

DIFERENCIAS VARIETALES PARA CARACTERÍSTICAS DE PLANTULA DE FRIJOL EN DOS MEDIOS DE SIEMBRA

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹, Fernando F. Hernández Rodríguez² y
Fernando Galván Castillo²

RESUMEN

Veinte genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) fueron evaluados con el objeto de estudiar su variabilidad para diferentes características de plántula y las correlaciones entre ellas. El análisis de varianza de evaluaciones llevadas a cabo en cajas petri, poliuretano y combinado, revelaron diferencias altamente significativas para número de raíces, longitud de la raíz principal, longitud total de raíces, altura de plántula y peso de 100 semillas, indicando que existe una gama de variabilidad genética a nivel de plántula. Cinco variedades: Agramejo, Ciateño, Mulato, Pinto Americano y Campeón, produjeron altos valores para todas las características de plántula en ambos medios. En poliuretano las variedades mostraron 116.2% más crecimiento de la raíz principal, 108% más longitud total de raíces, y los valores del coeficiente de variación fueron más bajos que los obtenidos en cajas petri. Asimismo, se encontró correlación positiva y significativa entre altura de plántula con longitud y número de raíces.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Phaseolus vulgaris; vigor de plántula; variabilidad genética.

SUMMARY

Twenty genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) were evaluated in order to study their variability for different seedling characteristics as well as the correlations between these variables. The analysis of variance showed highly significant differences for number of roots, length of the primary root, total root length, seedling height and weight of 100 seeds. Individual analysis of variance were performed from data obtained in petri dishes and polyurethane; a combined analysis was also made. Results showed a broad spectrum of genetic variability for these traits at seedling level. Five varieties: Agramejo, Ciateño, Mulato, Pinto Americano and Campeón, manifested superior values for all the seedling traits in both media. In polyurethane the varieties recorded 116.2% higher rate of growth of primary root, 108% total root length and the values of the coefficient of variation were very low when compared to the values obtained with petri dishes. Positive and significant single correlations were detected between seedling height with total length of roots and number of roots per seedling, respectively.

^{1,2} Durante la investigación, Maestro-Investigador y alumnos de la especialidad de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 25315, Buenavista, Saltillo, Coah.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phaseolus vulgaris L.; Seedling vigor; Genetic variability.

INTRODUCCION

El 87.4% de la producción de frijol, que es una de las principales fuentes de proteína en la dieta del mexicano, se obtiene bajo condiciones de temporal, el cual por lo general es impredecible en cantidad y distribución. Es pues necesario realizar investigación en esta especie, ya sea en condiciones de laboratorio, invernadero o campo, para identificar genotipos con características de plántula y planta adulta que le proporcionen resistencia a sequía.

Los genotipos con características superiores en plántula tendrán mejor emergencia, establecimiento más uniforme, población apropiada, rápido desarrollo y finalmente un buen rendimiento bajo condiciones de sequía (Kuruvadi, 1981). Sin embargo, la información sobre las características de plántula de frijol es escasa en la literatura, y en virtud de ello se desarrolló esta investigación con los objetivos de estudiar la variabilidad de diferentes características de plántula y las correlaciones entre ellas.

REVISION DE LITERATURA

Lépiz (1982) menciona que en el ciclo primavera-verano se siembran en México un promedio de 1 372 076 ha de frijol, 83.8% del total, con una producción media de 387 kg/ha. Entre los factores que causan el bajo rendimiento menciona: sequías ocasionadas por las bajas precipitaciones, heladas tempranas y sistemas tradicionales de producción.

Narayanan (1981), en estudios realizados con garbanzo (*Cicer arietinum* L.), encontró que la semilla de tamaño grande produce plántulas más grandes y vigorosas, lo cual representa una ventaja en el establecimiento del cultivo bajo condiciones adversas. Lush y Wien (1980) también indican la importancia que tienen las semillas de mayor tamaño en la emergencia, el establecimiento y la producción de plantas más vigorosas en vigna (*Vigna unguiculata* L.).

En un estudio para evaluar cinco importantes atributos de plántulas de 13 variedades semienanas de cebada (*Hordeum vulgare* L.), Verma y Nagi (1974) detectaron variabilidad genética significativa, combinada con moderada heredabilidad para los caracteres longitud de la raíz, longitud del coleóptilo y longitud de la primera hoja; sugiriendo selección indirecta para longitud de la raíz a través de la longitud de la primera hoja, con base en la correlación positiva entre ambas. Kuruvadi (1981) obtuvo diferencias altamente significativas entre genotipos, para todas las características de plántula de trigo (*Triticum turgidum* L. var. Durum), identificando genotipos que presentaban altos promedios para todas las características de la raíz. Kuruvadi y Somayajulu (1975) también encontraron diferencias significativas para todas las características de plántula entre variedades de trigo, cebada y triticale, identificando variedades que presentan valores altos para todas las características de plántula.

Takahashi (1978) indica que la temperatura, luz y composición del aire tienen un profundo efecto sobre la elongación del mesocotilo y coleóptilo en arroz (*Oryza sativa* L.), y que la luz puede inhibir la elongación del mesocotilo. Menciona que

las variedades Indica y Japonica generalmente no difieren en la longitud del coleoptilo, y que las primeras tienen un potencial superior para elongación de mesocotilo.

Bouton (1982) indica que en alfalfa (*Medicago sativa* L.), la selección de plántulas superiores y la eliminación de las indeseables y no productivas, bajo condiciones de invernadero, es mejor para obtener altos rendimientos de forraje en el campo.

Tischler y Monk (1980) señalan que el establecimiento de plántulas de *Panicum coloratum* frecuentemente se reduce por un inadecuado sistema radicular. Evaluaron diferentes genotipos de esta especie para las características de raíz primaria y raíces adventicias durante el período de preemergencia y postemergencia, e indican que la longitud de raíces adventicias basales es independiente de la de las raíces primarias, y que las diferencias de ambos sistemas de raíces pueden usarse en los programas de mejoramiento para mejorar el establecimiento de plántulas.

Turner *et al.* (1982) mencionan que la medición de la longitud de mesocotilo y coleoptilo en arroz, después de 14 días de siembra, incubado a 30°C, muestra que las plantas de tipo semienano produjeron mesocotilo corto en todas las profundidades de siembra, en tanto que el coleoptilo fue igual o de mayor longitud que las variedades altas cuando se transplantaron a 1, 2, 4, 5 y 6 cm de profundidad. La profundidad de siembra también influyó en la longitud del mesocotilo y coleoptilo, y en su relativa contribución a la emergencia. Las variedades con mesocotilo corto pueden tener problemas en la emergencia cuando las variedades semienanas se siembran a 10 cm de profundidad.

Murphy *et al.* (1982) evaluaron características de plántula en 52 genotipos de avena (*Avena sativa* L.) con una amplia gama de variabilidad, e indican que las variedades de primavera mostraron consistentemente valores altos para cinco características de plántula, en comparación con los genotipos de invierno. Concluyen que las selecciones modernas están mostrando alto desarrollo para sistema radicular y reducción de la longitud de partes aéreas, y que existen correlaciones entre diferentes variables, que varían de $r=0.48$ (para longitud de plántula y volumen de raíces) a $r=0.84$ (para volumen de raíces y peso seco de raíces).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) en 1982, en condiciones de laboratorio e invernadero.

Fueron incluidos 20 genotipos de frijol para estudiar características de plántula en caja petri y en poliuretano; aunque por insuficiencia de semilla no se incluyó la variedad Jamapa en este último medio. Los genotipos representan una amplia gama de variabilidad para todas las características agronómicas, detectada con base en ensayos de rendimiento en la UAAAN y el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo (CAERIB) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), comprendiendo variedades nativas e introducidas; altas a enanas, precoces a tardías, de temporal y de riego (Cuadro 1). Previo al establecimiento de los experimentos, se caracterizaron los genotipos, por el peso, en gramos, de 100 semillas.

En cajas petri de un tamaño de 10 cm de diámetro por 1.5 cm de altura, se colocó papel filtro y se pusieron 10

Cuadro 1. Promedio de las características de plántula, en los experimentos conducidos en cajas de petri y de poliuretano.

Variedad	Número de raíces		Longitud total raíces (cm)		Longitud raíz principal (cm)		Altura plántula (cm)		Peso 100 Semillas (g)
	c.p.	p.	c.p.	p.	c.p.	p.	c.p.	p.	
Campeón	16.7	13.1	65.7	51.3	7.9	7.1	15.9	16.6	35.8
Pinto Americano	13.6	8.1	43.0	87.5	7.1	17.2	18.0	11.1	33.2
Flor de Mayo	11.9	9.2	23.5	49.2	4.4	7.8	14.0	12.1	30.6
LEF-25-RB	6.7	7.5	7.2	48.1	2.1	7.9	5.8	11.4	19.8
Navidad-1165	9.3	7.9	18.6	42.7	5.8	7.5	11.2	10.5	29.8
111-1-F-T-96-3-1-6-U	11.3	4.8	37.7	29.7	5.6	6.8	10.8	8.0	25.2
111-6-F-T-95-1-U	6.6	7.8	10.9	44.0	1.9	7.3	6.2	8.0	21.8
Rio Grande	8.0	8.9	9.4	48.9	2.7	8.9	7.3	12.7	21.7
Mantequilla	9.2	7.3	17.0	42.7	3.7	6.5	12.8	9.5	21.1
Mulato	7.1	10.9	9.1	55.5	2.7	10.3	7.5	13.2	20.5
111-36-F-T-4-1-U	4.5	8.1	7.1	55.5	2.9	16.9	5.3	9.0	19.5
Azabache	11.6	15.1	34.7	45.9	6.3	9.0	9.2	10.0	18.8
LEF-3-RB	10.6	5.0	30.3	33.3	5.5	12.6	14.9	7.2	18.4
111-5-F-211-1-U	10.1	6.7	22.2	63.6	4.3	15.7	12.7	12.1	18.4
Pinto Norteño	6.7	9.5	10.1	52.9	2.5	8.3	7.7	9.1	16.4
Agramejo	14.4	7.9	44.0	50.6	6.6	7.0	21.3	13.1	16.1
Agrarista	12.0	9.3	26.1	36.3	4.5	6.6	13.9	10.0	15.5
Ciateño	12.4	15.3	41.4	51.3	4.5	5.3	18.5	8.5	15.4
Delicias-71	8.6	6.7	14.7	46.8	3.9	8.8	12.2	11.3	15.3
Jamapa	1.5	-	1.6	-	1.0	-	2.1	-	15.2
Promedio General	9.6	8.9	23.7	49.3	4.3	9.3	11.4	10.7	21.4

c.p. = caja petri

p. = poliuretano

semillas bien formadas de cada una de las 20 variedades. Continuamente se aplicó agua destilada para evitar desecación por falta de humedad. A los 12 días de sembradas se tomaron datos de las siguientes características: longitud de la raíz más desarrollada, número de raíces, longitud total de raíces, altura del cotiledón y altura de la plántula.

En el segundo experimento realizado en cajas de poliuretano para transplante, con 16 hileras de 8 cavidades cada una, con dimensiones de 4 x 4 cm en la parte superior, 1 x 1 en la inferior y 7 cm de profundidad, fueron colocadas semillas de 19 genotipos, sobre arena fina húmeda como sustrato, colocando una semilla por cavidad para después cubrir con una capa de arena seca. Cada hilera representó un genotipo. Se aplicó riego constante para evitar daño por sequía, y a los 12 días de iniciado el experimento, se lavaron las plántulas con abundante agua para eliminar la arena y se hicieron mediciones de las cinco características ya mencionadas.

Ambos experimentos fueron establecidos en bloques al azar con tres repeticiones. Las mediciones fueron hechas en cinco plántulas por variedad, tomadas al azar en cada repetición. Los promedios calculados fueron utilizados para hacer análisis de varianza de cada una de las características en cada experimento en forma individual, además se hizo un análisis combinado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios de las características estudiadas en los genotipos, para ambos experimentos, se presentan en el Cuadro 1. Los análisis de varianza (Cuadro 2) indicaron que hay diferencias altamente significativas

para las cinco características de plántula estudiadas, considerando los experimentos en forma individual y de manera conjunta (Cuadro 3), lo que revela una amplia gama de variabilidad entre los genotipos evaluados. Al respecto, cabe señalar que Verma y Nagi (1974) y Kuruvadi y Loredo (1985) estudiaron atributos iniciales a nivel de planta en 13 genotipos de cebada y 16 genotipos de frijol tepary (*Phaseolus acutifolius* A.G.), respectivamente, y encontraron diferencias altamente significativas para diferentes características, y al mismo tiempo identificaron genotipos sobresalientes para cada característica de plántula.

Tres caracteres del sistema radicular: número de raíces, longitud de raíz principal y longitud total de raíz, son muy importantes bajo condiciones de sequía en la absorción rápida de la humedad para el desarrollo de la plántula y su establecimiento posterior. En este estudio, el número de raíces por plántula varió desde 1.5 hasta 16.7, con un promedio de 9.64 en la prueba realizada en cajas petri; mientras que en poliuretano la variación fue de 4.8 hasta 15.3, con un promedio de 8.9. Las variedades Campeón, Pinto Americano, Agramaje, Agrarista y Ciateño mostraron mayor número de raíces en cajas petri que en poliuretano. La longitud de la raíz principal varió de 1.0 cm hasta 7.9 cm en cajas petri, mientras que en poliuretano fue de 5.3 hasta 17.2 cm. Las variedades Campeón (7.9 cm), Pinto Americano (7.1 cm) y Agramaje (6.6 cm), tuvieron raíz principal más larga en cajas petri; en tanto que Pinto Americano (17.2 cm), 111-36-F-T-4-1-U (16.9 cm) y 111-5-F-T-211-1-U (15.7 cm) la tuvieron en las cajas de poliuretano, y en general las variedades mostraron 116.2% más crecimiento de raíz principal en cajas de

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza para características de plántula en caja petri y poliuretano.

Fuentes de variación	Número de raíces	Longitud total de raíces	Longitud raíz principal	Altura de plántula	Peso de 100 semillas
Repeticiones					
Caja petri	2.28	109.83	3.04	63.64	2.56
Poliuretano	1.51	4.85	0.98	1.10	1.39
Tratamientos					
Caja petri	39.36**	819.17**	10.73**	75.09**	122.16**
Poliuretano	26.38**	451.92**	39.01**	9.30**	121.31**
Error					
Caja petri	7.82	205.21	2.22	20.27	3.20
Poliuretano	2.74	42.68	2.99	0.47	3.37
C.V. (%)					
Caja petri	28.92	60.37	34.73	39.63	8.22
Poliuretano	10.73	13.26	18.53	6.54	8.30

** Significativos al 1% de probabilidad.

C.V. Coeficiente de variación.

poliuretano. La longitud total de raíces presentó un rango de 1.6 cm (Jamapa) a 65.7 cm (Campeón), con un promedio de 23.5 cm en cajas petri; mientras que en poliuretano varió de 29.7 cm (11-1-F-T-96-3-1-6-U) a 87.5 cm (Pinto Americano), con una media de 49.3 cm. Para este carácter, también todas las variedades registraron 108% mayor longitud en poliuretano en comparación con la obtenida en cajas petri. Considerando simultáneamente todas las características de raíces, las variedades Campeón, Pinto Americano, Mulato, Agramajo y 111-36-F-T-4-1-U registraron valores más altos que las otras variedades. Tischler y Monk (1980) indicaron que las diferencias varietales en el sistema radicular de plántulas en *Panicum coloratum* pueden usarse en programas de mejoramiento genético para incrementar el establecimiento de plántulas en el campo.

La variedad Agramajo obtuvo la máxima altura de plántula, con 21.3 cm, siguiéndole Ciateño (18.5 cm), Pinto Americano (18.0 cm) y Campeón (15.9 cm), en cajas petri; mientras que en poliuretano las variedades Campeón (16.6 cm), Mulato (13.2 cm) y Agramajo (13.1 cm) registraron la mayor altura. Sobre el comportamiento de las variedades puede señalarse que aquellas con valores más altos para número de raíces, longitud de raíces y altura de plántula, tienen la ventaja de una emergencia más rápida y mejor establecimiento.

Respecto al medio en que se realizaron las pruebas, el menor desarrollo en las cajas petri puede explicarse por el espacio limitado que provocó alta competencia entre las plántulas de una misma variedad, las cuales no lograron un enraizamiento adecuado en el papel filtro usado, dando como resultado que las raíces quedaran expuestas al aire, induciendo su se-

camiento, y un crecimiento anormal a las plántulas. En las cajas de poliuretano hubo también un espacio limitado pero las plántulas observaron un desarrollo normal, tanto en la raíz como en la parte aérea, y por ello, en general las plántulas registraron valores más altos para todas las características; además de que los datos fueron más confiables, ya que mostraron coeficientes de variación menores (6.54 a 18.53%) que en cajas petri (8.22 a 60.37%).

El peso de semilla varió ampliamente, desde 15.2 hasta 35.8 g, con un promedio de 21.4 g. La variedad Campeón registró el máximo peso de 100 semillas con 35.8 g, siguiéndole Pinto Americano (33.2 g), Flor de Mayo (30.6 g) y Navidad 1165 (29.8 g); en cambio, seis variedades: Pinto Nor-teño, Agramajo, Agrarista, Ciateño, Delicias-71 y Jamapa registraron entre 15.2 a 16.4 gramos.

En cuanto a las relaciones entre caracteres, destaca la correlación positiva y significativa entre longitud total de raíces y altura de plántula, tanto en cajas petri ($p=0.80^{**}$) como en cajas de poliuretano ($r=0.44^{*}$); así mismo se encontró en cajas petri una asociación positiva ($r=0.99^{**}$) entre número de raíces con longitud total de raíz (Cuadro 4). Esta información es útil, si se considera que las raíces de las plántulas se desarrollan bajo el suelo y no son visibles, y por lo tanto, cuando se desee efectuar selección para longitud total de raíces y longitud de raíz principal, indirectamente puede hacerse mediante la altura de plántula, que es un carácter visible. En el mismo sentido cabe citar a Kuruvadi y Loredó (1985), quienes encontraron asociaciones positivas y altamente significativas entre peso de 100 semillas con número de raíces, longitud total de raíces, peso seco

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza combinado para características de plántula en cajas de petri y de poliuretano.

Fuentes de variación	Número de raíces	Longitud total de raíces	Longitud raíz principal	Altura de plántula
Medios	65.35**	16914.12*	675.01**	52.96
Repeticiones en medios	1.73	100.97	1.97	26.83
Tratamientos	36.59**	679.48**	25.09**	39.15**
Tratamientos x medios	19.55**	554.20**	23.35**	34.37**
Error	5.49	129.51	2.67	10.93
C.V. (%)	24.47	30.69	23.68	29.62
* Significativo al 5% ** Significativo al 1%				

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas para características de plántula en cajas petri y en poliuretano.

Carácter	Medio	Long. total de raíces	Long. raíz principal	Altura de plántula	Peso de 100 semillas
No. raíces	c.p.	0.99**	0.90**	0.89**	0.38
	p.	0.20	-0.03	0.28	0.01
Long. total de raíces	c.p.	-	0.91**	0.80**	0.37
	p.	-	0.63*	0.44*	0.29
Long. raíz principal	c.p.	-	-	0.78**	0.40
	p.	-	-	0.05	0.08
Altura de plántula	c.p.	-	-	-	0.13
	p.	-	-	-	0.22

*, ** Significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

c.p. = Caja petri

p. = Poliuretano

de vástago, peso seco de raíz y área foliar, y por ello sugieren que el peso de 100 semillas puede usarse como criterio de selección indirecta para identificar genotipos con mejor sistema radicular.

CONCLUSIONES

1. Existe amplia variabilidad para las características de plántula medidas en el estudio, y que fueron: número de raíces, longitud de la raíz principal, longitud total de raíces, altura de plántula y peso de 100 semillas.
2. Las variedades de frijol; Agramejo, Ciateño, Mulato, Pinto Americano y Campeón, produjeron altos valores para las características de plántula.
3. Se recomienda estudiar las características de plántula de frijol, utilizando cajas de poliu-retano, la cual resultó mejor que la caja petri.
4. La altura de plántula se puede utilizar como un índice para seleccionar genotipos con mayor sistema radicular.

BIBLIOGRAFIA

- Bouton, J.H. 1982. Seedling characteristics to predict yield and total N of mature alfalfa plants. *Crop Sci.* 22: 128-131.
- Kuruvadi, S. 1981. Genetic studies on dryland wheat (*Triticum durum* Desf.). Post Doctoral Research Report submitted to International Development Research Center. Ottawa, Canada.
- _____ y A. Loredó, M. 1985. Atributos iniciales, parámetros genéticos y correlaciones en nivel de plántula en Frijol Tepari (*Phaseolus acutifolius* AG.). *Agraria, Revista Científica* 1:160-172.
- _____ and P. Somayajulu. 1975. Variability for seedling attributes in wheat. Research report. Department of Genetics, Indian Agricultural Research Institute. New Delhi. India.
- Lépiz I., R. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de frijol. Publicación especial No. 83. INIA-SARH. México.
- Lush, W.M. and H.C. Wien. 1980. The importance of seed size in early growth of wild and domesticated cowpea. *J. Agric. Sci.* 94:177-182.
- Murphy, C.R., R.C. Long and L.A. Nelson. 1982. Variability of seedling growth characteristics among oat genotypes. *Crop Sci.* 22:1005-1009.
- Narayanan, A. 1981. Varietal differences in seed size and seedling growth of pigeonpea and chickpea. *Indian J. Agric. Sci.* 51:389-393.
- Takahashi, N. 1978. Adaptive importance of mesocotyl and coleoptile growth in rice under different moisture regimes. *Aust. J. Plant Physiol.* 5:511-517.
- Tischler, C.R. and R.L. Monk. 1980. Variability in root system characteristics of Kleingrass seedlings. *Crop Sci.* 20:384-386.
- Turner, F.T., C.C. Chen, and C.N. Bollich. 1982. Coleoptile and mesocotyl length in semidwarf rice seedlings. *Crop Sci.* 22:43-46.
- Verma, M.M. and K.S. Nagi. 1974. Genetic variability for some important initial plant attributes in barley. *Indian J. Agric. Sci.* 44:204-207.