

ATRIBUTOS INICIALES, PARAMETROS GENETICOS Y CORRELACIONES EN NIVEL DE PLANTULA EN FRIJOL TEPARI *Phaseolus acutifolius* A. Gray

Sathyanarayanaiah Kuruvadi¹
Alberto Morales Loredó²

RESUMEN

Quince genotipos fueron evaluados para 8 características de plántula a los 15 días después de su siembra, bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre los genotipos probados, para las características estudiadas a nivel de plántula. El coeficiente de variación osciló entre 8.72% a 21.17%; así, los resultados son aceptables. Los genotipos PHAACU-68, PHAACU-93, PHAACU-95, PHALUN y PHAVUL, fueron sobresalientes para las características de: número de raíces, longitud de raíz principal, longitud total de raíz, peso seco de raíz y área foliar, considerándolas simultáneamente. Peso seco de raíz varió entre 0.05 g (PHAACU-9) a 0.70 g (PHALUN) con promedio de 0.33 g. Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre valores altos de peso de 100 semillas con 5 características, tales como: número de raíces ($r = 0.883$), longitud total de raíz ($r = 0.762$), peso seco de vástago ($r = 0.958$), peso seco de raíz ($r = 0.919$) y área foliar ($r = 0.925$). Peso de 100 semillas se puede utilizar como índice de selección para identificar genotipos con mejor sistema radicular. Existen asociaciones positivas y significativas entre diferentes características de plántula.

1 Ph.D. Maestro Investigador del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN

2 Ing. Estudiante de Maestría en Ciencias, especialidad en Fitomejoramiento, Colegio de Postgraduados, UAAAN.

INTRODUCCION

El frijol tepari *Phaseolus acutifolius* A. Gray es una especie de leguminosa que fue utilizada extensivamente por los indios, a través de Mesoamérica, durante los tiempos antiguos. La distribución fitogeográfica de esta especie, es en Arizona y Nuevo México en Estados Unidos de Norteamérica, y Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Baja California y Durango en México; estas áreas de distribución representan principalmente zonas de escasa precipitación.

Actualmente existe información en esta especie, sobre su distribución y diferentes colectas de germoplasma de diversas áreas geográficas en México. Pero hasta ahora no existe, en México, una investigación sistemática sobre su mejoramiento genético y agronomía, para aumentar su producción. En esta especie se tiene gran variabilidad genética y una potencialidad para su comercialización como un cultivo en el futuro, por lo tanto, en este cultivo, existen posibilidades para su mejora en forma rápida por selección y aplicaciones de métodos de mejoramiento genético.

Es urgente e importante, realizar investigaciones en las diferentes facetas de los recursos genéticos, como la evaluación de germoplasma, con el fin de utilizar la variabilidad existente en cultivos convencionales y no convencionales, para evitar la dependencia en unas cuantas especies.

El mayor problema, en condiciones de temporal, es cómo establecer una óptima población de plantas por unidad de superficie para obtener un máximo nivel de rendimientos. Sathyanarayanaiah (1980) concluyó, en trigo, que cualquier genotipo o variedad con altos valores de características de plántula produce mejor emergencia, vigorosidad y óptima población en el campo bajo sequía; además, existen correlaciones positivas y significativas entre características de plántula con la población de plantas en el campo bajo sequía en trigo (Roy *et al.* 1969). En la presente investigación se evaluaron características de plántula en 15 genotipos de frijol, con los siguientes objetivos:

- Estudiar la variabilidad de las diferentes características de plántula.
- Identificar los mejores genotipos para las características de plántula de alto valor para su siembra bajo sequía.
- Estimar los parámetros genéticos para diferentes características de plántula.
- Calcular las correlaciones entre diferentes características de plántula para una posible selección indirecta.

REVISION DE LITERATURA

La resistencia a sequía de los cultivos, ha sido definida por diferentes investigadores como una capacidad de los cultivos para crecer satisfactoriamente en áreas que estén sujetas a períodos de déficit de agua, o como una capacidad general de la planta para minimizar su reducción del rendimiento bajo déficit de agua.

Levitt (1972) clasificó la resistencia a sequía en 3 mecanismos que son escape, evitación y tolerancia a sequía, los cuales pueden actuar independientemente o en combinación.

En las plantas cultivadas se han desarrollado técnicas que ayudan a la identificación de variedades sobresalientes en cuanto a la tolerancia y/o susceptibilidad a sequía, tales como: medición de la fotosíntesis, comportamiento de los estomas, agua retenida en las hojas cortadas, potencial hídrico de los tejidos, características del sistema radicular, crecimiento de la porción aérea y estimación del contenido de prolina, betalina y ácido abscísico (Sathyanarayanaiah, 1980). Estas técnicas han sido utilizadas por diferentes investigadores para la obtención de información, que permita obtener variedades con mayores posibilidades de supervivir en condiciones de déficit hídrico en el suelo.

Kinabacher *et al.* (1967) realizaron un estudio para observar la estabilidad de la enzima dehidrogenasa málica extraída de las hojas de frijol *Phaseolus acutifolius* en invernadero, expuestas a condiciones de altas temperaturas en un rango de 30 a 62°C por 15 minutos. La actividad de la enzima se reduce cerca de los 50°C. La enzima dehidrogenasa málica fue más estable en las plantas más rústicas. Los resultados indican que, la desnaturalización de la enzima, es un factor importante para resistencia a temperaturas altas.

Sánchez y Acosta (1982) evaluaron 11 genotipos de *Phaseolus acutifolius* bajo condiciones de temporal, utilizando como testigo una especie de *P. vulgaris* L., con el objetivo de comparar entre las 2 especies el rendimiento, precocidad y reacción a enfermedades. Los resultados obtenidos señalan que la variedad testigo, Pinto Nacional, fue superada en rendimiento en 4 localidades por la mayoría de los materiales de la especie *P. acutifolius* así, rendimientos de esta especie son superiores en regiones de menor altitud, baja precipitación y alta temperatura, en relación a los de *P. vulgaris* L.

Ochoa (1983) estudió 6 variedades criollas de frijol *Phaseolus vulgaris* L., para la determinación de las correlaciones existentes entre las va-

riables área foliar, peso seco de la raíz y rendimiento; se ha determinado que la correlación más consistente se obtuvo entre área foliar y el rendimiento, con una tendencia hacia una correlación positiva.

Hernández (1983) trabajó con 20 genotipos de frijol *Phaseolus vulgaris* L., para estudiar la variabilidad de ciertas características de plántula, los resultados indicaron que existen correlaciones positivas y significativas, entre las características altura de cotiledón y altura de plántula con longitud total de raíces; además, encontró alta heredabilidad para todas las características a nivel de plántula, lo que indica que se puede realizar selección para estas características.

MATERIALES Y METODOS

Para lograr los objetivos de esta investigación, se evaluaron 15 colectas pertenecientes a 3 especies diferentes: 13 de *Phaseolus acutifolius*, una de *Phaseolus vulgaris* y otra de *Phaseolus lunatus*, en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Buenavista Saltillo, Coahuila, durante el mes de octubre de 1983. Todas las semillas de estas colectas fueron proporcionadas por cortesía del Banco de Germoplasma de Frijol, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Cuadro 1). Estos materiales genéticos pertenecen a 8 diferentes Estados de la República Mexicana y tienen una gama de variabilidad y diversidad geográfica, para todas las características.

La siembra se realizó, en macetas de cartón, botes de leche de un litro, con un arreglo estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones. Se sembraron 8 semillas en 2 botes, distribuidas en igual proporción, por variedad y por repetición; se llenaron los botes a un 80% de su capacidad con arena cribada, se les aplicó un riego, y después se colocaron y distribuyeron uniformemente las semillas y se cubrieron con otra capa de arena. Se administró agua en cantidad suficiente para evitar daños por déficit de humedad. A los 15 días de la siembra, se lavaron las raíces para quitar el suelo, con una corriente de agua muy suave para no dañarlas; después se lavaron en agua con jabón para eliminar completamente los residuos de suelo. Se tomaron datos de las siguientes características:

1. Longitud de la raíz más larga: Expresada en centímetros a partir de la base hasta la punta de la raíz principal.
2. Número de raíces: Se determinó por medio de un conteo de todas las raíces primarias y secundarias de la plántula.
3. Longitud total de raíces: Es la suma expresada en centímetros del número total de raíces medidas.

Cuadro 1. Colectas de frijol incluidas en esta investigación y su origen

Inúmero registro	Colector	Año	Estado	Localidad	País
PHAACU 9	INIA-CIAT 57	1978	Durango	Francisco I. Maero	México
PHAACU 10	INIA-CIAT 70	1978	Durango	Cerro Alto-Cerro las Mianzallas	México
PHAACU 21	JAG-79-71-A	1979	Durango	Cuencame	México
PHAACU 18	INIA-CIAT-135	1978	Jalisco	Zapotlán-San Isidro	México
PHAACU 40	CHIS-261	—	Chiapas	Tapachula	México
PHAACU 43	CHIS-350	1972	Chiapas	Mamastepec	México
PHAACU 61	MAS Y LCCG-1	1980	Sinaloa	El Fuerte (mercado)	México
PHAACU 49	INIA-CIAT-517-A	1979	Campeche	Hecelchaken	México
PHAACU 68	MAS Y LCCG-12	1980	Sinaloa	Choix Ejido Potrero de Cancio	México
PHAACU 93	MAS Y LCCG-67-A	1980	Sonora	Bavicora	México
PHAACU 95	MAS Y LCCG-71-A	1980	Sonora	Bavicora	México
PHAACU 132	NAY-13-B	—	Nayarit	Tepic	México
PHAACU 146	S-27-A	—	Durango	—	México
PHALUN	UAAAN	—	—	Variedad frijol aplastado	México
PHAVUL	UAAAN	—	—	Variedad Jamapa	México

4. Altura del cotiledón: Expresada en centímetros y medida a partir de la base del tallo hasta el nudo cotiledonal.
5. Altura de plántula: Distancia en centímetros desde la base del tallo hasta la punta de la parte aérea de la plántula.
6. Peso seco de la raíz: Es el peso seco de la masa radical después de 48 horas a 60°C mantenidas en el horno.
7. Peso seco de vástago: Peso en gramos de la parte aérea después de secada por 48 horas a 60°C en el horno.
8. Área foliar: Medida en centímetros cuadrados y estimados en base al producto de largo y ancho, el factor coeficiente de área foliar para frijol en plántula de 0.70.
9. Peso de 100 semillas: Estimado en gramos.

Se utilizaron 5 plántulas con competencia completa, de un total de 8, para toma de lecturas. Los promedios de cada carácter se utilizaron para hacer el análisis de varianza y las estimaciones de correlaciones. Se estimaron los parámetros genéticos y heredabilidad en sentido amplio, para todas las características estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios para todas las características de plántula estudiadas, se presentan en el Cuadro 2. El análisis de varianza (Cuadro 3) indicó que hay diferencias altamente significativas para todas las características estudiadas y revela que hay variabilidad sustancial para las mismas en los genotipos incluidos a nivel de plántula. El coeficiente de variación osciló entre 8.72% a 21.17% para 6 características analizadas y se considera como muy bajo, por lo tanto, los resultados de este experimento son muy confiables (Cuadro 3).

Las características de plántula como: número de raíces, longitud de raíz más larga, longitud total de raíces y peso seco de raíz, durante el período de germinación, son de importancia para la absorción de agua y nutrientes, determinando un óptimo desarrollo en las etapas tempranas del crecimiento para evitar la sequía. La distribución errática de las lluvias, así como la poca cantidad de las mismas durante la siembra, determinan que la disponibilidad de agua para las plantas sea muy pobre. Los genotipos con los valores mayores para características del sistema radical aprovecharía más el

Cuadro 2. Promedio de diferentes características de plántula en frijol

Genotipo	Peso 100 semillas (g)	Número de raíces	Longitud de raíz principal (cm)	Longitud total de raíz (cm)	Altura de cotileón (cm)	Altura de plántula (cm)	Peso seco vástago (g)	Peso seco raíz (g)	Área foliar (cm ²)
PHHACU	9	2.10	4.02	16.30	39.50	5.27	10.40	0.09	7.75
PHAACU	10	2.17	4.33	14.88	39.63	5.30	10.45	0.08	6.30
PHAACU	21	11.30	5.73	22.65	100.55	7.47	13.71	0.50	25.32
PHAACU	18	3.22	4.22	16.93	40.45	5.19	11.62	0.14	9.53
PHAACU	40	11.78	5.73	18.89	64.51	7.34	12.18	0.44	23.16
PHAACU	43	10.16	5.20	19.45	63.41	7.37	12.87	0.49	24.36
PHAACU	61	12.29	7.13	24.49	102.05	5.99	13.82	0.52	20.89
PHAACU	49	13.33	6.13	18.33	71.28	5.97	15.06	0.61	31.12
PHAACU	68	11.43	7.87	27.09	113.05	5.61	13.15	0.49	22.56
PHAACU	93	14.28	9.13	24.08	146.58	6.65	14.88	0.75	29.19
PHAACU	95	14.84	7.73	22.71	117.55	6.73	16.66	0.65	27.45
PHAACU	132	8.69	5.73	21.56	83.30	6.09	14.03	0.37	18.98
PHAACU	146	10.46	6.47	21.23	88.31	6.03	15.12	0.45	21.07
PHALUN		29.00	9.93	20.91	124.91	6.37	9.57	1.09	39.06
PHAVUL		18.30	7.93	21.99	113.65	7.58	13.42	1.02	38.85
$\bar{X}$		11.55	6.49	20.77	87.25	6.33	13.15	0.51	23.04

Cuadro 3. Análisis de varianza para diferentes características de plántula en frijol

Fuente de variación	G.L.	Características					
		Número de raíces	Longitud de raíz principal (cm)	Longitud total de raíz (cm)	Altura de cotileón (cm)	Altura de plántula (cm)	Área foliar (cm ²)
Repetición	2	5.959	4.987	341.644	0.196	0.517	2.015
Genotipos	14	9.467**	33.222**	3366.419**	2.067**	12.230**	0.113**
Error	28	0.768	8.297	137.756	0.305	3.258	0.005
C.V. %		13.510	13.870	13.450	8.720	13.730	21.170

** Significativo al 1%

agua disponible del suelo, lo que se transformaría en plántulas sanas, vigorosas con mayor emergencia y crecimiento rápido, garantizando una población óptima de plantas en el campo, bajo condiciones de sequía. De estas características, el número de raíces varió entre 3.0 y 15.0 con un promedio de 6.49 por plántula (Cuadros 2 y 4). La variedad PHALUN produjo (9.93) mayor número de raíces, le siguió la colecta PHAACU-93 (9.13), PHAVUL (7.93), PHAACU-68 (7.87) y PHAACU-95 (7.73). La longitud de raíz más larga varió entre 7.70 cm (PHAACU 49) a 34.50 cm (PHAACU-146), con un promedio de 20.77 cm. Las 3 colectas PHAACU - 68, PHAACU-61 y PHAACU 93, produjeron más longitud de raíz más larga con 27.09, 24.49 y 24.08 cm, respectivamente. Longitud total de raíces presenta una gran variabilidad con un rango de 17.40 cm a 213.20 cm, con un promedio de 87.25 cm. Generalmente las colectas que produjeron mayor número de raíces, también produjeron más longitud total de raíces. Las colectas PHALUN y PHAVUL, registraron mayor peso seco del sistema radical, con 0.70 y 0.63 g respectivamente en comparación con otras variedades. Al considerar simultáneamente todas las características del sistema radical, 2 colecciones, PHAACU-93 y PHAACU-68, fueron sobresalientes, pero, PHAACU-61 y PHAACU-95 son mejores para las características de longitud de raíz principal y longitud de raíces. Cinco colecciones sobresalientes para cada carácter se presentan en el Cuadro 4.

Las características de plántula están controladas por los genes y el medio ambiente. La plántula deriva los nutrientes, inicialmente disponibles en el albumen de la semilla que contienen todos los materiales de reserva y está formado por el embrión y los cotiledones, para desarrollar la radícula que forma la raíz, la gémula que dará origen a las hojas y la plúmula que formará el tallo. Las colecciones con más peso de 100 semillas, generalmente producen mayores valores de características de plántula; por ejemplo, PHALUN tiene el máximo peso de 100 semillas y ha producido el primer lugar para : número de raíces, peso seco de vástago, peso de raíz y área foliar, por la causa de gran reserva de alimentos en el albumen de la semilla. Las colectas PHAACU-9, PHAACU-10 y PHAACU-18, tuvieron menos peso de 100 semillas y produjeron menores valores para todas las características de plántula (Cuadro 2). En PHAACU-68 y PHAACU-93, tuvieron peso de 100 semillas intermedio, pero produjeron máximos valores para: número de raíces, longitud total de raíces y otras características, por el efecto de los factores genéticos. Sathyanarayanaiah (1980) y Hernández (1983) también indicaron que las características de plántula están controladas por los genes y el medio ambiente (tamaño de semilla) en trigo y frijol respectivamente.

Altura de cotiledón y altura de plántula a la germinación, están relacionados con la emergencia y crecimiento inicial de la plántula, que ayuda pa-

Cuadro 4. Medias y rangos de diferentes características de plántula en frijol

Características	Media	Rango		Mejores 5 genotipos
		Mínimo	Máximo	
Número de raíces	6.49	3.00	15.00	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-68, PHAACU-95, PHAACU-61
Longitud de la raíz principal	20.77	7.70	34.50	PHAACU-68, PHAACU-61, PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-21
Longitud total de raíces	87.25	17.40	213.20	PHAACU-93, PHALUN, PHAACU-95, PHAVUL, PHAACU-68
Altura de cotiledón	6.33	3.30	9.50	PHAVUL, PHAACU-21, PHAACU-43, PHAACU-40, PHAACU-95
Altura de plántula	13.15	7.80	20.50	PHAACU-95, PHAACU-146, PHAACU-49, PHAACU-93, PHAACU-132
Peso de 100 semillas	11.56	2.10	29.00	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-95, PHAACU-93, PHAACU-49
Peso seco vástago	0.51	0.03	1.18	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-49
Peso seco raíz	0.33	0.36	0.75	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-68, PHAACU-93, PHAACU-61
Area foliar	23.04	3.97	54.85	PHALUN, PHAVUL, PHAACU-49, PHAACU-93, PHAACU-95

ra la supervivencia bajo condiciones desfavorables. Las 4 colecciones PHAACU-95, PHAACU-146, PHAACU-49 y PHAACU-93, proqujeron mayor altura de plántula y altura de cotiledón; por consiguiente, presentan mejor adaptación bajo escasez de humedad. Generalmente, colectas con mayor altura de cotiledón producen mayor altura de plántula. La materia biológica total de la plántula está constituida por el peso seco de vástago y raíz. Las colecciones PHALUN y PHAVUL produjeron máximos valores para peso seco de vástago y sistema radicular y también contienen mayor peso de 100 semillas. Al examinar todas las características de plántula simultáneamente, los 5 mejores genotipos, si se consideran las 3 especies estudiadas, son: PHAACU-93, PHALUN, PHAVUL, PHAACU-95 y PHAACU-49, en donde solamente el genotipo PHAACU-93 fue el más consistente en la mayoría de las características. Estos genotipos se pueden recomendar para realizar pruebas en lotes semicomerciales bajo condiciones de temporal.

La idea básica de estudiar parámetros genéticos para todas las características de plántula, fue particionar las varianzas atribuibles a diferentes causas. Los valores relativos de estos parámetros determinarán las propiedades del genotipo o la población. La varianza fenotípica observada constituye 3 principales fuentes de variación que son: genotipos, ambiente y su interacción, mientras que la varianza genotípica constituye efectos de genes aditivos, de alelos del mismo par de genes y alelos de otro par de genes y su interacción. En esta investigación todas las características registraron más o menos los mismos valores de varianza fenotípica y varianza genotípica, e indican que todas las características de plántula fueron determinadas por la participación de los genes y el medio ambiente (Cuadro 5).

Falconer (1981), mencionó que la heredabilidad del carácter cuantitativo es una de sus propiedades más importantes. La heredabilidad, en sentido

Cuadro 5. Parámetros genéticos de las diferentes características en frijol

Carácter	Varianza error	Varianza genotípica	Varianza fenotípica	Heredabilidad amplia (%)
Número de raíces	0.768	2.899	3.155	91.88
Longitud de raíz principal	8.297	8.308	11.074	75.02
Longitud total de raíz	137.756	1076.221	1122.140	95.91
Altura de cotiledón	0.305	0.587	0.597	98.30
Altura de plántula	3.258	2.991	4.077	73.37
Area foliar	11.919	93.037	97.010	95.90
Peso seco de vástago	0.005	0.085	0.087	98.40
Peso seco de raíz	0.005	0.036	0.038	95.41

amplio, está dada por el cociente de la varianza genotípica sobre la varianza fenotípica total. La función de la hereabilidad tiene un papel preictivo que expresa la confiabilidad del valor fenotípico a través de generaciones. El porcentaje de heredabilidad amplia varió entre 91.88 a 98.40, para las características de: número de raíces, longitud total de raíces, altura de cotiledón, área foliar, peso seco de vástago y peso seco de raíz (Cuadro 5). En general, todas las características presentaron valores altos para hereabilidad amplia, e indican que estas características se pueden seleccionar a nivel de plántula en generaciones tempranas.

Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre peso de 100 semillas con 5 características, tales como: número de raíces ($r = 0.883$), longitud total de raíz ($r = 0.762$), peso seco de vástago ($r = 0.958$), peso seco de raíz ($r = 0.919$) y área foliar ($r = 0.925$). Altura de cotiledones tiene asociación positiva y significativa con peso seco de vástago ($r = 0.593$) y área foliar ($r = 0.672$). El peso de 100 semillas puede utilizarse como un índice para seleccionar simultáneamente: mejor sistema radicular, peso seco de vástago, peso seco de raíz y área foliar. Existen varias correlaciones entre diferentes variables útiles en este estudio (Cuadro 6).

CONCLUSIONES

1. Existe variabilidad sustancial para todas las características a nivel de plántula.
2. Los genotipos sobresalientes para todas las características a nivel de plántula, considerando sólo a la especie *Phaseolus acutifolius* son: PHAACU-93, PHAACU-95, PHAACU-68 y PHAACU-49.
3. Los genotipos estudiados de las especies *P. lunatus* y *P. vulgaris*, presentaron características con alto valor a nivel de plántula, el genotipo PHAACU-93 fue el más consistente.
4. Existen correlaciones positivas y altamente significativas entre valores altos de peso de 100 semillas con número de raíces, longitud total de raíz, peso seco de vástago, peso seco de raíz y área foliar.
5. Los valores más altos de hereabilidad amplia para las características de plántula, indican que hay posibilidades de seleccionar a nivel de plántula en generaciones tempranas.

Cuadro 6. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características de plántula en frijol

	Número de raíces	Longitud de raíz principal	Longitud total raíz	Altura de cotiledón	Altura de plántula	Peso seco vástago	Peso seco raíz	Area foliar
Peso 100 semillas	0.883**	0.484	0.762**	0.504	0.103	0.958**	0.919**	0.925**
Número de raíces	---	0.712**	0.937**	0.333	0.260	0.886**	0.925**	0.812**
Longitud de raíz principal	---	---	0.846**	0.315	0.527*	0.529*	0.688**	0.516*
Longitud total raíz	---	---	---	0.435	0.458	0.811**	0.865**	0.761**
Altura de cotiledón	---	---	---	---	0.311	0.593*	0.465	0.672**
Altura de plántula	---	---	---	---	---	0.227	0.237	0.320
Peso seco vástago	---	---	---	---	---	---	0.953**	0.974**
Peso seco raíz	---	---	---	---	---	---	---	0.916**

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

BIBLIOGRAFIA

- Falconer, D.S. 1981. Introducción a la Genética Cuantitativa. México. Compañía Editorial Continental, S.A. p. 201-202.
- Hernández, R.F. 1983. Estudio de la Variabilidad de Algunas Características en Plántula y Plantas Adultas en Frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis M.C. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Colegio de Graduados.
- Kinabacher, E.S., Y. Sullivan, H.R. Kull. 1967. Thermal Stability of Malic Dehydrogenase from Hear-Hardeneo *Phaseolus acutifolius* Tepary Buff. Crop Sci. 7:148-151.
- Levitt, J. 1972. Responses of Plants to Environmental stresses. New York, Academic Press.
- Ochoa, M.R. 1983. Estudio de Algunas Características de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. como indicadores de tolerancia a Sequía. Resúmenes de Tesis de Maestría. Saltillo, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Colegio de Graduados. Vol. 1, No. 1
- Roy, N.N., S.B. Yadav and J. Ram. 1969. Influence of Temperature on the Growth of Wheat Coleoptile. Indian J. Agric. Sci. 40:948-953.
- Sánchez, V.I., J.A. Acosta, G. 1982. Evaluación de variedades de Frijol Tepari *Phaseolus acutifolius* A. Gray , Bajo temporal en Durango. IX Congreso Nacional de Fitogenética. México. Resúmenes 3-7.
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic Studies on Dry Land Wheat. Post Doctoral Research Investigation Submitted to I.D.R.C. Canadá.