

Calidad Bioquímica del Frijol Cultivado en Distintas Condiciones de Humedad del Suelo

Dr. Gonzalo de Allende Arrarás ¹, LAQB Ma. Magdalena Rivera de Luna ¹,
Dr. Rigoberto Rosales Serna ² M. en C. Ma. Guadalupe Acero Godínez ³,
Dr. Netzahualcóyotl Makek-Pérez ⁴,

INTRODUCCIÓN

El altiplano semiárido mexicano es una de las regiones de mayor producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el mundo (Acosta y White, 1995). El frijol es uno de los cultivos más importantes en México con base al área de siembra, la producción obtenida, su aportación a la alimentación humana y la cantidad de empleos generados por su cultivo (Sánchez *et al.*, 2001). En 2004, la superficie sembrada con frijol fue de 1.82 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 638.3 kg/ha (SIACON, 2005). Sin embargo, es común que se obtengan bajos rendimientos, debido a que esta leguminosa se cultiva generalmente en condiciones ambientales poco favorables, como son la escasez o irregularidad de las lluvias y los suelos con baja fertilidad, delgados y con poca capacidad de retención de humedad. Además, cuando los periodos de sequía coinciden principalmente con la etapa reproductiva de la planta, con frecuencia se observa la pérdida total de la producción (Rosales-Serna *et al.*, 2000).

El frijol común es uno de los alimentos más importantes en México, junto con el maíz (*Zeamays* L.), ya que el grano de ambas especies aportan casi la totalidad de las proteínas vegetales que consume la mayoría de la población del país, por lo cual ocupan un lugar de suma importancia en la dieta básica de los mexicanos (Pérez-Herrera *et al.*, 2002). Se considera que cada persona consume en promedio más 15 kg. de frijol al año (Shellie-Dessert y Bliss, 1991; Castellanos *et al.*, 1997).

Una forma de lograr avances en el mejoramiento genético para adaptación a sequía en frijol, consiste en seleccionar variedades cuya diferencia de rendimiento de grano obtenido en condiciones de secano (sólo lluvias), sea pequeña en relación al rendimiento obtenido con riego (Ramírez-Vallejo, 1992). Además de tomar en cuenta el rendimiento como criterio de selección, es necesario considerar la calidad del grano de frijol, y para ello se evalúan sus características fisicoquímicas. Estas últimas se relacionan con la mejor calidad culinaria y nutricional del frijol, que son características de interés para los consumidores de esta leguminosa (Castellanos *et al.*, 1997). Otras características apreciadas por los consumidores son el tamaño, color y uniformidad del grano, el sabor, el tiempo de cocción y el contenido de proteínas.

La composición bioquímica de la semilla del frijol se relaciona directamente con su valor nutricional. Esta leguminosa es una importante fuente de proteínas de bajo costo, si se compara con las de origen animal, y además proporciona carbohidratos por su contenido de almidón y de fibra cruda (Jacinto-Hernández *et al.*, 2002). En

¹ Departamento de Fisiología y Farmacología. Centro de Ciencias Básicas. UAA. Tel. 01 (449) 910-84-07. E mail: gdealle@correo.uaa.mx

² INIFAP Campo Experimental Valle de México, Km. 18.5 carr. Los Reyes-Lechería, Texcoco, Edo. de México. Fax: (595) 9546528. E mail: rigoberto_serna@yahoo.com

³ Laboratorio de Nutrición Animal. Centro de Ciencias Agropecuarias. UAA. Tel. 01 (449) 965-00-62, Ext. 121 E mail: mgacero@hotmail.com

⁴ Centro de Biotecnología Genómica-IPN. Blvd. del Maestro esq. Elías Piña s/n, Col. Narciso Mendoza 88710, Reynosa, México, Fax: 899-9243627. E mail: nmayek@ipn.mx

México, las propiedades del grano de frijol son fundamentales para la aceptación comercial de una variedad. Por ello, el conocimiento de sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales será importante para ofrecer mejores variedades a los productores y consumidores de frijol.

El objetivo de este trabajo fue identificar variedades de frijol que presenten menores variaciones de rendimiento y de calidad bioquímica del grano al ser evaluadas en dos condiciones de humedad del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un experimento con 10 variedades de frijol (Cuadro 1) en el Campo Experimental Valle de México del Instituto Nacional de

estableció fue de 10 a 13 plantas por metro lineal de surco y se fertilizó el suelo con la dosis 30-30-00 (para Nitrógeno, Fósforo y Potasio, respectivamente), aplicada al momento de la siembra. La parcela experimental consistió de dos surcos de cinco metros, con 80 cm de separación y ocho repeticiones por variedad. Cuatro de ellas se mantuvieron en condiciones de sequía (únicamente con la lluvia ocurrida durante el ciclo), y a las otras, además de la precipitación ocurrida durante el ciclo, se les aplicaron dos riegos suplementarios a los 37 y 43 días después de la siembra. En ambas ocasiones, se aplicó una lámina de riego de 15 cm.

Variables cuantificadas

En el campo, además del rendimiento, se evaluó el número de días a inicio de floración

Variedad	Acervo	Raza	Hábito de crecimiento [†]
BAT477	Mesoamericano	Mesoamérica	III
Negro Huasteco 81	Mesoamericano	Mesoamérica	II
Negro INIFAP	Mesoamericano	Mesoamérica	II
VAX 2	Mesoamericano	Mesoamérica	III
Negro 8025	Mesoamericano	Mesoamérica	III
Pinto Villa	Mesoamericano	Durango	III
Pinto Zapata	Mesoamericano	Durango	III
DON 38	Mesoamericano	Durango	III
Azufrado Namiquípa	Mesoamericano	Durango	III
ICA Palmar	Andino	Nueva Granada	I

[†]I= Determinado arbustivo, II= Indeterminado arbustivo y III= Indeterminado postrado (CIAT, 1984)

Cuadro 1. Acervo, raza genética y hábito de crecimiento de las variedades de frijol utilizadas en el presente estudio.

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El sitio se localiza cerca de Texcoco, Estado de México (19° 31' latitud norte, 98° 52' longitud oeste) y tiene una temperatura anual promedio de 16 °C y una altitud de 2,240 m sobre el nivel del mar. El suelo del sitio es del tipo Feozem háplico y el clima es del tipo cálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano, poca oscilación de temperatura y un periodo seco de invierno (García, 1988).

Siembra

La siembra se realizó el 3 de julio de 2002, después del establecimiento de la temporada de lluvias. La densidad de población que se

y a madurez, y el peso de 100 semillas. Para la variable peso de 100 semillas (g), se consideró que las semillas eran pequeñas cuando pesaban menos de 25 g., medianas cuando pesaban entre 26 y 40 g. y grandes cuando su peso fue superior a 40 g. (CIAT, 1987) Con los datos de rendimiento se estimó el índice de intensidad y susceptibilidad a la sequía (Fischer y Maurer, 1978). Para calcular el índice de intensidad de la sequía (IIS) se utiliza la ecuación: $IIS = [1 - (R_s/R_r)]$, donde: IIS = índice de intensidad de la sequía, R_s = promedio general de rendimiento (m^{-2}) en sequía y R_r = promedio general de rendimiento (m^{-2}) en riego. El índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) para cada línea o variedad se calculó de la siguiente manera: $ISS_i = [1 - (R_{Si}/R_{Ri})]/IIS$, donde:

ISS = índice de susceptibilidad a la sequía de la *i*-ésima variedad, R_{Si} = promedio de rendimiento (m^{-2}) en sequía para la *i*-ésima variedad y R_{Ri} = promedio de rendimiento (m^{-2}) en riego para la *i*-ésima variedad.

Con este método es posible identificar variedades tolerantes a la sequía, las cuales presentarán índices de susceptibilidad a esta (ISS) con valores iguales o superiores a cero e inferiores a uno. El valor máximo de tolerancia a la sequía es cuando el ISS es igual a cero, lo que representa un bajo nivel de modificación del rendimiento en una condición de humedad con respecto a la de sequía. Las variedades consideradas como susceptibles a la sequía, muestran valores para ISS superiores a uno, lo cual representa un alto grado de modificación del rendimiento entre las dos condiciones de humedad. Las variedades con valores de ISS iguales a uno, se consideran como de susceptibilidad intermedia a la sequía.

En el laboratorio, se evaluaron diversas características bioquímicas de la semilla que están relacionadas con su valor nutrimental, entre ellas: el contenido de proteína con base al nitrógeno total, proteína total soluble, almidón y glucosa solubles, carbohidratos no estructurales, grasa cruda, fibra cruda, cenizas, materia seca parcial y porcentaje de humedad. También se determinaron algunas características físicas importantes, como el peso y volumen de 100 semillas y la capacidad de absorción de agua. Ésta última característica es importante, ya que se relaciona con un menor tiempo de cocción (Pérez-Herrera *et al.*, 2002).

El peso de 100 semillas se obtuvo de una muestra tomada al azar de cada repetición y variedad; después se determinó el volumen por desplazamiento volumétrico, sumergiendo las muestras de semillas en agua destilada. La capacidad de absorción de agua se determinó pesando las muestras de 100 semillas después de 18 horas de inmersión en agua destilada a temperatura ambiente y posterior eliminación del exceso de agua no absorbida por el grano. Luego se utilizó la ecuación: Capacidad de Absorción de Agua (%) = $[(\text{Peso en remojo} - \text{Peso inicial}) / \text{Peso inicial}] \times 100$.

Para las determinaciones bioquímicas, las muestras de semillas de cada variedad fueron molidas en un molino marca Willey 3383-L10, utilizando una malla de 0.3 mm. El contenido

de proteínas totales solubles se determinó por el método de Bradford (1976). La glucosa soluble se midió utilizando el método de la orto-toluidina (Fings *et al.*, 1970), y para la determinación del contenido de almidón soluble, los polvos de las muestras fueron resuspendidos en agua desionizada y se incubaron con la enzima amiloglucosidasa (Sigma Chemicals Co., St. Louis, MO, USA) durante 18hr a 37°C, según el procedimiento descrito por Rodríguez-Trejo *et al.* (2002), tras lo cual se empleó el método de la orto-toluidina para medir el contenido de glucosa soluble total, efectuando lecturas en un espectrofotómetro Beckman DU 530 a una absorbancia de 630 nm., utilizando como referencia estándares de glucosa a diferentes concentraciones. Los valores de fibra cruda, carbohidratos no estructurales, grasa cruda, proteína cruda, materia orgánica, cenizas, materia seca parcial y humedad, se obtuvieron mediante el análisis químico proximal de las muestras de cada variedad según los métodos descritos por la AOAC (2002), empleando un equipo digestor de fibras ANKOM 200/220 para la determinación de fibra cruda, y un equipo Goldsich para determinar el contenido de grasa cruda.

Análisis estadístico

El análisis de la varianza se efectuó bajo un diseño factorial en bloques completos al azar con un arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fueron las dos condiciones de humedad y la parcela chica fueron las 10 variedades evaluadas. Así, los factores de efectos fijos fueron las condiciones húmedas con 2 niveles (temporal y temporal + riegos suplementarios) y los factores de efectos variables fueron las variedades utilizadas en el estudio. Para el análisis de la varianza se utilizó el programa MSTAT-C (Michigan State University, 1993), y la comparación de medias y el establecimiento de los límites de tolerancia se realizaron con la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) con niveles de $\alpha=0.05$. También se realizó el análisis de correlación entre algunas de las variables evaluadas.

El análisis estadístico entre variedades de los parámetros bioquímicos, se hizo con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer, y los análisis intra-variedad en ambas condiciones de humedad se hicieron con la prueba *t* no pareada (dos colas), o con la prueba *t* alterna de Welch. Se utilizó el paquete computacional GraphPad InStat tm®.

RESULTADOS

La precipitación pluvial total acumulada durante el ciclo de cultivo fue 362.1 mm., la temperatura máxima promedio fue 23.5 °C y la mínima fue 10.1°C, lo que permitió el desarrollo del presente experimento, ya que se registraron periodos sin precipitación considerable, en los que las variedades de frijol estuvieron sometidas a estrés de humedad. El Cuadro 2 muestra las características agronómicas de las 10 variedades de leguminosas evaluadas en las dos condiciones de humedad, que incluye los días a floración a madurez y el peso de 100 semillas.

En la Tabla 1 se presentan los rendimientos de las variedades en las dos condiciones de humedad y el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS)

susceptibilidad intermedia aceptable a la sequía. Las otras variedades (BAT 477, G 4523, Azufrado Namiqúipa, Pinto Villa y Negro 8025), tienen un ISS mayor que 1, lo que indica un mayor grado de sensibilidad a la sequía y, por lo tanto, no es recomendable su cultivo sin la aplicación de riego.

Se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las variables de campo evaluadas entre condiciones de humedad y variedades, así como para la interacción condición de humedad por cada variedad (Cuadro 3).

Considerando que el rendimiento es el factor primordial para la elección de una variedad de frijol a cultivar, sólo se muestra el análisis comparativo de las características fisicoquímicas de las 5 variedades con susceptibilidad aceptable a la sequía (ISS menor o igual a 1). Así, en las tablas

Variedad	Días a Floración		Días a Madurez		Peso de 100 Semillas (g)	
	Riego	Sequía	Riego	Sequía	Riego	Sequía
BAT477	61	60	118	112	25.2	21.0
Negro Huasteco 81	54	53	125	120	18.8	16.8
Negro INIFAP	55	59	123	121	17.2	17.3
VAX 2	61	60	118	117	23.3	21.2
Negro 8025	58	55	118	114	20.5	19.9
Pinto Villa	45	45	106	99	36.2	36.5
Pinto Zapata	47	45	113	113	36.5	33.2
DON 38	55	55	116	113	34.7	32.8
Azufrado Namiqúipa	53	50	118	114	32.1	31.0
ICA Palmar (G4523)	52	52	116	113	44.9	41.8
Promedio	54	53	117	114	28.9	27.2
¹ DMS _{0.05}	0.6		0.6		1.2	
² DMS _{0.05}	1.2		1.7		1.3	
³ DMS _{0.05}	1.3		1.8		1.5	
⁴ C.V. (%)	1.6		1.1		3.5	

¹DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre condiciones de humedad; ²DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades; ³DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades en diferente condición de humedad.

⁴C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro 2. Características agronómicas de 10 variedades de frijol evaluadas en dos condiciones de humedad.

determinado con base a esos rendimientos. Como puede apreciarse, las variedades más resistentes a la falta de riego fueron DON 38, Pinto Zapata, VAX 2 y Negro Huasteco 81, ya que tienen ISS menores que 1. Negro INIFAP tiene un ISS de 1, que indica una

2 y 3 se indican las características de calidad fisicoquímicas de Negro INIFAP, Negro Huasteco 81, VAX 2, DON 38 y Pinto Zapata, obtenidos bajo condiciones de temporal y de temporal más riegos suplementarios, respectivamente.

Variedad	Rendimiento g m ⁻²		Promedio	ISS
	Riego	Sequía		
BAT 477	237.5	98.7	168.1	1.7
Negro Huasteco 81	185.9	149.4	167.7	0.6
Negro INIFAP	225.7	147.9	186.8	1.0
VAX 2	211.0	165.6	188.3	0.6
Negro 8025	235.7	129.3	182.5	1.3
Pinto Villa	157.1	86.5	121.8	1.3
Pinto Zapata	181.8	159.4	170.6	0.4
DON 38	232.8	218.9	225.9	0.2
Azufrado Namiquípa	287.1	147.4	217.3	1.4
ICA Palmar (G4523)	181.6	116.2	148.9	1.1
Promedio	213.6	141.9		
¹ DMS _{0.05}	54.4			
² DMS _{0.05}	36.6			
³ DMS _{0.05}	43.6			
C.V. (%)	14.9			

¹DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre condiciones de humedad; ²DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades; ³DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades en diferente condición de humedad. ⁴C.V. = Coeficiente de variación.

Tabla 1. Rendimiento e índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) de las 10 variedades de frijol evaluadas en dos condiciones de humedad.

F. de Variación	gl [¶]	DF	DMF	Rend (g m ²)	Peso 100 S (g)
Repetición	3	0.017	14.0	6068.0	3.2
Condición (C)	1	8.45**	252.1**	102849.6**	64.08**
Error	3	0.15	0.16	1169.8	0.6
Variedad (V)	9	229.49**	253.0**	7381.3**	654.10**
CxV	9	8.78**	9.90**	4025.3**	4.4**
Error	54	0.71	1.5	698.0	0.94
Promedio		53	115	177.8	28.0
¹ DMS _{0.05}		0.6	0.6	54.4	1.2
² DMS _{0.05}		1.2	1.7	36.6	1.3
³ DMS _{0.05}		1.3	0.9	43.6	1.5
⁴ C.V. (%)		1.6	1.1	14.9	3.5

¶ gl= grados de libertad; DF= días a inicio de floración; DMF= días a madurez fisiológica; Rend= rendimiento y Peso 100 S= Peso de 100 semillas. **= altamente significativo (P<0.01); ¹DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre condiciones de humedad; ²DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades; ³DMS_{0.05} = diferencia mínima significativa entre variedades en diferente condición de humedad. ⁴C.V. (%) = Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Valores de cuadrados medios y significancia observada para diferentes variables agronómicas evaluadas en 10 variedades frijol cultivadas en dos condiciones de humedad.

DISCUSIÓN

En condiciones de temporal, Pinto Zapata muestra un alto peso de 100 granos (semilla mediana), y aunque presenta una muy buena resistencia a la sequía (ISS = 0.4) y un alto porcentaje de proteínas, como contraparte negativa tiene un porcentaje de carbohidratos más bajo que la media de todas las variedades, y la peor capacidad de absorción de agua (22% por debajo de la media), lo que probable-mente se traduzca en tiempos de cocción más prolongados. Al aplicarle riego se incrementa pronunciadamente la capacidad de absorción de agua (26%), hay un leve aumento de carbohidratos (5%) y disminuye de forma significativa el contenido de proteína cruda (7%).

Negro Huasteco 81 presenta un buen índice de susceptibilidad a la sequía (ISS = 0.6), y en condiciones de temporal presenta una capacidad de absorción de agua aceptable y un porcentaje medio de proteínas. Sin embargo, mostró un bajo peso y volumen de 100 granos, ya que es una variedad de semillas pequeñas, y también un bajo contenido de carbohidratos. La aplicación de riego incrementa la capacidad de absorción de agua (11%), no altera el contenido de carbohidratos, hay un leve aumento de las proteínas solubles (7%) y de la proteína cruda (5%).

Negro INIFAP tiene un bajo peso de 100 granos (también de semillas pequeñas), un índice intermedio de resistencia a la sequía (ISS = 1.0), y en condiciones de temporal muestra el más bajo porcentaje de carbohidratos. No obstante, favorablemente, presenta una alta capacidad de absorción de agua y un alto contenido de proteínas. El riego no altera la capacidad de absorción de agua, produce un leve aumento de carbohidratos (5%) y no altera el contenido de proteínas.

VAX 2 en condiciones de temporal muestra un bajo peso de 100 granos (semillas pequeñas), pero presentó un buen índice de susceptibilidad a la sequía (ISS = 0.6), derivado de su alto rendimiento en condiciones de temporal, además de mostrar altos porcentajes de carbohidratos y de proteínas solubles. Al aplicarle riego hay un leve aumento de carbohidratos (cerca del 4%) y no hay cambios

significativos en los contenidos de proteínas ni en la capacidad de absorción de agua.

DON 38 mostró las mejores características de calidad de las 5 variedades de mejor rendimiento comparadas, ya que tiene el mejor índice de susceptibilidad a la sequía (ISS = 0.2), y en condiciones de baja humedad presenta un elevado peso de 100 granos (semilla mediana), la mejor capacidad de absorción de agua (113%), un porcentaje medio aceptable de proteínas y el más elevado contenido de carbohidratos. La aplicación de riego disminuye el contenido de carbohidratos (7%) y no hay cambios significativos de la capacidad de absorción de agua ni en el contenido de proteínas solubles, aunque sí una disminución levemente significativa de la proteína cruda.

El análisis global de las variables fisicoquímicas, indica que no existe una regla general en el comportamiento de las variedades al comparar las dos condiciones de humedad, ya que al aplicar riegos suplementarios los porcentajes de carbohidratos, proteínas y capacidad de absorción de agua, en algunas variedades aumentan, en otras disminuyen y en otras no cambian de forma significativa.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la variedad DON 38 presenta los mejores rendimientos de grano, tanto en condiciones de temporal (sólo lluvias), como con la aplicación de riegos suplementarios, además de presentar la mejor resistencia a la sequía, resultante del más alto rendimiento obtenido en condiciones de temporal (casi igual al obtenido con riego suplementario). La evaluación de los parámetros bioquímicos también demuestra que DON 38 y VAX 2 presentan las mejores características relacionadas con la calidad nutricional en condiciones de temporal, ya que DON 38 tiene el mayor contenido de carbohidratos y VAX 2 el más alto porcentaje de proteínas solubles. Lo anterior permite sugerir que DON 38 y VAX 2 son las variedades que combinan buenos rendimientos y la mejor calidad nutricional al cultivarse sin la aplicación de riego, en la zona de Texcoco o regiones con características climatológicas y de suelo similares.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, G.J.A. y J.W. WHITE. 1995. *Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments*. *Crop Science* 35:199-204.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th Edition, Dr. William Horwitz Editor. Washington DC, USA. Animal Feed, Volume I, Chapter 4, pp. 1-36 y p. 6C.
- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 72:248-254.
- CASTELLANOS, J.Z., GUZMÁN, M.H., JIMÉNEZ, A., MEJÍA, C., MUÑOZ, R.J.J., ACOSTA-GALLEGOS, J.A., HOYOS, G., LÓPEZ, S.E., GONZÁLEZ, E.D., SALINAS, P.R., GONZÁLEZ, A.J., MUÑOZ, V.J.A., FERNÁNDEZ, H.P. y B. CÁZAREZ. 1997. *Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en México*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 47: 163-167.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. En: van Shoonhoven, A. y M.A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 87 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1984. *Morfología de la planta de frijol común. Guía de estudio*. Debouck, D.G. y R. Hidalgo. Cali, Colombia. 56 p.
- FINGS, C.S., C. R. TOLTIFF y R.T. DUONIN. 1970. *Glucose determination by o-toluidine method using glacial acetic acid*. En: *Practical clinical chemistry*. Eds. Toro, G., Ackermann, P.G., Little Brown and Bronnon Co., Boston, pp. 115-118.
- FISCHER, R.A. y R. MAURER. 1978. *Drought resistance in spring wheat cultivars*. I: grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29(5):897-912.
- GARCÍA, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen*. Offset Larios, México. 217 p.
- JACINTO-HERNÁNDEZ, C., HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, H., ASPIROZ-RIVERO, H.S., ACOSTA-GALLEGOS, J.A. e I. BERNAL-LUGO. 2002. *Characterization of a common bean population of inbred lines regarding cooking quality and some nutritional components*. *Agrociencia* 36(4):451-459.
- PÉREZ-HERRERA, P., ESQUIVEL-ESQUIVEL, G., ROSALES-SERNA, R. y J.A. ACOSTA-GALLEGOS. 2002. *Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 52: 172-180.
- RAMÍREZ-VALLEJO, P. 1992. *Identification and estimation of heritabilities of drought related resistance traits in dry beans (Phaseolus vulgaris L.)*. Ph. D. Dissertation, Michigan State University. East Lansing, Mi. U.S.A.. 320 p.
- RODRÍGUEZ-TREJO, D.A., DURYEY, M.L. y T.L. WHITE. 2002. *Fertilización nitrogenada y concentración de carbohidratos en plántulas de Pinus palustris Mill. producidas a raíz desnuda*. *Agrociencia* 36(6): 683-691.
- ROSALES-SERNA, R., RAMÍREZ-VALLEJO, P., ACOSTA-GALLEGOS, J.A., CASTILLO-GONZÁLEZ, F. y J.D. KELLY. 2000. *Grain yield and drought tolerance of common bean under field conditions*. *Agrociencia* 34(2):153-165.
- SÁNCHEZ R., G., MANRÍQUEZ N., J.A., MARTÍNEZ M., F.A. y L. A. LÓPEZ I. 2001. *El frijol en México: competitividad y oportunidades de desarrollo*. *Boletín Informativo FIRA*. XXXIII (316):1-87.
- SHELLIE-DESSERT, C. K. y A. F. BLISS. 1991. *Genetic improvement of food quality factors*. En: van Shoonhoven, A. and O. Voysest (comps.). *Common beans: Research for crop improvement*. C.A.B. International, Wallingford, U.K. y CIAT. Cali, Colombia. pp. 649-650.
- Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). 2005. *SIACON 1980-2004*. SIAP-SAGARPA. México. Disponible en: <http://siap.sagarpa.gob.mx/ar/comanuar.html> Consultado: 30/01/2005