto rendimiento en América Latina, con énfasis especial en Colombia. CIAT serie JE-01. Abril, 1977.

El CIAT le ha proporcionado adiestramiento profesional en agronomía de producción, fitomejoramiento y fitopatología a un total de 211 investigadores arroceros de 23 países en la región. En consecuencia existe una efectiva red regional de colaboradores para garantizar el intercambio y la evaluación continuada de tecnología e información. El Programa de Arroz hace énfasis en actividades regionales, incluyendo los viveros del IRTP, los viajes de supervisión, los cursos de producción en los países y las conferencias bianuales de investigadores de arroz en el CIAT.

La investigación en la próxima década debe conducir a un aumento marcado en la productividad de arroz en la región, particularmente en aquellos sistemas en el extremo más favorecido del espectro.

Proyecciones sobre Necesidades de Científicos para la Década de los 80. El Programa de Arroz proyecta tener un equipo básico de investigación formado por seis científicos como el adecuado para orientar su trabajo hacia los factores limitantes de la producción en los sistemas de arroz riego y demás sistemas alternativos. Estos problemas de investigación no son del todo mutuamente excluyentes. Algunas de las tecnologías resultantes de la investigación en un sistema serán útiles en otros. La atención fijada en los sistemas más favorecidos generará resultados útiles para los sistemas de producción más difíciles, es decir, para los sistemas de arroz secano de subsistencia, arroz secano no favorecido y arroz secano de tierras bajas. Sin embargo, es difícil predecir el grado de contribución que haga la investigación a estos últimos sistemas. El Programa de Arroz estará alerta a los descubrimientos investigativos que tengan aplicabilidad directa en aquellos sistemas. A continuación se presentan los seis científicos que constituyen el equipo.

Fitomejorador para arroz riego. Teniendo su base en el CIAT, este fitomejorador continuará adelantando investigación en resistencia al volcamiento en variedades enanas, desarrollo de materiales de madurez temprana para áreas con poca disponibilidad de agua, resistencia estable a piricularia y mejor calidad del grano para satisfacer las demandas del mercado. La investigación continuará en la evaluación del mantenimiento de la resistencia a *Sogatodes* para asegurar que la plaga no se vuelva a convertir en un factor económicamente importante. Como la localidad del CIAT no es ideal para la evaluación de estos factores limitantes, la selección se intensificará en las estaciones experimentales del ICA y en otras áreas de Colombia. En el CIAT continuarán los cruzamientos, la evaluación preliminar del rendimiento, la evaluación por *Sogatodes* y otras actividades de investigación de apoyo.

Fitomejorador para arroz secano. El científico asignado a esta posición en 1981 desarrollará un programa de mejoramiento genético el cual se concentrará en el desarrollo varietal para los sistemas de secano favorecido a moderadamente favorecido. Se hará énfasis en la resistencia estable a piricularia y tolerancia a los suelos ácidos (toxicidad de aluminio y deficiencia de fósforo). La calidad del grano y la resistencia a *Sogatodes* serán características que también recibirán la misma atención que en el programa de mejoramiento genético de arroz riego. El trabajo incluirá investigación en materiales de porte bajo, intermedio y alto. En La Libertad, en Colombia, y posiblemente en Brasil, en colaboración con EMBRAPA, se adelantarán actividades de selección y evaluación del rendimiento en generaciones tempranas.

Agrónomo. La investigación agronómica continuará tanto en sistemas de riego como de secano. El desplazamiento de la producción de las áreas de riego a los suelos más marginales indican la necesidad de evaluar e investigar aquellos problemas generales de aplicabilidad del arroz secano a medida que éstos se pongan de manifiesto durante la década. Esta investigación incluiría la evaluación de las prácticas agronómicas necesarias para el nuevo germoplasma que podría hacerse con un nuevo tipo de planta distinto al de los ecotipos que actualmente se utilizan.

Fisiólogo/agrónomo de arroz seco. La investigación del sistema de arroz seco está relacionada con muchos factores limitantes de la producción que no se encuentran en el sistema de arroz riego. Se estructurará un esfuerzo investigativo especial en métodos de selección para la evaluación de tolerancias a la sequía y a la acidez del suelo. El fisiólogo/agrónomo podría también asumir la responsabilidad en el desarrollo de un sistema de producción de bajo costo para el arroz seco en los suelos infértiles de sabana. La posición para el fisiólogo/agrónomo está proyectada para 1983.

Fitopatólogo. La sección de fitopatología continuará concentrándose en piricularia, específicamente en métodos para detectar y evaluar la resistencia horizontal en distintas etapas del crecimiento y el método para incluir los niveles requeridos de presión de la enfermedad en poblaciones y líneas. La investigación de observación y seguimiento de las enfermedades menores continuará para evitar situaciones que pudieran elevarlas al nivel de factores limitantes económicos.

Economista. El economista ayudará a los otros científicos del equipo a buscar la mejor asignación de los recursos de investigación entre los diferentes sistemas de cultivo de arroz y evaluará el potencial de producción de arroz a nivel de los países en América Latina tropical y del Caribe. Se realizarán encuestas en las principales áreas arroceras: área sembrada, rendimiento y producción por sistema de cultivo (riego, seco en tierras bajas, seco favorecido y seco no favorecido) estratificado según límites ambientales pertinentes. La función de un grupo de investigación agroecológica para todo el CIAT, propuesta para la década de los ochenta en este plan, será un componente importante para delimitar las áreas productoras de arroz existentes y potenciales y determinar los factores limitantes ambientales de esas áreas. El economista también evaluará el efecto de los aumentos en producción actuales y esperados en los precios y en las ganancias potenciales por los estratos de ingresos en las áreas urbanas y rurales. También evaluará las posibilidades de comercio internacional asociadas con un aumento en la producción de arroz en países seleccionados, teniendo en cuenta las condiciones de demanda interna y externa. La posición para el economista en arroz está proyectada para 1982.

Especialista del IRTP (Científico de enlace con el IRRI). Este científico desempeña una función primordial en el equipo de arroz. Sus deberes incluyen la recepción, selección, distribución, evaluación e información de diversidad de viveros de germoplasma del IRRI. A todos los países en desarrollo del hemisferio occidental se despachan viveros con propósitos distintos. Con la asistencia de este científico también se distribuyen y evalúan viveros especiales que incluyen líneas genéticas élite del CIAT. La posición exige gran cantidad de viajes internacionales para promover el uso a nivel nacional de materiales promisorios, ya sea como progenitores de cruza-mientos o como variedades comerciales. El volumen creciente de viveros y locales, junto con la expansión del CIAT hacia la investigación en sistemas de seco, hace dudar que un solo científico en investigación pueda continuar manejando esta responsabilidad. Como todas las actividades del IRTP en la región son financiadas por el IRRI, en un futuro cercano se harán consultas con esta organización para discutir sobre la expansión futura del programa.

Cooperación Regional. Las actividades internacionales en arroz han sido manejadas en gran medida por medio del científico del IRTP, los viajes internacionales de todos los científicos del programa y un fuerte compromiso en el adiestramiento de investigadores de programas nacionales en el CIAT. Esta estrategia fue razonablemente satisfactoria mientras que el programa se concentró en arroz riego, puesto que dicha tecnología es, en gran medida, adoptada rápidamente y la necesidad de personal en servicio fuera del CIAT no ha sido crítica.

Sin embargo, es evidente que hay algunos puntos débiles. Los rendimientos nacionales en el sistema de arroz riego disminuyen entre más distante se encuentre el país de Colombia. Las razones parecen ser una mezcla de deficiencias tecnológicas en combinación con un apoyo inadecuado para los agricultores (crédito, semilla, asistencia técnica, mercadeo, etc.). La expansión programada hacia el arroz de secano pronto creará una nueva demanda por servicios del CIAT. Finalmente, algunos países, como por ejemplo los del conor sur, no han adoptado la tecnología de las variedades de alto rendimiento por varias razones, incluyendo los factores limitantes específicos que no son investigables en el CIAT. Por estas razones, se ha considerado pertinente desarrollar algunas actividades con personal con sede fuera del CIAT. CIAT proyecta ubicar un científico de cooperación regional con sede fuera del CIAT en un país andino del sur, con responsabilidades en la coordinación de la investigación colaborativa con el CIAT. Esta posición está proyectada para 1984.

6 Investigación en Recursos de Tierra

La abundancia de recursos de tierra subutilizados en los trópicos de América Latina parece en principio, inconsistente con la existencia de un amplio sector de agricultores pequeños y minifundistas. En la mayoría de los países, la coexistencia de una agricultura intensiva (pequeña y grande) y de áreas subutilizadas considerables se explica por medio de una combinación de dos factores: (a) la fragilidad o el nivel bajo de suelos en la frontera agrícola y (b) el bajo nivel de desarrollo de la infraestructura de estas áreas. En ausencia de subsidios, la producción de cultivos no resulta rentable con la tecnología disponible actualmente. Esto se debe a que la productividad es baja debido a las condiciones de baja fertilidad y la aplicación de enmiendas al suelo no es rentable debido a los altos costos de los insumos y del transporte.

América tropical y subtropical tienen casi mil millones de hectáreas de sabanas subutilizadas y bosques, el 65% de las cuales corresponden a suelos ácidos e infértiles (i.e., Oxisoles y Ultisoles). Estas áreas tienen un gran potencial agrícola puesto que reciben abundante radiación solar, precipitación adecuada y regímenes de temperatura favorables para ciclos de cultivo prolongados. Por lo general, la topografía y las características físicas de los suelos también son favorables.

Por intermedio de su División de Recursos de Tierra, el CIAT reconoce claramente esta característica distintiva y promisoría de América tropical. Se busca contribuir a la ampliación de la base de recursos agrícolas de América Latina por medio de un enfoque de bajo costo y bajos insumos basado en la selección de especies más adaptadas a esas condiciones edáficas, con el fin de contribuir al desarrollo de sistemas ecológicamente viables, estables y productivos para estas áreas. Los principales esfuerzos del CIAT dentro de este contexto radican en los pastos tropicales, el arroz seco y la yuca. Las estrategias y proyecciones de investigación del arroz seco y la yuca ya se presentaron en detalle en el capítulo anterior. En este capítulo sobre la investigación de recursos de tierra, se presentan las estrategias y proyecciones del Programa de Pastos Tropicales. Después se presenta una breve discusión sobre el futuro compromiso del CIAT de hospedar esfuerzos investigativos de otras instituciones internacionales en otros cultivos de importancia potencial para los suelos ácidos e infértiles de la frontera agrícola, tales como el sorgo y la soya, dos cultivos identificados en el Capítulo 1 como especies que adquieren cada vez mayor importancia económica en la región. A continuación se describe brevemente el tipo de colaboración con otras instituciones internacionales, sobre otros componentes de sistemas importantes para las áreas de frontera agrícola, tales como las rocas fosfatadas y el manejo de los suelos. Finalmente, se presentan las funciones, las estrategias y las proyecciones de la Unidad de Análisis de Agroecosistemas.

Pastos Tropicales: Estrategias y Proyecciones del Programa

La población de ganado de América tropical se estima en aproximadamente 190 millones de cabezas o alrededor del 20% del total mundial. El consumo de carne per capita en América Latina tropical (16 kg/año) es significativamente mayor que en África y Asia y aproximadamente 2/3 del consumo en Europa.

Durante las últimas dos décadas se han registrado aumentos consistentes en la producción de la mayoría de los países de la región. Sin embargo, el crecimiento de la producción, con algunas

pocas excepciones, se ha rezagado al crecimiento en la demanda.¹ Como resultado, durante este período, los precios de la carne aumentaron en términos reales en la mayoría de los países. Estos aumentos en el precio tienen serias implicaciones en la distribución de los ingresos, puesto que la proporción del ingreso familiar gastado en carne es extremadamente alto entre los consumidores urbanos de bajos ingresos. Un estudio realizado por el CIAT² utilizando datos de encuestas de presupuesto familiar de 12 ciudades latinoamericanas³ mostró que el grupo (cuartil) de ingresos más bajo en estos centros urbanos gastó un promedio de 6 al 18% de su ingreso familiar en carne, lo cual representa entre un 10 y un 26% de los gastos totales en alimentos. Una situación similar ocurre en el caso de la leche y los productos lácteos: las familias de bajos ingresos gastan en productos lácteos, entre un 4 y un 12% de su ingreso o entre un 7 y un 19% de su presupuesto en alimentos. Se espera que estos últimos porcentajes sean aún mayores en las áreas rurales.

Las elasticidades-ingreso extremadamente altas que se calcularon en los cuartiles de bajos ingresos en las 12 ciudades (entre 0.8 y 1.3 para la carne y entre 0.8 y 1.6 para la leche) son una clara indicación de la fuerte preferencia por estos productos en el sector urbano pobre. Por consiguiente la carne y la leche se deben considerar como alimentos básicos y como bien-salario en América Latina tropical. Además, a medida que el ingreso aumenta en la región, se espera que la demanda por carne y leche continúe aumentando más rápidamente que la producción, lo cual resultaría en mayores aumentos en los precios, con un efecto negativo tanto en la dieta como en los ingresos del sector de menores recursos.

Dichas tendencias se pueden contrabalancear si se desarrolla la tecnología apropiada para la producción ganadera en las extensas áreas de tierras subutilizadas que existen en la región. En efecto, estas áreas pueden contribuir a resolver el problema alimenticio de dos maneras: (a) aumentando la producción de carne de res (y eventualmente leche) en la región y (b) liberando tierras más fértiles para la producción de cultivos. La producción de cultivos, que demanda una mayor fertilidad de los suelos y más infraestructura social que los pastos, podría entonces expandirse en las áreas más desarrolladas con suelos más fértiles y con menor competencia de la ganadería. Al mismo tiempo, la producción de ganado podría expandirse en áreas con bajo (cero) costo de oportunidad, permitiendo de esta manera acumular beneficios netos considerables para la sociedad. Sin embargo, la mayoría de los suelos en estas áreas son muy ácidos e infértiles. En lugar de atacar este problema mediante la corrección de las deficiencias en el suelo con grandes cantidades de fertilizantes, el CIAT ha adoptado un enfoque de bajo costo y bajo nivel de insumos, basado en la selección de especies de gramíneas y leguminosas adaptadas a estas condiciones edáficas.

El potencial de estas áreas para la producción de ganado es muy alto. La carga animal promedio de 0.12 animales/ha en las sabanas ácidas se puede aumentar potencialmente en más de 10 veces. Adicionalmente, la producción de carne por animal/año podría llegar a ser más del doble. Estas áreas también podrían contribuir significativamente a una mayor producción de leche. La concepción común que se tiene de las fincas lecheras como operaciones altamente especializadas, no es muy válida en América Latina tropical. Una gran proporción de la leche y los productos lácteos consumidos en la región proviene de las operaciones de ordeño de hatos de ganado de carne (generalmente cruces de razas nativas como el ganado "criollo" y Cebú) de tamaño pequeño y mediano. Este tipo de sistema de producción de doble propósito no solamente se encuentra en las áreas densamente pobladas con suelos fértiles, sino que también se encuentra con frecuencia en áreas de frontera agrícola con suelos ácidos e infértiles.

¹ CIAT, Latin America: Trend Highlights of CIAT Commodities, Internal Document Econ. 1.5, April 1980.

² Rubinstein y Nores, "Beef Expenditures by Income State in Twelve Cities of Latin America", CIAT, Documento interno, Mimeo, Junio 1979.

³ Encuesta realizada por ECIEL, Brookings Institution, y por FIPE, Universidad de São Paulo, período 1968-1972.

Los objetivos globales del CIAT con relación al área de interés del Programa de Pastos Tropicales son los siguientes:

- a. Contribuir a una expansión económica y ecológicamente viable de la frontera agrícola de América tropical.
- b. Aumentar la producción y productividad de carne y leche.
- c. Liberar tierras más fértiles en áreas con mejor infraestructura para la expansión de la producción de cultivos.

Estos tres objetivos se lograrán mediante el desarrollo, en colaboración con los programas nacionales, de tecnología de producción animal apropiada, con base en pasturas para las regiones de suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical.

El resultado esperado de las actividades del programa es el desarrollo de sistemas de producción de pastos que proporcionen el forraje adecuado durante todo el año, tanto en cantidad como en calidad, y complementando estos sistemas con prácticas efectivas de manejo y salud animal. Las instituciones nacionales de investigación y extensión son tanto colaboradoras como clientes: los productores de ganado de carne (y de doble propósito) se consideran como los usuarios de la tecnología, en tanto que los productores y los consumidores se consideran como los principales beneficiarios, puesto que el objetivo final es aumentar la producción y, por consiguiente, disminuir los precios relativos de la carne y de la leche en la región.

Historia del Programa. El actual Programa de Pastos Tropicales ha evolucionado desde una amplia base inicial de disciplinas relacionadas con producción animal, pasando por tres etapas progresivas.

Durante la etapa inicial de formación (1969-1974), el entonces llamado Programa de Producción de Ganado de Carne hacía énfasis en la identificación de problemas y soluciones potenciales en las áreas de salud animal, manejo animal y sistemas de producción ganadera en general. Durante este período, una proporción relativamente pequeña de los recursos del programa se dedicaba a los pastos y forrajes y la mayor parte de la investigación de campo se realizaba en Colombia. Con base en la información colectada durante este período inicial, se hizo evidente que la baja productividad ganadera en América Latina tropical se debía principalmente a deficiencias en la nutrición y a las enfermedades relacionadas con la nutrición. La falta de forraje de buena calidad durante todo el año se identificó como el factor limitante más generalizado y crítico para aumentar la producción.

De esta manera, se establecieron las bases para concentrar el enfoque del programa, que adoptó el nombre de Programa de Producción de Ganado de Carne. Durante el período de 1975-1977, el programa se concentró cada vez más en las sabanas de suelos ácidos e infértiles existentes en América Latina. De esta manera, el programa amplió el alcance geográfico de sus actividades hacia otros países simultáneamente con la concentración de su enfoque en la investigación en pastos con el objetivo de superar los principales factores limitantes de la producción en el ecosistema de sabanas.

Los experimentos de pastoreo realizados en los Llanos Orientales de Colombia evidenciaron el potencial limitado de las sabanas nativas. Se determinó que la baja productividad y calidad de la mayor parte de las especies nativas, junto con el bajo nivel de fertilidad de los suelos y la fluctuación estacional del estrés por la sequía, eran los factores limitantes más serios, que resultaban en

una baja producción y una alta incidencia de subnutrición y consecuentemente, alta susceptibilidad a enfermedades. Se encontró que la productividad global tanto por unidad de área como por unidad animal era extremadamente baja.

Mediante una suplementación mineral apropiada se obtuvieron mejoras sorprendentes en el comportamiento de los hatos en sabanas nativas. El uso de gramíneas exóticas bien adaptadas como el caso de *Brachiaria decumbens*, resultó en aumentos marcados en la capacidad de carga y en la producción por unidad de área. Sin embargo, la producción por animal continuó siendo baja, especialmente en términos del comportamiento reproductivo de los hatos de cría. La suplementación protéica fue exitosa pero no económicamente viable.

Los resultados experimentales preliminares obtenidos durante este período con praderas de gramíneas/leguminosas indicaron claramente que éstas podrían proporcionar la solución al problema y que serían económicamente atractivas si se pudieran encontrar asociaciones persistentes que requieran un nivel de insumos bajo. Por consiguiente, hacia 1978 el programa consolidó su enfoque hacia estas metas. Se reorientó su organización y estructura investigativa para obtener asociaciones de gramíneas/leguminosas de bajo costo para las sabanas de suelos ácidos. Para reflejar este nuevo enfoque, a mediados de 1979 el programa recibió el nuevo nombre de Programa de Pastos Tropicales.

Area de Interés. En 1978 se inició un estudio de las regiones de suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical, con el fin de clasificar los recursos de tierra en términos de clima, paisaje y suelos y proporcionar una perspectiva económica geográficamente orientada del área de interés del programa, la cual sirviera de base para su estrategia de investigación. Un análisis de los datos del estudio condujo en 1979 a la subdivisión del área en cinco zonas agroecológicas principales. Se demostró que la evapotranspiración potencial total durante la estación lluviosa (TWPE), una medida de la energía disponible para el crecimiento de las plantas durante la estación lluviosa, proporcionaba una medida cuantitativa que permitía explicar la distribución de la vegetación nativa. En la Figura 6.1 se presentan los cinco ecosistemas principales a saber:

Sabanas tropicales bien drenadas

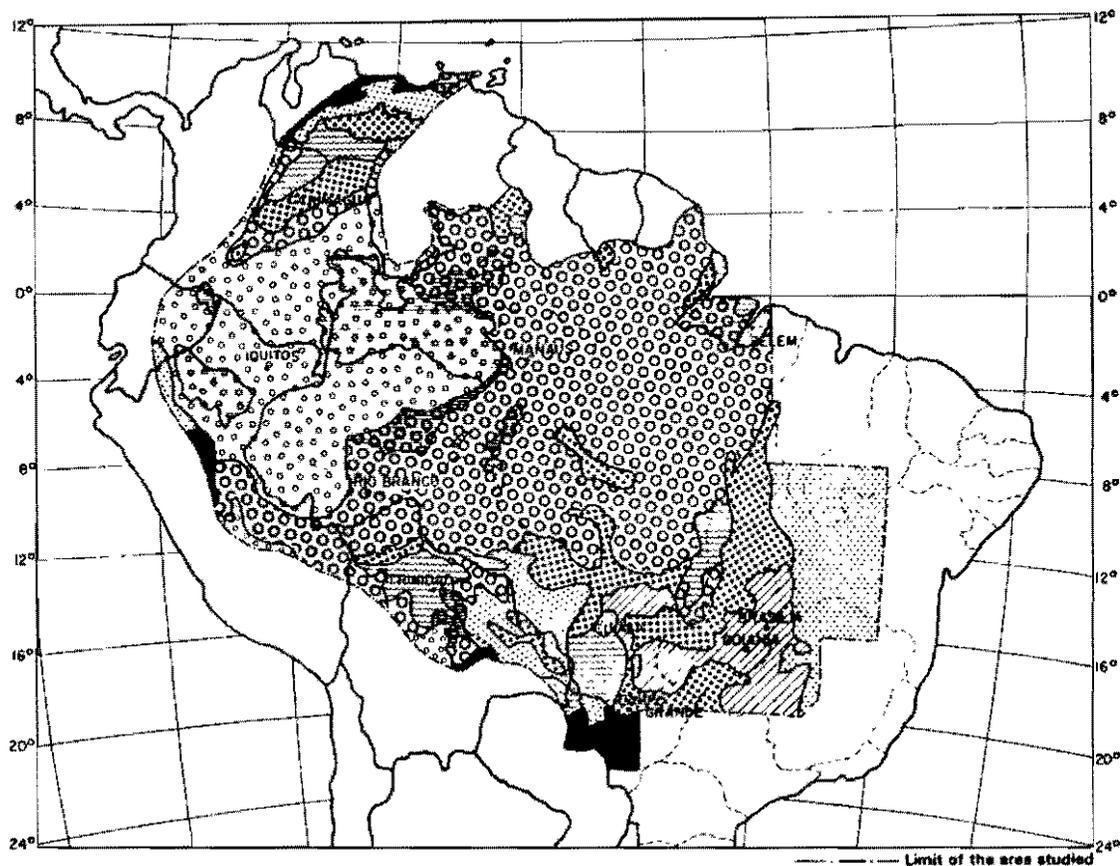
- Tipo "llanos". Este ecosistema está representado por las sabanas bien drenadas de Colombia, Venezuela, Guayana y Surinam y las sabanas de Roraima y Amapá en Brasil.
- Tipo "cerrados". El área principal está localizada en el Cerrado de Brasil y su extensión hacia Paraguay y Bolivia.

Sabanas tropicales mal drenadas. Las áreas representativas de este ecosistema incluyen las sabanas del Beni de Bolivia, el Pantanal en Brasil, la región del Casanare en Colombia, la región de Apure en Venezuela y las zonas de sabanas inundadas encontradas en las áreas de bosque.

Bosques tropicales.

- Bosques estacionales. Incluyen áreas extensas en las cuencas del Amazonas y del Orinoco en Brasil, Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam y en la costa atlántica de América Central.
- Bosques húmedos. Incluyen principalmente áreas en la cuenca superior del Amazonas en Ecuador, Colombia, Venezuela, el noreste de Perú y nororiente de Brasil.

Figura 6.1



ZONAS AGRO-ECOLÓGICAS DEL PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES
 (Croquis preliminar basado en un impreso de computador del estudio de evaluación del recurso tierra)

- | | |
|---|--|
| <p> SABANAS ISOHIPERTERMICAS BIEN DRENADAS. PRINCIPALMENTE "LLANOS". TWPE¹ 901-1060 mm; 6-8 meses de estación lluviosa. WSMT² > 23,5° C.</p> <p> SABANAS ISOTERMICAS BIEN DRENADAS. PRINCIPALMENTE "CERRADOS", TWPE 901-1060 mm; 6-8 meses de estación lluviosa.</p> <p> SABANAS MAL DRENADAS (encontradas en tierras bajas de Sur América Tropical, en circunstancias climáticas variables).</p> <p> BOSQUE ESTACIONAL SEMI-SIEMPRE VERDE
TWPE 1061-1300 mm; 8-9 meses de estación lluviosa, WSMT > 23,5° C.</p> <p> BOSQUE LLUVIOSO TROPICAL
TWPE > 1300 mm; 9 meses de estación lluviosa, WSMT > 23,5° C.</p> | <p> REGIONES FORESTALES MAL DRENADAS</p> <p> BOSQUES DECIDUOS, CAATINGA³ etc.</p> <p> OTROS³</p> <p>1 Evapotranspiración potencial total durante la época húmeda, (TWPE, Total wet season potential evapotranspiration).</p> <p>2 Temperatura media de la época húmeda (WSMT; wet season mean temperatures).</p> <p>3 No incluidos en el área de actuación del Programa de Pastos Tropicales.</p> |
|---|--|

La subdivisión del área de interés del programa ayuda a comprender la respuesta diferencial del germoplasma de un ecosistema a otro. Aunque los resultados preliminares de los ensayos regionales indican, en general que existe una amplia adaptabilidad de la mayor parte del germoplasma promisorio, en muchos casos aún se observa una respuesta diferencial a los distintos ecosistemas. Estas respuestas diferenciales se deben parcialmente a diferencias en las condiciones edáficas y principalmente climáticas; en el caso de las leguminosas, se debe en gran parte a una fuerte interacción ambiental en términos de la tolerancia/resistencia a enfermedades y plagas. Es entonces evidente que el germoplasma se debe probar en cada uno de los cinco ecosistemas de sabanas bien drenadas a través de la investigación realizada en colaboración con el ICA en Carimagua en los Llanos Orientales de Colombia y con EMBRAPA en el Centro del Cerrado cerca de Brasilia, en donde se ubicaron tres científicos con sede fuera del CIAT en 1978. Durante 1979-1980 se establecieron ensayos regionales en localidades seleccionadas en los tres ecosistemas, con el fin de hacer una evaluación preliminar del grado de adaptación de un gran número de especies a estos ambientes diferentes. Sin embargo, aún falta por comenzar en estos tres ecosistemas esfuerzos investigativos de mayor envergadura.

Avances en la Investigación. El programa tiene una hoja amplia de avances investigativos que han resultado en diversos logros. Los principales logros obtenidos para las sabanas tropicales bien drenadas, del tipo "llanos" en particular, se resumen a continuación:

- a. La identificación de los principales factores limitantes de la producción de ganado en los ecosistemas de sabana, por medio de los estudios de fincas en el área de interés y la caracterización detallada de los sistemas de producción ganadera en Colombia, Venezuela y Brasil, esto último a través de un proyecto parcialmente financiado por la GTZ.
- b. La identificación de varios géneros y especies con buena adaptación a las condiciones de uno o más de los ecosistemas, tales como *Andropogon gayanus*, *Brachiaria* spp., *Stylosanthes* spp., *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *Zornia* spp. y *Centrosema* spp.
- c. La determinación de los requerimiento nutricionales de las accesiones más promisorias para las sabanas bien drenadas.
- d. El desarrollo de métodos simples de establecimiento de pastos, de bajo costo y adaptados a las condiciones de sabana.
- e. La definición de la productividad potencial de un gran número de praderas alternativas para el ecosistema de los llanos, comenzando por la evaluación de praderas nativas y, posteriormente, de praderas de gramíneas puras y culminando con las evaluaciones actuales de numerosas asociaciones de gramíneas/leguminosas. Varias asociaciones de gramíneas/leguminosas, han producido en experimentos controlados de pastoreo con bajos insumos, ganancias anuales de peso vivo por animal alrededor de 200 kg, con una productividad de más de 300 kg/ha.
- f. La identificación y evaluación epidemiológica de las principales enfermedades endémicas del ganado en el área y de su importancia relativa actual.
- g. La determinación ex-ante de la rentabilidad esperada de varios sistemas de pasturas.
- h. Adiestramiento a nivel de posgrado de 305 profesionales provenientes de instituciones colaboradoras de 22 países de la región.

- i. La evaluación y lanzamiento en Colombia y Brasil de un nuevo cultivar de gramínea originario de *Andropogon gayanus* CIAT 621 y el despacho de una gran cantidad de semilla básica a cada país. + EVALUACION Y LANZAMIENTO DE CAPICA (VALEDAO MULTIPLE DE SECTORES DE COL. OSANTAF) CAPITATA = 1215, 1218, 1242, 1693 y 1728) = CULTIVAR DE LEGUMINOSA.

Otros logros de aplicación más general a todos los ecosistemas incluyen:

- j. El inventario computadorizado de recursos de tierra en el área de interés, junto con la caracterización edáfica, topográfica y climática de la región organizada de una manera sistemática y fácilmente recuperable.
- k. El desarrollo de un banco de germoplasma, formado actualmente por aproximadamente 7200 accesiones, incluyendo una alta proporción de material colectado en áreas de suelos ácidos. Este banco de germoplasma está complementado por una colección paralela de cepas de *Rhizobium* provenientes de las mismas áreas.
- l. El desarrollo de técnicas de selección rápida para determinar la tolerancia de las plantas y de los rizobios a la acidez del suelo.
- m. La elaboración de un inventario de los insectos y enfermedades de los pastos, clasificado por especies forrajeras y por ecosistema, con una evaluación de la importancia relativa que tiene actualmente cada especie de insecto o patógeno.
- n. El desarrollo inicial de una Red Colaborativa de Ensayos Regionales para la evaluación de germoplasma en términos de su adaptación, productividad y persistencia en el área de interés.

Factores Técnicos Limitantes. A pesar de estos avances significativos, es necesario superar algunos factores limitantes generales y otros específicos de cada región con el fin de lograr amplia adaptabilidad de los resultados en una área tan heterogénea.

Los ecosistemas de sabanas en el área de interés del programa se caracterizan por una vegetación nativa con un bajo valor nutricional, el principal factor limitante al aumento de la producción animal. El bajo valor alimenticio de los forrajes se debe a una combinación de factores: por una parte, las especies son de baja productividad y calidad primaria y, por la otra, los suelos son extremadamente ácidos y de baja fertilidad. El pH del suelo varía en la región entre 3.6 y 5.0. La saturación de aluminio es alta, con frecuencia alcanzando valores entre el 70 y el 90^o/. Los niveles de fósforo disponible son muy bajos, generalmente del orden de 3 ppm. En lugar de superar este factor limitante por medio de aplicaciones de altos niveles de cal y fertilizantes, el programa ha adoptado el enfoque de seleccionar especies adaptadas.

La falta de infraestructura es un factor limitante común, el cual varía en severidad y depende de la topografía y de la distancia al mercado. Las condiciones económicas (los precios de los insumos y de la producción a nivel de finca y el acceso a los mecanismos de crédito y extensión) varían de un país a otro y con la distancia al mercado. Las necesidades de maquinaria y el alto costo actual del establecimiento y mantenimiento de pastos, más los problemas de la erosión durante la fase del establecimiento, son factores limitantes severos para la adopción de nuevos sistemas de producción de pastos.

Como todos estos factores limitantes son relativamente comunes en los cinco ecosistemas, las soluciones técnicas a los factores limitantes nutricionales deben ser de bajo costo (bajos niveles de insumos) y aptas para una amplia gama de niveles de manejo. Las diferencias existentes entre sistemas de producción en un mismo ecosistema y entre ecosistemas, y la necesidad de desarrollar alternativas para programas de colonización son factores que indican que se requieren varios sistemas alternativos de pasturas. Esto permitirá que los ganaderos adopten aquellas soluciones que sean más adecuados para su situación particular en términos de los precios relativos insumo-producto y del acceso a los recursos, incluyendo el tipo de tierra.

Otros factores limitantes varían de una región a otra. La falta de agua es crítica en las sabanas del tipo "cerrado" pero su importancia es ligeramente menor en las sabanas del tipo "llanos", en tanto que el problema en las sabanas mal drenadas es el exceso de agua. Por consiguiente, la falta de un forraje de buena calidad es el principal factor limitante en las sabanas bien drenadas durante la estación seca, en tanto que en las sabanas mal drenadas la disponibilidad del forraje durante la estación lluviosa es el problema principal.

El éxito o el fracaso de especies adaptadas al ambiente físico en términos de su persistencia y productividad, con frecuencia depende de su reacción a enfermedades e insectos. La mayoría de los géneros de leguminosas forrajeras promisorias (por ejemplo, *Stylosanthes*, *Zornia*, *Centrosema* y *Aeschynomene*) son nativos de los trópicos de América Latina y presentan una amplia distribución natural. Por consiguiente las enfermedades y los insectos plaga que afectan a estas leguminosas forrajeras también se encuentran ampliamente distribuidas en el área de interés del programa. Con base en los estudios geográficos de la incidencia de enfermedades e insectos, y resultados preliminares de los ensayos regionales se ha determinado que, además de existir una distribución geográfica diferencial de varias de las enfermedades e insectos plaga más importantes, hay tolerancia diferencial a enfermedades y plagas dentro de cada especie. Estos resultados indican la necesidad de evaluar y seleccionar en diversas localidades una amplia gama de germoplasma de especies y géneros promisorios en los cuales se han identificado problemas patológicos e insectíles críticos. Igualmente indican la necesidad de introducir materiales exóticos. En consecuencia, es esencial tener un programa riguroso de selección por ecosistema con miras a superar la restricción forrajera.

Objetivos, Organización y Estrategia de Investigación del Programa. El objetivo principal del Programa de Pastos Tropicales es desarrollar tecnología de pastos de bajo costo para aumentar la producción de carne (y leche) en los suelos ácidos e infértiles de América tropical. La estrategia para lograr este objetivo esta integrada por los siguientes componentes:

- a. La selección de germoplasma de pastos adaptado a los factores limitantes ambientales (climáticos y edáficos) y biológicos (plagas y enfermedades).
- b. El desarrollo de praderas persistentes y productivas y de prácticas básicas para su utilización y manejo eficiente.
- c. El estudio de la función de las praderas mejoradas en los sistemas de producción y el desarrollo de componentes complementarios de sistemas de manejo y salud animal.

El equipo de investigación del Programa de Pastos Tropicales está formado por 20 científicos principales, la mayoría (15) con sede en el CIAT, en tanto que dos se encuentran localizados

en Carimagua y tres con sede fuera del CIAT en el CPAC¹, próximo a Brasilia, Brasil. Estos científicos interactúan en y entre tres grupos funcionales:

- Desarrollo (colección, selección y mejoramiento) y evaluación de germoplasma. Incluye agrónomos y fitomejoradores, que básicamente están involucrados en la colección y evaluación agronómica, y especialistas de apoyo en las áreas de microbiología de suelos, fitopatología y entomología (para un total de nueve científicos principales).
- Evaluación y desarrollo de pastos. Incluye agrónomos, nutricionistas de plantas y animales con actividades en pruebas regionales, fertilidad de suelos, establecimiento y mantenimiento de pastos, producción de semilla, evaluación y manejo de praderas mejoradas (seis científicos principales).
- Evaluación de pastos en sistemas de producción. Incluye especialistas en zootecnia, veterinaria y economía con actividades en evaluación de pastos en sistemas alternativos de producción ganadera y prácticas complementarias de salud y manejo animal (cuatro científicos principales).

Las actividades de estos tres grupos están enfocadas hacia el flujo dinámico de germoplasma a través de varias etapas de evaluación y hacia el desarrollo de tecnología apropiada de producción para los materiales más promisorios (Figura 6.2). La estrategia básica es la de explotar la variabilidad y adaptación natural de las especies a los distintos ecosistemas. Esta estrategia básica de investigación consta de una secuencia lógica de pasos de selección y evaluación de germoplasma orientados hacia el logro de los objetivos establecidos. Estos pasos, que hasta el momento solamente se han aplicado en los ecosistemas de sabanas bien drenadas, son los siguientes:

- a. La colección y estructuración de un banco de germoplasma y de *Rhizobium* con una amplia base pero específico por ecosistema. Se hace énfasis en leguminosas debido a su capacidad inherente para fijar nitrógeno y a su calidad nutricional, especialmente durante la estación seca.
- b. Un sistema de evaluación dinámico y extensivo mediante el cual las accesiones, con frecuencia de especies agronómicamente desconocidas, pasan por una serie progresiva de evaluaciones de sus características y comportamiento. Las características buscadas incluyen: tolerancia a la acidez extrema de los suelos, a la alta saturación de aluminio y al bajo nivel de bases intercambiables; adaptación al bajo nivel de fósforo en el suelo; potencial de fijación de nitrógeno en leguminosas; resistencia a enfermedades e insectos; tolerancia a la quema y a la sequía; vigor, productividad y buena distribución del rendimiento; producción de semilla; facilidad del establecimiento y de diseminación; ausencia de toxinas y estrógenos; y alta calidad del forraje.
- c. La determinación del mínimo de requerimientos nutricionales de cada especie y el desarrollo de métodos de bajo costo para el establecimiento y mantenimiento, como también la estrategia de manejo de pastoreo requerida para una mejor persistencia de los pastos y mejor productividad animal.
- d. La estimación para cada tipo de pasto (usualmente asociaciones de gramíneas/leguminosas) de un perfil de potencial de productividad animal por unidad de área y por

¹ CPAC. Centro de Pesquisas Agropecuarias de Cerrado, EMBRAPA.

ETAPAS DE LA INVESTIGACION EN EL PROGRAMA DE PASTOS TROPICALES POR ECOSISTEMAS

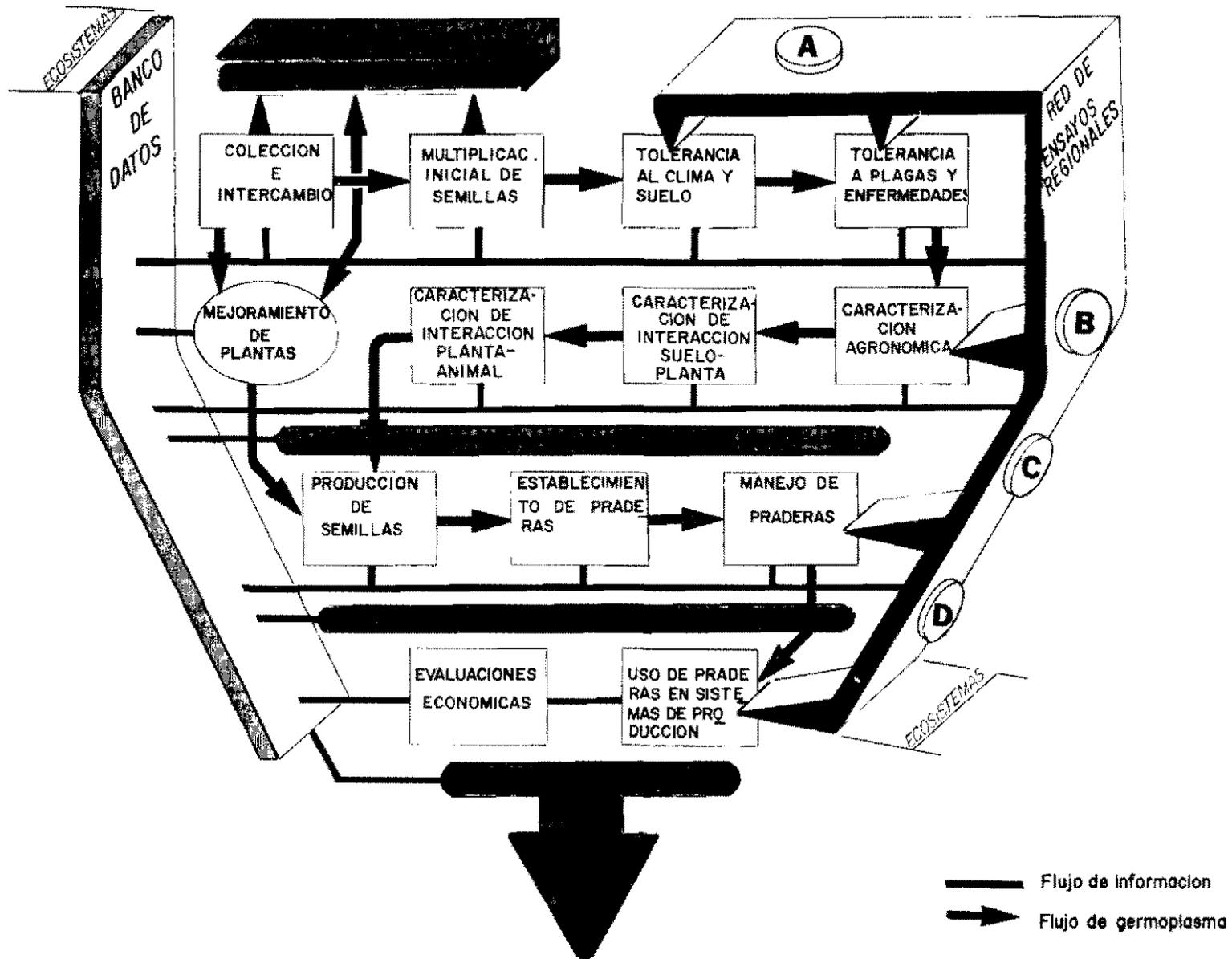


FIGURA 2.2

unidad animal, con las estimaciones correspondientes de relación beneficio/costo.

- e. La selección y formación de cultivares, sujetos a posible lanzamiento por los programas nacionales, la producción de semilla básica y el desarrollo de tecnologías de producción para asegurar la disponibilidad de semilla. Esto incluye la definición de sistemas de producción de semilla y preferencias ambientales para obtener rendimientos satisfactorios de semilla comercial.

En resumen, el énfasis inicial se hace en la colección, evaluación de patrones de crecimiento y reacción a las condiciones de los suelos ácidos e infértiles, seguida por la reacción a enfermedades e insectos de cada ecosistema y, finalmente, la exposición a la competencia y al pastoreo. A medida que va avanzando esta secuencia de evaluación va disminuyendo el número de accesiones involucradas; aunque son miles las accesiones que entran al proceso, sólo unas pocas califican al final como cultivares.

Como se ilustra en la Figura 6.3, las accesiones de germoplasma se clasifican en cinco categorías que corresponden a distintos niveles de evaluación y reflejan el grado de aceptación y productividad de las accesiones, a medida que éstas avanzan por la secuencia sistemática de selección y evaluación. Los resultados experimentales se utilizan periódicamente para promover a una categoría superior a aquellas accesiones que satisfagan los requerimientos deseados, siendo esta la base para la planeación de la siguiente fase de evaluación. El lugar relativo que ocupan las accesiones se efectúa separadamente para cada ecosistema. Los requerimientos para progresar a una categoría superior varían con la especie, dependiendo de las principales limitaciones de cada una. Es decir, el factor limitante de cada especie se utiliza como criterio de promoción; por ejemplo, en *Stylosanthes* spp., la resistencia a la antracnosis y al barrenador del tallo; en *Zornia* spp., la resistencia a *Sphaceloma* y la capacidad de producción de semilla; en *Desmodium ovalifolium*, el contenido de taninos y su palatabilidad; en *Centrosema* spp., su tolerancia a la acidez del suelo, al añublo bacteriano y a *Rhizoctonia*.

El banco de germoplasma (accesiones en la Categoría I) se mantiene en CIAT-Palmira en la forma de semilla y/o plantas individuales en materos y en CIAT-Quilichao en la forma de plantas espaciadas en el campo. Las actividades en estas localidades hacen énfasis en la identificación, el mantenimiento, la multiplicación y la caracterización inicial de los materiales.

Todas las accesiones de la Categoría I se evalúan por su adaptación a las condiciones edáficas en parcelas de introducción, tanto en Carimagua como en Brasilia. Las accesiones seleccionadas también se evalúan en ensayos regionales preliminares (Tipo A) en los diversos ecosistemas. Las accesiones en la Categoría II pasan por una evaluación agronómica tanto en Carimagua como en Brasilia y algunas de ellas también en localidades seleccionadas (Ensayo Regional Tipo B). La evaluación hace énfasis en la tolerancia a las condiciones de acidez del suelo y a enfermedades e insectos plaga específicos. Es decir, la selección es basada en caracteres que aseguren persistencia en praderas.

La estrategia básica es explotar la amplia variación existente en las especies y entre ellas, en vez de generar variabilidad adicional por medio del mejoramiento genético. En consecuencia, el mejoramiento genético sólo se utiliza como enfoque para resolver problemas específicos después de que la evaluación extensiva del germoplasma haya permitido identificar especies y ecotipos promisorios y de que se haya identificado una probabilidad razonable de incorporar la(s) característica(s) faltante(s) mediante la manipulación genética. En especies que están sujetas al mejoramiento genético, como por ejemplo *Stylosanthes* spp., *Centrosema* spp. y *Leucaena leucocephala*, las líneas genéticas individuales pueden ser nominadas a diferentes

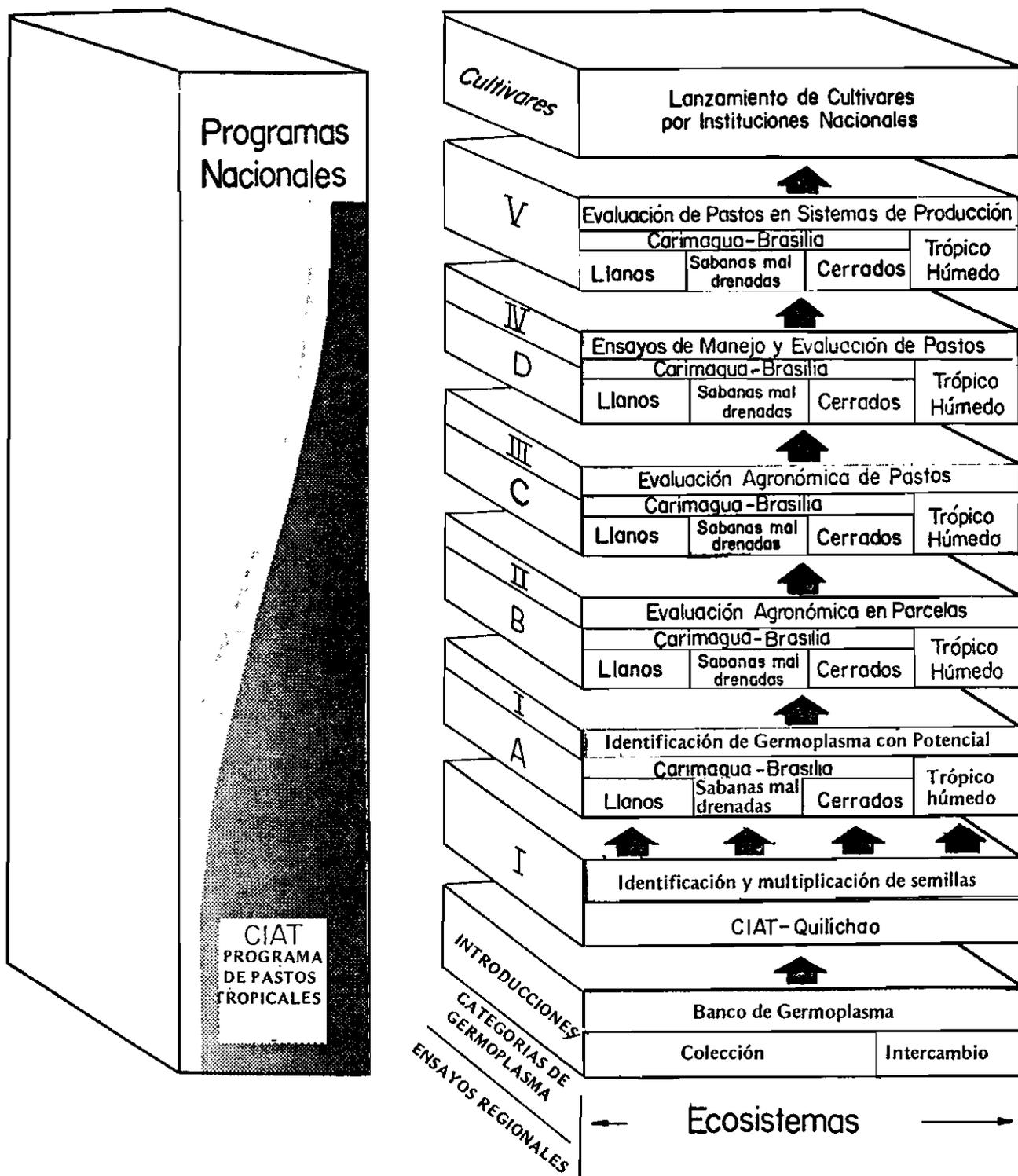


Figura 6.3

Secuencia de Evaluación del Germoplasma

categorías de excelencia pero sus poblaciones se manejan independientemente de las del banco de germoplasma.

Las accesiones de leguminosas seleccionadas que han sido avanzadas a la Categoría III se asocian con gramíneas y se someten a un pastoreo intensivo intermitente, para evaluar su persistencia, su capacidad competitiva y su productividad de materia seca. Estas evaluaciones se realizan tanto en Carimagua como en Brasília y también se adelantan en algunas localidades de los Ensayos Regionales C. Adicionalmente, algunas mezclas específicas de gramíneas/leguminosas se pastorean en diferente grado de intensidad y madurez para determinar la palatabilidad relativa de las especies asociadas. En la Categoría IV, el objetivo es evaluar la pradera en términos de la productividad animal potencial y determinar el manejo apropiado del pastoreo de esta pradera. Se hacen mediciones de la evolución y tendencia de la composición botánica de la pradera con el tiempo, de los rendimientos de las preferencias de los animales en pastoreo y del valor nutricional de las especies *in vitro* con el fin de explicar la productividad animal registrada (kg/ha/año y kg/animal/año). Finalmente, en la categoría V, el objetivo es completar un perfil de evaluación de la especie o variedad, para obtener paquetes tecnológicos sencillos como requerimientos básicos antes de que los programas nacionales lancen un cultivar y para definir la mejor utilización de la pradera en los diferentes sistemas de producción.

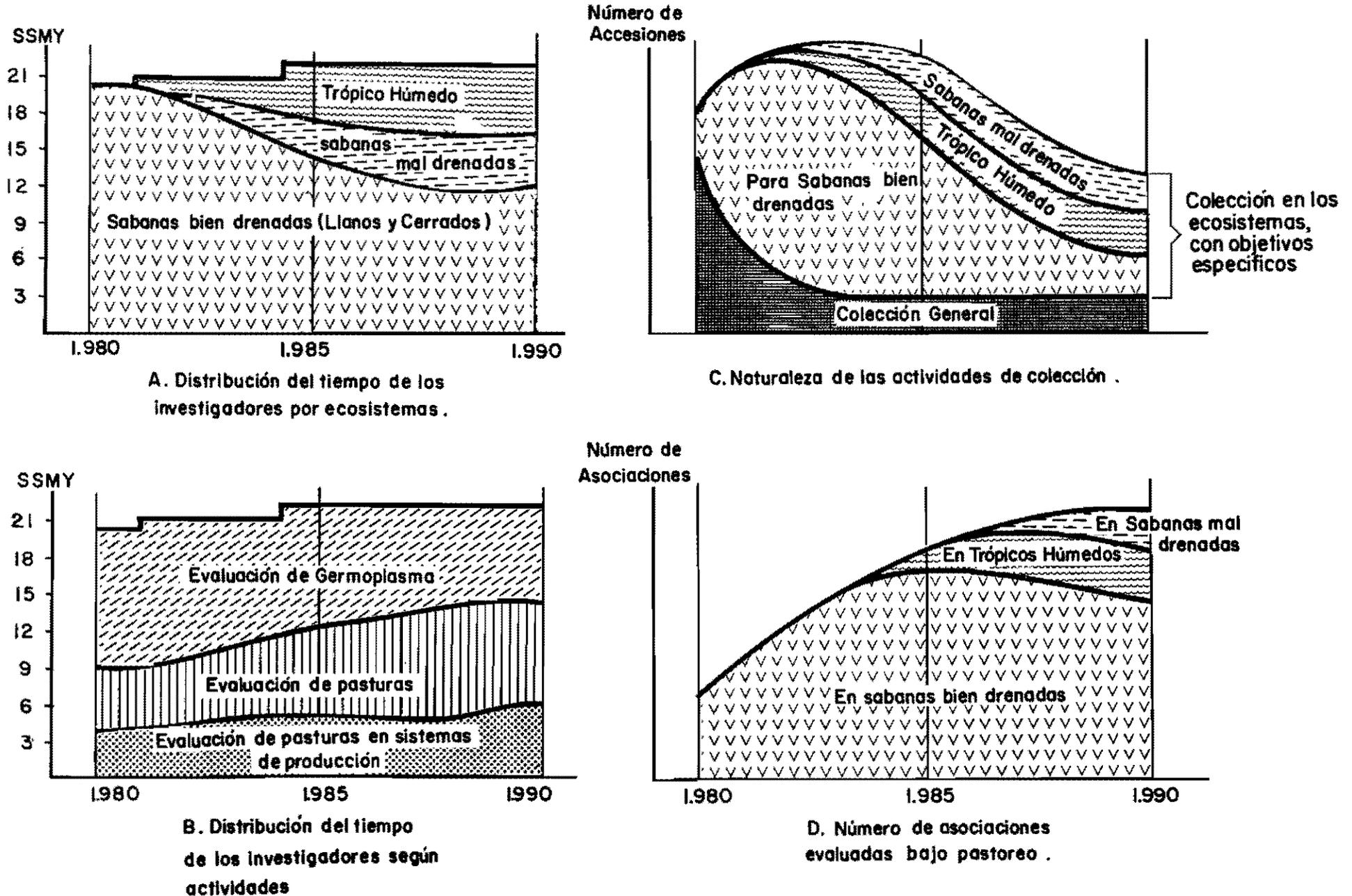
Proyecciones sobre los Desarrollos en la Década de los Ochenta. La proyección del desarrollo del programa durante la presente década se basa principalmente en el avance esperado en dos áreas:

- a. el progreso logrado por el programa en el área técnica hacia los objetivos establecidos, lo cual resultará en un mayor énfasis de las etapas avanzadas de evaluación de fosfatos, y en mayor proyección externa de las actividades; y
- b. un mejor conocimiento del área de interés y comportamiento del germoplasma, lo cual resulte en la organización sistemática de la estrategia de evaluación del germoplasma en cada ecosistema principal. Estos dos factores conducirán a cambios considerables en el énfasis en el programa global pero solamente resultará en cambios y adiciones menores en el personal científico principal. Los principales cambios se proyectan en la asignación relativa del tiempo del personal principal a las actividades y ecosistemas principales. Durante la primera mitad de la década, el énfasis se mantendrá en las actividades de investigación; en la segunda mitad, se planea un aumento gradual de las actividades de proyección externa, consumiendo una tercera parte del tiempo de los científicos en estas actividades. El énfasis de la investigación continuará en los ecosistemas de sabanas bien drenadas, pero a principios de la década se iniciarán nuevas actividades de investigación en las sabanas mal drenadas y en los trópicos húmedos (Figura 6.4 A).

Evolución del énfasis en el programa de investigación. La asignación del tiempo de los científicos al desarrollo y evaluación del germoplasma se mantendrá durante la primera mitad de la década, pero se espera que disminuya en la segunda mitad a medida que el germoplasma promisorio ascienda en categoría (Figura 6.4 B). Igualmente y consistentemente con el avance del germoplasma hacia categorías superiores, los científicos dedicarán más tiempo al desarrollo y a la evaluación de pastos tanto en sistemas experimentales controlados como en sistemas reales de producción.

Desarrollo y evaluación de germoplasma. La estrategia básica del programa continuará siendo la explotación de la variabilidad natural. Por consiguiente, la colección de germoplasma seguirá desempeñando una función crítica durante el período. Con el fin de aumentar la efectividad global,

Figura 6.4 Distribución del tiempo de los investigadores por ecosistemas (A); por actividad mayor (B); relativo énfasis del Programa en colección para diferentes ecosistemas (C); y número de asociaciones evaluadas bajo pastoreo (D).



del programa durante la primera mitad de la década se aumentará el énfasis en la colección, pero se espera que disminuya hacia finales de la década a medida que se identifiquen especies claves y que la colección del programa requiera volverse más específica para ecosistemas particulares con metas fijas (Figura 6.4 C). A medida que se identifiquen especies claves promisorias para cada ecosistema, la colección se enfocará hacia dichas especies particulares y hacia metas específicas, según el factor limitante de cada especie, como por ejemplo, tolerancia a la antracnosis en *Stylosanthes* spp., tolerancia a *Spacheloma* en *Zornia* spp.

Aunque la mayor parte de las actividades de colección se hará en las áreas de suelos ácidos e infértiles de América Latina tropical, se harán algunas colecciones específicas en el sureste de Asia, en áreas con suelos similares. Estas colecciones se concentrarán en géneros tales como *Desmodium* y *Pueraria*, los cuales han probado adaptarse a los suelos ácidos en general y a los trópicos húmedos en particular. En el caso de las gramíneas, se hará énfasis en la obtención de la mayor variabilidad posible por medio del intercambio de germoplasma de géneros tales como *Brachiaria*, *Panicum* y *Andropogon*, los cuales han mostrado adaptación general a las condiciones edáficas del área de interés.

Los agrónomos continuarán seleccionando especies promisorias en cada uno de los ecosistemas de sabanas bien drenadas. Cuando se identifiquen especies bien adaptadas, el énfasis se desplazará hacia la identificación de líneas con un comportamiento global superior. El fitopatólogo y el entomólogo prestarán asistencia en la identificación de accesiones más tolerantes/resistentes a las enfermedades y plagas que afectan económicamente a dichas especies.

Los avances genéticos en algunas especies claves no solamente se lograrán por medio de la introducción y la selección, sino también mediante el mejoramiento genético cuando éste sea necesario y justificable. Aunque el énfasis radica en la explotación de la variabilidad natural antes de emprender actividades de mejoramiento genético, se espera que aumente el énfasis relativo en este tipo de actividades, particularmente durante la segunda mitad de la década. Como evolución natural del proceso de selección en algunas especies claves, el mejoramiento genético se utilizará cuando algunas características deseables estén faltando y haya probabilidades razonables de incorporar dichas características mediante cruzamientos específicos.

A medida que se identifiquen líneas promisorias y que los cultivares se aproximen a su lanzamiento, será necesario: (a) proporcionar resúmenes documentados sobre el comportamiento experimental y la productividad potencial de estos nuevos cultivares, puesto que frecuentemente la especie puede ser totalmente desconocida; (b) colaborar con instituciones nacionales proporcionándoles recomendaciones prácticas sobre métodos de establecimiento de praderas, carga animal y prácticas de manejo; (c) adelantar actividades adicionales en la tecnología de producción y procesamiento de semilla para prestar asistencia en la comercialización rápida y exitosa de la producción de semilla, actuando coordinadamente con las agencias nacionales para controlar el lanzamiento de cultivares.

Evaluación y desarrollo de pastos. El énfasis actual en la evaluación agronómica de un gran número de accesiones (Categorías I, II y III tanto en Carimagua como en Brasilia) permitirá identificar un número creciente de accesiones para su evaluación bajo pastoreo (Figura 6.4 D). Se espera que la necesidad de expansión de estas actividades se haga en parte, reasignando responsabilidades en el equipo actual e iniciando más experimentos de pastoreo en cooperación con instituciones nacionales.

Una vez se defina un pasto adaptado y productivo para una región, ya sea en mezcla o en cultivo puro, surge la necesidad de definir métodos eficientes de establecimiento, a bajo costo, los cuales proporcionen poblaciones de plantas adecuadas para su persistencia y productividad. Algunas preguntas prácticas para las cuales el programa tiene que tener respuestas se relacionan con la prepa-

ración del terreno, los requerimientos mínimos de fertilizantes, las formas de aplicación de fuentes nutricionales alternativas, los métodos y densidades de siembra y los sistemas de manejo de los pastos. El nivel de fertilidad de los suelos bajo pastoreo será periódicamente controlado con el fin de determinar los requerimientos (mínimos) de fertilizantes para el mantenimiento de la persistencia y estabilidad de la asociación.

Evaluación de pastos en sistemas de producción. La actividad actual de estudio de los sistemas de producción existentes en subáreas seleccionadas en Colombia, Brasil y Venezuela se extenderá para incluir una área más representativa en Venezuela, un área de sabana mal drenada en Colombia y un área de producción de doble propósito en Panamá. El diagnóstico resultante sobre los factores limitantes de la producción a nivel de finca y la medición de una serie de parámetros económicos y de producción, proporcionarán una base de datos que, junto con la información experimental generada por el programa, permitirá la simulación de usos alternativos de pastos en los diversos sistemas de producción identificados. Se utilizarán modelos de simulación con el objetivo específico de anticipar el resultado esperado de los usos alternativos de varios pastos en diferentes sistemas de producción importantes para la región.

La validación de tecnología mejorada de pastos a nivel de finca ya se inició en cuatro fincas en los Llanos Orientales de Colombia, mediante la siembra de la nueva pastura en una pequeña proporción de la finca y utilizando estratégicamente aquellos animales con una mayor capacidad de respuesta. A medida que se lancen nuevos cultivares, se espera intensificar esta actividad durante la década, en unas cuantas localidades y en estrecha colaboración con los programas nacionales respectivos. Estas pruebas de validación deben proporcionar un medio no solamente para validar la persistencia y productividad de los pastos bajo condiciones de finca, sino también para validar y mejorar el diseño de modelos.

Evolución de las actividades de proyección externa y mecanismos de retorno de información. Las actividades de proyección externa y de investigación están íntimamente ligadas, puesto que las instituciones nacionales de investigación son tanto colaboradoras como clientes del programa. La colaboración comienza muy temprano en el proceso de investigación (Figura 6.3). La colaboración ya existe en las etapas tempranas de la colección y evaluación del germoplasma, pero se amplía rápidamente a medida que el germoplasma sube en categoría en el proceso de investigación. El principal factor que limita la expansión de la colaboración es la ausencia, en la mayoría de los países, de programas sólidos de investigación en pastos que trabajen en áreas de suelos ácidos e infértiles. Los programas existentes tienden a concentrarse en los suelos más fértiles, áreas en las cuales la producción de carne y leche se expandió en el pasado y en donde aún se encuentra la mayor parte de la población ganadera.

La producción de suelos ácidos e infértiles y el grado de interés por desarrollar dichas áreas, varían considerablemente entre los países de América Latina tropical. Por consiguiente, las posibilidades de colaboración, el nivel de asistencia requerido y la importancia de los mecanismos de información de retorno diferirán de un país a otro. Utilizando estos criterios, los países se pueden clasificar operacionalmente en los siguientes cinco grupos (véase también la sección sobre Actividades de Cooperación Internacional en Relación con las Necesidades de los Programas Nacionales, Capítulo 7):

- a. Países con extensas áreas de suelos ácidos e infértiles y programas de desarrollo vigorosos en esas áreas.
- b. Países con extensas áreas de suelos ácidos e infértiles y programas de desarrollo menos definidos.

- c. Países con una menor extensión de suelos ácidos e infértiles y programas de desarrollo bien definidos.
- d. Países con áreas de suelos ácidos e infértiles menos extensas y programas de desarrollo menos definidos.
- e. Países con áreas reducidas de suelos ácidos e infértiles.

Hasta el momento, el programa ha desarrollado un fuerte lazo de colaboración investigativa con países en el primer grupo. La colaboración con el resto de países se ha limitado al desarrollo de ensayos regionales exploratorios y a actividades de adiestramiento. Como la colaboración con los programas nacionales se inicia desde un comienzo del proceso de investigación, ampliándose a medida que avanza este proceso, obviamente las actividades de colaboración internacional del programa se ampliarán a medida que avance el germoplasma en el proceso de evaluación. Por consiguiente, la cooperación en investigación se intensificará significativamente con relación a los grupos de países en los niveles "b" y "c", principalmente por medio de ensayos regionales avanzados. Un resumen más específico del plan para la década del ochenta se presenta a continuación en las secciones de adiestramiento y ensayos regionales.

Adiestramiento: el adiestramiento tiene como objetivo fortalecer el capital humano que trabaja en pastos tropicales en las áreas de suelos ácidos e infértiles. En el pasado, los esfuerzos de adiestramiento hicieron énfasis en todas las disciplinas pertinentes a la producción animal. Desde 1978, el énfasis cambió gradualmente hacia pastos tropicales en los suelos ácidos e infértiles. Este continuará siendo el énfasis en los cursos de adiestramiento cortos e intensivos que se dan en el CIAT anualmente. El objetivo es lograr formar durante la década, una "masa crítica" de investigadores para localidades claves en los países colaboradores. A los cursos cortos intensivos les seguirá un adiestramiento en servicio en la investigación de posgrado para proporcionar a los profesionales de localidades claves, las habilidades y las experiencias en métodos y técnicas de investigación para una evaluación efectiva de la adaptación del germoplasma y de la persistencia y productividad de los pastos. Estos esfuerzos de adiestramiento se complementarán con otras actividades que fortalezcan la red de investigación, tales como oportunidades de adelantar tesis de investigación en pastos tropicales para candidatos al MS y Ph.D., y cursos cortos de investigación en los países, en aquellas regiones y subregiones con grandes áreas de suelos ácidos e infértiles y programas de desarrollo vigorosos.

Ensayos regionales: el intercambio y la evaluación de germoplasma en la red de ensayos regionales constituye otra importante actividad de proyección externa e información de retorno, la cual se intensificará considerablemente durante la década. Además del germoplasma que el CIAT despacha a los programas nacionales a su solicitud para propósitos de investigación, en todos los países se realizarán ensayos regionales exploratorios (tipo A), independientemente de su área en suelos ácidos. Este tipo de ensayos se realizará en cada uno de los cinco ecosistemas principales, con su respectiva lista tentativa de materiales.

Se ampliará la serie total de ensayos regionales para los dos tipos de sabanas bien drenadas, con el fin de cubrir a todos los países que tengan áreas extensas o intermedias en estos ecosistemas. A medida que comience la investigación en los otros dos ecosistemas (sabanas mal drenadas y trópico húmedo) a comienzos de la década y que se identifique el material promisorio para cada uno, se iniciará la serie respectiva de ensayos regionales en sitios seleccionados de los países que tengan áreas extensas o intermedias con características ecológicas de esta naturaleza, y que hayan asignado prioridad a las mismas.

Énfasis relativo en los varios ecosistemas. Hasta el momento, el enfoque global del programa ha sido dirigido hacia las sabanas bien drenadas con énfasis particular en las sabanas del tipo "Llanos" como las de la estación experimental de Carimagua. La investigación en las sabanas del tipo "Cerrado" se inició en 1978 con la ubicación de científicos en esa área, los cuales han venido trabajando coordinadamente con sus colegas de CPAC en la evaluación de germoplasma, en estudios sobre la fertilidad del suelo/nutrición de las plantas y el establecimiento y utilización de pastos. En 1980, el programa comenzó sus primeras iniciativas en el trópico húmedo y en las sabanas mal drenadas, montando ensayos regionales del Tipo A, pero hasta el momento su naturaleza es solamente exploratoria en comparación al nivel investigativo que tiene el trabajo desarrollado en las sabanas bien drenadas. A principios de la década se iniciarán nuevas actividades de investigación en esos dos ecosistemas, de tal manera que a medidados del período, el programa estará activo en todos los ecosistemas. Sin embargo, el mayor énfasis se seguirá haciendo en las sabanas bien drenadas las cuales absorberán más de dos terceras partes del tiempo del personal científico a medidados de la década y todavía más de la mitad de su tiempo en 1990 (Figura 6.4 A).

Las sabanas mal drenadas. Este tipo de ecosistema se encuentra en las tierras bajas tropicales de América Latina en la forma de "islotos" relativamente pequeños dentro de los otros ecosistemas. En casi todas las fincas se encuentran áreas pequeñas de praderas mal drenadas. Los ejemplos típicos de áreas de mayor extensión son la región del Beni de Bolivia, el Pantanal en Brasil, la región de Casanare en Colombia y la región de Apure en Venezuela. La falta de forraje abundante de buena calidad durante la estación lluviosa y que persista durante las inundaciones, es el factor limitante que es necesario solucionar en este importante y extenso ecosistema el cual, en la actualidad, posee mayor densidad ganadera que las sabanas bien drenadas.

En 1982 se iniciarán nuevos esfuerzos investigativos en la evaluación de germoplasma y en fertilidad de suelos/nutrición de plantas para esta área. Las actividades se concentrarán en la selección de germoplasma por adaptación y persistencia en los principales suelos sujetos a diferentes grados de inundación. Los estudios detallados que se realizarán a nivel de finca permitirán diagnosticar la función que cumplirán los pastos mejorados en los diferentes sistemas de tierras. Estos esfuerzos no implicarán la adición de personal científico puesto que serán realizados por agrónomos de la sede en Palmira, Carimagua y Brasilia, en estrecha colaboración con los programas nacionales que trabajan en el área. Se estima que estas actividades ocuparán un total equivalente a tres años-hombre de científicos en 1985 y un máximo de cuatro en 1990.

El Trópico húmedo. Un nuevo esfuerzo investigativo será el de ampliar la evaluación de germoplasma en el trópico húmedo. Ello proveerá al programa de un sitio para selección de germoplasma con condiciones ambientales más severas que las encontradas en las áreas de sabanas, lo que proporcionará un excelente medio para seleccionar por tolerancia/resistencia a enfermedades y plagas, como también para comprender mejor los mecanismos de resistencia a ellas.

El trópico húmedo es un ecosistema que está experimentando una migración creciente debido al efecto combinado de las presiones demográficas, socioeconómicas y geopolíticas en otras regiones. La mayoría de los patrones de utilización de la tierra en este ecosistema resulta en una rápida degradación de los suelos. El sistema de explotación que más prevalece depende del reemplazo de la vegetación original con cultivos y pastos. Sin embargo, debido a la falta de especies forrajeras adaptadas y a la ausencia de una comprensión clara sobre la dinámica de los niveles de fertilidad del suelo después de la tumba y quema, la productividad de los pastos tiende a disminuir rápidamente con pérdidas de población e invasión por malezas. Su vida útil con frecuencia no llega a ser de más de cuatro a siete años. Sin embargo, sistemas silvopastoriles y las praderas con base en leguminosas adaptadas y bien manejadas, con requerimientos bajos de fertilización de mantenimiento, son eficientes para reciclar nutrimentos y proporcionan una excelente protección contra la erosión.

Es urgente disponer de una mayor diversidad de especies forrajeras adaptadas y de tecnología apropiada de desarrollo/manejo de pastos para estas regiones, con el fin de contribuir con soluciones ecológicamente viables y económicamente estables. Se estima que más de la mitad de las 6-8 millones de hectáreas de bosques amazónicos tumbados se encuentran en estado de degradación. La recuperación de estas áreas ya desmontadas, es uno de los principales objetivos de este nuevo esfuerzo investigativo del Programa de Pastos Tropicales.

Se asignarán dos científicos con sede fuera del CIAT para trabajar con un equipo de investigación de una institución colaboradora, probablemente localizado en el ecosistema de "bosque estacional". Las dos posiciones son:

- Agrónomo de pasturas, el cual comenzará sus actividades a mediados de 1982. Sus objetivos incluyen la selección de germoplasma y la coordinación de una serie de ensayos regionales en los dos ecosistemas de trópicos húmedos.
- Agrónomo de desarrollo de pastos con sede fuera del CIAT, el cual comenzará sus responsabilidades en enero de 1983. Sus objetivos incluirán desarrollar estrategias para la renovación de las praderas degradadas, estrategias alternativas para el establecimiento y mantenimiento de pastos y estudios relacionados sobre fertilidad del suelo/nutrición de las plantas.

Estos dos científicos recibirán el apoyo de los científicos que actualmente laboran en el programa, especialmente en las áreas de evaluación de germoplasma, fitopatología, entomología, microbiología, nutrición de plantas y producción de semilla. Las actividades desarrolladas en el trópico húmedo complementarán de muchas maneras a los programas en los ecosistemas de sabana, ampliando la base ecológica para evaluar germoplasma y tecnología. Además de complementar al programa de investigación en las sabanas, se pueden lograr economías de escala significativas, al ahorrar tiempo valioso proporcionando soluciones de bajo costo y bajo nivel de insumos al urgente problema de la degradación de las praderas en el trópico húmedo de América Latina.

Necesidades de personal científico en la década de los ochenta. Mientras que durante la década ocurrirán cambios considerables en el énfasis de investigación como consecuencia del resultado natural del progreso logrado en la investigación y los reconocimientos sobre el comportamiento del germoplasma, solo se prevén cambios y adiciones menores en el personal científico.

Personal científico total. En 1980, el programa incluyó un total de 20 científicos. En 1986 se llegará a un total de 23, el cual permanecerá constante hasta finales de la década. A pesar de que se proponen cinco científicos adicionales para la década — tres en cooperación regional y dos en investigación — las adiciones netas al total de científicos del programa sólo serán tres. Los otros dos proyectados ocuparán posiciones que desaparecerán paulatinamente.

Personal científico en investigación. Como se describió anteriormente, el programa localizará a dos científicos en una localidad del trópico húmedo. En 1985 y 1986 desaparecerán dos posiciones que actualmente se encuentran localizadas en Brasil, junto con la iniciación simultánea de actividades de cooperación regional más intensivas. Como consecuencia natural de los avances en la investigación en el ecosistema de los "Llanos", las disciplinas del personal científico localizado en Carimagua cambiarán de las de suelos y agronomía a las de utilización de pastos y sistemas de producción de ganado, permaneciendo constante el número de posiciones.

Como se explicó anteriormente, desde 1982 habrá una mayor participación del personal científico

co que tiene sede en el CIAT, en actividades relacionadas con las sabanas mal drenadas y el trópico húmedo, sin que ésto implique cambios en el número de miembros integrantes del equipo. Por consiguiente, el personal científico aumentará de 20 a 21 durante el período 1981-1984, disminuyendo a 20 después de ese último año.

Personal científico para cooperación regional. Comenzando en 1985 aumentará a un máximo de tres en 1986 y permanecerá constante hasta 1990. Las primeras dos posiciones, aunque deseables en 1983 están asignadas para 1985, seguidas por una tercera en 1986. Estas posiciones propuestas son las siguientes:

- a. América Central y el Caribe. Este científico responderá por las necesidades de la región que incluye no menos de nueve países con áreas medianamente significativas de suelos ácidos e infértiles, utilizadas básicamente en la producción de ganado de carne. Las actividades se relacionarán con la coordinación de los ensayos regionales, los ensayos de validación a nivel de finca y la transferencia interregional de tecnología. El científico tendrá como base Panamá o Costa Rica y esta posición requiere ser llenada a más tardar en 1985.
- b. Cerrado. Este científico prestará asistencia en la coordinación de ensayos regionales en las extensas áreas del ecosistema del "Cerrado" y también en sabanas adyacentes mal drenadas, como en el Pantanal. Esta posición se llenará en 1985, presuponiendo el que se logre un avance significativo en el desarrollo de tecnología de pastos y sea factible reducir una posición en investigación en dicha localidad. El número total de posiciones de científicos en Brasil descenderá a dos en 1986: una en actividades de investigación, particularmente en el área de evaluación de praderas, y la otra en proyección externa y ensayos regionales.
- c. América del Sur subtropical. Esta posición se relaciona con la región que se extiende del Cerrado brasileiro hacia Paraguay y Bolivia. El científico podría localizarse en cualquiera de estos dos países y está programado que sus actividades comiencen en 1986. Aunque su función primordial será la de coordinar los ensayos regionales, una segunda responsabilidad será la de servir de científico de enlace con los equipos de programas nacionales de investigación que trabajan en el "chaco" de Bolivia, Paraguay y norte de Argentina, en donde existe un interés por evaluar el germoplasma del CIAT en estos ecosistemas significativamente distintos.

Otros Componentes de los Sistemas para la Frontera Agrícola

Cultivos. En el Capítulo 6 se discutió la función que cumple la yuca y el arroz seco como cultivos para los sistemas de producción en los suelos ácidos e infértiles. En el CIAT no se realiza investigación en dos cultivos de importancia económica creciente en América Latina: la soya y el sorgo. Como se discutió en el Capítulo 1, en los últimos 10 años, los dos cultivos han sufrido un crecimiento sin precedentes tanto en el área sembrada como en la producción total. El crecimiento en la producción ha sido originado y estimulado por un crecimiento en la demanda por alimentos para animales, particularmente para la industria avícola. Esta demanda ha sido generada en gran parte por un aumento en el consumo de productos avícolas por los estratos de consumidores de ingresos medios y altos.

El crecimiento en el área se ha presentado, en gran parte, en las mejores tierras agrícolas disponibles en los países tropicales de la región. Varios inventarios de los recursos de suelos en estos paí-

ses indican claramente la escasez de tierra de buena calidad disponible en la mayoría de estos países, en contraste con las extensas áreas de suelos menos fértiles, generalmente ácidos, los cuales se encuentran actualmente subutilizados. Para ambos cultivos, el banco básico de germoplasma, a partir del cual provinieron las variedades e híbridos actualmente utilizados, se desarrolló en suelos más fértiles y menos ácidos, en las latitudes templadas.

Dentro del contexto del CIAT como centro con responsabilidad regional en América Tropical, se proyecta una política de colaboración con otras instituciones que puedan desempeñar una función en la región y que puedan ajustarse a la filosofía básica del centro. Actualmente, el CIAT hospeda subprogramas de otras tres instituciones internacionales con científicos que tienen como sede CIAT-Palmira; las instituciones cuyos programas tienen representación en el CIAT incluyen el CIMMYT (maíz para la Zona Andina), el IFDC (Proyecto Fósforo) y el IRRI (con un científico de enlace para el programa del IRTP). Se están adelantando las negociaciones para hospedar programas de instituciones internacionales que trabajan con sorgo y soya, y se espera que ambos cultivos sean atendidos por un grupo pequeño formado por uno o dos científicos dedicados a la tarea de estructurar y seleccionar germoplasma y de desarrollar variedades para los suelos ácidos de los trópicos. Se están adelantando negociaciones similares con el fondo de la AID-Title XII Soil Management CRSP, para ubicar a un científico en Carimagua, con el fin de que evalúe el potencial de otras especies de cultivo para su producción bajo las condiciones de los suelos ácidos. De esta manera, el CIAT podrá hacer una contribución sin ampliar su mandato sobre productos agropecuarios y sin comprometer sus recursos financieros.

Investigación sobre Factores Específicos. Los factores limitantes más críticos para el crecimiento de las plantas en los suelos ácidos e infértiles son los altos niveles de aluminio y la baja disponibilidad de nutrimentos en el suelo, principalmente fósforo seguido por potasio, calcio, magnesio y azufre. Excepto en muy pocos casos, no es rentable corregir esas deficiencias de los suelos, debido a los altos costos del transporte y a la baja productividad. Actualmente se requieren altos subsidios con el fin de estimular la producción en la mayoría de estas regiones. La investigación en cultivos y pastos descrita con anterioridad se enfoca hacia el desarrollo de plantas adaptadas con bajos requerimientos de fertilidad. Sin embargo, un complemento necesario a la estrategia del bajo requerimiento nutricional de las plantas, es el de utilizar fuentes de nutrimentos económicamente eficientes.

Aunque estos suelos presentan deficiencias de nutrimentos, en varios países de América Latina tropical, hay depósitos de fósforo y cal de tamaño considerable. A pesar de que las distancias entre estas regiones y los depósitos minerales no son, en muchos casos, grandes, los altos costos del transporte implican que los volúmenes de fertilizantes se deben mantener bajos y, por consiguiente, la eficiencia agronómica de las fuentes de nutrimentos debe ser relativamente alta.

En 1978 se inició la investigación en rocas fosfatadas por medio del proyecto especial del IFDC-CIAT, financiado por el IDRC y el UNDP. Aunque este proyecto localizado en el CIAT no se concentra exclusivamente en suelos de frontera agrícola, su énfasis primordial es en la utilización eficiente de rocas fosfatadas en suelos ácidos, un medio que mejora la eficiencia agronómica de estas fuentes de fósforo. Se espera que la investigación sobre este importante componente continúe incluyendo otras modificaciones más eficientes de los recursos nativos de rocas fosfatadas, junto con el apoyo del IFDC en el desarrollo de la tecnología de producción de fertilizantes.

Unidad de Análisis de Agroecosistemas

Para ser efectivos, los programas del CIAT requieren sistematizar e incorporar información sobre

las respectivas áreas de actuación en dos fases básicas de su actividad de investigación: en el diseño de la estrategia de investigación y en la evaluación, proyección y transferencia de tecnología.

Inicialmente se deben definir bien las metas y prioridades de investigación y constantemente se deben evaluar a la luz del conocimiento de las condiciones existentes en las áreas de actuación de los respectivos programas. Una condición necesaria para el éxito en la generación de tecnología con base en germoplasma adaptable es la de tener una buena comprensión sobre los recursos de tierra y climáticos en los que tiene lugar la producción agrícola y un buen conocimiento sobre su variabilidad y representatividad. Esto es particularmente válido para los programas del CIAT, dada la variabilidad de los ecosistemas en términos de suelos y clima y a las fuertes interacciones germoplasma-ecosistema en todos los productos con los cuales trabaja el CIAT.

En el caso de los pastos, la persistencia está afectada en gran medida por la tolerancia/resistencia a enfermedades y plagas. La mayor parte de las leguminosas forrajeras adaptadas que el programa considera como altamente prometedoras (por ejemplo, *Stylosanthes*, *Zornia*, *Centrosema*) son originarias de los trópicos de América Latina; pero también lo son sus enemigos naturales y, por lo tanto, estas especies presentan fuertes interacciones genotipo-ambiente en términos de su tolerancia a enfermedades y plagas. Los resultados de ensayos regionales evidencian esta observación. Las mismas consideraciones se aplican tanto a la yuca como al frijol, puesto que ambos productos tienen su centro de origen en América Latina. Adicionalmente, estos dos productos se cultivan en una gran diversidad de sistemas de cultivo. La información generada por los ensayos regionales indica que existe una gran interacción entre el genotipo, el sistema de cultivo y los factores climáticos y edáficos. En ambos cultivos hay un complejo de factores biológicos limitantes que tienden a ocurrir bajo condiciones ecológicas similares y varían en su severidad dependiendo del sistema de cultivo. En arroz, particularmente en arroz secano, se requiere una mejor definición de las áreas de actuación del programa y de sus factores limitantes críticos, antes de tomar iniciativas para refinar las prioridades de investigación.

El análisis y la evaluación del área de actuación también es un componente crítico en la etapa de evaluación y validación de tecnología. La disponibilidad de datos específicos y bien organizados sobre cada área de actuación de los programas, no solamente ayudará a lograr el objetivo sino también permitirá hacerlo de manera más efectiva. Las localidades para adelantar los ensayos regionales, los viveros internacionales y los estudios de validación a nivel de finca se deben seleccionar cuidadosamente para que sean representativas de los diversos subecosistemas. La mejor capacidad para extrapolar la información a ecosistemas similares permitirá que la evaluación en las redes sea más útil. La mejor capacidad para asociar germoplasma con uno o varios ecosistemas específicos también reducirá significativamente la carga de las instituciones nacionales y aumentará su confianza para trabajar con el CIAT en las redes de evaluación de germoplasma. En la revisión del TAC (TAC Sripe Review) sobre la investigación en sistemas de producción agrícola, la necesidad de coleccionar esta clase de información se identificó como la brecha primordial en este tipo de investigación en el CIAT.

Por consiguiente, el objetivo global es lograr una mejor comprensión de las zonas agroclimáticas y sistemas de cultivo y sus interacciones actuales y potenciales con el germoplasma, con el fin de proporcionarle a cada programa: (a) un marco analítico para la identificación de problemas y establecimiento de prioridades; (b) un mejor conocimiento de los problemas específicos y recursos potenciales de los agroecosistemas; (c) un medio para agudizar el enfoque de sus prioridades; (d) una base más objetiva y racional para la evaluación y transferencia de tecnología e información de retorno sobre la misma; y, sobre todo, (e) una manera más efectiva y eficiente para que

el CIAT y las instituciones nacionales colaboradoras realicen su tarea. Las experiencias ganadas con el estudio especial sobre la evaluación de tierras, realizado por el Programa de Pastos Tropicales, y en climatología, por el Programa de Fríjol, constituyen evidencias claras de la utilidad de este enfoque.

La unidad de estudios agroecológicos colaborará con cada programa en la colección, el análisis y la síntesis de datos pertinentes de carácter climático, edáfico y de sistemas de cultivo en sus respectivas áreas de actuación. La unidad estará integrada por dos científicos principales: un agroclimatólogo (a partir de 1982) y un especialista en sistemas de tierra (a partir de 1983). En lugar de adicionar especialistas en estas disciplinas a cada uno de los cuatro programas, será una unidad central pequeña la que proporcione estos recursos. La información agroeconómica, económica y de otras disciplinas será proporcionada por el especialista en el respectivo programa.

7

Estrategias y Proyecciones de las Actividades de Cooperación Internacional

La meta principal de las actividades de cooperación internacional del CIAT es proporcionar una base para la investigación cooperativa y la transferencia interinstitucional de tecnología. Como se describió en capítulos anteriores, los colaboradores claves del CIAT son los programas de investigación en cada país. Estas instituciones son las que continuamente están llamadas a definir sus necesidades y aspiraciones en relación con el CIAT; por consiguiente, son ellas las que determinan en gran medida la dirección y el énfasis de los programas de investigación del CIAT.

Dada la naturaleza cooperativa de la relación que existe entre los programas nacionales de investigación y el CIAT y dada la función clave que desempeñan los programas nacionales en el proceso de generación y disseminación de tecnología, el CIAT tiene gran interés en trabajar conjuntamente con las organizaciones nacionales en el fortalecimiento de su capacidad investigativa para que asuman cada vez más una mayor responsabilidad en el proceso de investigación en relación con los productos en el mandato del CIAT.

Las actividades de colaboración entre el CIAT y su contraparte a nivel nacional adoptan varias formas. En este documento se discuten las actividades colaborativas relacionadas con el intercambio de germoplasma, las redes internacionales/regionales de evaluación y la investigación colaborativa, dentro del contexto de los programas de investigación individuales. Este capítulo se concentra principalmente en aquellos aspectos de la cooperación internacional que son responsabilidad directa de la Dirección de Cooperación Internacional del Centro.

Fortalecimiento de los Programas Nacionales de Productos Agropecuarios y Desarrollo de una Red de Investigación por Medio del Adiestramiento

La capacidad de investigación es, en gran medida, una función de la existencia de un recurso humano científico bien adiestrado. Su ausencia, escasez o pérdida constituye una limitación seria a la generación, adaptación y validación de tecnología mejorada en los programas nacionales.

En la década venidera, el adiestramiento continuará siendo el medio principal mediante el cual el CIAT colaborará con los programas nacionales con el fin de ayudarles a construir su capacidad para realizar investigación colaborativa e independiente en los productos agropecuarios del mandato del CIAT.

Prácticamente todas las oportunidades de adiestramiento ofrecidas por el CIAT están orientadas por producto agropecuario y se otorgan a nivel de posgrado. A continuación se presenta una descripción de las principales consideraciones que gobernarán las actividades de adiestramiento en el CIAT en la década venidera.

Tipos de Organizaciones Nacionales Partícipes del Adiestramiento del CIAT. La construcción de un programa es una tarea grande y requiere el establecimiento de prioridades. El CIAT ha determinado darle primera prioridad a los programas de investigación por producto en las instituciones de investigación gubernamentales. El segundo nivel de atención se dedica a las universi-

dades, pero sólo a aquéllas que adelantan proyectos activos de investigación en los productos agropecuarios bajo la responsabilidad del CIAT. La tercera prioridad está asignada tanto a líderes en organizaciones de extensión y desarrollo, para ayudar a ligar la investigación con la extensión, como a la industria privada. Se espera que durante la década de los ochenta se le dé más énfasis a las universidades a medida que ellas se involucren más activamente en la investigación y a medida que se haga más funcional la necesidad de una mayor participación de los centros internacionales e instituciones nacionales de investigación en los programas de estudio universitario. Este propósito cristalizará gracias al adiestramiento de instructores universitarios comprometidos en la enseñanza de cursos de producción de los productos del CIAT y ayudando a desarrollar material didáctico para dichos cursos. Se considera que esta labor desencadenará un gran efecto multiplicador en la utilización de la tecnología del CIAT y contribuirá a un aumento de la productividad y la producción de los respectivos productos.

Selección de Candidatos para el Adiestramiento. Como el objetivo primordial del adiestramiento es fortalecer a las organizaciones nacionales para que puedan realizar investigación en los productos agropecuarios incluidos en el mandato del CIAT, los participantes deben encontrarse trabajando activamente en una organización nacional de investigación y/o desarrollo que certifique la continuidad de empleo de los profesionales adiestrados en el CIAT y describa el tipo de actividad en la cual el candidato estará involucrado después del período de adiestramiento. La prerrogativa para hacer la preselección pertenece a la respectiva institución nacional. La selección final de los candidatos es el resultado de un acuerdo mutuo. El tipo de adiestramiento ofrecido por el CIAT siempre se determina con base en el estado de desarrollo en el cual se encuentra la investigación nacional en ese producto y en las necesidades y prioridades particulares expresadas por los programas nacionales. Sin embargo, en todos los casos, la selección de los candidatos para adiestramiento está orientada a formar equipos de investigación para cada producto del mandato del CIAT, o alternativamente, a adiestrar profesionales que habrán de cerrar la brecha entre la investigación y la extensión a nivel nacional.

Países de Origen. Como el CIAT enfoca sus esfuerzos primordialmente hacia los países tropicales de América Latina, aproximadamente un 80% de los antiguos participantes del adiestramiento (entre un total de 1700 profesionales durante el período 1969-1980) fueron seleccionados de esta región. En los próximos cinco años se espera que la proporción de participantes de Asia y Africa aumente a un nivel de aproximadamente un 10% del total anual, a medida que se extienda la cooperación regional hacia estas áreas. Sin embargo, durante la década de los ochenta, la gran mayoría de los participantes del adiestramiento del CIAT continuará siendo seleccionada en los países de América Latina tropical.

Financiación de Becas para Adiestramiento. Actualmente alrededor de la tercera parte de las becas para los participantes del adiestramiento en el CIAT es financiada por el presupuesto básico. Las otras dos terceras partes son financiadas ya sea por proyectos especiales o por la respectiva institución nacional. Se espera que esta relación entre la financiación de becas por presupuesto básico versus subfinanciación por fuentes externas continúe siendo igual durante la década. Esto le permitirá al CIAT disponer de fondos limitados para financiar becas de adiestramiento en el CIAT destinadas a representantes de instituciones nacionales que no poseen los recursos necesarios para apoyar a sus candidatos en este empeño. Al mismo tiempo, estimula un aporte activo para la financiación del adiestramiento en el CIAT tanto por parte de las instituciones nacionales colaboradoras que tienen acceso a los recursos, como también por parte de las agencias donantes que están interesadas en proporcionar recursos para los propósitos del desarrollo del potencial humano.

Investigación para Tesis versus Adiestramiento en Servicio. Una gran proporción de las oportunidades actuales de adiestramiento suministradas por el CIAT se encuentra en el área del adiestramiento no orientado a la obtención de un grado. Teniendo en cuenta que una de las limitaciones de ese adiestramiento es que, con frecuencia, no ofrece oportunidades promocionales de tipo profesional y de liderazgo para el exparticipante que retorna a su país de origen, el Centro buscará dar mayores oportunidades para realizar investigaciones de tesis junto con universidades colaboradoras. Sin embargo, se debe considerar que los candidatos para los trabajos en tesis de grado son escasos y que algunos países de América Latina requieren un adiestramiento práctico relativamente corto pero intensivo para permitir que los nuevos adiestrados se desempeñen eficientemente en áreas prácticas de investigación agrónómica y validación y transferencia de tecnología. Los escasos recursos presupuestales y humanos aún no le permiten a estos países asignar personal para adiestramiento durante períodos largos de tiempo y, por consiguiente, se espera que el adiestramiento en servicio, sin recibir grado, continúe teniendo una alta demanda durante algún tiempo.

Asistencia del CIAT al Adiestramiento en los Países. Hay cierto tipo de adiestramiento que se puede realizar mejor en los países, especialmente aquél dirigido a investigadores con amplias responsabilidades en extensión agrícola y en liderazgo de equipos de extensión. Hasta el momento, el CIAT ha colaborado con 13 naciones en la planeación y realización de alrededor de 31 cursos directamente en los países, en investigación y producción de los productos cubiertos por el mandato del CIAT. Durante la década, el CIAT espera continuar proporcionando, a solicitud de los países y según los recursos disponibles, adiestramiento en metodología de investigación y nueva tecnología para brindar asistencia a los programas nacionales en la realización de cursos, fortaleciendo aún más sus capacidades de validación y transferencia de tecnología en los productos del CIAT.

Magnitud Relativa de las Actividades de Adiestramiento en el CIAT. Hasta el presente, el CIAT está recibiendo anualmente alrededor de 280 profesionales para adiestramiento en el Centro. El tiempo de permanencia varía desde uno hasta doce meses (algunos estudiantes involucrados en el desarrollo de sus tesis permanecen en el CIAT por períodos más largos), con una permanencia promedio de cuatro meses. Se espera que el total anual de participantes del adiestramiento en el CIAT permanezca aproximadamente a este nivel durante la primera mitad de la década. Aunque en la última mitad de la década se espera alguna disminución en el número de profesionales por adiestrar en el CIAT, habrá una evolución gradual paralela hacia un adiestramiento a mayor nivel y a más largo plazo, orientado hacia la investigación. Al mismo tiempo, se hará más énfasis en el desarrollo de cursos de adiestramiento en los países, orientados hacia la producción, con la colaboración de las organizaciones nacionales.

Se tiene proyectado que, durante la década de los ochenta, se invertirá en el adiestramiento de personal de instituciones nacionales colaboradoras aproximadamente un 15% del presupuesto del Centro y un promedio de aproximadamente 1.5-2.0 años-hombre de participantes de adiestramiento por científico.

Las actividades de adiestramiento en el Centro se encuentran relativamente descentralizadas y se adelantan directamente en los programas de los productos del CIAT, bajo la supervisión de los científicos del equipo de cada programa los cuales dedican entre el 10 y el 15% de su tiempo al adiestramiento. El adiestramiento es coordinado por la Oficina de Adiestramiento, bajo la dirección de un científico y con el apoyo de personal profesional que sirve de enlace entre la Oficina de Adiestramiento y los respectivos programas. Esta forma de coordinación centralizada y ejecución descentralizada asegura una integración efectiva del adiestramiento con la investigación y, al mismo tiempo, permite la aplicación uniforme de los estándares de adiestramiento del CIAT.

Conferencias para Consultas Mutuas y Desarrollo de las Redes de Investigación

Desde hace mucho tiempo, el CIAT ha reconocido el valor de las conferencias/reuniones de discusión de carácter internacional y regional, como un medio para: (1) enfocar la atención hacia un tópico de investigación determinado, establecer las prioridades involucradas y definir la colaboración interinstitucional para tratar esos tópicos; (2) consultar con la contraparte a nivel nacional sobre estrategias específicas de los programas del CIAT y la forma de colaboración mutua en el trabajo de investigación; y (3) consultar, periódicamente, sobre la naturaleza y operación de las redes de investigación de los productos que cubre el mandato del CIAT.

Durante la década se continuará ofreciendo estos tres tipos de conferencias. Los primeros dos tipos de eventos se programarán a medida que vayan surgiendo las necesidades. En el caso del tercer tipo de evento se proyecta realizar cada dos años una reunión de discusión sobre las redes de investigación de cada producto bajo el mandato del CIAT.

Como la organización y realización de conferencias requiere inversiones considerables en términos financieros y del tiempo de los científicos, estos eventos solamente se realizarán cuando se consideren necesarios para lograr los objetivos del Centro. De todas maneras, como regla, las conferencias financiadas por el presupuesto básico nunca excederán el 0.75% del presupuesto básico total de cualquier año. Adicionalmente, se buscará el copatrocinio de otras organizaciones internacionales cuando el tema de la conferencia se relacione con sus intereses o mandatos.

Consultas Técnicas Interpersonales

La mutua consulta técnica entre los programas nacionales y el CIAT ocurre en los viajes internacionales que hacen los científicos del Centro y el personal directivo. En promedio, este personal dedica del 15 al 20% de su tiempo visitando proyectos de investigación de miembros colaboradores en las diversas redes de investigación. Si es solicitada, el CIAT también puede proporcionar asesoría en la organización y desarrollo de programas nacionales de investigación de los productos con los cuales trabaja el Centro. Se espera que la demanda de dichas visitas siga siendo alta durante la década; sin embargo, no se planea un aumento sustancial en el tiempo asignado a esas asesorías, puesto que ello entraría en conflicto con las actividades ordinarias del Centro.

El CIAT estimula a los profesionales y líderes de los programas nacionales a visitar periódicamente el Centro y sus programas, como un medio para proporcionarle a sus colaboradores información de primera mano sobre los avances que haya logrado.

Apoyo en Comunicaciones e Información

Un producto básico de un centro internacional de investigación como el CIAT es la gran cantidad de información técnica sobre la investigación agrícola pertinente al CIAT, sobre nueva tecnología de producción y sobre metodologías de investigación. Con el objeto de sistematizar esta información y ponerla a disposición de la comunidad de investigación y desarrollo tanto a nivel nacional como también a los niveles regional e internacional, el CIAT mantiene un esfuerzo importante en la formación y la producción de paquetes de mensajes técnicos que incluyen las siguientes series de publicaciones.

Informe Anual. El informe anual técnico del CIAT se publica a modo de informes separados para cada programa de investigación del Centro. También se publica anualmente un "Informe CIAT".

Boletines. Periódicamente, se publican boletines específicos por producto. Contienen información sobre: (a) desarrollos dentro de los respectivos programas del CIAT; (b) nueva tecnología (tanto generada por el CIAT como por otras instituciones); y (c) actividades de los programas nacionales colaboradores en diferentes aspectos del producto.

Publicaciones Técnicas. Esta serie incluye la publicación de memorias de conferencias, monografías, manuales de producción, guías de diagnóstico y de solución de problemas de campo y otras.

Unidades Audiotutoriales. Estos son materiales audiovisuales para adiestramiento, los cuales suministran información técnica con un propósito didáctico sobre los productos del mandato del CIAT. Estos materiales son para uso del CIAT como también de los países (en universidades, instituciones nacionales de investigación, etc.).

Materiales de Información Pública. Se producen materiales seleccionados para informar a un público más general sobre el propósito y la naturaleza del CIAT.

Se espera que durante la década de los ochenta, el volumen de los productos de comunicación del CIAT continúe aumentando y que la utilidad de los mensajes del CIAT para sus audiencias mejore progresivamente. El CIAT continuará explorando alternativas innovadoras en el uso de canales de comunicación para tratar de mejorar la efectividad de sus mensajes hacia diferentes audiencias. Sin embargo, como la audiencia más importante está formada por los científicos colaboradores a nivel nacional, el CIAT siempre se asegurará que los canales de comunicación sean compatibles con la infraestructura de comunicación disponible a nivel nacional.

En el campo de la información técnica (es decir, en los servicios de documentación y biblioteca), el CIAT ha adquirido durante el transcurso de los años, reconocimiento internacional por el envío oportuno de servicios de información agrícola a los científicos de los programas nacionales. Estos servicios incluyen resúmenes, páginas de contenido, fotocopias de documentos de investigación, búsquedas especializadas de literatura, bibliografías en volúmenes acumulativos anuales, y la publicación de monografías que contienen una síntesis de información técnica en campos seleccionados.

El CIAT reconoce que los servicios oportunos de información técnica para los científicos en el CIAT y a nivel nacional, son vitales para la tarea de desarrollar tecnologías mejoradas de producción agrícola. En la década venidera, el CIAT continuará construyendo sistemáticamente sus servicios de documentación sobre trabajos de investigación en las áreas de yuca, pastos tropicales, frijól cultivado en condiciones tropicales y arroz. Simultáneamente con el desarrollo de estos esfuerzos de documentación seleccionada y su integración a sistemas más amplios de información agrícola (por ejemplo, AGRINTER), irán disminuyendo los servicios de información más general proporcionados por el CIAT y que no están directamente ligados con la investigación y el desarrollo de los productos cobijados por su mandato, hasta su gradual desaparición hacia mediados de la década. Este último resultado es un reconocimiento del hecho de que en los productos que no caen bajo el mandato del CIAT, el Centro no disfruta de una ventaja comparativa para proporcionar esos servicios de información técnica. La responsabilidad del suministro de dichos servicios debe, más bien, ser asumida gradualmente por otras organizaciones regionales y nacionales involucradas en información.

Actualmente el CIAT tiene asignado un total de cuatro posiciones de científicos en el área de comunicaciones e información. (Es necesario indicar que una proporción considerable del trabajo que se adelanta actualmente en el área de comunicaciones/información se dedica al apoyo directo de los programas del CIAT en general y, por consiguiente, sólo hace impacto en las actividades de cooperación internacional de manera indirecta). Durante el período de planeación considerado en este documento, no se espera que cambie el número de posiciones científicas y la proporción relativa de recursos asignados a las actividades de comunicaciones/información.

Actividades de Cooperación Internacional con Relación a las Necesidades de Programas Nacionales Específicos

La mezcla de servicios de cooperación internacional que se le proporcionará a cualquier organización nacional colaboradora, generalmente dependerá del nivel de desarrollo de su programa de investigación en los respectivos productos del mandato del CIAT. Para los propósitos de esta discusión, los diferentes niveles de desarrollo de los programas se pueden definir de la siguiente manera:

- Grupo I: Programas nacionales avanzados que tienen una estrategia de investigación y desarrollo claramente definida y se encuentran equipados para realizar estas estrategia
- Grupo II: Programas nacionales en desarrollo, en una etapa dinámica de crecimiento y expansión de sus actividades.
- Grupo III: Programas nacionales en desarrollo, en una etapa incipiente de crecimiento, con personal con capacitación profesional limitada.
- Grupo IV: Organizaciones que no han estructurado un programa formal en los productos del CIAT pero cuyo país tiene un buen potencial para la producción de esos productos.
- Grupo V: Programas nacionales que, debido a las condiciones económicas y/o a otras circunstancias, se encuentran en descenso y requieren una revitalización.

Los esfuerzos del CIAT para fortalecer a los programas nacionales de investigación se deben ajustar a las diferentes necesidades de estos programas a medida que su estado de desarrollo asciende por la escala descrita. El Cuadro 7.1 ofrece una visión global del tipo de servicios de cooperación internacional que son proporcionados a los programas nacionales colaboradores en las diversas etapas de su desarrollo y el énfasis relativo de cada uno de ellos.

Personal con Sede Fuera del CIAT

El personal con sede fuera del CIAT representa un componente muy importante de los servicios de cooperación internacional y se espera que su número aumente considerablemente durante la década de los ochenta. El Centro distingue entre tres tipos de personal con sede fuera del CIAT: personal de investigación; personal para cooperación regional; y personal con contrato bilateral.

Personal de Investigación con Sede Fuera del CIAT. En principio, el CIAT sólo ubicará personal fuera de su país sede, Colombia, cuando se cumplan tres condiciones: (a) que los problemas de investigación por resolver tengan importancia significativa en una región determinada (es decir, que normalmente el CIAT no ubica un científico en investigación financiado por el pre-

Cuadro 7.1. Servicios de cooperación internacional del CIAT para los programas nacionales: un esquema generalizado¹

Clasificación de los programas ²	ADIESTRAMIENTO					GERMOPLASMA			ASESORIA TECNICA		SERVICIOS DE INFORMACION			ASESORIA EN PLANEACION A LOS PROGRAMAS NACIONALES	
	Tesis de Ph.D. y M.S.	En Servicio	Metodología + técnicas especiales	Cursos Cortos de investigación en el CIAT	Cursos cortos de producción en los países	Nivel de intercambio ³ I II III			Visitas de personal científico	Reuniones de discusión y conferencias	Boletines para las redes	Publicaciones de los programas	Servicios de Documentación	Investigación	Análisis Económico
Grupo I	***4	*	***	***	****	****	***	*	***	****	Sí	****	****	**	*
Grupo II	*	**	**	***	***	*	**	***	****	***	Sí	***	****	****	***
Grupo III	*	***	o	o	o	o	*	****	**	**	Sí	***	****	**	****
Grupo IV	o	o	o	o	o	o	o	*	o	*	Sí	**	**	o	**
Grupo V	**	***	*	***	**	**	**	**	**	***	Sí	***	****	**	***

1 Aunque todos los servicios de cooperación internacional del CIAT están disponibles a solicitud de los programas nacionales colaboradores, este esquema presenta un indicativo sobre la demanda esperada de los programas nacionales en los diferentes niveles de desarrollo.

2 Para su definición, véase el texto.

3 Nivel I = accesiones del banco de germoplasma;
 Nivel II = poblaciones segregantes;
 Nivel III = variedades terminadas.

4 Enfasis relativo:
 **** = alto;
 *** = intermedio;
 ** = bajo;
 * = muy bajo;
 o = ninguno.

supuesto básico para que realice investigación que beneficie solamente a un país); (b) que los problemas de investigación por resolver ocurran en condiciones que no están adecuadamente representadas en alguna localidad del país sede del CIAT y, por consiguiente, que requieran ubicar personal de investigación en una localidad representativa fuera de Colombia; y (c) que haya una sólida organización regional o nacional en el área en cuestión; que ésta asigne alta prioridad a la solución de los problemas que el CIAT investigará en la región y que pueda proporcionar apoyo efectivo de investigación al personal científico allí situado por el Centro. Como la investigación realizada por este tipo de científicos es una extensión de los programas de investigación del CIAT, se entiende que estos científicos serán preferiblemente financiados por el presupuesto básico. El plan del CIAT para la década de los ochenta proyecta la ubicación de personal científico fuera del CIAT en yuca (una posición que se abrirá en 1983) y pastos tropicales (un máximo de cinco posiciones).

Cooperación Regional. Se ubica personal de cooperación regional fuera del CIAT en localidades estratégicas, con el fin de servir a regiones en las cuales tiene importancia uno de los productos con los cuales trabaja el Centro. Aunque en los últimos años se hizo un esfuerzo modesto por servir a regiones seleccionadas por intermedio de unos pocos científicos de cooperación regional, financiados por proyectos especiales, se considera que durante esta década se puede lograr la máxima expansión del personal de cooperación regional; ahora que hay cada vez más tecnología disponible, se hace imperativo tener lazos colaborativos más fuertes con regiones seleccionadas. El Centro sólo podrá considerarse plenamente desarrollado en el momento en que haya incorporado en sus programas el personal científico de cooperación regional descrito a continuación.

Es conveniente establecer las diferencias entre el personal científico para cooperación regional destacado en el hemisferio occidental y ese mismo personal fuera del hemisferio occidental.

Personal científico para cooperación regional en el hemisferio occidental. Estos científicos están asignados a un programa regional o país específico. Su función principal es la de prestar asistencia en la transferencia interinstitucional de tecnología de un producto determinado y proporcionar información de retorno hacia el proceso de investigación, lo cual los convierte en vínculos esenciales en el continuo generación-transferencia de tecnología. En colaboración cercana con los programas nacionales de sus respectivas regiones, realizan o estimulan la investigación sobre problemas de importancia especial para esa área. Este personal promueve o ayuda a organizar viveros internacionales y otros ensayos colaborativos y presta asistencia en la selección de candidatos para el adiestramiento en el CIAT y en el desarrollo de cursos en los países. Debido a su relativa proximidad a la sede del CIAT, el personal científico de cooperación regional para el hemisferio occidental siempre tendrá al CIAT como su segunda "sede" y la visitará periódicamente.

Como regla general, el personal de cooperación regional con sede fuera del CIAT en el hemisferio occidental será financiado por el presupuesto básico. Sin embargo, la situación de la financiación en cualquier momento puede ser tal, que determinadas posiciones deberán ser financiadas por fondos de proyectos especiales. El plan a largo plazo del CIAT proyecta un total de ocho posiciones de cooperación regional en la década de los ochenta (tres en frijol, una en yuca, una en arroz y tres en pastos tropicales).

Científicos de cooperación regional con sede fuera del hemisferio occidental. Estos científicos se encuentran ubicados en regiones fuera de América Latina y el Caribe en las cuales un producto determinado del CIAT tiene gran importancia y buen potencial de desarrollo de modo que puede beneficiarse de las nuevas tecnologías de producción del CIAT, exigiendo un esfuerzo me-

nor en investigación para la adaptación de esta tecnología a las condiciones regionales. Los científicos ubicados en dichas regiones se localizarán en programas vigorosos de investigación a nivel internacional, regional o local, que le asignan alta prioridad a los esfuerzos de investigación/desarrollo del producto y que pueden proporcionar la suficiente infraestructura para el adiestramiento, la cuarentena, la selección varietal y la multiplicación de semilla. La función principal de científicos con sede fuera del hemisferio occidental es (a) proporcionar el marco organizativo que permita la adaptación y validación regional de nueva tecnología de producción y (b) estimular la colaboración activa en ese mismo proceso por parte de los programas nacionales de la región. En términos generales, los científicos del CIAT con sede fuera del hemisferio occidental cubren una mayor área geográfica que sus contrapartes en el hemisferio occidental. Tendrán la responsabilidad de organizar una gran parte del adiestramiento a nivel regional y de seleccionar los candidatos para su adiestramiento posterior en investigación en el CIAT por disciplinas seleccionadas, para las cuales no se ofrece en la región el adiestramiento adecuado.

Aunque es preferible incluir estas posiciones a largo plazo en el presupuesto básico del CIAT, es posible considerar su financiación por medio de proyectos especiales. Para la década de los ochenta se ha proyectado un total de cuatro científicos en esta categoría de cooperación regional, financiados por el presupuesto básico: dos posiciones en frijol y dos en yuca.

Personal con contrato bilateral. Estos científicos están asignados como miembros de equipos nacionales o subregionales de investigación a solicitud de países individuales o de grupos pequeños de países. Estos científicos prestan sus servicios temporalmente (por lo regular 3-5 años) y su propósito es fortalecer la institución a la cual están asignados en su campo de actividad mientras que el personal nacional completa su adiestramiento para ocupar dichas posiciones. El personal con contrato bilateral trabajará normalmente con uno de los productos bajo la responsabilidad del Centro y mantendrá lazos muy cercanos con el respectivo programa en el CIAT.

Como este tipo de asignaciones dependerá de la disponibilidad de fondos de proyectos especiales y es de naturaleza temporal, no es posible ni deseable proyectar en forma precisa para qué países habrá fondos disponibles y cuáles de ellos satisfacen los criterios establecidos por el CIAT para que se les pueda asignar personal del CIAT con contrato bilateral (esos criterios se encuentran consignados en la publicación del CIAT: *CIAT's Strategy for Outreach Services, Series 12E-1, 1979*). Sin embargo, se puede indicar que en un momento determinado, ningún programa individual del CIAT estará involucrado en más de tres países o comprometido con más de cinco posiciones de personal científico con contrato bilateral.

8

Nuevas Iniciativas

En este plan el CIAT proyecta dos iniciativas que serán financiadas por el presupuesto básico del Centro durante la década. Ambas son complementarias a las actividades que actualmente adelanta el Centro y tienen un enfoque regional hacia el hemisferio occidental. Estas iniciativas comprenden la Unidad de Análisis de Agroecosistemas y la Unidad de Semillas.

Unidad de Análisis de Agroecosistemas

Este proyecto, que ha estado en operación desde 1978 utilizando fondos de base para científicos visitantes, se describió en el Capítulo 6. Ya se explicó la razón de ser de la Unidad y se definió claramente su función como actividad global del CIAT. En el Capítulo 9 se consideran las implicaciones presupuestarias y la programación de tiempo proyectada para la Unidad durante la década de los ochenta.

Tecnología de Semillas y Adiestramiento

En 1979 se inició en el CIAT un proyecto especial financiado por la Cooperación Suiza para el Desarrollo, con el objetivo básico de prestar asistencia en el fortalecimiento de actividades relacionadas con semillas a nivel nacional en la región y para proporcionarle al CIAT un medio de disminuir el retraso en el tiempo que ocurre hasta que el nuevo germoplasma llega a nivel de finca, colaborando así con el desarrollo de las capacidades de producción y procesamiento de semilla en los productos agropecuarios del mandato. La razón de ser fundamental de las actividades de la Unidad de Semillas, que ha sido desarrollada bajo este proyecto especial, es el reconocimiento de un gran cuello de botella que existe en los países en desarrollo en lo que a la transferencia de la tecnología a base de germoplasma se refiere; es decir, suministrar semilla de alta calidad de variedades apropiadas tan rápidamente como sea posible a su último usuario. Inicialmente se pla-

neó que esta actividad se desvanecería, al cumplir cinco años de financiación del proyecto especial, hasta un nivel que se podría mantener con los recursos básicos existentes. Sin embargo, la respuesta altamente positiva de los programas nacionales en los primeros dos años del proyecto, ha forzado a reconsiderar esta decisión. Se ha demostrado una necesidad continua de otras actividades relacionadas con semillas en el CIAT durante la década. Por consiguiente, se ha proyectado que la Unidad de Semillas se incorpore al presupuesto básico durante esta década.

Objetivos de la Unidad de Semillas. Los principales factores que limitan el progreso en los programas nacionales e industrias de semillas son la falta de personal adiestrado, las políticas gubernamentales con frecuencia indefinidas e inconsistentes, una disponibilidad limitada de semilla genética y básica para su transferencia a la industria de semillas, los problemas en la producción, el procesamiento y el almacenamiento de semilla de buena calidad y los sistemas de mercadeo débiles. En estas circunstancias, es preciso definir claramente la función de las actividades relacionadas con semillas en un centro internacional, puesto que los diversos problemas indicados anteriormente no se pueden resolver a ese nivel. Por consiguiente, la Unidad ha definido sus objetivos de la siguiente manera:

- (a). fortalecer a los programas nacionales y a las empresas locales por medio del adiestramiento de tecnólogos de semillas en la región y de la colaboración técnica.
- (b). Ayudar a los programas nacionales a estimular el uso de los materiales más promisorios de los productos agropecuarios básicos.
- (c). Estimular la investigación en problemas relacionados con semillas que actualmente están limitando su producción y distribución y mejorar la comunicación técnica entre los tecnólogos de semillas en la región.

Estrategia de la Unidad de Semillas para la Década de los Ochenta. Durante la primera fase del programa se ha dado énfasis considerable al adiestramiento de tecnólogos de semillas a nivel introductorio, puesto que sólo hay un número limitado de personal específicamente adiestrado en tecnología de semillas. El personal principal en estos programas ha recibido un adiestramiento agrícola normal en el cual no se habría insistido en las actividades relacionadas con semillas. Se estructuró un número de cursos básicos en los cuales, para finales de 1980, 123 tecnólogos de semillas habían recibido amplio adiestramiento en todos los aspectos de la producción, el procesamiento, el mercadeo y el control de calidad de semillas. En la segunda fase del programa de adiestramiento se hará mayor énfasis en cursos más avanzados y especializados y en reuniones de discusión dirigidas hacia necesidades particulares tales como la producción de semilla genética y básica, la organización y operación de actividades de programas de semillas a nivel nacional, el control de calidad de semilla, el secamiento y el procesamiento de semillas y el mercadeo. En estos últimos cursos han participado y participarán líderes tanto de los programas del sector público como del sector privado.

En el área de la colaboración técnica, la Unidad de Semillas proyecta intensificar su asistencia a los programas nacionales de semilla para que aceleren el uso de híbridos y variedades mejoradas. Esta colaboración se extenderá hacia la prestación de asistencia en la formación de asociaciones de semillas y nuevas empresas locales productoras. Gran parte de esta actividad se ligará por medio del trabajo de antiguos profesionales que previamente habían hecho contacto y recibido adiestramiento en el CIAT. La Unidad apoyará los esfuerzos que hagan grupos subregionales y programas nacionales para ofrecer cursos cortos diseñados para multiplicar el esfuerzo de adiestramiento a nivel local.

En el área de la producción y procesamiento real de semilla, la Unidad propone continuar apoyando los programas de productos agropecuarios del CIAT, multiplicando semilla genética y básica de los materiales más promisorios para surtir a los programas nacionales y otras organizaciones de la región interesadas. El CIAT responderá a solicitudes por este servicio y no pretende involucrarse en el proceso de lanzar o nombrar nuevos cultivares. En esta operación, el CIAT no propone distribuir semilla comercial directamente a los agricultores, puesto que el objetivo básico de la Unidad es estimular estas actividades a nivel nacional.

Como parte de las actividades en la producción de semilla genética y básica, el CIAT ya ha establecido vínculos con otros centros internacionales, particularmente con el CIMMYT y el ICRISAT. El objetivo de estos vínculos es asistir a estos centros en su colaboración con los programas nacionales, por medio de la producción y diseminación de materiales promisorios en la región.

Con relación a la investigación en problemas relacionados con semilla, el CIAT está ayudando a identificar áreas prioritarias de investigación en tecnología de semillas pertinentes para la región y para los productos agropecuarios bajo su mandato. Al introducir nuevas especies de pastos es necesario tratar muchos problemas sobre la producción, la cosecha, el almacenamiento y la evaluación de la calidad de su semilla, puesto que estas especies son totalmente nuevas para la industria de semillas y aún no se ha desarrollado tecnología básica de semillas para ellos. En otros productos, como el frijol, la yuca y el arroz, hay áreas particulares de investigación que son necesarias para facilitar la producción y distribución de semilla mejorada. Con los recursos de la Unidad, en colaboración con los programas del CIAT y las instituciones nacionales, en la década de los ochenta se proyecta un mayor esfuerzo de investigación para darle respuesta a algunos de estos problemas importantes.

Una parte integral del plan propuesto hace referencia al suministro de servicios de información sobre actividades relacionadas con semilla, incluyendo documentación y materiales de enseñanza audiotutoriales, con el fin de estimular el profesionalismo y buena comunicación entre la comunidad de personal dedicado a semillas en la región.

Proyecciones de las Actividades de la Unidad en la Década de los Ochenta. Actualmente el personal de la Unidad de Semillas incluye dos científicos principales y personal de apoyo, financiados totalmente por el proyecto especial. La financiación para la fase actual del proyecto terminará en 1984. El CIAT propone continuar las actividades relacionadas con semillas como una unidad separada durante la década de los ochenta. Al terminar la financiación actual, se espera que el mismo donante pueda proporcionar alguna asistencia ulterior.

Se ha proyectado para 1985 y 1986 incluir otras dos posiciones para científicos financiadas por el presupuesto básico. Además, el científico de semillas existente en el Programa de Pastos Tropicales se asociará con la Unidad. Una de las posiciones proyectadas pertenece al área de tecnología de semillas (procesamiento, control de calidad y manejo de las empresas) y la otra al área general de producción de semillas e investigación relacionada. La posición en el Programa de Pastos Tropicales continuará dedicándose a los problemas relacionados con los aspectos de la tecnología de semillas en las nuevas especies de pastos que se están investigando y para las cuales aún falta desarrollar una metodología.

Se requerirá de la asistencia continuada de la financiación para proyectos especiales que proporcionen los fondos para el adiestramiento, las reuniones de discusión, las conferencias y las actividades de colaboración técnica, con el fin de mantener el nivel de actividad del proyecto actual. Dentro de los límites establecidos por el presupuesto del Centro, no se puede contemplar una participación básica más temprana y mayor por parte del CIAT.

9

Implicaciones Presupuestales

Las implicaciones presupuestales del plan a largo plazo presentado en las páginas precedentes son función principalmente de la proyección años-hombre correspondiente a científicos principales. El Cuadro 9.1 presenta la composición actual de los cargos a nivel staff principal durante el período 1978-1981, así como la proyección de posiciones con cargo al presupuesto básico en la década del 80. La Figura 9.1 es un resumen gráfico de los cargos actuales y proyectados a nivel staff principal en investigación, apoyo a la investigación, administración y cooperación regional.

(Nota: Proyecciones presupuestales en preparación).

Cuadro 9.1. Posiciones internacionales actuales (1978-1981) y proyectadas (1982-1990) con financiación del presupuesto base

	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90
Investigación:													
en la sede principal													
Frijol	11	11	12	12	13 ₁	13	13	14 ₁	14	14	14	14	14
Yuca	9	9	10	10	10	11 ₂	11	12 ₁	12	12	12	12	12
Arroz	3	3	3	4	5 ₂	6 ₈	6	6	6	6	6	6	6
Pastos Tropicales	17	17	17	17	17	16 ₉	16	16	17 ₂₄	17	17	17	17
Porcinos	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Investigación:													
fuera de la sede principal													
Frijol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yuca	-	-	-	-	-	1 ₁₀	1	1	1	1	1	1	1
Arroz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastos Tropicales	2	2	3	3	4 ₉	5 ₁	5	4 ₁₉	3 ₂₅	3	3	3	3
Cooperación Regional													
Frijol	-	-	-	-	-	1 ₁₂	3 _{14,15}	3	5 _{26,27}	5	5	5	5
Yuca	-	-	-	-	1 ₄	1	1	2 ₂₀	3 ₂₈	3	3	3	3
Arroz	-	-	-	-	-	-	1 ₁₅	1	1	1	1	1	1
Pastos Tropicales	-	-	-	-	-	-	-	2 _{21,22}	3 ₂₉	3	3	3	3
Administración & Apoyo													
Administración	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Análisis de													
Agroecosistemas	-	-	-	-	1 ₅	2 ₁₃	2	2	2	2	2	2	2
Comunicación/													
Información	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Servicio de Datos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Recursos Genéticos	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Servicios de													
Laboratorio	-	-	1	1	- ₆	-	-	-	-	1 ₃	1	1	1
Unidad de Semillas	-	-	-	-	-	-	-	1 ₂₃	2 ₃₀	2	2	2	2
Operaciones de la													
Estación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oficina de Adiestra-													
miento	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	61	61	62	63	67	72	75	80	85	86	86	86	86

1982

- 1 Adición de una posición en patología de frijol
- 2 Adición de una posición en economía de arroz
- 3 Adición de una posición en agronomía de forrajes para los trópicos húmedos
- 4 Adición de una posición de cooperación regional para el continente asiático
- 5 Adición de una posición para agroclimatología
- 6 Eliminación de una posición para bioquímica

1983

- 7 Adición de una posición para virología
- 8 Adición de una posición en fisiología/agronomía de arroz seco
- 9 Eliminación temporal de una posición de investigación en la sede principal
- 10 Adición de una posición en fitomejoramiento para los subtropicos
- 11 Adición de una posición para la renovación/establecimiento de pastos para los trópicos húmedos
- 12 Adición de una posición de cooperación regional en Africa oriental
- 13 Adición de una posición para el análisis de sistemas de tierra

1984

- 14 Adición de una posición de cooperación regional para América Central y el Caribe
- 15 Adición de una posición de cooperación regional para el Brasil
- 16 Adición de una posición de cooperación regional para el sur de la zona andina

1985

- 17 Adición de una posición para coordinador de programa
- 18 Adición de una posición para coordinador de programa
- 19 Eliminación de una posición de investigación en el Cerrado
- 20 Adición de una posición de cooperación regional para América Central y el Caribe
- 21 Adición de una posición de cooperación regional para el Cerrado
- 22 Adición de una posición de cooperación regional para América Central y el Caribe
- 23 Adición de una posición para un especialista en producción de semillas

1986

- 24 Reubicación de la posición de investigación en la sede principal, eliminada temporalmente en 1983
- 25 Eliminación de una posición de investigación en el Cerrado
- 26 Adición de una posición de cooperación regional para el Medio Oriente
- 27 Adición de una posición de cooperación regional para el sur de la zona andina
- 28 Adición de una posición de cooperación regional para Africa
- 29 Adición de una posición de cooperación regional para el subtropico de América Latina
- 30 Adición de una posición para un tecnólogo de semillas

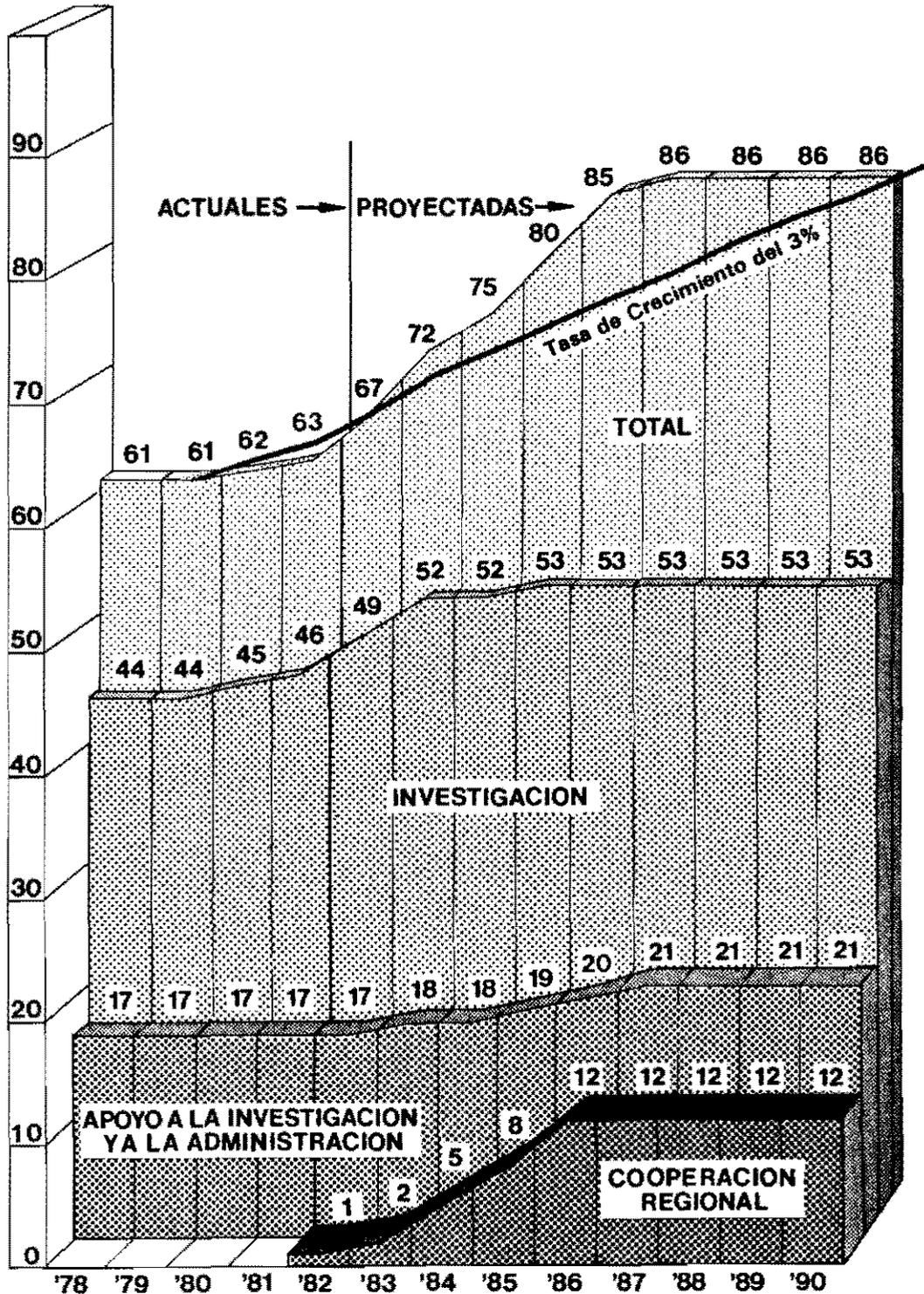
1987

- 31 Adición de una posición para la coordinación de los servicios de laboratorio

Figura 9.1

**POSICIONES INTERNACIONALES ACTUALES
(1978-1981) Y PROYECTADAS (1982-1990)
CON FINANCIACION DE PRESUPUESTO BASE**

POSICIONES



Apéndices

APENDICE 1

Tasas de crecimiento de la demanda y de la oferta de alimentos en América Latina, 1966-1977

País	Población ¹	Ingreso per capita	Demanda de alimentos		Producción total de alimentos ⁴	Producción de alimentos por agricultores pequeños ^{4,5}
			Elasticidad ingreso ²	Crecimiento ³		
México	3.5	2.8	0.51	4.8	4.0	1.8
El Caribe	2.1	1.8	0.21	2.5	1.4	2.5
Costa Rica	3.0	2.9	0.51	4.5	4.6	3.6
El Salvador	3.3	1.8	0.62	4.4	3.9	4.3
Guatemala	2.5	2.8	0.53	4.0	5.0	3.2
Honduras	2.3	1.8	0.62	3.4	2.3	1.9
Nicaragua	2.7	3.5	0.76	4.4	3.9	3.8
Panamá	3.1	3.8	0.52	4.1	3.4	2.1
América Central	2.8	2.8	0.46	4.1	3.9	3.1
Venezuela	2.9	2.2	0.40	3.8	4.6	2.2
Bolivia	2.8	2.7	0.47	4.1	2.4	2.0
Chile	1.9	0.6	0.44	2.2	2.8	2.2
Colombia	2.6	2.7	0.51	4.0	3.4	4.2
Ecuador	2.9	3.8	0.47	4.7	1.7	2.9
Perú	2.9	2.5	0.62	4.5	1.1	1.7
Países Andinos	2.6	2.1	0.49	3.5	2.6	2.8
Brasil	2.7	4.2	0.50	4.8	4.7	2.6
Argentina	1.3	2.5	0.27	2.0	2.3	0.8
Paraguay	2.8	2.1	0.47	3.8	3.7	2.2
Uruguay	0.6	0.4	0.37	0.7	0.1	3.3
Países del Río de La Plata	1.3	1.9	0.30	1.9	2.2	1.6
América Latina	2.6	3.0	0.34	3.6	3.6	2.5

¹ 1960-1975

² Ponderaciones proporcionales del consumo promedio de productos vegetales y animales y de las elasticidades ingreso de la demanda estimada por la FAO.

³ Calculada como $\dot{d} = \dot{p} + E_y$ y donde \dot{d} es la tasa de crecimiento de la demanda del alimento, \dot{p} es la tasa de crecimiento de la población, E_y es la elasticidad ingreso de la demanda del alimento e y es la tasa de crecimiento del ingreso.

⁴ 1966-1977.

⁵ Los cultivos del agricultor pequeño fueron identificados por el Departamento de Agricultura de EE.UU. como maíz (excepto en Argentina y Uruguay), arroz (excepto en Colombia), papa, batata, yuca y leguminosas.

Fuentes: Los datos de 1966-70 con base en Economic Research Service, "Agriculture in the Americas: Statistical data", pp. 1-8 (10). Los datos de 1971-77 con base en Economic, Statistics and Cooperatives Service, Indices of Agricultural Production for the Western Hemisphere, 1968-1977, (11). Las elasticidades ingreso de la demanda se estimaron con base en la FAO, (16).

APENDICE 2

Disponibilidad y requerimientos nutricionales. Consumo nacional promedio diario de calorías y de proteína (gramos) per capita, 1972

País	Calorías			Proteínas		
	Disponibilidad	Requerimientos	Disponibilidad como porcentaje de requerimientos	Disponibilidad	Requerimientos	Disponibilidad como porcentaje de requerimientos
México	2687	2330	115	65.6	38.1	172
América Central	2103	2280	92	55.0	35.6	154
El Caribe	2453	2280	108	55.9	35.6	157
Venezuela	2388	2430	98	62.6	36.7	171
América del Sur tropical ¹	2193	2420	91	52.4	38.0	138
Brasil	2537	2390	106	63.2	38.7	163
Cono Sur ²	3113	2630	118	93.8	38.8	242

¹ Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay y Perú.

² Argentina, Chile, Uruguay.

APENDICE 3

Estimados porcentuales de la población que consume niveles inadecuados de calorías en varios países de América Latina, 1973

País	Niveles calóricos por debajo del mínimo (%)	Por debajo del 90% de los niveles calóricos recomendados (%)
Honduras	60	50
Ecuador	70	61
El Salvador	72	61
Colombia	61	46
República Dominicana	58	44
Guatemala	69	48
Brasil	45	31
México	34	22
Jamaica	30	21
Perú	53	41
Costa Rica	34	20
Panamá	51	38
Chile	33	10
Uruguay	33	20
Venezuela	56	47

Los datos están disponibles en FAO, Food Balance Sheets sobre consumo promedio de calorías y la FAO/WHO han hecho estimados sobre los requerimientos calóricos. La distribución de la población por consumo de calorías utiliza datos sobre distribución de los ingresos y la relación funcional entre el consumo de calorías y los ingresos.

Fuentes: S. Reutlinger and H. Alderman, The Prevalence of Calorie Deficient Diets in Developing Countries, World Bank Staff Working Paper No. 374, Washington, D.C., March 1980, pp. 27-28; para otros detalles véase S. Reutlinger and M. Selowsky, Malnutrition and Poverty: Magnitude and Policy Options, World Bank Occasional Paper No. 23, John Hopkins, 1976.

APENDICE 4

Fuentes de calorías por alimentos individuales: Porcentaje de las calorías totales, 1972 - 74

País	Azúcar	Maíz	Trigo	Arroz	Yuca	Papa	Aceite	Fríjol	Carne de res	Carne
México	14.7	37.3	11.4	1.9	0.0	0.4	8.2	5.1	2.2	5.4
América Central	16.1	36.0	7.0	5.6	0.8	0.3	8.6	4.6	2.2	5.4
El Caribe	16.9	6.7	16.1	13.3	2.6	0.4	8.3	2.1	3.1	5.7
Venezuela	18.3	16.2	15.1	5.0	1.9	0.8	8.0	1.3	5.8	9.3
América del Sur Tropical	18.3	12.5	11.0	9.9	4.0	5.3	8.4	1.1	3.6	5.6
Bolivia	12.7	16.8	19.2	4.9	4.3	10.3	6.9	0.7	3.7	6.9
Colombia	24.6	12.9	5.7	12.5	3.7	3.6	7.1	0.8	4.3	5.4
Ecuador	18.3	11.9	8.8	9.2	2.8	5.5	10.4	2.2	2.5	4.4
Perú	14.8	9.3	18.1	8.6	2.8	9.3	9.9	1.5	1.9	4.7
Paraguay	8.3	18.1	10.2	3.6	14.4	2.6	8.7	5.1	8.8	12.6
Brasil	17.1	9.2	10.7	15.5	9.4	0.8	7.9	7.6	4.3	6.7
Cono Sur	13.1	1.3	30.9	2.0	0.3	3.6	12.2	0.6	11.1	16.0
Argentina	12.9	1.1	27.2	1.7	0.4	4.6	12.2	0.3	13.4	17.9
Chile	13.3	1.7	42.9	2.4	—	3.7	9.2	1.8	3.9	6.2
Uruguay	12.3	2.2	27.2	3.5	—	3.9	8.7	0.2	14.3	20.4

Fuente: FAO, Provisional Food Balance Sheets, 1972 - 74, Rome, 1977.

Nota: Como no se incluyeron todos los productos alimenticios, las filas no suman 100%.

APENDICE 5

Fuentes de proteína por alimentos individuales: Porcentaje de la provisión total de proteína, 1972 - 74

País	Maíz	Trigo	Arroz	Fríjol	Ganado de Carne
México	39.0	12.7	1.5	11.4	7.8
América Central	35.7	7.5	4.7	12.1	9.1
El Caribe	7.3	18.5	10.9	2.9	5.9
Venezuela	13.4	19.0	3.8	3.2	16.8
América del Sur Tropical	10.3	13.2	8.4	2.8	11.5
Bolivia	16.6	21.7	3.7	1.7	10.6
Colombia	14.4	7.0	11.3	2.4	14.7
Ecuador	13.8	10.6	8.1	4.4	8.3
Perú	9.3	22.5	6.6	3.8	6.6
Paraguay	17.0	10.0	2.5	12.0	19.8
Brasil	8.2	11.4	12.2	20.1	13.8
Cono Sur	1.1	28.5	1.3	1.4	29.8
Argentina	0.8	23.3	1.2	0.6	34.4
Chile	1.6	43.6	1.8	4.1	8.3
Uruguay	1.6	23.1	2.3	0.5	28.9

Fuente: FAO, Provisional Food Balance Sheets, 1972 - 74, Roma, 1977.

Nota: Como no se incluyeron todos los productos alimenticios, las filas no suman 100%.

APENDICE 6

Asignación del presupuesto en alimentos por grupo de productos en diez ciudades Andinas, 1967 - 69

Ciudad	Categorías de ingresos ¹	Carne de res	Leche	Aves	Cerdo	Pan y productos relacionados	Trigo	Arroz	Maíz	Papa y similares	Hortalizas secas
Bogotá	0	11.3	10.2	0	0.1	9.6	0.8	5.7	2.5	10.9	1.5
	1	14.6	9.3	0.1	0.01	10.1	0.5	6.1	1.9	11.2	2.1
	2	15.2	9.9	0.2	0.4	9.9	0.5	5.6	2.0	8.8	1.7
	3	14.6	11.1	1.3	0.3	8.7	0.6	5.1	1.0	3.4	1.5
	4	12.7	10.8	3.0	1.3	7.8	0.3	2.3	1.0	3.4	1.5
Barranquilla	0	17.8	9.3	0.2	0.6	6.7	0.1	11.1	1.9	5.0	1.8
	1	17.3	10.1	0.4	1.0	6.3	0.1	10.3	1.6	4.2	2.0
	2	18.0	10.2	0.8	0.8	6.9	0.1	9.2	1.5	3.6	1.7
	3	19.1	10.8	2.7	0.8	6.9	0.1	7.5	1.4	3.0	1.9
	4	18.7	11.0	3.5	0.9	6.9	0.3	6.3	1.2	2.5	1.9
Cali	0	24.2	5.8	0.1	0.9	5.3	0.2	9.6	2.2	5.8	5.6
	1	21.5	8.1	0.6	0.5	6.1	0.2	8.6	2.0	5.1	4.6
	2	22.1	9.8	1.1	1.4	5.5	0.4	6.9	1.5	3.8	3.9
	3	21.0	12.3	1.6	2.4	6.4	0.2	5.5	1.1	3.3	3.0
	4	16.9	13.0	3.0	2.5	6.2	0.3	4.5	1.1	2.2	2.3
Medellín	0	21.1	9.5	0	0.3	3.9	1.8	7.0	6.3	6.0	6.8
	1	21.6	11.1	0.02	0.7	5.2	0.2	5.7	4.7	6.0	5.9
	2	21.2	10.6	0.3	2.5	5.4	0.3	5.1	4.4	4.7	5.3
	3	18.8	12.3	0.6	4.2	6.0	0.4	4.2	3.3	3.7	4.4
	4	15.0	13.4	2.5	6.3	5.9	0.6	2.8	2.0	2.6	2.7
Santiago	0	10.2	6.4	2.0	0.2	16.8	1.2	2.4	0.2	4.1	1.8
	1	9.8	7.8	2.4	0.6	15.7	1.4	2.1	2.3	4.2	1.9
	2	9.9	8.1	3.3	0.5	13.7	1.1	1.9	0.3	3.4	1.4
	3	9.3	8.7	4.5	0.7	12.1	1.0	1.7	0.2	2.9	1.3
	4	5.5	7.3	3.9	1.0	9.7	0.6	1.1	0.03	1.2	0.7
Quito	0	8.7	8.1	0.5	0.4	9.8	0.8	5.7	2.7	7.8	0.6
	1	12.9	10.6	0.07	0.4	12.2	0.7	7.2	1.9	7.4	0.5
	2	13.6	10.4	0.8	0.3	11.2	0.6	5.7	1.6	6.2	0.6
	3	15.7	13.3	2.0	0.7	10.9	0.5	5.5	0.9	4.3	0.7
	4	14.1	14.1	2.0	1.3	9.0	0.6	3.7	0.7	3.0	0.7
Guayaquil	0	14.0	6.0	0.5	0.2	8.0	0.4	13.9	1.1	3.3	1.6
	1	17.6	10.0	1.4	0.2	7.5	0.3	14.2	0.1	3.1	1.2
	2	18.1	11.8	2.0	0.3	7.1	0.3	12.4	0.2	2.8	1.9
	3	18.1	12.5	3.1	0.6	6.6	0.2	10.1	0.2	2.4	1.8
	4	15.7	12.7	4.9	1.1	6.0	0.3	6.3	0.2	1.9	1.5
Caracas	0	11.3	13.7	2.5	1.8	6.8	0.1	4.0	2.5	2.2	2.6
	1	11.3	13.8	3.4	2.1	6.4	0.1	3.3	0.1	2.6	3.1
	2	11.9	13.1	4.1	2.4	6.7	0.1	2.3	2.6	2.5	2.3
	3	11.5	13.3	4.4	2.4	6.8	0.1	2.2	1.6	2.1	1.8
	4	12.5	13.2	4.3	2.6	5.8	0.1	1.7	1.0	1.6	1.0
Maracaibo	0	9.0	17.8	3.4	1.3	7.8	0.1	4.1	4.0	1.6	1.7
	1	10.6	18.2	3.6	2.1	7.0	0.1	3.7	3.5	1.7	2.0
	2	11.3	17.4	5.0	1.5	7.0	0.1	3.4	3.0	1.7	1.7
	3	11.6	18.2	5.6	1.5	6.3	0.04	3.0	2.1	1.5	1.2
	4	11.9	18.4	7.9	2.6	6.6	0.1	2.4	1.6	1.8	1.7
Lima	0	22.8	10.5	2.8	0.3	8.4	0.2	5.8	1.2	3.7	0.5
	1	15.4	13.2	2.5	0.7	10.0	0.3	6.9	1.0	4.6	0.8
	2	17.3	12.3	4.7	0.4	9.2	0.1	6.9	0.8	4.2	1.0
	3	17.0	11.4	4.8	0.3	8.0	0.2	5.6	0.7	3.4	0.8
	4	17.5	11.9	4.1	0.4	6.6	0.2	4.2	0.7	2.5	0.5

¹ Código de la categoría de ingresos familiares: 0 = 0- 1025 (US\$); 1 = 1026 - 1652; 2 = 1653 - 2759; 3 = 2760 - 4866; 4 = más de 4866.

Fuente: Datos de la encuesta realizada por ECIEL - Brookings sobre los patrones de consumo en ciudades de América Latina.

APENDICE 7

Gastos anuales (Cruceiros) por tipo de alimento en diferentes estratos de ingresos en el Nordeste de Brasil, 1975

Categorías de alimentos	Menos de 4.500	4.500-6.799	6.800-8.999	9.000-11.299	11.300-13.599	13.600-15.799	15.800-22.599	22.600-31.599	Más de 31.599
	(Cruceiros)								
Cereales y derivados	274	586	855	1.069	1.319	1.454	1.568	1.803	2.143
Arroz	131	273	396	455	530	624	564	569	604
Maíz	62	135	171	160	228	185	149	122	140
Productos de trigo	77	168	275	430	530	618	802	1.019	1.209
Otros	5	11	15	24	32	26	53	93	190
Tubérculos	260	413	489	467	523	544	438	460	442
Papa	1	3	5	11	16	24	38	67	133
Yuca fresca	11	23	26	24	28	30	23	22	21
Harina de yuca	229	351	400	320	406	414	306	282	182
Otros tubérculos	19	36	58	62	72	77	70	88	106
Azúcar	107	181	228	250	300	324	336	363	450
Leguminosas	314	493	557	565	663	587	525	458	435
Frijol/ Caupí	282	443	511	516	579	538	492	433	408
Otras leguminosas	32	50	46	49	54	49	33	25	27
Hortalizas	47	106	152	183	231	271	329	457	703
Frutales	50	98	152	180	239	268	391	538	741
Carnes y pescados	514	992	1.360	1.712	2.058	2.364	2.705	3.472	4.759
Bovina	175	359	563	741	919	1.051	1.420	1.830	2.730
Cerdo	96	175	218	258	265	335	285	335	302
Aves	50	114	181	234	306	331	395	540	742
Carnes enlatadas	2	5	9	15	19	41	34	62	114
Pescado	128	221	241	266	296	318	305	372	473
Otros	63	117	148	199	252	288	267	333	396
Huevos	25	51	82	96	128	142	164	217	237
Leche y queso	78	183	284	366	497	522	582	824	1.235
Aceites y grasas	49	119	175	234	304	366	392	563	805
Bebidas	150	239	293	338	369	416	476	605	894
Alimentos fuera de casa	91	161	229	347	387	469	570	722	1.027
GASTOS TOTALES EN ALIMENTOS	1.959	3.622	4.857	5.807	6.988	7.726	8.477	10.482	13.932
Gastos en alimentos	64	64	61	57	54	52	44	38	17
Gastos en alimentos x 100	64	64	61	57	54	52	44	38	17
Gastos totales									

APENDICE 8

Composición de la dieta y costo de calorías para el consumidor en el Nordeste de Brasil, 1975

Categorías de alimentos	Calorías por unidad de adulto por día	Porcentaje de calorías (o/o)	Costo anual para el consumidor para mantener el consumo de 100 calorías a partir de cada alimento ¹ (Cruzeiros)
Cereales y derivados	518	26.8	48
Arroz	242	12.5	42
Maíz	108	5.6	35
Productos de trigo	161	8.3	65
Otros	7	0.4	114
Tubérculos	496	25.7	23
Papa	2	0.1	250
Yuca fresca	13	0.7	46
Harina de yuca	454	23.5	20
Otros	27	1.4	52
Azúcar	210	10.9	30
Leguminosas	311	16.1	48
Frijol/ Caupí ²	280	14.5	44
Otras leguminosas	31	1.6	38
Hortalizas	10	0.5	520
Frutales	35	1.8	157
Carnes y pescado	179	9.3	246
Bovina	74	3.8	273
Cerdo	46	2.4	126
Aves	13	0.7	462
Carnes enlatadas	2	0.1	250
Pescado	23	1.2	296
Otros	21	1.1	224
Huevos	10	0.5	260
Leche y queso	67	3.5	142
Aceites y grasas	84	4.4	74
Bebidas	10	0.5	900
TOTAL	1.330	100	76

Fuente: Calculado a partir de la Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Estudo Nacional da Despesa Familiar Despesas das Famílias, Região V, Rio de Janeiro, 1978, p. 82 y FIBGE, Estudo Nacional da Despesa Familiar, Consumo Alimentar Antropometría, Região V, Rio de Janeiro, 1978, p. 21.

1. Calculado de los datos del ENDEF sobre gastos anuales por familia, dividiendo estos gastos por un estimado de 3.5 equivalentes de adultos en una familia promedio de cinco y luego dividiendo estos gastos por el número de calorías por adulto por día. Cuando se multiplican por 100 se obtienen los costos en cruzeiros por 100 calorías/día de cada alimento durante todo el año para un adulto. No se incluyeron los gastos en comidas fuera de la casa, por consiguiente, no se lograron categorizar. Sin embargo, solo representaron el 5.7% de los gastos totales en alimentos y probablemente se desviarían a los alimentos y bebidas de mayor calidad y, por consiguiente, su omisión descendería los datos sobre gastos en alimentos y bebidas de alta calidad, pero no afectaría considerablemente las comparaciones de los productos alimenticios calóricos de bajo costo. El cálculo se hace de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Gastos/Familia} \cdot \text{Año}}{\text{Equivalente en adulto/Familia}} \times \frac{1}{\frac{\text{Calorías}}{\text{Equivalente en adulto/día}}} \times 100 = \frac{\text{Gastos/Año}}{100 \text{ calorías/día}}$$

2. El caupí y el frijol reciben el mismo nombre en portugués. El caupí predomina en el Nordeste pero el frijol es preferido por los consumidores urbanos. El consumo probablemente está equitativamente entre los dos tipos de preferencia en el Nordeste.

APENDICE 9

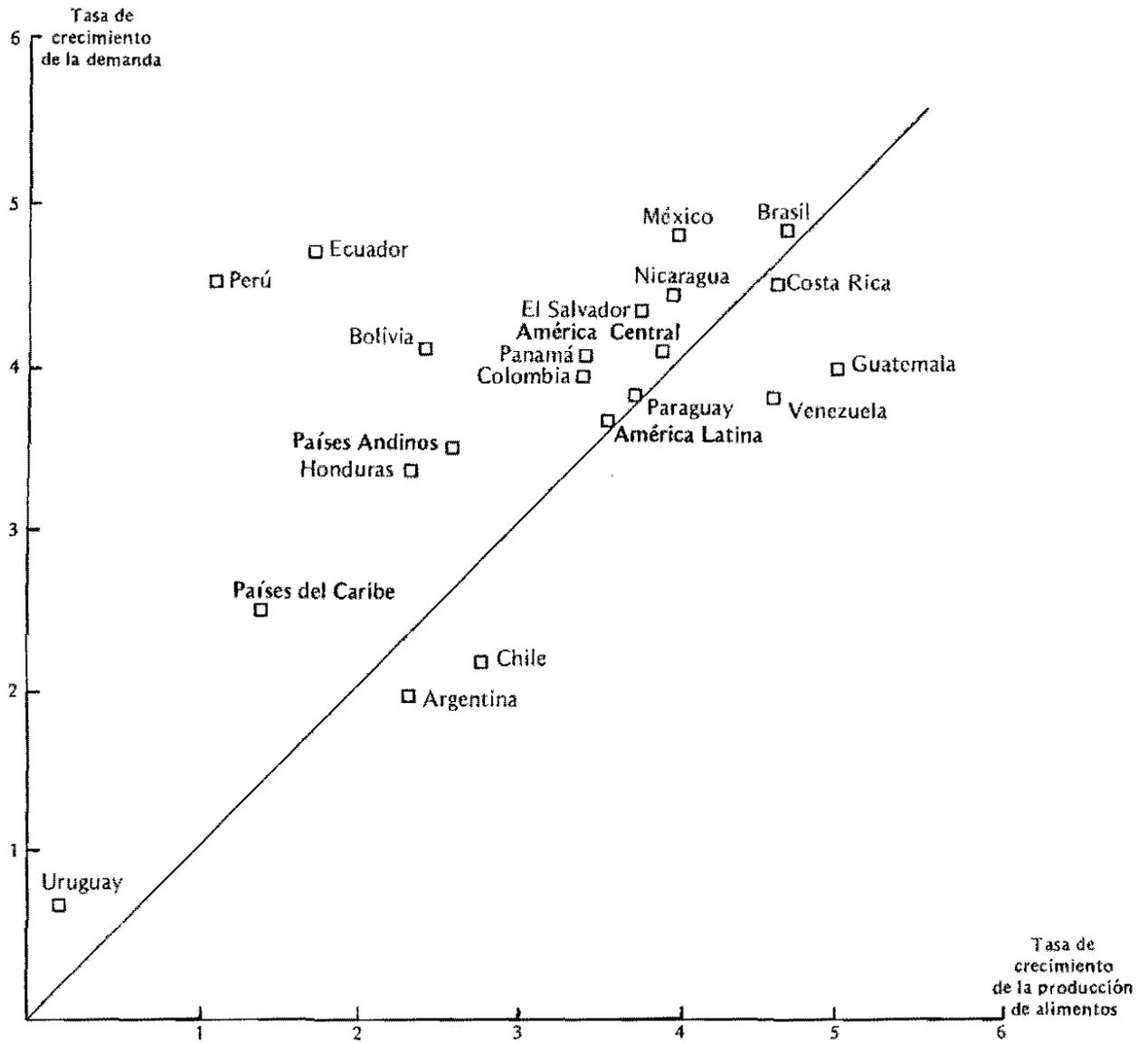
Composición de la dieta, fuentes de proteína y costo de la unidad de proteína para el consumidor en el Nordeste de Brasil, 1975

Categorías de alimentos	Proteína por unidad de adulto por día (gramos)	Porcentaje de proteínas	Costo anual para el consumidor para mantener el consumo de una proteína por día a partir de cada alimento (Cruzeiros)
Cereales y derivados	13.20	21.7	19
Arroz	5.12	8.4	20
Maíz	2.81	4.6	14
Productos del trigo	5.10	8.4	20
Otros	0.17	0.3	49
Tubérculos	2.59	4.3	45
Papas	0.05	0.08	100
Yuca fresca	0.07	0.1	86
Harina de yuca	2.11	3.5	43
Otros	0.36	0.6	39
Azúcar	0.08	0.1	789
Leguminosas	21.23	34.8	6
Caupí y frijol	19.09	31.3	6
Otras leguminosas	2.14	3.5	6
Hortalizas	0.40	0.7	130
Frutales	0.51	0.8	107
Carne y pescado	18.04	29.6	24
Bovina	7.46	12.2	27
Cerdo	1.69	2.8	34
Aves	2.23	3.7	26
Carnes enlatadas	0.13	0.2	38
Pescado	4.45	7.3	15
Otros	2.08	3.4	23
Huevos	0.79	1.3	32
Leche y queso	3.43	5.6	28
Aceites y grasas	0.20	0.3	310
Bebidas	0.51	0.8	177
TOTAL	60.98	100	24

Fuente: FIBGE, Estudo Nacional da Despesa Familiar, Consumo Alimentar Antropometria, Região V, Rio de Janeiro, p. 21 y FIBGE, Estudo Nacional da Despesa Familiar, Despesas das Famílias, Região V, Rio de Janeiro, 1978, p. 82.

APENDICE 10

Tasas de crecimiento de la demanda y producción de alimentos en los países de América Latina, 1966-1977



APENDICE 11

Gastos en investigación agrícola y gastos en investigación como porcentaje del valor del producido agrícola por región, 1965-1974

Región	Gastos anuales totales (millones de US\$ de 1971)			Porcentaje del total de gastos en investigación con relación al valor del producido agrícola		
	1965	1971	1974	1965	1971	1974
Europa Occidental	407	671	733	1.4	2.0	2.2
Europa Oriental & URSS	627	818	861	1.5	1.7	1.8
América del Norte & Oceanía	806	1203	1289	1.9	2.6	2.7
África	114	139	141	1.3	1.4	1.4
Asia ¹	356	610	646	1.2	1.8	1.9
Latin America	73	146	170	0.6	1.1	1.2
Total	2383	3588	3841			

¹ Excluyendo a China

Fuente: Boyce, J. and R. Evenson (1975)

APENDICE 12

Recursos humanos de investigación y extensión en comparación con el valor del producto agrícola, 1951-1971

Región	"Calidad Ajustada"			
	Años-hombre de científicos por 10 millones de dólares por producido agrícola			
	1951	1959	1965	1971
	----- en US\$ constantes de 1971 -----			
Europa Occidental	0.85	0.94	0.89	0.91
Europa Oriental & URSS	0.22	0.39	0.70	0.86
América del Norte y Oceanía	0.91	1.90	1.17	1.10
América Latina	0.26	0.26	0.33	0.34
Africa	0.46	0.46	0.55	0.63
Asia ¹	0.56	0.69	0.84	0.92
	Extensionistas por 10 millones de US\$ de producido agrícola			
Europa Occidental	-	7.36	7.14	7.71
Europa Oriental & URSS	-	-	-	-
América del Norte y Oceanía	-	3.75	3.33	3.64
América Latina	-	3.24	4.29	9.05
Africa	-	29.46	53.16	63.89
Asia ¹	-	41.30	47.76	53.31

1 Excluyendo a China

Fuente: Boyce and Evenson (1975), Cuadro 1.6