

**MEJORAMIENTO GENETICO DE LAS LEGUMINOSAS
DE GRANO DE IMPORTANCIA EN LA DIETA
LATINOAMERICANA, Y LA SOYA¹**

Alfredo Lam-Sánchez²

**Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil**

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) y la soya (*Glycine max*) pueden considerarse como las leguminosas más importantes en el contexto alimentario latinoamericano. Ambos presentan problemas específicos: por un lado, el frijol no ha acusado aumentos de producción en la última década, disminuyendo así su disponibilidad; por otro lado, la soya ha tenido incrementos considerables de producción, convirtiéndose en un cultivo de exportación. No obstante,

Manuscrito original recibido: 20-6-83.

- 1 Trabajo presentado en el *Simposio sobre la Interfase Agricultura, Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición*, celebrado como parte del V Congreso Latinoamericano de Nutrición que se llevó a cabo en Cholula, Puebla, México, en agosto de 1980.
- 2 Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Ex-Alumnus* del Curso de Adiestramiento Tutorial Avanzado del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)/Universidad de las Naciones Unidas (UNU).

su consumo en la alimentación humana es bastante restringido a pesar de los grandes esfuerzos de ciertos países por ampliar su aceptación.

En cuanto a los avances en la calidad nutricional de los dos cultivos, se ha comprobado que entre ambos existe variabilidad en lo que al contenido de proteína y metionina se refiere, variabilidad que puede ser aprovechada en programas de fitomejoramiento. En el caso de la soya, una alternativa sería emplear germoplasma de semillas coloreadas, lo que permitiría utilizarla como extensor del frijol, satisfaciendo así la preferencia de los consumidores en lo que a color concierne.

Considerando las políticas agrícolas de varios de nuestros países, hay necesidad de establecer un balance entre la producción de cultivos de exportación y energéticos, y los cultivos de alimentos, ya que sólo así se evitaría que el problema nutricional cobrara gravedad.

Se nos ha encomendado hablar sobre el PRIMO POBRE de las especies vegetales, puesto que, como lo mostró el Dr. Mario Molina en su brillante presentación, los cereales ya llevan buena ventaja a las leguminosas. Fue en ellos que se encontraron los mutantes exóticos con tenores ventajosos de aminoácidos esenciales, como es el caso del maíz Opaco-2, y fue con ellos también que se incrementó la llamada "Revolución Verde".

Las leguminosas de importancia en la dieta latinoamericana se restringen solamente a una, el frijol (*Phaseolus vulgaris*), cuya proteína vegetal es la más accesible y la de mayor consumo por parte de todos los pueblos de este Continente.

En la penúltima década, se obtuvieron aumentos en la producción de frijol, pero en esta última, y según lo confirma la Tabla 1, la producción se ha mantenido estable, a un nivel cercano a 6.0 millones de toneladas. Esa merma se debe a que en ciertos países hay cierta tendencia a disminuir su producción y participación en el mercado mundial (1).

Estos datos indican que la producción de frijol no es adecuada para la población latinoamericana, ya que el incremento en población no ha sido estable, y mucho menos negativo. Por esta razón, puede verse en la Tabla 2, que Brasil, el mayor productor mundial de esta leguminosa (2.3 millones de toneladas), tiene una disponibilidad de 2 g/capita/día, en comparación con México, que acusa 60 g/capita/día (2).

Otro grave problema que se enfrenta es que los rendimientos

TABLA 1
PRODUCCION DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN
1,000 TONELADAS

Año	Brasil	Estados Unidos	México	Todo el mundo
1970	2,193	783	992	5,603
1971	2,480	716	1,091	5,969
1972	2,329	815	932	5,718
1973	2,361	738	1,091	5,858
1974	2,282	915	979	5,918
1975		774		

Fuente: Ref. (1).

TABLA 2
AREA, PRODUCCION, RENDIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE FRIJOL

País	Area (1,000 ha)		Producción (1,000T)		Rendimiento (kg/ha)		Disponibilidad (g/ca/d)*
	1961/65	1974	1961/65	1974	1961/65	1974	
Brasil	3,071	3,688	1,987	2,257	647	612	2.0
México	2,018	1,921	924	1,319	458	687	60.5
América Latina	6,284	7,043	3,756	4,645	598	659	21.3

* g/capita/día.

Fuente: Ref. (2).

obtenidos son muy bajos, como se aprecia en la Tabla 3, donde se indican las leguminosas más importantes en la alimentación mundial. Según se observa, sus rendimientos medios están muy por debajo de la potencialidad de los mismos (3).

Si, por un lado, la producción de frijol se ha mantenido estable, en los 10 últimos años han habido incrementos considerables de producción de soya, principalmente a causa de que países

TABLA 3

POTENCIALIDAD DE PRODUCCION DE LEGUMINOSAS (kg/ha)

Soya (<i>Glycine max</i>)	5,000	980
Maní (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,000	700
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	2,500	700
<i>Cajanus cajan</i>	4,500	450
<i>Vigna unguiculata</i>	2,800	400
<i>Ph. aureus</i> y <i>Ph. mungo</i>	2,700	500

Fuente: Ref. (3).

tropicales se han perfilado como grandes productores. Pero, a diferencia de los países asiáticos, el consumo directo de la soya es casi nulo a pesar de los esfuerzos que ciertos países están haciendo para introducirla directamente en la alimentación humana.

En cuanto a la calidad nutricional, tanto en el frijol como en la soya, se ha evidenciado considerable variabilidad en sus contenidos de proteína y de metionina; en este último caso, la metionina es más restringida (1.0 a 1.9 g/16 gN) que en el frijol (0.35 a 1.92 g/16 gN) (4).

En el caso del frijol, se pueden llevar a cabo programas de fitomejoramiento, a fin de obtener variedades con un buen contenido de proteína y un buen balance de aminoácidos esenciales, en base de la concentración de metionina en las fracciones proteínicas de los cotiledones. También podría afirmarse la estabilidad de las mismas en la proteína de la semilla (5).

En el Estado de São Paulo, Brasil, existe preocupación por utilizar la soya directamente en la alimentación humana. Con ese propósito se están desarrollando trabajos de fitomejoramiento en Jaboticabal, donde, además de evaluarse agrónomicamente el germoplasma de soya, éste también es evaluado desde el punto de vista nutricional, así como en lo referente a sus características de procesamiento, dentro del concepto clásico del Simposio en el que ahora participamos (6).

Como lo atestiguan las Tablas 4 y 5 (7), la variedad "IAC-2" presentó un PER corregido de 2.78, siendo esto consecuencia de su buen contenido de metionina. En cambio, a diferencia de las otras, la variedad "Davis" acusó un valor de 5.90/o de semillas

duras o "hard beans", variando los tiempos de cocción experimental de 50 1/4 a 171 minutos.

TABLA 4

CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DEL GERMOPLASMA DE SOYA INTRODUCIDO

Cultivar	Proteína (o/o)	Aceite (o/o)	Metionina (g/16 gN)	Inhibid. de tripsina	Aminoácidos azufrados (total)	PER
Hardee	40.81	18.10	1.274	31.70	2.394	1.74
Davis	36.09	17.20	1.103	32.90	2.255	2.27
Viçoja	40.76	17.60	1.314	25.90	2.641	2.08
F 61-2926	36.43	17.10	1.372	22.40	1.998	2.25
L 652-8	35.17	17.10	1.370	28.20	2.692	2.03
L 652-3	37.47	16.20	1.170	24.80	2.658	2.09
Mineira	40.01	17.80	1.009	28.70	2.330	1.80
IAC-2	38.02	16.80	1.827	24.62	3.392	2.78
Pelícano	41.08	18.40	1.451	29.20	2.537	2.19
La 61-91	35.17	17.70	1.413	36.40	1.798	2.45
Santa Rosa	39.10	19.80	1.436	37.20	2.725	2.45
Industrial	40.17	17.50	1.045	27.00	2.417	2.42
UFV-1	40.35	17.70	1.509	25.20	2.607	

Fuente: Ref. (4).

De conformidad con los mismos objetivos, y teniendo en cuenta la posible tendencia de mezclar soya con frijol, y con el propósito de no herir la preferencia del consumidor en cuanto a color, también se evaluó germoplasma de soya con tegumentos coloreados (8). Se determinó así que, agronómicamente, este material se adapta bien a las condiciones locales; presenta ciertos problemas, pero éstos pueden ser resueltos a través de la investigación local. Desde el ángulo nutricional, el material es semejante al germoplasma de semillas amarillas, con la gran diferencia que su contenido de lisina es bastante alto (de 8 a 10 g/16 gN), en comparación con los valores de la soya amarilla (5 g/16 gN). Este hallazgo, pues,

TABLA 5

**CARACTERISTICAS DE PROCESAMIENTO DE LOS CULTIVARES
INTRODUCIDOS**

Cultivares	Cocción* (min)	Relación de hidratación	O/o de "hard beans"	Tiempo ideal de hidratación
Hardee	50.25	2.37	0	4 hr
Davis	106	2.17	5.90	8
Viçoja	112.50	2.40	0	4
F 61-2926	92	2.42	0	4
L 652-8	88.50	2.31	0	4
L 652-3	68	2.34	0	4
Mineira	56.25	2.36	0	4
IAC-2	66.75	2.34	0	4
Pelícano	112.50	2.31	0	4
La 61-91	111.50	2.31	0	4
Santa Rosa	171	2.34	0	4
Industrial	56.25	2.30	0	5
UFV-1	90.25	2.32	0	4

* Determinada en el aparato de Mattson.

Fuente: Ref. (4).

viene a reforzar una vez más la utilización de la soya en combinación con cereales, para establecer un buen balance de aminoácidos esenciales en la dieta (Tablas 6 y 7).

En cuanto a las características de procesamiento, se verificó que este material tiene el problema de contener semillas duras o impermeables ("hard beans"), lo que era de esperar, ya que no se cultiva con fines comerciales, y si así lo fuera, el problema ya habría desaparecido mediante programas de selección. Hubo casos en que el porcentaje de semillas duras fue bastante alto (más de 30^o/o), como las variedades "Chi-kei 13", "Chi-kei 15" y "Tanner", lo que influyó directamente sobre las características de hidratación, como son la relación entre esta última y el tiempo ideal para que la semilla duplique su peso cuando se deja reposar en maceración en agua destilada. No obstante, cuando este mate-

TABLA 6

SOYA COLOREADA: CARACTERISTICAS NUTRICIONALES
DE LOS CULTIVARES

Cultivares	Proteína (%)	Aceite (%)	Lisina (g/16 gN)	Metionina (g/16 gN)	Indice químico*
NC-55	40.50	21.34	10.193	0.147	51.66
PI-192.874	41.00	15.84	8.197	1.237	65.49
PI-265.491	39.50	16.28	7.584	0.907	60.69
Otootan	41.80	17.16	10.675	1.644	86.43
Chi-kei 13	40.40	14.72	8.673	1.180	67.66
Aksarben B1	42.40	16.72	9.872	1.061	66.11
Chi-Kei 15	38.20	20.02	9.040	1.088	74.20
Aksarben Br	38.60	18.04	10.877	1.468	77.49
Gatan	37.90	17.82	9.148	1.180	69.91
Tanner	43.90	19.14	9.274	1.251	74.11
Santa Rosa	37.24	20.24	5.325	1.436	77.86

* mg de aminoácido en la proteína/mg de aa del patrón FAO/OMS x 100, 1973. Patrón de aminoácidos esenciales FAO/OMS.

Fuente: Ref. (8).

rial se usó para cocción experimental, pudo verificarse que no existe relación entre esta característica y las de hidratación. El material que presentaba problemas de hidratación se cocinó rápidamente, con tiempos de una hora (Tabla 7).

Con relación a las perspectivas de aumentar la producción de leguminosas importantes en la dieta de las poblaciones latino-americanas, puede decirse que, en el caso de la soya, ello no constituye un problema de producción sino de consumo. Pero en el caso del frijol, son varios los problemas que limitan el incremento de producción, además del de variedades adecuadas (Tabla 8). El principal es el de defensa fitosanitaria ya que el frijol está siendo atacado por enfermedades virales, como sucede con el Mosaico Dorado, el cual es transmitido por la "mosca blanca" (*Bemisia tabaci*) y, hasta ahora, no se ha podido encontrar buenas fuentes de resistencia a esta enfermedad, siendo así un factor limitante de su producción (9).

TABLA 7

SOYA COLOREADA: CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS
DE LOS CULTIVARES

Cultivares	Cocción (min)	Relación hidratación	O/o de "hard beans"	Tiempo ideal de hidratación (hr)
NC-55	102.75	2.18	0.5	6-7
PI-192.874	94	2.18	0.0	6
PI-265.491	60.50	2.14	0.0	5-6
Otootan	68	2.19	0.3	5-6
Chi-kei 13	51.50	1.70	58.1	—
Aksarben B1	64.75	2.21	4.8	6-7
Chi-kei 15	78	1.47	80.7	—
Aksarben Br	62.75	2.26	0.2	4-5
Gatan	122	2.23	3.3	5-6
Tanner	61.25	1.85	33.6	—
Santa Rosa	171	2.28	0.0	3-4

Fuente: Ref. (8).

Ajeno a ello, existen otros problemas, como es el de que el frijol lo cultivan pequeños agricultores, a gran diferencia de la soya. Es un hecho bastante conocido que en nuestros países, este tipo de agricultor es responsable del 70% de la producción de alimentos, lo que mantiene un sistema de cultivo múltiple y diversificado. Este sistema fue bastante preconizado y defendido en el último Simposio de Mejoramiento de Plantas, celebrado en Ames, Iowa, EUA, en 1979. A pesar de no evidenciar grandes rendimientos en su cultivo, este sistema logra una autosuficiencia en la producción de alimentos a nivel familiar y establece un buen equilibrio biológico, preservándose así muchos recursos naturales.

Otro problema del frijol, es su pérdida de calidad cuando se almacena, lo que no permite formar abastecimientos reguladores de producción.

Por otro lado, en la actualidad existe la tendencia de incrementar los cultivos de exportación ("cash crops") y los energéticos. Así, éstos compiten con los cultivos de alimentos de subsistencia

TABLA 8

FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCCION DE FRIJOL

-
- Problemas agronómicos: variedades
calidad de la semilla para plantío
densidad de plantío
nutrición de la planta
plagas y otros problemas
 - Sistemas adecuados de plantío: pequeños agricultores
diversidad de sistemas
preferenciabilidad
 - Competencia con otros cultivos: bajos rendimientos
problemas de calidad con el almace-
naje
nivel del agricultor
cultivos de exportación (“cash crops”)
vs cultivos de alimentos (“staple
food crop”)
-

(“food crops”) y los rápidos y tentadores lucros logrados pueden modificar la estructura de la población, y acarrear consigo las consecuencias siguientes: 1) disminuir el área destinada a la producción de alimentos; 2) gran susceptibilidad por parte del pequeño agricultor —que sería el primero en perecer en cualquier situación de inestabilidad—; 3) consecuentemente, se suscitara un aumento de los problemas nutricionales. Por las razones aducidas, no sabríamos decir si el nivel del agricultor productor de frijol, es realmente un problema o una ventaja.

En síntesis, según hemos visto, enfrentamos dos problemas bastante distintos en cuanto a las leguminosas de importancia en la alimentación: el de la soya, que constituye un problema de aceptación en el mercado, y el del frijol, que es más que nada, el problema de mantener, proteger y apoyar su producción. Considerando la importancia y el aporte de esta leguminosa a la alimentación, y dados los grandes problemas y poco apoyo que recibe, los presentes, creo, concordarán conmigo en que es acertado calificarlo de PRIMO POBRE.

SUMMARY

BREEDING OF FOOD LEGUMES OF IMPORTANCE IN THE LATIN AMERICAN DIETS, AND SOYBEANS

Common beans and soybeans can be considered as the most important food legumes in the Latin American nutritional context, each of them presenting specific problems. The production of common beans has not increased in the last decade, and insects and diseases attacks are menacing it. On the other hand, soybeans have shown a tremendous increase in production, becoming rapidly an important export cash crop. However, its use in human consumption is quite restricted, in spite of the efforts of some countries in inducing their acceptance.

As far as nutritive value is concerned, a high variability for protein and methionine contents have been evidenced, and breeding programs could use this factor advantageously. In the case of soybeans, the use of germ plasm with colored seeds appears to be a good alternative, due to the preference for color by the consumers.

Considering the agricultural production policies of some of our countries, there is a need to establish a proper balance between the cash and energetic crops, and the staple food crops, in order to avoid an aggravation of the nutritional problems in this Continent.

BIBLIOGRAFIA

1. Wright, K. T. Production trends: world, U.S. and Michigan. En: **Dry Beans Production — Principles and Practices**. L. S. Roberts and R. D. Frazier (Eds.). Lansing, Michigan State University, 1978, p. 16-30.
2. Central Food Technological Research Institute. A brief overview of the grain legume situation (Production, processing, utilization and storage). Presentado en: **FAO Expert Consultation on Grain Legume Processing, Mysore, India, 1977**.
3. Rachie, K. O. Improvement of food legumes in Tropical Africa. En: **Nutritional Improvement of Food Legumes by Breeding**. PAG. M. Milner (Ed.). New York, NY., 1973, p. 83-92.
4. Lam-Sánchez, A. Variabilidad genética y/o ambiental en el contenido de proteína y aminoácidos esenciales en leguminosas. **Arch. Latino-amer. Nutr.**, 27(Supl. 2): 118-124, 1977.
5. Kelly, J. D. & F. A. Bliss. Heritability estimates of percentage seed protein and available methionine and correlations with yield in dry beans. **Crop Sci.**, 15: 753-757, 1975.

6. Lam-Sánchez, A. **Obtenção de Germoplasma de Soja na Região de Jaboticabal pelos Processos de Introdução e Híbridação, e Avaliação Nutricional do Material Introduzido.** Jaboticabal, SP. FCAV-UNESP, 1979. 167 p. (Tesis de Docente Libre).
7. Lam-Sánchez, A., J. F. Durigan, J. E. Dutra de Oliveira & R. Bressani. Avaliação nutricional e tecnológica do material introduzido de soja *Glycine max* (L) Merrill). **Científica**, **10**(1): 87-97, 1982.
8. Lam-Sánchez, A., J. F. Durigan, M. J. Paro, J. E. Dos Santos & J. E. Dutra de Oliveira. Características agronômicas, nutricionais e de processamento de germoplasma de soja com tegumentos coloridos. **Arch. Latinoamer. Nutr.**, **31**(3): 586-604, 1981.
9. Ferraz, H. M., D. Fornasieri Filho & A. Lam-Sánchez. Efeitos do ataque de viroses transmissíveis pela mosca branca (*Bemisia tabacci* Genn), na germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, **2**: 29-34, 1980.