

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD FENOTÍPICA DE VARIEDADES DE FRIJOL (*P. vulgaris* L.) UTILIZADAS POR LOS CAMPESINOS EN LA COMUNIDAD “LA PALMA” EN PINAR DEL RÍO

María E. Viñals, R. Ortiz✉, M. Ponce y H. Ríos

ABSTRACT. This experiment was developed at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), San José de las Lajas, with the objective of evaluating the phenotypic diversity of bean varieties used in “La Palma” town, Pinar del Río, to be further applied to participatory plant breeding. Therefore, 57 bean varieties of different color and size were collected in “La Palma” town, Pinar del Río, at the National Institute of Fundamental Tropical Agriculture Researches (INIFAT) and “Liliana Dimitrova” Horticultural Research Institute, which were seeded within the early and late seasons from October, 1999 to April, 2000. They were put on four rows per 4-m-plots arranged in a randomized complete block design with minimum inputs. The following variables were evaluated: days to flowering, days to harvesting, yield, 100-seed-weight, seed number/plant, rust and bacteriosis susceptibility according to sowing date. Those variables were statistically processed through univariate and multivariate analyses. Regarding the results, it is concluded that farmers can play an important role in plant breeding, since the varieties they selected and employed may surpass the commercial and precommercial ones.

RESUMEN. Con el objetivo de evaluar la diversidad fenotípica de las variedades de frijol utilizadas por los campesinos en la comunidad de “La Palma” en Pinar del Río, para su posterior uso en el fitomejoramiento participativo, se desarrolló este experimento en las áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas. Para su ejecución se seleccionaron 57 materiales de diversos colores y tamaños de granos, que incluyó materiales procedentes de una comunidad campesina en “La Palma”, Pinar del Río, del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT) y materiales donados por el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, los cuales fueron sembrados en épocas temprana y tardía en el período comprendido desde octubre de 1999 hasta abril del 2000 en bloque completamente aleatorizado con cuatro surcos por parcelas de 4 m y con la utilización de mínimos insumos. Se evaluaron las variables: días a la floración, días a la cosecha, rendimiento, peso de 100 semillas, número de semillas/planta y susceptibilidad frente a bacteriosis o roya, según fecha de siembra. Las variables estudiadas se procesaron estadísticamente mediante análisis univariados y multivariados, y de acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que los campesinos pueden jugar un papel importante en el mejoramiento de las plantas, ya que las variedades que ellos han seleccionado y utilizan pueden superar a las variedades comerciales y precomerciales.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, biodiversity, participatory plant breeding, agronomic characters, disease resistance

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, biodiversidad, fitomejoramiento participativo, características agronómicas, resistencia a la enfermedad

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*P. vulgaris* L.) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto al área cultivada y consumo, extendiéndose su producción en los cinco continentes (1); constituye un complemento indispen-

sable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Sur América, el Lejano Oriente y África (2, 3), y en los últimos años es el principal cultivo generador de ingresos en las fincas (4).

En Cuba, gran parte del consumo de proteína vegetal procede de las cosechas de frijol, se consume en todas las formas y colores, ocupando un lugar prioritario los granos de color negro, que forman parte de la comida típica cubana (5). Su uso en los programas de alivio alimentario requiere conocimientos del producto y sensibilidad cultural (alimentos autóctonos, cultura social y económica) (6).

Ms.C. María E. Viñals, Profesora del Departamento de Agronomía, Instituto Superior Pedagógico para la Educación Técnica y Profesional, El Trigal, Arroyo Naranjo, La Habana; Dr.C. R. Ortiz, Investigador Titular, Ms.C. M. Ponce, Investigador Agregado y Dr.C. H. Ríos, Investigador Auxiliar del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ rortiz@inca.edu.cu

Aunque en Cuba no se informa la diversidad autóctona de esta especie, los campesinos tienen en sus manos las mejores variedades para su área de producción, e inclusive nuevos materiales genéticos, seleccionados a través de los años dentro de las variedades comerciales (5).

El bajo porcentaje de disponibilidad del grano evidencia la necesidad de aumentar las producciones y los rendimientos a través de diferentes vías, siendo la selección como método de mejoramiento una opción en las actuales condiciones de nuestro país, pues en un menor período de tiempo se pueden encontrar genotipos sobresalientes.

Un problema fundamental en el mejoramiento de plantas es la relación entre el ambiente de selección y el ambiente de destino. Una selección directa en el ambiente de destino siempre es más efectiva. La participación de los agricultores en la selección ofrece una solución al problema (7).

En la agricultura moderna internacional, se desarrolla con mucha fuerza el trabajo conjunto investigador–productor, donde el mejoramiento de variedades ocupa un peso importante (8).

Los científicos tratan de comprender cómo los agricultores tradicionales manejan sus recursos genéticos. El fitomejoramiento participativo (FMP) es un proceso de mejoramiento colaborativo entre agricultores, consumidores, comerciantes e investigadores, en el cual se combina el conocimiento y la capacidad de los agricultores con la especialización de los fitomejoradores, para facilitar el acceso de los agricultores a materiales mejorados con base genética más amplia, en los que puedan aplicar procesos de selección y validación que les permita desarrollar cultivares más productivos, estables y adaptados a sus condiciones agroecológicas, así como sistemas de producción de mayor aceptación culinaria y comercial (8, 9, 10).

La investigación con participación de agricultores en cuanto a fitomejoramiento ha mostrado que la tasa de adopción es mayor cuando los agricultores seleccionan sus propias variedades (11, 12). Se estima que el 80 % de semillas se producen en las fincas (10).

La práctica de realizar colectas y ponerlas a disposición de los campesinos individuales involucrados en el fitomejoramiento participativo, sería de inmensa utilidad para alcanzar el avance genético y vigor de las poblaciones objeto de selección en un plazo relativamente corto. El hecho de incorporar de forma directa materiales genéticos prospectados en las zonas de mayor diversidad genética, contribuiría a restablecer el equilibrio poblacional y disminuir la erosión genética, que se manifiesta en aquellas localidades donde el sector formal no ha podido satisfacer sus exigencias en cuanto a calidad y cantidad de variedades en las actuales condiciones de bajos insumos y dificultades económicas (13, 14).

En Cuba existe abundante variabilidad genética en frijol común (5), la cual se encuentra fundamentalmente

en manos de los campesinos; ellos también acumulan una rica experiencia en el uso, la conservación y explotación de variedades autóctonas de esta especie.

Considerando la existencia de diversidad útil para la producción de granos, entre las variedades autóctonas de frijoles que cultivan los campesinos en zonas de alta biodiversidad y teniendo en cuenta la necesidad de elevar los rendimientos del frijol, en áreas de campesinos de zonas de baja diversidad y con condiciones de bajos insumos, se desarrolló este experimento, con la finalidad de evaluar comparativamente las accesiones utilizadas por los campesinos y los materiales seleccionados por los centros de investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en las áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (15), en el período comprendido desde octubre de 1999 a abril del 2000. Se evaluaron un total de 57 variedades distribuidas en tres colecciones: variedades comerciales, procedentes del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” en Quivicán, variedades precomerciales donadas por el Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT) y materiales autóctonos prospectados entre los campesinos de una comunidad en la zona de “La Palma” en Pinar del Río y conservados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Se realizaron dos siembras, una de octubre a diciembre de 1999 para la época temprana y otra desde enero hasta abril del 2000 para la época tardía.

El diseño experimental utilizado en ambas épocas fue el de bloque completamente aleatorizado con cuatro surcos por parcelas de 4 m con una distancia entre surcos de 0.70 m y una densidad de 25 plantas.m⁻¹. Para el área de cálculo se tomaron los dos surcos centrales de cada parcela con un área de 5.60 m².

Las labores culturales efectuadas fueron las recomendadas por el Instructivo técnico del frijol (16), excluyendo la fertilización, el control químico de malezas y plagas y enfermedades. Se realizaron dos riegos al cultivo: uno en el momento de la siembra y otro en el momento del llenado del grano.

Durante la etapa evaluativa se tomaron diariamente los datos de las precipitaciones caídas (mm), las temperaturas medias (°C) y la humedad relativa (%).

A los materiales colectados en las dos épocas se les evaluaron los siguientes caracteres:

- ☞ días a la floración (días). Cuando el 50 % de las plantas del área de cálculo tenían alguna flor abierta (fase R1); se consideraron los días desde la emergencia hasta la floración
- ☞ días a la cosecha (días). Fase (R8). Cuando el 50 % de las plantas del área de cálculo tenían el 96 % de las vainas pardas; se enmarcó desde la emergencia hasta el momento de la cosecha

- ☞ rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$). Se obtuvo el rendimiento de granos en el área de cálculo de la parcela en $g/(5.60 m^2)$ y se convirtió a $t \cdot ha^{-1}$
- ☞ peso de 100 semillas (g). Se seleccionaron al azar 100 semillas de cada muestra de 10 plantas y se pesaron
- ☞ número de semillas por planta. Se contaron los granos de las 10 plantas evaluadas de cada accesión y se dividieron entre 10
- ☞ enfermedades (%). Por área afectada se midió la incidencia de la roya en la época tardía; para la época temprana se evaluó la bacteriosis utilizando para ambas enfermedades una escala inversa de 1 a 5.

Todas las variables estudiadas fueron procesadas estadísticamente mediante análisis univariados y multivariados (17), para obtener el valor a nivel de plantas.

Los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente, se determinaron los principales parámetros de posición y dispersión como las medias (\bar{X}), la desviación estándar (DS) para las tres colecciones, así como para los tres grupos: negro, rojo y blanco, en todas las variables estudiadas, lo que permitió el estudio comparativo de todas las colectas y grupos; también fueron aplicadas las técnicas del análisis multivariado de Componentes Principales, que permitió clasificar las diferentes accesiones para las variables estudiadas (18).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestra la procedencia y los tipos de materiales evaluados, observándose que entre los 57 materiales estudiados, existen 29 del grupo negro que representan el 51 % del total, 20 materiales son rojos y representan el 35 % y 8 materiales son blancos para un 14 % del total. Estas relaciones se corresponden con los hábitos y gustos alimenticios de la población cubana, que mantiene una marcada preferencia por los granos de color negro, también refleja la resistencia a plagas y enfermedades (5).

Tabla I. Procedencia y grupos de materiales evaluados

Procedencia grupo	Varietades comerciales (L. Dimitrova)	Varietades precomerciales (INIFAT)	Materiales autóctonos (La Palma)	Total
Negro	9	8	12	29
Rojo	8	8	4	20
Blanco	2	2	4	8
Total	19	18	20	57

Los materiales de los campesinos representados por la colecta "La Palma", representan el mayor número de las muestras estudiadas, con 20 accesiones para un 35 % del total de las evaluadas, distribuidas en 12 accesiones de color negro, lo que representa el 41 % del total de las negras colectadas, 4 materiales rojos para un 20 % de todos los rojos y 4 blancos para un 50 % del total de los blancos colectados, todo lo cual posibilita realizar una comparación efectiva de sus ventajas.

En cuanto a las variables estudiadas (Tabla II), los materiales de los campesinos presentaron ventajas frente a las variedades comerciales y precomerciales, destacándose por un ciclo más corto a la cosecha, lo que favorece su utilización en el doblaje de siembra, menos peligros de pérdidas por afectaciones climatológicas; además, permite una mayor explotación de las áreas de cultivos.

En cuanto a la variable días a la floración, según los valores medio obtenidos (Tabla II), la colección de los campesinos presentan valores superiores, lo que evidencia un ciclo más largo a la floración, que es favorable al rendimiento (18); además, se observa que entre los materiales de los campesinos existe poca dispersión y presenta valores más bajos de la desviación estándar de la media que esta colecta.

En la variable peso de 100 semillas (Tabla II) se observa que los materiales de los campesinos presentaron valores de medias menores que la colecta de las variedades comerciales y precomerciales, evidenciándose un menor tamaño de los granos, característica favorable al rendimiento (18, 19, 20, 21).

Los resultados obtenidos en la variable número de granos/plantas demuestran que la colecta de los campesinos en "La Palma" presentaron un mayor número de granos/planta, según se aprecia en la Tabla II.

Además, se puede observar en la Tabla II, en cuanto al rendimiento, que los mejores resultados se obtienen en los materiales de los campesinos representados por la colecta de "La Palma".

Según estos resultados, coincidiendo con otros autores (18, 19, 20, 21), las variables número de granos/planta y peso de 100 semillas fueron determinantes para la variable rendimiento.

En cuanto a la intensidad de las enfermedades evaluadas para la época temprana (bacteriosis) y para la época tardía (roya), se puede apreciar que las variedades utilizadas por los campesinos presentaron también los mejores resultados, evidenciándose una mayor resistencia que los materiales comerciales y precomerciales. Asimismo, se destacaron los materiales negros con una mayor resistencia a las enfermedades que los rojos y blancos respectivamente, lo que coincide con otros autores (5).

De forma general, las cualidades presentes en los materiales de los campesinos son características de plantas que rinden más (18, 19, 20, 21), las que las hacen muy útiles para ser mostradas en las ferias de biodiversidad para su uso en el fitomejoramiento participativo.

Del análisis de las componentes principales realizado a los 29 materiales negros sembrados temprano y tardíamente, se puede apreciar en los valores y vectores propios (Tabla III) que para la época temprana las dos primeras componentes explican el 59.02 % de la variación total. Para la época tardía los ejes C1 y C2 logran explicar el 71.6 % del total de la variación observada.

Tabla II. Resumen de la caracterización de cada colecta

Colecta	Días a la floración		Días a la cosecha		Peso 100 semillas		Número de granos/planta		Rendimiento		Resistencia a enfermedades	
	\bar{X}	DS \bar{X}	\bar{X}	DS \bar{X}	\bar{X}	DS \bar{X}	\bar{X}	DS \bar{X}	\bar{X}	DS \bar{X}	\bar{X}	DS \bar{X}
Variedades comerciales	40.1	6.83	82.0	4.44	19.7	9.45	17.32	7.12	0.64	0.26	1.64	1.38
Variedades precomerciales	40.6	5.61	81.6	3.25	18.0	7.86	17.12	6.96	0.57	0.18	1.61	1.28
Variedad Autóctona La Palma	41.3	3.00	80.2	3.24	16.7	3.08	19.71	7.16	0.66	0.32	1.28	1.26

Tabla III. Valores y vectores propios y porcentaje de contribución de las variables en las Componentes Principales C1 y C2 para los tipos de grano negro evaluados en siembras temprana y tardía

Ejes	Siembra temprana		Siembra tardía	
	C1	C2	C1	C2
Valores propios	1.95	1.59	2.76	1.47
Contribución a la variación total (%)	32.53	26.49	46.07	24.53
% acumulado	59.02		71.60	
Vectores propios				
Días a la floración	0.75*	0.47	0.86*	0.20
Días a la cosecha	0.25	-0.66	-0.63	0.63
Rendimiento (t.ha ⁻¹)	0.06	-0.67	-0.65	0.32
Peso de 100 granos	-0.31	0.60	0.92*	-0.05
Número de granos/planta	0.70*	-0.22	0.57	0.47
Intensidad de enfermedades	-0.85*	-0.24	-0.16	-0.85*

Los valores en negritas indican los caracteres con mayor contribución significativa al eje

Las variables días a la floración, número de granos/planta y la intensidad de las enfermedades fueron las que mayor contribución presentaron a la formación del eje C1 para la época temprana y en la segunda componente ninguna variable llegó a ser significativa, aunque se destacaron por los valores mayores el rendimiento días a la cosecha y peso de 100 semillas.

Para la siembra tardía los caracteres que más contribuyeron a la primera componente fueron: días a la floración y peso de 100 granos; la segunda componente estuvo caracterizada por la intensidad de las enfermedades. Estos resultados nos indican las utilidades que pueden presentar estas variables en la diferenciación de las variedades, por presentar los valores más altos de asociación con los ejes principales.

Al evaluar la asociación de las variables para el grupo negro en siembras tardías, se aprecia que el rendimiento se asoció fundamentalmente y de forma positiva con el peso de 100 granos y el número de granos/planta; también se asocia pero negativamente con los días a la floración principalmente. Así mismo, se observa que se asocia muy débilmente pero de forma negativa con los días a la cosecha y resistencia a las enfermedades.

Tabla IV. Matriz de correlación entre las variables para el grupo negro en siembras tardías

Variables	Días a la cosecha	Rendimiento	Peso de 100 semillas	Número de granos/planta	Resistencia a enfermedades
Días a la floración	0.54	-0.40	-0.83	-0.26	0.05
Días a cosecha	1.00	-0.12	-0.54	-0.20	-0.34
Rendimiento		1	0.50	0.42	-0.17
Peso de 100 semillas			1	0.36	-0.18
Número de granos/planta				1	-0.33
Resistencia a enfermedades					1.00

Las variables que más se asociaron con el rendimiento fueron el peso de las semillas, el número de granos/planta y los días a la floración de los genotipos, pero esta última de forma negativa.

La resistencia a enfermedades (escala inversa) presentó siempre una asociación negativa con las otras variables, pero medianamente débil.

El peso de 100 semillas fue la variable que en general se asoció con más fuerza con las otras variables.

En la Figura 1 se representa gráficamente la distribución de todos los individuos negros de las tres colectas sembradas en la época temprana, según el análisis de Componentes Principales, que permitió la formación de tres grupos bien diferenciados.

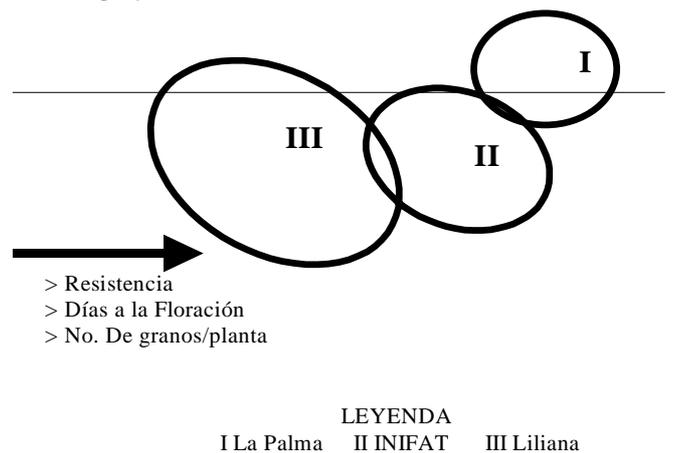


Figura 1. Distribución de los individuos del grupo negro en siembra temprana

En el grupo I se sitúan los individuos que conforman la colecta de los campesinos en la comunidad "La Palma", que se ubican en la parte superior derecha del eje C1; por lo tanto, según los análisis de las variables que más contribuyeron al eje C1, esta colecta es la mejor para los días a la floración y el número de granos/planta en que crecen ambas en la medida que nos desplazamos hacia la derecha; además, fue la colecta que presentó los mejores índices de resistencia a las enfermedades.

En la representación gráfica de la distribución de los individuos del grupo negro sembrados tardíamente (Figura 2), se observan diferencias entre las colectas, formándose claramente tres grupos, situándose los individuos del grupo I, formado por la colección de "La Palma", en la parte central del eje C1 y a la derecha del eje de la componente C2 a favor de los individuos más precoces a la floración y con mayor peso de los granos. En el eje C2 que evalúa fundamentalmente la resistencia a la roya, los individuos del grupo I tienen un comportamiento medio.

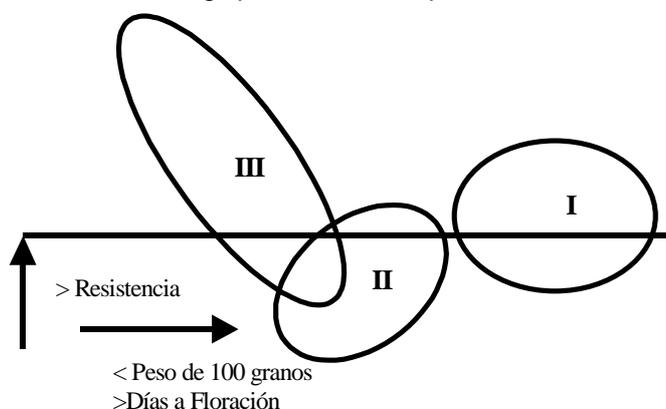


Figura 2. Siembra tardía grupo negro

En esta representación gráfica de la distribución de los individuos, según el análisis de las Componentes Principales, la colecta de los campesinos, representados por los materiales de "La Palma" (grupo I), queda separada totalmente de las restantes colectas, presentando también las bondades de los individuos de los campesinos.

A partir del análisis de Componentes Principales (Tablas III y IV y Figuras 1 y 2), se observa que la colecta que representa los materiales negros seleccionados por los campesinos en la zona de "La Palma" en Pinar del Río, presenta un comportamiento satisfactorio de forma general y posibilita que con la inyección de esos genotipos, bajo ferias de biodiversidad, podría mejorarse la variabilidad genética y con ello el rendimiento de los materiales que utilizarían los campesinos de otras zonas con menor biodiversidad. Resultados muy parecidos se encontraron en los grupos rojo y blanco.

REFERENCIAS

1. Espinal, R. Consideraciones técnicas de la producción y manejo poscosecha de semilla de frijol en el Zamorano. Honduras. 1999, 6 p.

2. Bemsten, R. y Mainville, D. Proyectos artesanales de producción de semilla. En: Experiencia en la producción artesanal de semilla de frijol en Centro América. Taller de producción y distribución de semillas de frijol en Centro América. Escuela Agrícola, 1999.
3. Hernández, C. A. Control integrado de la pudrición del pie causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc. en frijol y girasol. *Centro Agrícola*, 1997, vol. 24, no. 1, p. 21-25.
4. Viana, A. Esquemas de producción artesana de semilla de frijol en Centro América, desarrollo: lecciones aprendidas e implicaciones para el diseño de esquemas proyecto profrijol. En: Experiencias en la producción artesanal de semilla de frijol en Centro América. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras, 1999.
5. Castiñeiras, L. Germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. en Cuba: colecta, caracterización y evaluación. [Tesis de grado]. INIFAT, 1992.
6. CIAT. Ciencias sin fronteras. Cultivando afinidades, 1996.
7. Ceccarelli, S. y Grando, S. Fitomejoramiento participativo descentralizado. Boletín ILEIA para la agricultura sostenible de bajos insumos externos, 2000, abril, p. 35.
8. Geneflow, B. Una publicación sobre los recursos fitogenéticos de la tierra. IPGR, 1998.
9. Rosas, J. C. /et al./ Metodologías participativas para el mejoramiento *in situ* del frijol común. En: Simposio Internacional y Talleres sobre fitomejoramiento participativo en América Latina y el Caribe. Intercambio de experiencia (1999 agosto-septiembre : Quito), 1999.
10. Almekinders, C. y Boef, W. de. El reto de la colaboración en el manejo de la diversidad genética de los cultivos. Boletín ILEIA para la agricultura de bajos insumos externos, 2000, p. 5-7.
11. CIAT. Productiva colaboración entre agricultores y fitomejoradores. Cali. Colombia. CIAT, 1991, vol. 9, no. 1, p. 6-7.
12. Sthapit, B. R. y Jarvis, D. Fitomejoramiento participativo y conservación en finca. LEISA. Boletín ILEIA para la agricultura sostenible de bajos insumos, 2000, p. 39- 41.
13. Ríos, L. H. Programa colaborativo de fitomejoramiento participativo en Mesoamérica. San José. Costa Rica. 1999, 4 p.
14. Ríos, L. H. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *Boletín LEISA*, 2000, vol. 15, no. 3-4.
15. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. AGRINFOR, 1995, 64 p.
16. Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico del frijol. Minagri. La Habana, 1989.
17. Varela, M. Análisis multivariados de datos. Aplicación a las ciencias agrícolas. La Habana. INCA, 1998. 56 p.
18. Gómez, J. R. y Barrales, S. Colección y evaluación de variedades criollas de frijol en la región occidental del estado de Puebla. *Revista Chapingo*, 1990, vol. 12, no. 58-59, p. 15-20.
19. Write, J. W. y González, A. Caracterización de la asociación negativa entre el rendimiento y el tamaño de las semillas entre los genotipos de frijol. *Field Crops Research*, 1990, vol. 23, p. 159-175. En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. 1991, vol. 16, no. 1, p. 29.
20. Kuruvadi, S.; Aguilera, D. M. Patrones del sistema radical en frijol común (*P. vulgaris*). *Turrialba*, 1994, vol. 40, no. 4, p. 491-498.
21. Ramírez, H. A. y Serrano, L. M. Selección de variables respuesta en frijol (*P. vulgaris*). *Revista Chapingo*, 1992, vol. 16, no. 77, p. 22-25.

Recibido: 18 de octubre del 2001

Aceptado: 29 de noviembre del 2001