

CENTRO DE INVESTACION

AGRICOLA DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LOS  
PAISES ANDINOS<sup>1</sup>

Oswaldo Voyses V.<sup>2</sup>

CIAT  
41816  
COLECCION HISTORICA

Algo que nadie discute en estos tiempos es que las necesidades de alimentos de la población mundial no están siendo satisfechas adecuadamente. Aunque la preocupación por la situación alimentaria se remonta ya a 200 años atrás, en estos momentos cobra tintes dramáticos pues no puede escapar de nuestra percepción que dentro de 20 años, el mundo habrá duplicado la población que tenía en 1960, apenas 20 años atrás. (Fig. 1) Para muchos de nosotros este lapso corresponde al tiempo de nuestra experiencia profesional, sabemos por lo tanto qué se puede hacer en 20 años tan sólo con el esfuerzo individual, y mas adelante veremos lo que nos indican las estadísticas sobre los progresos en frijol en los últimos 10 años.

Los analistas estiman que hasta 1950 la carrera entre el crecimiento de la población y la producción de alimentos era pareja. En 1965 y 1966, dos sequías consecutivas en la India principalmente crearon situaciones críticas y avivaron viejos temores de una inminente hambruna mundial. Las nuevas variedades de alto rendimiento de trigo y arroz que se distribuyeron a partir de 1967 hasta alcanzar un total de 20 millones de hectareas

<sup>1</sup> Trabajo presentado en la I Reunión Evaluadora del Subproyecto I-1 de los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Area de los Alimentos, realizado en San Felipe, Yaracuy, Venezuela del 14 al 18 de julio de 1980

<sup>2</sup> Agrónomo del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT - Apartado Aéreo 6713 Cali, Colombia.

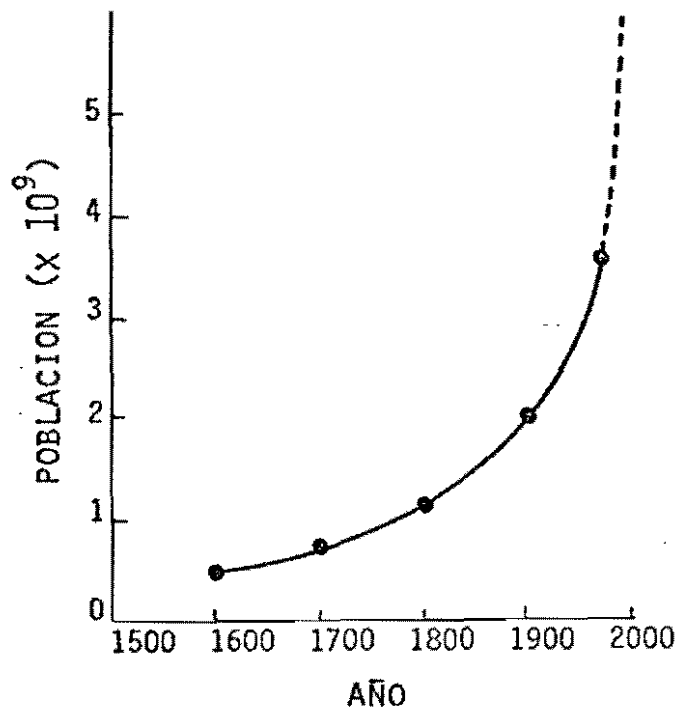


FIG. 1 CRECIMIENTO DE LA POBLACION MUNDIAL

tan sólo en Asia en 1971 y que dieron origen al fenómeno conocido como la revolución verde, dieron un vuelco a la tendencia de escasez, devolvieron el optimismo a quienes presagiaban una tragedia y crearon una expectativa de nuevos y espectaculares logros en otros cultivos, el maíz, la papa, el frijol, etc. lo que definitivamente alejaría el fantasma del hambre en la humanidad.

La crisis energética que se comenzó a insinuar en 1973 afectando la provisión de combustibles y fertilizantes ha traído como consecuencia que el tema del abastecimiento mundial de alimentos sea otra vez de actualidad. La expectativa por avances espectaculares en cultivos alimenticios, entre ellos el frijol, está vigente y es más urgente y precisamente el tema de esta conferencia es discutir con ustedes qué tanto podemos esperar de los avances tecnológicos para aumentar el rendimiento de esta leguminosa y cuáles son las posibilidades de aumentar su producción principalmente en los países que componen el Grupo Andino.

#### Area, producción y rendimiento del frijol en los países andinos

América Latina es la región productora de frijol más importante del mundo contribuyendo con alrededor del 35% de la producción. Dentro de América Latina, Brasil y México son los mayores productores, con un 80% del total regional mientras que los países del grupo andino aportan al total de la producción de la América Latina sólo un 5%.

El Cuadro 1 muestra la producción de frijol en cada uno de los países andinos, comparándola con la de los grandes productores de la región.

Cuadro 1. PRODUCCION (1000 TON) EN LOS PAISES ANDINOS Y OTROS PAISES DE AMERICA LATINA DURANTE LOS PERIODOS 1964-66, 1974-76 Y 1978

País	Promedio 1964-66	%	Promedio 1974-76	%	1978	%
BRASIL	2130	58.6	2117	53.5	2188	53.9
MEXICO	917	25.2	1047	26.4	940	23.2
ARGENTINA	32	0.9	132	3.3	170	4.2
CHILE	87	2.4	73	1.9	112	2.8
Subtotal	3166	87.1	3369	85.1	3410	84.1
COLOMBIA	39	1.1	75	1.9	81	2.0
PERU	46	1.2	36	0.9	58	1.4
VENEZUELA	43	1.2	37	0.9	55	1.3
ECUADOR	28	0.8	28	0.7	30	0.7
BOLIVIA	14	0.4	21	0.5	2	0.1
Subtotal	170	4.7	197	4.9	226	5.5
RESTO DE AMERICA LATINA	299	8.2	391	10.0	420	10.4
TOTAL DE AMERICA LATINA	3635	100.0	3957	100.0	4056	100.0

Fuente : Adaptado de Sanders y Alvarez (1978)<sup>1</sup>  
Anuario FAO de Producción (1978)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sanders, J.H. y C. Alvarez 1978. Evolución de la producción en América Latina durante la última década. Serie O6SB-1. CIAT, Cali - Colombia.

<sup>2</sup> FAO 1978. Anuario de Producción, Vol. 32. Roma, Italia

Los datos sobre producción y comercio de leguminosas de grano en América Latina se dan en el Cuadro 2. Aunque los datos incluyen otras especies además del frijol, las conclusiones que pudieran derivarse del estudio de estos datos pueden aplicarse al frijol; pues la importancia de este cultivo con relación a las otras leguminosas de grano es notable.

Puede verse al examinar el Cuadro 2 que en 10 años la producción de frijol en América Latina aumentó en apenas unas 300 mil toneladas. De éstas, unas 25 mil corresponden a incrementos en los países del Grupo Andino pero indudablemente el avance más espectacular ha sido el de la Argentina que en pocos años ha llegado a producir casi tanto como todos los países andinos juntos.

Dentro de los países andinos, el único que registra un aumento en su producción es Colombia, mientras que la cantidad de frijol producida tanto por Perú como Venezuela disminuyó, Ecuador mantuvo estable su producción mientras que Bolivia mantuvo sus niveles poco significativos. La figura para el año 1978 fue en general más alentadora para los países andinos notándose un repunte en la producción de frijol en todos ellos.

Aunque en el Cuadro 2 los países andinos figuran como importadores de leguminosas, posiblemente Venezuela sea el único que puede figurar como tal si nos atenemos sólo al frijol. La importación de arvejas y lentejas, principalmente, es lo que hace figurar a países como Colombia y Perú como importadores.

En general, puede decirse que con excepción de Venezuela, los países andinos producen el frijol que consumen, registrando un bajo volumen de exportaciones. Es interesante anotar sin embargo que Venezuela, el más grande

Cuadro 2. PRODUCCION, COMERCIO Y CONSUMO DE FRIJOL Y OTRAS LEGUMINOSAS DE GRANO EN LOS PAISES ANDINOS COMPARADO CON OTROS PAISES DE AMERICA LATINA, 1963-1965 A 1973-1975

Países	Promedio 1963 - 1965					Promedio 1973 - 1975				
	Producción (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Importación (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Exportación (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Consumo doméstico neto (kg/año)	Consumo per cápita aparente (kg/año)	Producción (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Importación (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Exportación (1x10 <sup>3</sup> Ton)	Consumo doméstico neto (kg/año)	Consumo per cápita aparente (kg/año)
BRASIL	2123	7.9		2131	26.6	2333	17.0		2350	22.2
MEXICO	976	-	22.9	953	23.1	1313		12.4	1301	22.4
ARGENTINA	85	-	18.5	67	3.0	132		58.4	74	2.9
CHILE	106	-	27.1	79	9.5	97		25.1	72	7.2
COLOMBIA	91	2.4	-	93	5.2	144		2.8	141	5.7
PERU	104	1.8	-	106	9.3	88		1.7	86	5.7
VENEZUELA	46	32.4	-	79	8.8	41	30.0	-	71	5.7
ECUADOR	65	0.1	-	65	13.3	54	0.1	-	54	7.6
BOLIVIA	21	0.3	-	21	5.3	29	-	-	29	5.7
AMERICA LATINA	3972	69.7		4042	16.9	4705	90.6		4796	15.1

Fuente : Adaptado de Sanders y Alvarez (*ibid.*)

importador de frijoles del hemisferio después de Cuba, compra sus frijoles a Estados Unidos, Chile, Argentina y República Dominicana principalmente, mientras sus socios del Pacto Andino no saben qué hacer con sus frijoles negros y tienen que ofrecerlos en sus mercados locales que los rechazan a pesar de sus precios irrisorios.

El Cuadro 3 nos permite analizar el porqué los aumentos en la producción del frijol durante la década de 1965-1975 en América Latina y en especial en los países andinos han sido tan magros.

Indudablemente que el aumento en la producción de frijol que se registró en América Latina en la década de 1965-1975 se debió fundamentalmente a un incremento en el área más que en los rendimientos unitarios. Se sembraron 600 mil hectareas más en toda América Latina por eso se produjo más a pesar de que los rendimientos unitarios en promedio, descendieron, aunque levemente. Dentro de los países andinos sólo Colombia registró un aumento tanto en el área de producción como en sus rendimientos unitarios. En 1978 se notó una recuperación del Perú en estos aspectos. Sanders y Alvarez (*ibíd.*) analizaron las tasas de crecimiento de la producción, área y rendimiento del frijol en América Latina. El Cuadro 4 resume sus datos.

Puede apreciarse el bajo crecimiento de la producción de frijol; sólo factores, como por ejemplo la alta tasa de crecimiento del área en la Argentina (15%) y el aumento de los rendimientos en México, Colombia y otros 3 países que no figuran en el Cuadro permitieron que al final de la década se presentara un aumento en la producción, pero ésta estuvo muy lejos de compararse siquiera con la tasa de crecimiento de población que fue de un 2.8% por año. Entre los países andinos sólo Colombia exhibió tasas positivas en su producción, superficie sembrada y rendimientos unitarios.

Cuadro 3. AREA (1 x 10<sup>3</sup> HA) Y RENDIMIENTO (KG/HA) DE FRIJOL EN LOS PAISES ANDINOS Y OTROS DE AMERICA LATINA, 1964-1966 A 1974-1976

Pais	Promedio 1964-1966			Promedio 1974-1976			1978		
	Area	%	Rendimiento	Area	%	Rendimiento	Area	%	Rendimiento
BRASIL	3243	51.9	657	4140	60.1	511	4568	61.8	479
MEXICO	2149	34.4	427	1680	24.4	623	1580	21.4	595
ARGENTINA	32	0.5	1019	129	1.9	1021	178	2.4	955
CHILE	62	1.0	1401	74	1.1	987	112	1.5	1003
Subtotal	5486	87.8		6023	87.5		6438	87.1	
COLOMBIA	72	1.2	542	104	1.5	719	112	1.5	722
PERU	58	0.9	794	57	0.8	630	73	1.0	800
VENEZUELA	89	1.4	485	83	1.2	449	110	1.4	500
ECUADOR	65	1.0	433	66	1.0	431	59	0.8	508
BOLIVIA	9	0.1	-	9	0.1	-	4	0.1	800
Subtotal	293	4.7		319	4.6		358	4.8	
AMERICA LATINA	6249	100.0	582	6884	100.0	575	7388	100.0	549
ESTADOS UNIDOS			1370			1370			1434
CANADA			1630			1401			1232

Fuente : Adaptado de Sanders y Alvarez (*ibid.*)  
Anuario FAO de Producción (1978)



Cuadro 4. TASAS DE CRECIMIENTO DE PRODUCCION, AREA Y RENDIMIENTO DE FRIJOL  
PARA ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA, 1965-1976

País	Tasa de crecimiento de		
	Producción	Area	Rendimiento
BRASIL	- 0.89	1.92	- 2.81
MEXICO	0.99	- 2.07	3.05
ARGENTINA	16.17	14.89	1.28
CHILE	- 0.69	2.75	- 3.45
COLOMBIA	6.77	3.26	3.50
PERU	- 3.80	- 2.04	- 1.76
VENEZUELA	- 3.76	- 1.76	- 2.00
ECUADOR	- 1.16	- 0.48	- 0.67
AMERICA LATINA	0.27	0.79	- 0.52

Fuente : Adaptado de Sanders y Alvarez (*ibíd.*)

### Factores que limitan la productividad del frijol

El factor más importante que influye en los bajos rendimientos del frijol es el ataque de plagas y organismos fitopatógenos. El frijol es atacado por más de 250 enfermedades y 450 insectos. Para evitar una larga reseña para ilustrar el efecto negativo de las plagas y enfermedades, permítanme citar sólo los daños de un insecto, la cigarrita, *Empoasca kraemerii*, que en tres zonas productivas de Colombia, produjo un daño estimado de 1.3 millones de dólares en un sólo semestre de producción según lo calculado por Ruíz de Londoño *et al.*<sup>1</sup> basados en datos de 1974 y 1975. Para el caso de las enfermedades los mismos autores señalan que sólo en el valle del Cauca, Colombia, una enfermedad, la roya (*Uromyces phaseoli var typica*) causó daños de 1.2 millones de dólares en un sólo semestre de producción y si consideramos además otras 2 enfermedades que también se hicieron presentes en el mismo ciclo, (*Xanthomonas phaseoli* e *Isariopsis griseola*) entonces los daños estimados ascendieron a 2.6 millones de dólares.

Las enfermedades son sin lugar a dudas el peor azote del cultivo de frijol en todo el mundo. Algunas de ellas, como el mosaico común, causado por un virus, la antracnosis causado por un hongo, el *Colletotrichum lindemuthianum*, y la bacteriosis común causada por una bacteria, por citar sólo 3, son transmitidas por semilla lo que agrava el problema, toda vez que en la mayoría de los casos, los agricultores acostumbran a guardar parte de su cosecha para emplearla como semilla en sus próximas siembras.

Pero no sólo las plagas y enfermedades influyen en los bajos rendimientos del frijol. Grandes superficies de frijol en América Latina corresponden

---

<sup>1</sup> Ruíz de Londoño, Nhora, P. Penstrup-Andersen, J. Sanders, y M. Infante. 1978. Factores que limitan la productividad de frijol en Colombia. Serie O6SB-2. CIAT, Cali, Colombia.

a propiedades pequeñas, generalmente sobre terreno ondulado. Estas unidades de producción presentan además otra característica definida que es su dispersión. A diferencia de los cultivos industriales que se localizan en áreas ecológicas muy bien definidas, el frijol se cultiva prácticamente en todos los departamentos, o estados de todos los países abarcando regiones de las más variadas características. Esta multiplicidad de condiciones ecológicas impide el desarrollo de una tecnología apropiada dentro de un marco ecológico razonable y en general limita el desarrollo de un sistema integrado para un rápido abastecimiento de materiales y servicios básicos para la producción. Ambas características, el tamaño pequeño de las unidades de producción y la dispersión, son otros de los factores que influyen también en la baja productividad del frijol.

El abastecimiento deficiente de insumos, la falta de un sistema integrado de comercialización y hasta la falta de una asistencia técnica efectiva al agricultor, todo esto es consecuencia de la dispersión exagerada de las unidades de producción de frijol. Esto aunado a la predominancia de la producción en pequeñas propiedades que no permiten selección de terrenos y que fuerzan asociaciones de cultivos en sistemas algunas veces ineficientes, es una de las causas de la baja productividad del frijol en nuestro medio.

La temperatura óptima para el desarrollo del frijol está entre 19 a 24°C, siendo el ideal 21°C. Tanto las temperaturas muy altas, superiores a 30°C, como las muy bajas, inferiores a 10°C, afectan su capacidad de producción. En cuanto al agua, el frijol es un cultivo muy sensible tanto a los excesos como a la escasez de humedad. Se estima que 400 mm. bien distribuidos son suficientes para obtener una buena cosecha siendo indispensable que para la germinación, la floración especialmente que es la época crítica, y el llenado de vainas, la provisión de agua sea adecuada para garantizar una buena producción.

Un estudio agroclimático del frijol en América Latina hecho por Jones<sup>1</sup> muestra que el 80% de la producción de frijol en América Latina proviene de regiones donde la temperatura promedio en las épocas o estaciones en las cuales se puede cultivar frijol, van de 17.5 a 25 C. De una manera general podría decirse que la proporción de frijol que es producido bajo condiciones de estres de temperaturas extremas, es muy pequeña. Normalmente el agricultor escoge sus fechas de siembra dentro de las épocas que abarcan un rango óptimo de temperaturas, pero las fluctuaciones diarias de temperatura o la prolongación del periodo vegetativo de una variedad, particularmente en las zonas altas, puede ocasionar, algunas veces, daños por heladas principalmente.

El caso del agua es más delicado. Se estima que un 75% de las áreas productoras de frijol en los trópicos dependen de las lluvias. La mayoría de la América Latina y ciertamente todos los países de la Zona Andina están ubicados en el trópico. Aunque el trópico comprende una serie de ambientes se puede hacer algunas generalizaciones válidas. Una de ellas concierne a la precipitación, una de cuyas características es la variabilidad que presenta año tras año en cantidad y patrón de distribución. Los bajos rendimientos que se observan en la zona andina, y en América Latina en general, son el reflejo de sequías o inundaciones generadas por la irregularidad de las lluvias. Aunque el ejemplo no corresponde a la zona andina creo que es válido citar la experiencia de México para ilustrar de qué manera el clima puede afectar la productividad del frijol a pesar de que se hayan satisfecho las recomendaciones de índole tecnológica destinadas a aumentarla.

México tradicionalmente se ha autoabastecido de frijol e inclusive su producción algunas veces ha alcanzado excedentes de hasta medio millón de toneladas.

---

<sup>1</sup> Centro Internacional de Agricultura Tropical. Programa de Frijol. Informe Anual 1979. Cali, Colombia. 1980. 109p.

Ni aún las reducciones de la superficie sembrada, como sucedió entre 1976 y 1978, han impedido su abastecimiento. El año pasado, sin embargo, una prolongada sequía y unas heladas extemporaneas afectaron seriamente la producción de este país, que este año se ha visto en la necesidad de importar cerca de 300 mil toneladas de frijol, ésto es un volúmen superior a toda la producción de los países andinos.

El Cuadro 5 basado en la clasificación de Jones (*ibid.*) muestra la proporción de frijol que se siembra en América Latina bajo diferentes condiciones de humedad y temperatura.

El frijol es cultivado en América Latina en los más diversos tipos de suelos. Mientras que algunos de estos suelos favorecen el desarrollo óptimo de la planta, por su buena estructura y fertilidad, otros por el contrario lo limitan. En el occidente de América del Sur el frijol se cultiva en las zonas montañosas donde predominan los Andosoles (Inceptisoles). Las deficiencias del fósforo y nitrógeno son las mas frecuentes pero la mayor restricción en los rendimientos en algunas áreas proviene de las deficiencias de elementos menores y la toxicidad de aluminio y manganeso.

En las regiones situadas entre cordilleras, los valles interandinos, el frijol se siembra en suelos aluviales de alta fertilidad pero que pueden presentar deficiencias de ciertos elementos menores. En muchas partes de Venezuela y Brasil, el frijol se produce en Oxisoles y Ultisoles de baja fertilidad, mas bien ácidos. En estos casos, el frijol puede sufrir por toxicidad de aluminio y manganeso o deficiencia de fósforo y zinc. En la costa del Perú y Ecuador el frijol se cultiva en suelos de pH alto y en algunos casos se presentan problemas en el frijol derivados del exceso de sales y de sodio.

Esta habilidad para prosperar en una gran diversidad de ambientes y en suelos pobres, particularmente en nitrógeno, ha hecho del frijol un cultivo

Cuadro 5. SISTEMAS CLIMATICOS EN LOS CUALES SE CULTIVA EL FRIJOL EN AMERICA LATINA BASADOS EN LAS TEMPERATURAS Y HUMEDAD DISPONIBLE DURANTE LA ESTACION DE SIEMBRA DEL FRIJOL Y SUS TEMPERATURAS EN LA EPOCA DE FLORACION

Tipo de clima	% del área total	Estación de crecimiento		Temperatura a la floración		Ejemplo
		Temperatura	Abastecimiento de agua	$\bar{X}$	Rango	
D	6	Cálida	Déficit al fin de la estación	26.2	17.7-34.6	Bahía, Brasil
E	42	Promedio	Ligero estres (al final)	19.6	13.2-26.1	Mérida, Venezuela Antioquia, Colombia Cajamarca, Perú
A	17	Promedio	Adecuado	22.3	16.3-28.9	Huila, Colombia
C	14	Promedio	Muy seco (área bajo riego)	23.1	15.2-31.0	Culiacán, México
B	3	Promedio	Ligero, exceso de agua	23.2	15.9-30.7	Turrialba, Costa Rica
F	11	Fría	Déficits moderados (algo de irrigación)	16.1	10.0-22.0	Rio G. do Sul, Brasil
G	1	Fría	Adecuado	12.6	7.8-17.6	Sierra de Bolivia, Ecuador y Perú Valle de México

Fuente : Adoptado de Jones, P. Informe Anual del Programa de Fríjol. 1979, (CIAT 1980)

muy apreciado por el agricultor de escasos recursos desplazados generalmente hacia las tierras menos fértiles. Las mejores tierras usualmente son destinadas a los cultivos con un mercado mas rentable que frijol y aunque algunas veces precios muy favorables hacen que el frijol ocupe las tierras fértiles, ésto no es la regla sino más bien la excepción. Lógicamente las consecuencias de usar las áreas marginales, y de no fertilizar, son los bajos rendimientos que se observan en los predios de los pequeños agricultores.

En resumen, la baja productividad del frijol en los países de la zona andina puede explicarse por el alto riesgo al que está sometido este cultivo, atacado por una gran cantidad de enfermedades y plagas y sujeto a condiciones muy erráticas para proveerse de la humedad que necesita para prosperar. Como corolario de esto, el frijol se encuentra en desventaja competitiva con respecto a otros cultivos que además de gozar de un mercado más rentable están sujetos a menos riesgos, lo que ha causado un paulatino desplazamiento del cultivo hacia zonas en las cuales se emplean sistemas tradicionales de cultivo que no permiten que el cultivo manifieste toda su capacidad de producción.

#### Sistemas de producción de frijol en los países de la Zona Andina

No pretendemos revisar los innumerables sistemas de producción de frijol que existen en los países andinos sino mas bien establecer los patrones generales de los principales sistemas.

Para entender mejor los sistemas que vamos a enumerar, es preciso conocer los diversos hábitos de crecimiento del frijol. Existen frijoles que tienen un crecimiento erecto, otros que presentan un desarrollo notable de sus ramas inferiores lo que los hace aparecer como de hábito postrado y existe tambien un tercer grupo que corresponde a los frijoles de hábito postrado pero con capacidad de trepar si se les pone un tutor. Dentro de cada uno de estos grupos existen tipos definidos con características especiales que los distinguen entre sí, sin

embargo para los efectos de nuestra discusión, consideraremos sólo estas tres grandes divisiones, frijoles erectos (hábitos I y II), postrados (hábito III) y volubles (hábito IV).

En la zona andina predominan los siguientes sistemas de producción, involucrando el frijol :

Orden de  
Importancia

S i s t e m a

1	{	1	Maíz-frijol	{	Asociación	{	Frijol erecto o postrado asociado con maíz	}	Frijol voluble asociado con maíz		
2	2	Relevo			Frijol erecto o postrado asociado con maíz		Frijol voluble asociado con maíz				
3	3	Intercalado			Frijol erecto o postrado intercalado con maíz						
2	{	1	Frijol solo	{	Frijol erecto solo	}	Frijol postrado solo	}	Frijol voluble solo pero con tutores		
2	2	Frijol erecto, postrado o voluble			{		{		asociado	}	con otros cultivos
3	3	Frijol otros cultivos							en relevo		



La siembra de frijol sólo, monocultivo le llaman en algunos países, es característica de agricultura tecnificada aunque esto no excluye que el sistema se use también en los terrenos marginales y desprovisto de los adelantos tecnológicos. En la zona andina, el monocultivo se encuentra predominantemente a partir de los 800 metros hasta los 2200 m. s.n.m. pero se puede encontrar este sistema a menores alturas como en las costas del Perú que hay más de 35 mil hectareas en monocultivo al nivel del mar y en Venezuela donde gran parte de la producción viene de terrenos ubicados a baja altura. De igual manera a los 2500 metros se encuentra también monocultivo. Las variedades erectas son las que se usan en este sistema. A medida que se asciende va aumentando el área con frijol intercalado con maíz, hasta convertirse en una asociación neta con frijoles volubles entre los 2800 a 3200 m. No hay alturas definidas en las cuales se produce la transición de sistemas ni de tipos de frijol, pues en realidad los sistemas coexisten a ciertas alturas aunque sí se definen en los extremos, así, es muy raro el monocultivo sobre los 2800 m. y la asociación con volubles a 800 m. o menos en la zona andina.

El sistema de relevo, que es el más importante en América Central, se usa también en la zona andina. En este sistema el frijol se siembra cuando el maíz termina su ciclo de producción. El tallo del maíz se dobla dejando las mazorcas en posición invertida de manera que el agua no penetre. De esta manera el cultivo se protege y es almacenado en la planta misma, y por su lado el frijol sembrado encuentra su soporte en los tallos secos. Este sistema se usa para aprovechar las buenas condiciones de humedad para el maíz, y que resultarían excesivas para el frijol, y a la vez se aprovecha la época mas seca para el frijol. En la zona de Antioquia, en Colombia, predomina el sistema de relevo con papa-maíz-frijol y maíz-frijol caracterizado por un alto y frecuente uso de abonos y pesticidas.

El sistema de cultivo más importante en la zona andina es indudablemente el de la asociación maíz-fríjol, el cual se practica con todos los frijoles de todos los hábitos de crecimiento. Es característico de los agricultores llamados pequeños, que de esta forma procuran aprovechar al máximo los limitados recursos de que disponen, así, con un bajo nivel de tecnología maximizan sus ganancias a través de la utilización de la mano de obra familiar, disminuyen el riesgo de un fracaso, protegiéndose con varios cultivos, y además protegen su suelo contra las pérdidas de la erosión, manteniendo el terreno cubierto con varios cultivos que además le garantizan una diversidad en la dieta y son fuente de ingresos.

Los sistemas de producción que hemos visto brevemente no solo involucran plantas de diferente hábito de crecimiento sino que las variedades que se usan en las diferentes regiones se distinguen por sus características de grano. Preferencias sumamente rígidas en un cultivo, identificado como alimento de personas de bajos recursos económicos, hacen que en muchos casos se cultive no la variedad más eficiente para el sistema, sino aquella que prefieren los consumidores.

En los distintos países de América Latina hay preferencia por determinados colores y tamaños de grano. Cualquier clasificación que se quiera hacer al respecto siempre resultará incompleta, por la gama de preferencias dentro de los mismos países, y arbitraria, porque la definición de colores y tamaños es subjetiva. De todas maneras podemos generalizar las preferencias de los consumidores de frijol de América Latina en la forma tal como se muestra en el Cuadro 6. Algunos países cultivan otra clase de frijoles con fines de exportación además de los preferidos en el mercado nacional, así en Argentina se siembran frijoles de color blanco, grandes y pequeños, y de color negro; en Chile se siembran los frijoles de color rojo claro o rosado, grandes, los llamados pintos, los de grano blanco, grandes y pequeños; en República Dominicana, frijoles de grano de color negro.

Cuadro 6. Principales tipos de frijol consumidos en los países de América Latina.

País	Tipo de frijol	Características del grano	
		Color	Tamaño
Belize	Rojo	rosado, rojo moteado, rojo	grande
Brasil	Mulatinho	crema	pequeño
	Preto	negro	"
	Rosinha	rosado	"
	Chumbinho	pardo	"
	Roxinho	morado	"
	Manteigão	diversos colores	grande
	Diversos	amarillos, rojo y otros	pequeño
Colombia	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
Costa Rica	Rojo	rojo brillante	pequeño
	Negro	negro	"
Cuba	Negro	negro	pequeño
	Rojo	rojo, rojo moteado	pequeño y grande
Chile	Tortola	gris	mediano
	Bayo	pardo claro	grande
	Pinto	cremas con pintas café	mediano
Ecuador	Canario	amarillo	mediano y grande
	Bayo	pardo	"
	Blanco	blanco	grande y pequeño
	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
El Salvador	Rojo	rojo brillante	pequeño
	Negro	negro	"
Guatemala	Negro	negro	pequeño
Guyana	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
Haití	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
Honduras	Rojo	rojo, opaco	pequeño
Jamaica	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
México	Canario	amarillo claro	mediano
	Bayo	crema hasta pardo claro	mediano - grande
	Azufrado	amarillo	mediano
	Pintos	diversas combinaciones	mediano
	Negro	negro	pequeño
Nicaragua	Rojo	rojo	pequeño
Panamá	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
Perú	Canario	amarillo	mediano
	Bayo	crema hasta pardo	mediano - grande
	Caballero	blanco	grande
	Panamito	blanco	pequeño
	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
	Negro	rojo muy oscuro, morado	mediano
República Dominicana	Rojo	rojo moteado	mediano
Trinidad - Tobago	Rojo	rojo, rojo moteado	grande
Venezuela	Negro	negro	pequeño

### Potencial del fríjol en los países andinos

Se estima que la superficie total de tierra que puede utilizarse en la producción de alimentos en el mundo es de 4.425 millones de hectareas. De este total 1.424 millones de hectareas se encuentran bajo explotación agrícola. La población del globo se estima en 3.647 millones lo que significa que cada persona está utilizando en promedio 0.41 hectareas para la producción de sus alimentos. La familia humana está creciendo, en los países en desarrollo, a una tasa del 2.5% lo que hace que dentro de 20 años aproximadamente habremos casi doblado la población que había en el globo hace unos pocos años atrás. Si mantenemos la misma área cultivada por habitante, para el año 2000 habremos ocupado las 4.425 millones de hectareas disponibles para la agricultura, para la producción de nuestros alimentos. Es imperativo, por lo tanto, no sólo procurar aumentar la productividad por unidad de superficie, sino aumentar el área de tierra dedicada a la agricultura. Qué posibilidades hay de lograr aumentos sustanciales en la capacidad productiva del fríjol y hasta donde podemos expandir la frontera agrícola de este cultivo en los países andinos es lo que vamos a discutir a continuación.

Mientras que los rendimientos de fríjol en las zonas templadas se encuentran alrededor de 1400 kg/ha, en los países andinos, ubicados en la zona tropical, apenas sí alcanzan a 600 kg/ha. Rendimientos experimentales de 4000 y 6000 kg/ha obtenidos en CIAT con fríjoles arbustivos y volubles respectivamente permiten alentar la esperanza que los niveles de rendimiento actuales serán superados muy pronto. En los países de las zonas templadas, bajo las mejores condiciones posibles, se pueden obtener rendimientos de 5000 kg/ha y esta cifra parece ser el potencial actual de rendimiento del fríjol. Es significativo que estos mismos valores pueden obtenerse, aunque experimentalmente, en el trópico pero debemos recalcar que en las condiciones actuales, rendimientos de esta magnitud son posibles por la ausencia de enfermedades e insectos dañinos.

Muchas instituciones dedicadas a la investigación agrícola en los países andinos, como el IBTA en Bolivia, el INIA en el Perú, el INIAP en Ecuador, el ICA en Colombia y el FONAIAP en Venezuela, así como Universidades y otros centros de investigación como el CIAT, están empeñados en la búsqueda de nuevas variedades de frijol con resistencia a enfermedades y plagas y en un futuro cercano este material genético estará difundido en la región. Mejores prácticas agronómicas contribuirán a aumentar los rendimientos sustancialmente como ya se ha demostrado que es posible en pruebas de finca en Colombia; sin embargo, es muy posible que aún así, en el trópico, en los países andinos concretamente, no se logren los rendimientos unitarios que se obtienen en las zonas templadas que tienen la ventaja de no tener en su contra un sinnúmero de factores edáficos y biológicos que conspiran contra la productividad económica de los cultivos como sucede en los trópicos. Hay, sin embargo, un recurso importante para aumentar la productividad del frijol del cual disponen los países andinos y que no tienen los países de latitudes más extremas, y este es la radiación solar, la cual puede en los trópicos, aprovecharse todo el año en la producción de materia seca. Actualmente ya se obtienen en muchos países andinos dos cosechas de frijol al año y pueden obtenerse 3 y en algunos casos hasta 4. Los kg/ha/año de nuestros campos bien pueden superar los kg/ha de las zonas templadas si nuestros centros de investigación nos ayudan, como efectivamente lo están haciendo, a eliminar las limitaciones de orden biológico, plagas y enfermedades, y de orden edáfico, baja fertilidad de los suelos, falta de humedad, etc. que afectan la productividad del cultivo.

Basado en la radiación solar y la duración del periodo del cultivo De Witt<sup>1</sup> estimó el potencial de rendimiento de los cultivos alimenticios en fajas latitudinales. Sánchez<sup>2</sup> hizo cálculos basado en estos datos y estimó que el ren

- 
- <sup>1</sup> De Witt, C.T. 1967. Photosynthesis : Its relationship to overpopulation. In: F.A. San Pietro et al. (eds), Harvesting the Sun. Academic Press, N.Y.
- <sup>2</sup> Sánchez, P. 1976. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley & Sons, N.Y.

dimiento potencial de las latitudes tropicales es de 60 ton/ha/año de materia seca, lo que representa el doble del potencial de las zonas templadas, asumiendo que no hay factores limitantes. En el IRRI, en las Filipinas, se han producido 24 ton/ha de arroz en un año, cifra que supera cualquier record de producción anual en las zonas templadas. Creo que esto resulta suficiente argumento para dar una idea del tremendo potencial del frijol, en los países andinos, pero naturalmente que la tarea no es fácil pues si bien la cantidad de radiación solar que reciben los países andinos está fijando el límite máximo de producción primaria que se puede obtener allí, ésto es sólo teórico, pues es necesario eliminar los factores limitantes que impiden hacer uso pleno de este factor ecológico de producción. Aquí es pertinente, creo, mencionar brevemente que el Programa de Frijol del CIAT lleva a cabo trabajos para contrarrestar precisamente estos factores negativos. Gran parte de la tarea de nuestros investigadores agrícolas está orientada a identificar germoplasma o desarrollarlo si éste no existe, que exhiba resistencia a los principales estreses biológicos, enfermedades y plagas, y ambientales, sequías, temperaturas extremas, suelos de baja productividad.

Para el mejor aprovechamiento de los recursos de la energía solar que disponemos, no resulta suficiente remover los factores edáficos o biológicos que impiden que se manifieste el máximo potencial de producción. Es necesario además diseñar plantas que fisiológicamente sean más eficientes para aprovechar la energía. Esa es otra tarea en la cual los científicos del CIAT se encuentran abocados, mientras tanto se estudian prácticas de manejo del cultivo, densidades de siembra, prácticas de fertilización, destinadas a aprovechar en la mejor forma posible el material genético disponible.

A estas alturas de nuestra discusión no quisiera dar la impresión que los niveles de 600 kg/ha van a transformarse en miles de kilos por unidad de superficie gracias a la creación de una superplanta de frijol. Hemos querido señalar que actualmente, con los genotipos que disponemos, y bajo condiciones controladas hemos logrado 4 y 6 mil kilos por hectarea que representan niveles tan al-

tos como los que se obtienen en regiones de gran adelanto tecnológico, que aplican todos los elementos modernos de la producción agrícola durante el corto periodo del que disponen de temperatura, humedad y radiación solar favorable para el crecimiento del frijol. Pues bien, limitaciones de orden económico nos impiden a veces hacer uso de los avances de la tecnología moderna, el agua es escasa y cara, pero disponemos los doce meses del año del recurso más precioso que la técnica no ha logrado aún suplantar económicamente, la radiación solar, que no estamos aprovechando eficientemente aún para alcanzar siquiera niveles de productividad de algunos países de las zonas templadas. Algunas limitaciones de orden biológico y otras de orden edáfico nos lo impiden hacer económicamente algunas veces y definitivamente otras. Nuestros niveles de productividad no tenemos que lograrlos en los plazos y términos que se alcanzan en las zonas templadas. Ese plazo nos lo hemos fijado nosotros mismos, olvidándonos muchas veces que el reto del trópico no se limita a una estación de 3 o 4 meses de cultivo, sino a los 12 meses del año. Nuestra meta no debe ser alcanzar tantos kilos por hectarea, sino el rendimiento anual del cultivo.

Unas palabras finales para analizar otro ángulo del mismo problema. Dijimos anteriormente que si la población sigue creciendo al mismo ritmo y si dispone de la misma área cultivada por habitante, no habrá pedazo de tierra cultivable que no esté utilizada a fines del siglo. La situación es sumamente dramática para los países andinos donde las tasas de crecimiento de la producción, superficie sembrada y por ende del rendimiento, han sido negativas. Ya hemos analizado cómo disponemos de recursos de clima que debemos aprovechar más eficientemente y quisiera que pudiéramos también valorar los recursos de tierra que disponemos en la región andina. El Cuadro 7 muestra los datos sobre disponibilidad de tierras en los países andinos según la FAO.

Cuadro 7. USO DE LA TIERRA (EN MILLONES DE HA.) Y PATRONES DE POBLACION EN LOS PAISES DEL GRUPO ANDINO.

País	Superficie total	Cultivada actualmente	Pastos y Praderas	Area cultivada %	Población 1969 (millones)	Area cultivada per cápita (ha.)
PERU	128	3	27	2	13.1	0.2
COLOMBIA	114	5	15	4	20.4	0.2
BOLIVIA	110	3	11	3	4.8	0.6
VENEZUELA	91	5	14	6	10.6	0.5
ECUADOR	28	3	2	9	5.9	0.5

Fuente : Adaptado del Anuario FAO de Producción (1970)



Aunque el potencial de tierras que pueden ser incorporadas a la producción es enorme, estamos muy lejos de sugerir que la frontera agrícola del frijol tenga que extenderse hacia los oxisoles y ultisoles actualmente con vegetación del tipo bosque lluvioso o sabana, pero sí es un hecho que el frijol que normalmente no se siembra bajo condiciones de suelos altamente ácidos, tenga sí que expandir su área de difusión en suelos moderadamente ácidos, con bajos niveles de fósforo disponible. Ya una gran superficie de estos suelos es cubierto con frijol en el Brasil y Venezuela pero paulatinamente, nuevas áreas tales como la Mesa del Guayana, en Venezuela, por ejemplo, tendrán que ser incorporadas a la producción del frijol. Institutos de investigación como el CIAT ya están trabajando en estos aspectos desarrollando genotipos y generando la tecnología apropiada para estos suelos pobres con vocación frijolera.

Quisiera terminar haciendo unos planteamientos concretos. Todas las consideraciones sobre el potencial de productividad de los trópicos son por supuesto teóricas pero no irrealizables. Los resultados experimentales de rendimientos superiores a 4 mil kg/ha prueban este aserto. No es utópico pensar que antes del año 2000 zonas privilegiadas para la producción agrícola como el Valle del Cauca en Colombia, o los valles costeros del Perú estén alcanzando estos niveles en la producción comercial de frijol pero resulta muy difícil visualizar el futuro del frijol como un cultivo de alta inversión y mejores dividendos. Por muchas razones creemos que el frijol seguirá manteniendo su papel tradicional de alimento del pueblo, para usar una frase con connotaciones que todo el mundo entiende. Ciertas áreas de grandes extensiones de tierra arable sembrarán frijol y obtendrán los altos rendimientos que ahora son patrimonio de las zonas templadas, pero el verdadero potencial agrícola de este cultivo está en una explotación del tiempo, y para ello requeriremos variedades sumamente precoces que por lo tanto no pueden ser extremadamente rendidoras, y del espacio, lo cual supone su utilización en sistemas de producción que garanticen un uso continuo de la tierra. Quizás

nuestros rendimientos no sobrepasen los 1500 kg/ha pero seguramente nuestra producción anual por unidad de superficie, 5 o 6 mil kilos, no la puedan igualar otras regiones. En las regiones altas de los países andinos, la temperatura fija los límites de la estación de crecimiento las opciones son las mismas aunque más limitadas pues no hay disponibles sino dos estaciones de crecimiento.

En resúmen, a los países andinos preocupados en aumentar su producción de frijol, la naturaleza nos brinda un extraordinario potencial de producción biológico que tenemos que entender y valorar para remover las limitaciones inherentes que nos permitan transformar ese potencial en producción económica.