

Características físicas, tecnológicas y proteínicas de frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestres y cultivados

Gricelda Vázquez Carrillo ¹ y Francisco Cárdenas Ramos ²

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)
Chapingo, México

RESUMEN. El objetivo principal de este trabajo fue el de observar y comparar algunas características físicas, tecnológicas y proteínicas de cuatro cultivares de frijol desarrollados en México, semillas de ocho accesiones silvestres de frijol colectados en México y semillas de cuatro accesiones silvestres colectadas en América del Sur, todas ellas pertenecen a la especie *Phaseolus vulgaris*. El tamaño de la semilla en los materiales Sudamericanos fue muy similar ($X=10.4$ g/100 semillas), sin embargo, el porcentaje de absorción de agua fue variable (36.0 - 64.0 %), los porcentajes de testa y de sólidos de las aguas de cocción fueron estadísticamente iguales, el rango del contenido de proteína vario de 23.8 a 27.2% (b.s.). En los frijoles silvestres mexicanos se encontraron las semillas mas pequeñas (2.8 g/100 semillas) y también en los que el porcentaje de absorción de agua fue muy pequeño, estas dos variables se encuentran correlacionadas ($r = 0.83^{**}$); tienen la mayor cantidad de testa y la cantidad de sólidos liberados durante la cocción fue pequeña. El rango del contenido de proteína fue de 21.3 a 24.6% (b.s.). El contenido de lisina fue bajo ($X = 0.98\%$). El material cultivado tuvo las mejores características físicas y tecnológicas, pero el porcentaje promedio de proteína del grupo ($X = 22.3\%$) fue el mas bajo, los contenidos de lisina y triptófano fueron de 1.14 y 0.36%, respectivamente. El coeficiente de regresión lineal entre el tiempo de cocción y el porcentaje de semillas cocidas fue diferente entre los miembros de cada grupo. Después de 200 minutos, en el material Sudamericano, solamente el 85% de las semillas se había cocido, en tanto que en la accesión silvestre mexicana 153 solamente se cocieron 40%; las accesiones 147, 148, 153 y 175 forman un grupo que es irregular y necesitan un tiempo largo para cocerse; las accesiones 631, 882, 900 y 939, al igual que los cultivados Bayomex y Negro Puebla necesitaron de 140 minutos para estar 100% cocidos. Jamapa necesitó solamente 100 minutos para estar 100% cocidos.

SUMMARY. Physical, technological and proteinic characteristics of wild and cultivated beans (*Phaseolus vulgaris* L.) The main purpose of this work was to observe and compare some physical, technological and proteinic characteristics of four bean seed cultivars developed in Mexico, eight wild bean seed accessions collected in Mexico and four wild bean seed accessions collected in South America. All of them belong to the species *Phaseolus vulgaris* L. In the South American materials the seed size was very similar ($x = 10.4$ g/100 seeds). Nevertheless the water absorption was variable 36-64%, the percentages of seed coat and solids were statistically alike, the protein content range varied from 23.8 to 27.2% d.b. In the Mexican wild beans were found the smallest seeds (2.8 g/100 seeds) and those in which the water absorption percentage was very small. These two variables were correlated ($r = 0.83^{**}$); they have the biggest amount of seed coat and during cooking lose a small quantity of solids. The protein content range was 21.3 - 24.6%. The lysine quantity was low. The cultivated material had the best physical and technological characteristics, but the average protein content of the group ($X = 22.3\%$) was the lowest, the lysine and tryptophan amounts were 1.14 and 0.36%, respectively. The linear regression coefficient between cooking time and the percentage of cooked seeds was different in the members of each group. After 200 minutes only 85% of the South American accessions were cooked, whereas in the wild Mexican accession 153 only 40% was cooked; accessions 147, 148, 153 and 175 represented a group with long and irregular cooking time; accessions 631, 882, 900 and 939, likewise the cultivated materials Bayomex and Negro Puebla were 100% cooked in 140 minutes. Jamapa needed only 100 minutes in order to be completely cooked.

INTRODUCCION

La especie *Phaseolus vulgaris* L. a nivel silvestre se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la Sierra Madre Occidental de México en una franja de transición ecológica situada entre los 500 y 1800 m de altura. La mayor abundancia de las colectas silvestres se encuentra a

¹ Investigador del Laboratorio de Tecnología de Alimentos. INIFAP.
² Líder de la Red de Recursos Genéticos INIFAP Apdo. Postal No. 10, 56230 Chapingo, Mex.

una altura próxima a los 1.200 msnm. En el Noreste de México, en Ocampo Tamaulipas y en el Valle de Tehuacán, Pue., se han encontrado restos arqueológicos de semillas cuya antigüedad se calcula en, 6.000-7.000 años A.C. (1) En la Cueva Guitarrero del Departamento de Ancash, en la parte CentroNorte de Peru se han encontrado restos arqueológicos de 8.000-10.000 años de antigüedad. Algunos autores basados en lo anterior sugieren que el frijol común pudo haber sido domesticado en cuando menos dos sitios (2)

Estudios; sobre especies silvestres de *Phaseolus* han demostrado que algunos tienen características de valor que bien podrían utilizarse en los programas de mejoramiento genético. Entre ellas destacan la resistencia a pudrición radical, mosaicos, nematodos y resistencia a insectos (3). Así como su buen contenido de proteína ($X = 24.6\%$) y triptófano ($X = 0.232\%$) (4).

Intervinieron en la evolución de esta especie muchos factores, los cuales han hecho que la diversidad genética se haya aumentado bajo domesticación. La características que han aumentado han sido: La diversidad del hábito de crecimiento; el tamaño de las hojas de los frutos y de las semillas y la diversidad de color de testa de estas (5).

Las características; que se han reducido han sido el ciclo vegetativo el número de ramas por planta y nudos por inflorescencia, el grado de dehiscencia de la vaina, el grado de latencia de la semilla, lo fibroso de la vaina, el periodo de cocción, la habilidad de competir con malezas y el grado de resistencia a los insectos (6).

La importancia del estudio de las plantas silvestres con respecto a las cultivadas actualmente, radica en que el mejor conocimiento de las silvestres puede dar un mejor entendimiento de las características potenciales, así como las limitaciones de los materiales cultivados. Las áreas de estudio incluyen muchas disciplinas. En el aspecto de características físicas, químicas, de procesamiento y de preferencia (calidad del grano) es mucho lo que falta por hacer.

En el frijol el gran número de tipos, colores y tamaños que se conocen tanto en silvestres como domesticados, acrecienta la dificultad de proponer metodologías fáciles de realizar, completamente indicativas de características de aceptabilidad y que llenen los requerimientos de consumidores e industriales, no obstante, en el INIFAP, se procura que las nuevas variedades conlleven todas estas características.

En base a lo anterior el objetivo de este trabajo fue: determinar y comparar las características físicas, tecnológicas y proteínicas de las semillas de frijoles silvestres y cultivados.

MATERIALES Y METODOS

Dieciséis accesiones de *Phaseolus vulgaris* L.

cosechadas en el verano de 1989, en Chapingo, México por personal del CENID-RECURSOS GENETICOS DEL INIFAP. Se almacenaron durante 2 meses en bolsas de tela de algodón en un cuarto a condiciones: ambientales ($\pm 20^\circ\text{C}$ y 45% humedad relativa) y posteriormente analizadas en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la misma institución. Cuatro de las muestras son originarias de Sudamérica y han sido identificadas como materiales silvestres. Ocho accesiones originarias de México e identificadas en el Banco de germoplasma como silvestres, finalmente cuatro variedades cultivadas (domesticadas) obtenidas por investigadores del INIFAP: Bayomex es una variedad unilineal seleccionada entre las segregantes de un cruzamiento. Jamapa es una variedad multilineal que se adapta desde el nivel del mar hasta los 2,200 msnm. Negro Puebla es una variedad unilineal seleccionada dentro de una colecta hecha en el estado de Puebla. X-16441 es una colecta que se obtuvo en Tlaxcala.

Largo, ancho y espesor del grano. Se tomaron al azar 10 semillas y se les midió con un vernier el largo, ancho y espesor. El promedio se expresa en centímetros .

Volumen de semilla. Se obtuvo mediante el desplazamiento de volumen (ml) de una muestra de 100 granos enteros sumergidos en agua destilada. El peso promedio de 100 semillas de frijol se expresa en gramos.

Densidad (D). Este valor fue calculado dividiendo el peso de 100 semillas (P) entre su volumen (V)

$$D = \frac{P}{V}$$

Absorción de agua. Se expresa en porcentaje y se refiere a la cantidad de agua (g) absorbida por el frijol durante 48 horas para los silvestres y 8 horas para los cultivados. Se utilizaron 25 granos de frijol con 75 ml de agua destilada a temperatura ambiente (20°C). El calculo se hizo utilizando la siguiente ecuación (7).

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(\text{Peso mtra. remojada}) - (\text{Peso mtra. seca}) \times 100}{\text{Peso mtra. seca}}$$

Para la evaluación del espesor de la testa se usaron los frijoles remojados de la prueba anterior. Manualmente se separó la testa, las fracciones de mayor tamaño se extendieron entre dos micas con pequeñas perforaciones que permitían el paso del aire. Una vez secas se apilaron cinco fragmentos uno sobre el otro, se midieron con un calibrador Palmmer, graduado en centésimas de milímetro, El valor obtenido se dividía entre cinco.

Porcentaje de testa. Se evaluó siguiendo la metodología descrita por Elías et al.(7). Y es el peso de la testa seca de 25 granos, relacionado con el peso de cotiledones mas cáscara seca. Veinticinco granos se remojaron en 50 ml de agua destilada a temperatura ambiente (más o menos 20°C) durante toda la noche (18-20 horas) después se separaron manualmente la testa y los cotiledones de cada grano. Se

colocaron por separado en un horno con vacío calibrado a 60°C y 25 mm Hg durante 4 horas. Se enfriaron en un desecador y se pesaron.

$$\% \text{ testa} = \frac{\text{Peso de testa seca}}{\text{Peso de los cotiledones} + \text{testa}} \times 100$$

Tiempo de cocción. Se cuantificó siguiendo el método de evaluación sensorial descrito por Elías et al.,(7). En una parrilla para fibra cruda, provista del sistema de enfriamiento y los capuchones donde se condensa el vapor, se colocaron vasos de precipitados de 600 ml, que contenían 200 ml de agua destilada. Cuando empezó a ebullición se le agregaron 100 g de frijoles. Veinte minutos después de iniciada la ebullición se destapó el vaso y se sacaron los primeros 10 granos oprimiendo cada uno de ellos entre los dedos índice y pulgar. Los muestreos continuaron cada 20, hasta 200 minutos. Conforme la ebullición avanza, la textura de los cotiledones cambia de una sensación granular áspera a una granular suave. Cuando los 20 granos están completamente suaves se tiene el tiempo de cocción. En algunos casos no se logra el 100 de semillas cocidas.

Espesor de caldo de cocción. Se evaluó siguiendo el método descrito por Elías et al.,(7). En cápsulas a peso constante (W_1) se pusieron porciones de más o menos 3.0 g de las aguas de cocción del frijol (W_2) se secaron en un horno calibrado a 60°C y con vacío equivalente a 25 mm de Hg, durante 16 horas. Una vez evaporada el agua se enfriaron en un desecador y se pesaron (W_3). El porcentaje de sólidos se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sólidos} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100$$

Contenido de proteína. Se cuantificó con el método automatizado de Technicon No. 321-74 descrito por Larry y Charles (8). El principio de la reacción se da entre el fenol y el amoníaco en presencia de nitroprusiato de sodio que actúa como catalizador y el oxidante hipoclorito de sodio. Se expresa en base seca.

La lisina se evaluó con el método colorimétrico de Tsai modificado por Villegas et al., (9). El triptófano se cuantificó siguiendo el método de Opienska-Blauth et al modificado por Hernández y Bates, citado por Villegas, et al (9). Ambos aminoácidos se informan como g de aa/100 de muestra y a base seca.

Análisis estadístico. Las evaluaciones antes descritas se hicieron con dos repeticiones bajo un diseño estadístico completamente al azar. En las variables con diferencias estadísticamente significativas se efectuó la prueba de Tukey.

Para la variable tiempo de cocción se utilizó la técnica de regresión lineal para ajustar a un modelo lineal a cada una de las muestras de frijol. Posteriormente se aplicó la prueba de paralelismo a los modelos de regresión obtenidos para determinar que muestras tienen un comportamiento

similar, de acuerdo a la metodología propuesta por Afifi y Clark, (10)

RESULTADOS

Los parámetros de largo, ancho y espesor del grano mostraron diferencias significativas entre variedades (Tabla 1) estando altamente correlacionados entre si (Tabla 2).

El peso y volumen de 100 semillas, indican que los frijoles cultivados son los de mayor tamaño mientras que los silvestres mexicanos son los más pequeños.

En la densidad no se encontró diferencia significativa entre accesiones pero se correlacionó negativamente con características físicas y triptófano (Tabla 3). Los frijoles más densos fueron los silvestres.

En absorción de agua, de acuerdo a la prueba de Tukey, se encontraron diferencias significativas entre variedades. Los frijoles silvestres mexicanos fueron los que menos agua absorbieron. Destacan las colectas 900 y 939, donde la penetración de agua fue reducida. Su opuesto fueron los materiales cultivados, (Tabla 4).

En los parámetros de espesor y porcentaje de testa se encontraron diferencias significativas entre accesiones y una baja correlación entre ellos ($r=0.10$). En espesor de testa se observó una baja variabilidad ($CV = 9.0\%$). El grupo de las silvestres mexicanas fue el más heterogéneo en esta variable.

En el porcentaje de testa, los mayores valores fueron para los, frijoles silvestres mexicanos. En los sudamericanos no se observaron diferencias (Tabla 4).

En los cultivados la proporción de testa en relación al total del grano fue el más bajo. Se correlacionó significativamente con el resto de las variables (Tabla 3).

La evaluación del espesor de caldo de cocción, expresado como porcentaje de sólidos mostró diferencias significativas entre accesiones, indicando la prueba Tukey que el grupo más homogéneo en este factor, es el de silvestres sudamericanos y el más heterogéneo el de los cultivados ($CV = 52.0\%$). La accesión 939 fue la que menos sólidos desprendió durante la cocción, mientras que la variedad "Bayomex" proporcionó el caldo de cocción de mayor espesor (Tabla 4).

El análisis de varianza del tiempo de cocción, mostró diferencias significativas entre variedades y entre grupos. En la Figura 1, se observa que los frijoles sudamericanos a los 200 min de cocción (3 horas con 20 minutos) solamente la accesión 620 logró el 100% de semillas cocidas. De acuerdo con Afifi y Clark (10), las ecuaciones lineales indican que es un grupo muy heterogéneo en su comportamiento durante la cocción. Al graficar la media de este grupo (Fig. 2), se tiene una parábola donde a los 200 min de cocción solo el 85.0% de los frijoles se había suavizado.

TABLA 1
CARACTERISTICAS FISICAS DE SEMILLAS DE FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.)
SILVESTRES Y CULTIVADAS

Nº Accesiones	Grupo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	100 Semillas		
					Peso (g)	Volumen (ml)	Densidad g/ml
617	Silvestres	0,825 cd	0,530 b	0,285 c	10,4 e	8,0 d	1,30
716	Sudamericanos	0,830 cd	0,520 b	0,295 c	10,1 e	8,0 d	1,26
762		0,780 cd	0,515 b	0,270 d	10,8 e	8,5 d	1,27
620		0,775 de	0,515 b	0,285 c	10,2 e	7,5 f	1,36
	\bar{X}	0,803	0,520	0,284	10,38	8,0	1,30
	S	0,029	0,007	0,010	0,31	0,41	0,05
	CV	3,6 %	1,4 %	3,6 %	3,0%	5,1%	3,5%
882	Silvestres	0,715 de	0,460 b	0,255 d	7,3 f	5,0 g	1,46
153	Mexicanos	0,620 de	0,425 b	0,230 d	1,6 f	4,0 h	1,40
631		0,555 de	0,360 b	0,250 d	5,4 f	4,0 h	1,35
900		0,590 de	0,405 b	0,24s d	5,4 f	4,5 h	1,20
939		0,525 de	0,405 b	0,240 d	3,5 f	3,0 i	1,17
148		0,505 de	0,395 b	0,24s d	3,6 f	2,9 i	1,24
147		0,470 e	0,385 b	0,210 d	3,5 f	3,0 i	1,17
175		0,525 de	0,380 b	0,190 d	2,8 g	2,5 j	1,12
	\bar{X}	0,563	0,402	0,233	4,64	3,61	1,26
	S	0,078	0,030	0,022	1,52	0,89	0,12
	CV	13,8 %	7,6 %	9,6 %	32,8%	24,60%	9,8%
Bayomex	Cultivados	1,265 a	0,900 a	0,645 a	52,5 a	41,5 a	1,27
X-16441	Mexicanos	1,450 a	0,900 a	0,515 ab	44,4 b	41,0 a	1,08
Negro Puebla		1,195 ab	0,615 ab	0,550 bc	39,0 c	28,0 b	1,39
Jamapa		0,940 bc	0,665 ab	0,400 c	19,3 d	15,5 c	1,25
	\bar{X}	1,213	0,770	0,528	38,8	31,5	1,25
	S	0,211	0,151	0,101	14,13	12,36	0,13
	CV	17,4 %	19,7 %	19,2 %	36,4%	39,2%	10,2%

Medias con igual letra, no hay diferencia significativa con $\alpha = 0,05$

TABLA 2
CORRELACIONES ENTRE CARACTERISTICAS FISICAS DE SEMILLAS
DE FRIJOL SILVESTRES Y CULTIVADOS

	Largo	Ancho	Espesor	100 semillas		
				Vol.	Peso	Densidad
Largo	1,00	0,89**	0,82**	0,90**	0,91**	-0,58**
Ancho		1,00	0,85**	0,89**	0,89**	-0,59**
Espesor			1,00	0,92**	0,93**	-0,61**
Vol. 100 s.				1,00	0,99**	-0,61**
Peso 100 s.					1,00	-0,62**
Densidad						1,00

TABLA 3
CORRELACION ENTRE CARACTERISTICAS FISICAS, TECNOLOGICAS Y PROTEINICAS
DE FRIJOLES SILVESTRES Y CULTIVADOS

	100 Semillas			Absorción	Porciento	Tiempo		Lisina	Triptofano	
	Vol. (ml)	Peso (g)	Densidad g/ml	de agua %	Testa	Sólidos*	de cocción (min)			Proteína %
Vol. 100 s	1,00	0,99**	-0,48**	0,81**	-0,89**	0,97**	-0,42*	-0,39*	0,34	0,86**
Peso 100 s		1,00	-0,48**	0,83**	-0,92**	0,96**	-0,43*	-0,38*	0,32	0,87**
Densidad			1,00	-0,52**	0,48**	-0,47**	0,13	0,29	0,04	-0,43*
Abs. agua (%)				1,00	-0,86**	0,79**	-0,38*	-0,37*	0,73*	0,75**
% testa					1,00	0,85**	0,37*	0,18	-0,32	0,86**
% sólidos						1,00	-0,42*	0,42*	0,44*	0,80**
Min. cocción							1,00	0,42*	-0,19	-0,33
Proteína								1,00	0,03	-0,36
Lisina									1,00	0,43*
Triptofano %										1,00

* En caldo de cocción.

En los silvestres mexicanos la colecta 153, a los 200 min de cocción, únicamente el 40% de semillas se habría suavizado. Este fue el frijol que mas resistencia mostró a la cocción (Fig. 1). En las comparaciones de las ecuaciones de regresión se observa que las colectas 147, 148, 153 y 175 constituyen un grupo donde todos siguen una conducta estadísticamente diferente, mientras que las cuatro restantes a los 140 min de cocción, todas las semillas estaban cocidas. No se encontró significancia, al efectuar pruebas combinadas entre silvestres sudamericanos y mexicanos, se observa que su respuesta durante la cocción es diferente (Fig. 2).

En los cultivados, a los primeros muestreos se registraron semillas cocidas, siendo la variedad Jamapa la que mas rápido se suaviza. La prueba demostró diferencia estadística entre estos frijoles. No obstante Bayomex y Negro Puebla tienen patrones de cocción semejantes, lo mismo que X-16441 y Jamapa.

En las variables de proteína, lisina y triptofano, se encontraron diferencias significativas entre accesiones (Tabla 5). Los frijoles sudamericanos fueron los de mayor contenido de proteína y de lisina.

En lisina y triptófano los frijoles silvestres mexicanos mostraron la mayor variabilidad, siendo las accesiones 153 y 147 las de mas lisina y triptófano de este grupo (Tabla 5). Los valores mas altos para triptofano fueron para los frijoles cultivados, destacando la variedad Bayomex.

DISCUSION

En el grupo de silvestres mexicanos se encuentran los frijoles mas pequeños (accesión 175), siendo los cultivados los de mayor tamaño y volumen, lo cual manifiesta el grado de domesticación de esta leguminosa.

La alta correlación entre volumen de semilla y absorción de agua ($r = 0,83^{**}$) sugiere que en los frijoles menos evolucionados es más difícil la penetración de agua.

La baja variabilidad en el espesor de la testa, pudiera deberse a que esta estructura es la que menos se ha modificado a través de la domesticación; en cambio el porcentaje de testa, se ha reducido significativamente, en relación al volumen y peso de 100 semillas. Los materiales silvestres fueron los que menos sólidos desprendieron durante la cocción. El grupo de los cultivados fue muy heterogéneo en esta variable, según la clasificación de Elías, et al., (7) la variedad Bayomex es la única con un espesor de caldo intermedio, el resto cae en la clasificación de caldo ralo (menos de 9.0% de sólidos).

Los frijoles sudamericanos presentaron ecuaciones lineales de tiempos de cocción diferentes entre sí y con respecto al resto de las accesiones. No obstante los porcentajes de granos suavizados, a los 200 min de ebullición fueron altos ($X = 85.0\%$).

En función del comportamiento durante la cocción de los frijoles silvestres mexicanos, se encontró que las accesiones 147, 148, 153 y 175 integran un subgrupo muy

TABLA 4
CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS DE SEMILLA DE FRIJOLES SILVESTRES Y CULTIVADOS

Nº Accesiones	Grupo	Absorción de agua %	Testa		Espesor del caldo de cocción (%de sólidos)
			Espesor (mm)	%	
617	Silvestres	63,95 c	0,113 a	29,65 d	1,21 d
620	Sudamericanos	43,10 e	0,100 d	30,05 d	1,22 d
716		53,90 d	0,105 bed	29,65 d	1,01 d
762		36,00 f	0,104 be	29,45 d	1,16 d
	\bar{X}	49,24	0,106	29,70	1,15
	S	12,26	0,005	0,25	0,10
	CV	24,9%	4,7 %	0,8%	8,4%
153	Silvestres	12,05 h	0,114 a	38,00 b	0,67 e
175	Mexicanos	44,90 e	0,093 d	42,65 a	0,43 f
148		43,00 e	0,109 a	41,70 a	0,51 f
147		43,50 e	0,114 a	42,10 a	0,38 f
900		10,50 h	0,128 a	38,55 b	0,51 f
939		10,50 h	0,126 a	41,75 a	0,34 fg
631		40,05 e	0,098 a	38,40 b	0,56 ef
882		33,75 g	0,112	34,80 c	0,79 e
	\bar{X}	29,73	0,112	39,74	0,52
	S	15,85	0,012	2,74	0,15
	CV	53,3%	10,8 %	6,9%	28,8%
Bayomex	Cultivados	96,90 a	0,114 a	13,40 g	10,45 a
Negro Puebla	Mexicanos	90,90 ab	0,109 a	16,45 f	3,87 c
X-16441		94,80 ab	0,122 a	15,80 f	6,17 b
Jamapa		88,30 b	0,108 a	21,15 e	3,63 c
	\bar{X}	92,73	0,113	16,70	6,03
	S	3,86	0,006	3,24	3,16
	CV	4,2%	5,7 %	19,4%	52,4%

Medias con igual letra, no hay diferencia significativa con $\alpha = 0,05$

heterogéneo, lo cual pudiera deberse a un estado puramente silvestre; mientras que 631, 882, 900 y 939 fueron materiales cuyas ecuaciones de cocción no mostraron diferencias entre sí además de haberse suavizado el 100% de sus semillas en el mismo tiempo (140 min) que las variedades cultivadas Bayomex y Negro Puebla, lo que hace suponer que este grupo pertenece a los frijoles conocidos como "Weedy types".

En los frijoles cultivados la variedad "Jamapa" fue la de semilla más pequeña y la que más rápido se coció, su opuesto fue la variedad Bayomex cuya semilla es bastante grande requiriendo de 140 min para su completo cocimiento.

El contenido de proteína de los frijoles mexicanos (silvestres y cultivados), fue más bajo que los sudamericanos; no obstante, están dentro de la media informada para frijoles cultivados (11)

Los porcentajes de lisina y triptofano obtenido fueron superiores a los informados por Bressani et al., (12) y Crispin (4)

La comparación entre materiales silvestres y cultivados pone de manifiesto que los trabajos de mejoramiento genético, además de acrecentar las características agronómicas de esta leguminosa, han tomado en cuenta los aspectos de procesamiento, gusto de consumidor, así como el seleccionar materiales con altos contenidos de los aminoácidos limitantes en cereales.

TABLA 5
CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y TRIPTOFANO EN FRIJOLES
(*PHASEOLUS VULGARIS L.*) SILVESTRES Y CULTIVADOS

Nº. Accesiones	Grupo	Proteína ¹ %	Lisina ² %	Triptofano ² %
762	Silvestres	27,15 a	1,10 bc	0,265 e
617	Sudamericanos	26,20 b	1,39 a	0,262 e
620		24,55 c	1,08 bc	0,233 f
716		23,80 e	1,18 bc	0,270 de
		\bar{X} 25,43	1,19	0,258
		S 1,53	0,142	0,017
		CV 6,0 %	11,9 %	6,5 %
631	Silvestres	24,55 c	0,83 d	0,287 d
882	Mexicanos	24,25 c	0,96 cd	0,277 de
153		23,85 c	1,25 ab	0,330 c
900		23,80 c	0,87 b	0,261 e
147		23,50 d	1,25 ab	0,330 c
939		23,25 e	0,70 f	0,231 f
148		22,95 c	0,84 d	0,270 de
175		21,30 g	1,10 bc	0,261 le
		\bar{X} 23,43	0,98	0,281
		S 1,00	0,21	0,034
		CV 4,3 %	20,9 %	12,2 %
X-16441	Cultivados	23,35 e	1,05 bc	0,378 a
Jamapa	Mexicanos	22,45 f	1,05 bc	0,326 bc
Negro Puebla		21,80 g	0,99 cd	0,353 b
Bayomex		21,55 g	1,45 a	0,397 a
		\bar{X} 22,39	1,135	0,364
		S 0,80	0,212	0,031
		CV 3,6 %	18,7 %	8,5 %

Medias con igual letra, no hay diferencia significativa con $\alpha = 0,05$

¹B,S, N x 6,25

² g aa/100 g de muestra

CONCLUSIONES

Silvestres sudamericanos. Incluye accesiones con características físicas y tecnológicas muy similares, pero que en su comportamiento durante la cocción son todas diferentes. Mostraron los mayores contenidos de proteína y lisina; no obstante, en triptofano fueron los más bajos.

Silvestres mexicanos. Las comparaciones entre modelos de regresión lineal mostró dos subgrupos: a) Los silvestres (147, 148, 153 y 175) que se caracterizan por un reducido tamaño del grano, así como una cocción prolongada e irregular; b) Las accesiones silvestres 631, 882, 900 y 939

tienen semillas de mayor tamaño y se cuecen en menor tiempo que las anteriores.

Los porcentajes de lisina y triptofano se encuentran, en ambos grupos, correlacionados (0.43).

Cultivados: La variedad Bayomex fue la de mayor tamaño de semilla, absorción de agua, cantidad de sólidos, tiempo de cocción, lisina y triptofano.

La variedad Jamapa fue la que requirió de menos tiempo de cocción (140 min).

Desde el punto de vista del mejoramiento del frijol y por lo que respecta al por ciento de proteína, se podría

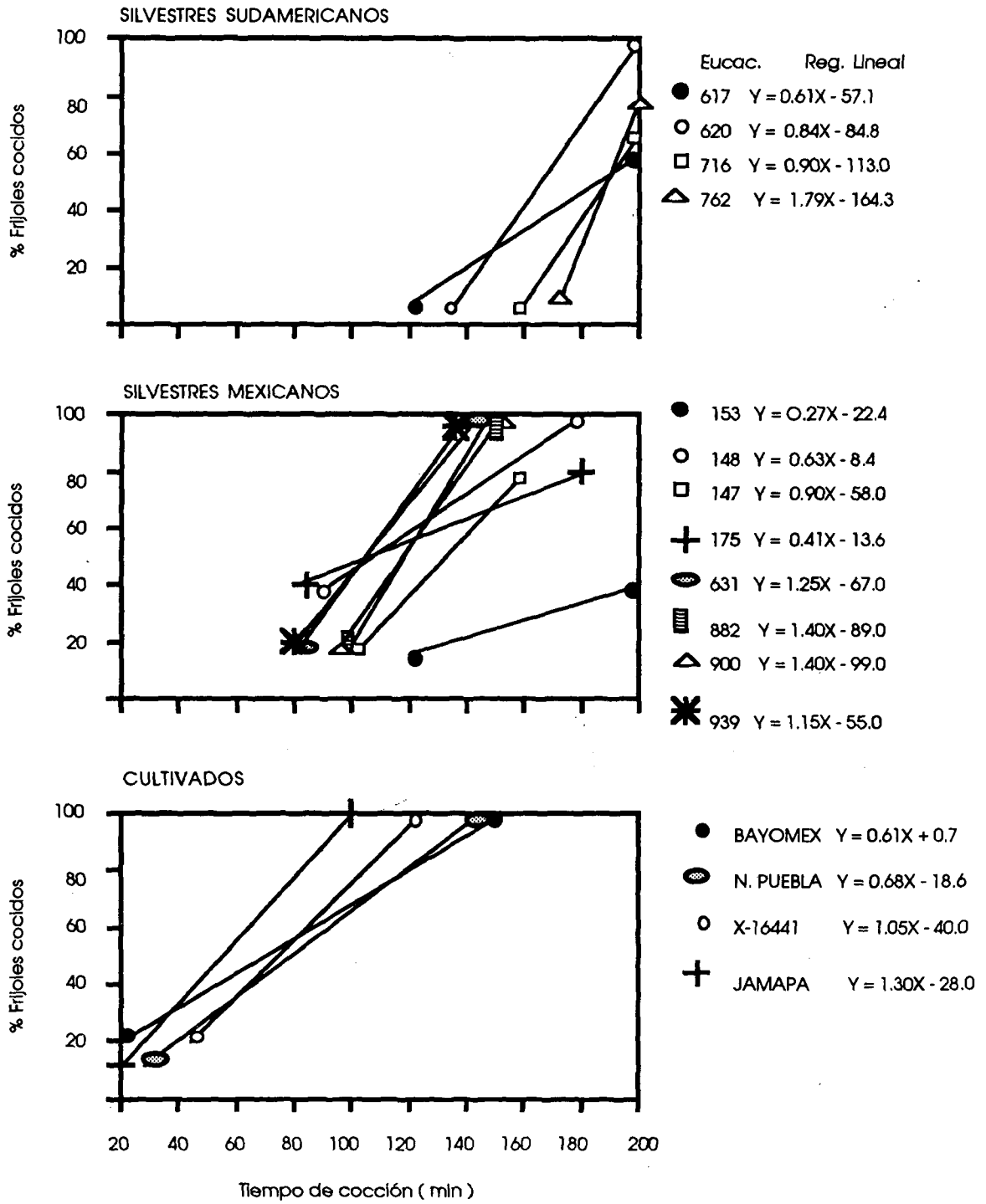


FIGURA 1

Tiempo de cocción de frijoles silvestres y cultivados y sus ecuaciones de regresión lineal

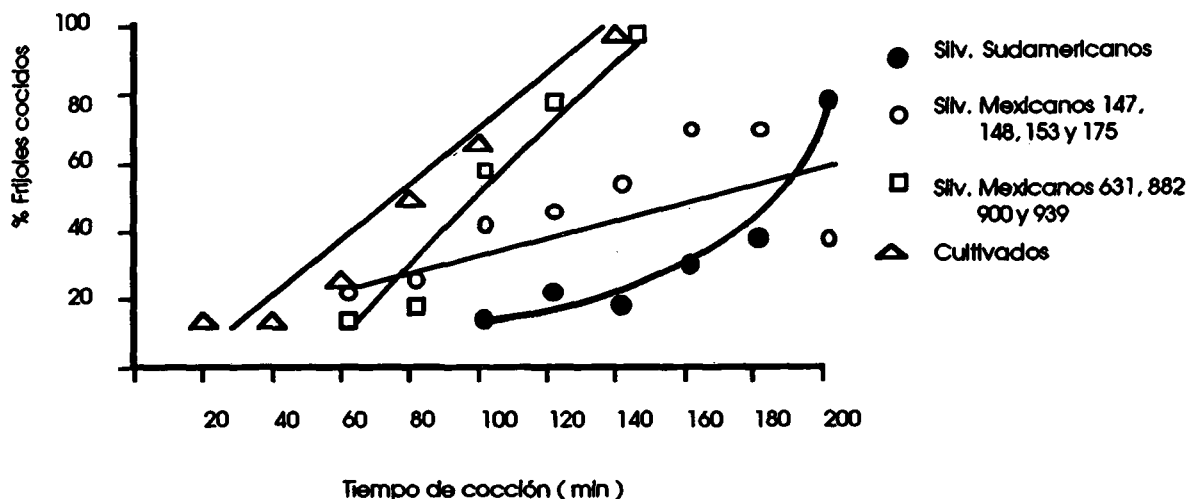


FIGURA 2
Comportamiento de cocción de cuatro grupos de frijoles silvestres y cultivados

recomendar el uso de las accesiones Sudamericanas 762 y 617, no desconociendo las dificultades que existen al cruzar materiales silvestres con cultivados.

En relación a lisina y triptofano, Bayomex podría ser un buen progenitor para incrementar los contenidos de dichos aminoácidos.

REFERENCIAS

- Kaplan, L and L. N Kaplan Phaseolus in Archeology. In: Genetic Resources of Phaseolus Beans. P. Gept, ed.. Kluwer Academic Publishers. Boston, USA p. 125-147. 1988
- Debouck, DF. Problemática reciente de la domesticación del frijol. Conferencia presentada en Chapingo, México. 23 Nov. Inédito. 1987.
- Van Schoonhoven; C Cardona and J Valor. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in non cultivated common bean accessions J Eco Entomol 76 (6): 1255-1259. 1983.
- Crispín, MA. Comentarios: Leguminosas de grano frijol. Ponente Francisco Cárdenas R. Memoria del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética (1er. Simposio SOMEFI) AA. CENEINEA. Chapingo, Méx. 361-369- 1968.
- Smarrt, J. Morphological, physiological and biochemical changes in Phaseolus Beans under domestication. In: Genetic Resources of Phaseolus Beans. P. Gept. ed Kluwer, Academic Publishers p. 143-161. 1988
- Miranda CS. Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. En: Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. E. M. Englemund, ed. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 83-89-1979
- Elías, LG; A. García-Soto y R. Bressani. Métodos para establecer calidad tecnológica y nutricional del frijol. *Phaseolus vulgaris* Inst. de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) Guatemala, C.A. 42 p. 1986.
- Lárry, LW and WG Charles. Total protein nitrogen measure automated techicon BD/AAII. Method presented at the 88 th. Annual Meeting of the Association of Official Analytical Chemists. 50 p. 1974.
- Villegas, EE., Ortega y R Bauer. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 32 p. 1985
- Afifi, AA y V Clark. Computer aided multivariate analysis. Chapter 7. In: Multiple Regression and correlation. A.A. Afifi, ed. Lifetime Learning Publications. A Division of Wadsworth Inc. p. 148-151. 1984
- Deshpande, SS and S Damodaran. Food legumes: Chemistry and Techonology. Chapter 3. In: Advances in Cereal Science and Technology Pomeranz, ed., Vol. X. St. Paul M N: USA. p. 147-302. 1990
- Bressani R., M Flores y LG Elías. Aceptabilidad y valor nutricional. Las plantas leguminosas de granos en la dieta humana. En: Las leguminosas de grano comestible y las necesidades proteinicas de los humanos. Sección 1. Guatemala, Guatemala, p. 30. 1968.