

COMPORTAMIENTO DE PLANTAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) F₁, F₂ Y SUS PROGENITORES RESPECTO A LA CLOROSIS INDUCIDA POR SUELOS CALCAREOS

Por: Héctor López García*
Isaías Flores Reyes**

RESUMEN

La influencia de los suelos calcáreos en especies cultivadas ha sido determinantes en el Noreste de México, ya que presentan una marcada clorosis. El campo Experimental del ITESM, presenta un suelo calcáreo y, en observaciones durante algunos años, el cultivo del frijol no presenta buenas perspectivas debido a este factor. Para solucionar este problema se han hecho introducciones de materiales, y a la vez, se ha enfocado al uso de enmendadores ácidos y la aplicación de elementos mayores y menores.

El objeto de este trabajo fue el de provocar variación por medio de la hibridación, como un intento de obtener individuos que presenten adaptación a estas condiciones, además se trató de encontrar un método para medir la clorosis, ya que la hecha en forma visual conduce a error y, por último, se hizo una evaluación de la generación F₂ y sus progenitores en condiciones de campo, teniendo en cuenta cuatro componentes de rendimiento. Se encontró que los progenitores menos cloróticos en condiciones de campo. La extracción de clorofila para la evaluación de clorosis fue de gran beneficio en la determinación de los mejores individuos. La evaluación de individuos y segregación en F₂, respecto a factores de rendimiento nos demuestran los avances obtenidos, así en 3 cruza el avance fue de 10.9, 21.4 y 46.0%.

SUMMARY

Influence of calcareous soils of the northeast part of Mexico on cultivars has been important due to the strong chlorosis that it causes. The Experiment Station of ITESM (Technological Institute of Superior Studies of Monterrey) has this type of soil. This factor makes bean crops not suitable for its commercial production. In order to solve this problem, germplasm introductions and soil acid conditioners as well as major and minor elements applications have been used. As an attempt obtain adapted individuals to this soil condition objectives of this study were to induce genetic variation through hybridization, to determine a method to measure chlorosis and to evaluate the F₂ generations and their parents under field conditions. Results indicated that those parents with the least chlorosis under green house conditions were involved in the best yielding and least chlorotic crosses under field conditions. Chlorophyll extracts used in the chlorosis evaluation were very useful in the selection of desired individuals. Evaluation in F₂ for yield showed advances of 10.9, 21.4 and 46.9% in each of three crosses.

* Encargado del Programa de Frijol y Soya del Campo Agrícola Experimental, del Valle del Fuerte. CIAS. INIA.

** Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Escuela de Graduados de Agricultura. Monterrey, N. L.

ANTECEDENTES

Introducción. La condición que presentan los suelos calcáreos sobre diferentes cultivos como frijol, soya, vid, durazno, etc., en el noreste de México, el cual se manifiesta en la marcada clorosis que aparece en su follaje, se presentó como un factor determinante en la adaptación de estos a esta región. En el caso de frijol en el Campo Experimental de Apodaca, N. L., dependiente del ITESM, se han hecho estudios sobre la aplicación de ácidos enmendadores a estos suelos; así como el uso de elementos menores, mayores y el empleo de inoculantes, otro aspecto ha sido la introducción de diferentes materiales (variedades) para estudiar su variación genotípica bajo estas condiciones.

Objetivo e Importancia. El objetivo principal de este trabajo fue el de provocar variación por medio de la hibridación para obtener individuos que presentaron adaptación a estas condiciones, además se trata de emplear un método para evaluar la clorosis, ya que la hecha en forma visual nos conduce a error. Y por último se hizo una evaluación de la generación F₂ y sus progenitores en condiciones de campo y así, evaluar el avance obtenido por este procedimiento. Su importancia radica en la más provechosa explotación de este cultivo en esta área de México, ya que hasta la actualidad resulta incosteable sembrarlo.

REVISION DE LITERATURA

La sobrevivencia de las plantas sobre suelos calcáreos dependiente de la variabilidad genética de un cultivo ha sido medida, principalmente, por deficiencias de elementos, presentando mayor o menor cantidad de éstos, según su mejor o menor adaptación, a la vez, de acuerdo con esta misma evaluación, se ha estudiado la herencia del carácter para cada uno de los elementos que aparecen deficientes en estos suelos o que las plantas según su genotipo no son capaces de asimilar. Así podemos citar que Brown (1) reporta que el trigo, avena, milo y oca presentan clorosis en suelos orgánicos, pero no desarrollan clorosis en suelos calcáreos

respondiendo a las aplicaciones de cobre en los primeros, en cambio sobre deficiencias de cobre en suelos orgánicos indicaron que el Frijol Red Kidney y tabaco, desarrollaron un color verde normal, mientras que en suelos calcáreos desarrollaron clorosis. Brown y tiffin (2) empleando 2 variedades de soya, una no susceptible Hawkeye (Ha.) y otra sí PI-54619-5-1-(PI), asumían que es necesario un proceso metabólico en las raíces de estas variedades para la asimilación en suelos calcáreos, que la variedad (PI) clorótica es menos capaz de tomar hierro de un quelato metálico que la no susceptible (Ha.). Hoffer citado por Smith (1) encontró que híbridos de maíz en F_1 observaron menos hierro que sus padres. Weiss (10) menciona que los genes responsables de este carácter dependen de un par de genes, siendo dominante la resistencia a deficiencias de hierro.

En cuanto a deficiencias de zinc en plantas de soya, según Earley (3), la madurez temprana y resistencia y madurez tardía y susceptibilidad parecieron estar asociados, a la vez se encontró que las variedades más resistentes fueron de semillas más grandes, mientras que las más susceptibles de semillas más chicas. En suelos orgánicos Pope (6), con variedades de cebada, encontró que cruza entre normal y clorótica y la cruz recíproca, indicaron dominancia en la condición normal. En este mismo cultivo sobre deficiencias al Boro. Pope (7) encontró en F_1 , F_2 y la retrocruza, que la susceptibilidad a deficiencias de Boro fue condicionada por un par de genes simples recesivos. En deficiencias en Boro para tomate, Wall et al (9), encontraron que está condicionada por un gene simple recesivo siendo para el normal de dominancia completa. También se ha encontrado mutantes de clorofila que nos pudieran ayudar a este estudio por eso un mutante tuvo 36% más pigmento total 54% más clorofila y 143% más caroteno que los padres, (4) Kasyanenco. En trigo Kranz (5) menciona que el contenido de clorofila por decímetro cuadrado de asimilación y superficie es más alto en un tetraploide.

El plan general fue hacer cruza múltiples entre 8 de las 10 variedades que fueron las iniciales (4 selecciones hechas en Apodaca, N. L., 5 variedades procedentes del INIA y una variedad regional del Estado de Sinaloa. Los cruzamientos se hicieron en condiciones de invernadero y, también, la evaluación de clorosis de las 10 variedades; así como una evaluación preliminar de unacruza simple F_1 y sus progenitores. En condiciones de campo se probaron 4 cruza simples y sus progenitores, haciendo una evaluación de componentes de rendimiento, clorosis y evaluación visual.

Los trabajos fueron llevados a cabo en Invernaderos y Campo Experimental del ITESM y el procedimiento de investigación fue empleando como método de cruzamiento la emasculación de flores. La evaluación de clorosis se determinó tomando una muestra, con un peso determinado de cada planta en estudio, del follaje y en determinado desarrollo la 4a ó 5a hojas. Esta se molió en mortero aplicando acetona y arena sílica para facilitar esta práctica. Se centrifugó y colocó en tubos para, posteriormente, ser observado a través de un Espectronie 20, y así de acuerdo con la mayor o menor trasmittancia medir la clorosis. Se aplicó el método de extracción de clorofila a la segregación F_1 , y sus progenitores en condiciones de invernadero, así como las determinaciones de factores de rendimiento. En los de campo se evaluó también ésta con aspectos y se comparó el método visual con el clorótico y se determinó la correlación entre la evaluación de clorosis y factores de rendimiento. En los de campo se evaluó también ésta con aspectos y se comparó el método visual con el clorótico y se determinó la correlación entre la evaluación de clorosis y factores de rendimiento. Se emplearon análisis de varianza para evaluación de clorosis y frutales de rendimiento, y se correlacionó cada uno de los factores de rendimiento con el dato de trasmittancia que nos daba la clorosis.

Resultado.
Invernadero y Campo.

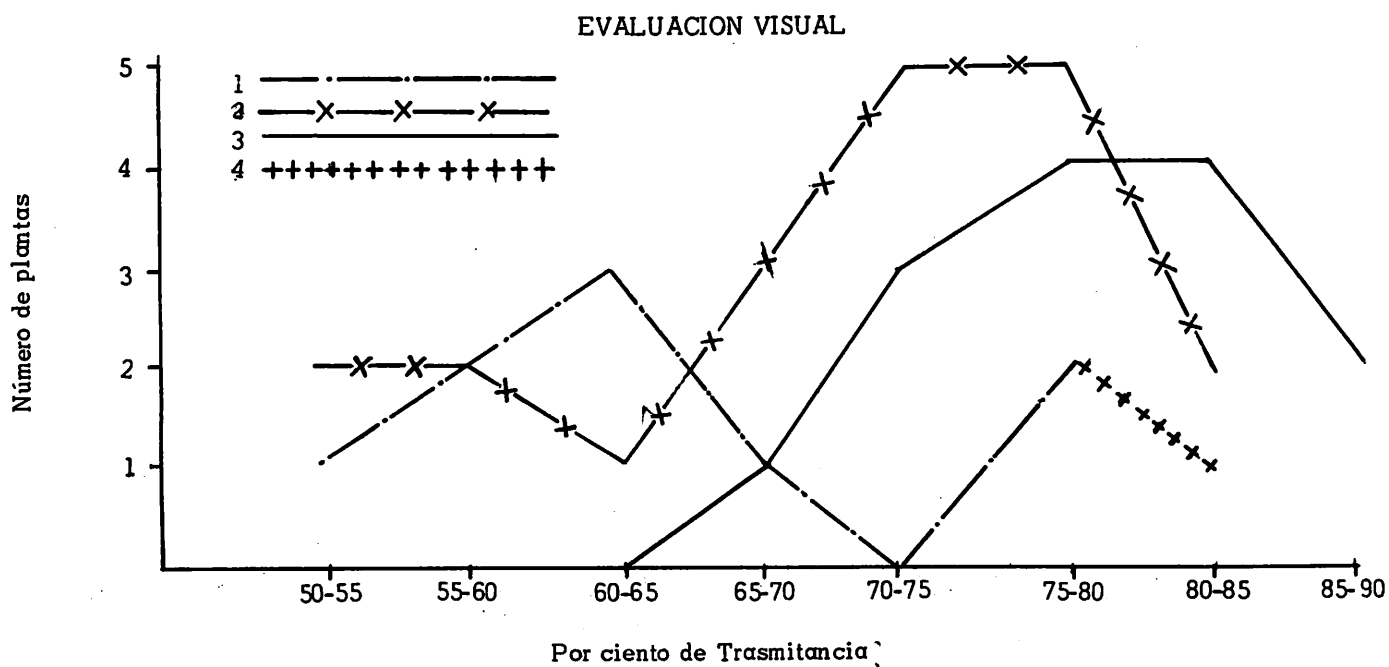
CUADRO 1

Por ciento de trasmittancia obtenida en la extracción de clorofila de la cuarta hoja en dos tipos de suelos a los 35 días de la siembra.

NUM. VAR.	VARIEDAD O CRUZA	SUELO RICO EN (MO) MATERIA ORGANICA	TIERRA DE APODACA (SC) SUELOS CALCA-REOS
3	CANARIO 107	15.5	5.6
2	BAYOMEX	10.9	9.6
1	963-3-1-3	5.0	3.6
9	L-11-209-20-1	6.5	5.1
4	AZUFRAO	8.0	5.6
7	139-A-V-67	5.5	3.0
6	131-A-V-67	3.5	2.8
8	117-A-V-67	7.0	2.6
1 X 7	CRUZA (F ₁)	4.0	6.8
9 X 4	CRUZA (F ₁)	11.0	5.6
8 X 6	CRUZA (F ₁)	6.5	6.0
2 X 3	CRUZA (F ₁)	12.5	
		NO DIF. SIGNIFICA-TIVA	DMS 0.05 DMS 0.01
C.V.		49.2	24.0

La diferencia significativa entre medias según el método Duncan al 0.01 para suelos de Apodaca, N. L. (suelos calcáreos) es:

2.6- 2.8- 3.0- 3.6- 5.1- 5.6- 5.6- 5.6- 6.0- 6.8- 9.6



GRAFICA 1. Distribución de frecuencia de la condición clorótica de la cruza 963-3-1-3 y 139-A-V-67 cuando fue determinado en forma visual y de laboratorio.

Se manifestó la diferencia varietal entre variedades, de acuerdo con la evaluación de clorosis, teniendo en cuenta que esta se debe hacer en plantas no muy desarrolladas, ya que esta diferencia desaparece con la edad de la planta.

Se llevó a cabo correlación de la evaluación visual y de laboratorio encontrando un bajo coeficiente + 0.135 no significativo, por lo cual los datos se presentan como polígono de frecuencias.

CUADRO 2

Cuadro de concentración de la cruz 963-3-1-3 X 139-A-V-67, para obtener la correlación entre por ciento de trasmittancia (método de extracción de clorofila y los valores de las variables de fructificación, en condiciones de Apodaca, N. L.

Por ciento de Trasmittancia	Núm. de Vainas	Núm. de Semillas	Promedio de Semillas vainas	Rendimiento en Grs. por planta
53	35	281	8.0	22.7
55	41	211	5.1	23.4
57	35	152	4.3	16.9
57	33	169	5.1	23.4
58	48	224	4.7	28.6
58	38	171	4.5	22.3
59	77	409	5.3	66.5
60	32	155	4.8	21.1
64	28	115	4.1	13.5
67	11	40	3.6	4.5
67	15	63	4.2	6.1
70	12	48	4.0	5.1
70	18	88	4.9	9.8
70	34	122	3.6	14.5
71	14	51	3.6	7.5
71	15	62	4.1	6.4
72	27	123	4.6	13.7
72	10	52	5.2	5.5
73	13	68	5.2	8.2
73	17	75	4.4	10.5
73	9	36	4.0	4.7
73	10	30	3.0	3.4
75	14	75	5.4	10.2
76	16	42	2.6	5.1
77	13	66	5.0	8.2
77	17	76	4.5	7.4
77	13	57	4.4	6.5
79	24	113	4.7	11.4
80	9	38	4.2	3.3
80	21	86	4.1	10.1

CUADRO 3

Comparación de los valores de las variables de fructificación con los obtenidos por el método de extracción de clorofila, dando su valor de correlación (963-3-1-3X 139-A-V-67)

COMPARACIONES	VALORES DE	0.05	0.01
Por ciento de Trasmittancia Vs:			
Número de semillas por planta	- 0.735	X	XX
Número de vainas por planta	- 0.703	X	XX
Rendimiento en gramos por planta	- 0.651	X	XX
Promedio de número de semillas por vaina	- 0.427	X	NS

Se encontró correlación y significativa, de cada una de las variables de fructificación y la evaluación de clorosis por medio de extracción de clorofila siendo

esta mas consistente en cuanto a número de semillas por planta y número de vainas/planta.

CUADRO 4

Promedio de rendimiento en gramos de 5 variedades y 13 cruza simples F₂, en condiciones de suelos calcáreos del Campo Experimental de Apodaca, N.L.

Progenitores y cruza (F ₂)	Núm. de plantas observadas	Promedio Rendimiento
117-A-V-67 X 131-A-V-67 (M) (B)	19	19.8
963-1-3 X 139-A-V-67 (M)	120	15.5
L-11-209-20-1 X Azufrado (I)	13	13.6
963-3-1-3 X Canario 107 (M)	95	17.7
117-A-V-67 X Canario 107 (M)	39	11.5
963-3-1-3	52	18.4
L-11-209-20-1	27	15.7
117-A-V-67	66	10.7
963-3-1-3 X 139-A-V-67 (I)	60	12.3
Bayomex X Canario 107 (M)	33	10.1
117-A-V-67 X 131-A-V-67 (I)	61	13.6
Canario 107 X 131-A-V-67 (M)	46	7.3
L-11-209-20-1 X Azufrado (M) (O)	18	9.1
117-A-V-67 X 131-A-V-67 (M) (O)	99	11.8
L-11-209-20-1 X Azufrado (M) (B)	16	10.7
Bayomex	44	10.7
Canario 107 X Bayomex (I)	20	12.2
Canario 107	67	8.8

X-Diferencia significativa con Duncan al 0,01 con diferente número de repeticiones.

Las mejores variedades en invernadero, respecto a la evaluación de clorosis, fueron las mejores en condiciones de campo, siendo igual para las cruzas en que aparecen como progenitores.

DISCUSION

Según los resultados quedó demostrado que la hibridación entre variedades se manifiesta. Esto se confirma con la superioridad en algunas variables de fructificación de F_2 , en algunas cruzas en comparación con sus progenitores y la mayor variación en F_2 .

El método de extracción de clorofila nos demuestra diferencias en cantidad de clorofila provocada, posiblemente, por deficiencias de hierro, resultando estadísticamente diferentes cuando fueron probados en suelos calcáreos, no así en suelos orgánicos (Cuadro 1), lo cual es similar a lo encontrado por Brown (2) con frijol Red Kidney y tabaco sobre deficiencias de cobre en suelos orgánicos que desarrollaron un color verde normal, mientras que en suelos calcáreos manifestaron clorosis.

Las diferencias de clorosis encontradas en suelos calcáreos por Weiss (13) nos conducen a pensar que existen diferencias dentro y entre variedades por la eficiencia fisiológica para resistencia a la no asimilación de algunos elementos en las plantas que formaron parte de esta tesis. Asimismo, lo anterior quedó respaldado por Bernstein (1) quien demostró que algunas variedades de frijol son algunas veces más tolerantes a la salinidad que otras.

En el Cuadro 1 encontramos que las plantas F_1 no lograron superar a sus progenitores en cantidad de clorofila, lo cual, concuerda con Hoffer citado por Smith (11) el cual encontró que los híbridos F_1 absorbieron menos hierro que sus padres.

Al comparar los resultados de cuando la evaluación de clorosis se hizo en la cuarta hoja y en la sexta hoja no se presenta diferencia significativa, se puede explicar por el postulado propuesto por Molina (7) que, a medida que las plantas crecen, la acumulación de elementos aumenta en el follaje por lo cual el genotipo de cada planta ya no se manifiesta.

La evaluación de clorosis en plantas de campo por el método de extracción de clorofila y el método de evaluación visual no se encontró correlación, sin embargo, podemos decir que según la gráfica nos demuestra que los rangos (1, 2, 3 y 4) de la evaluación visual tienden a ajustarse aunque no completamente a los encontrados en los de laboratorio.

Un análisis general de las cruzas y progenitores (Cuadro 2 y 4) indicaron que las mejores cruzas en rendimiento y número de vainas tuvieron como progenitores a variedades de frijol negro y la Línea, 963-3-1-3 (pinto de café, puntos) y que esto concuerda con la evaluación de clorosis, cuando fueron probadas en suelos calcáreos en condiciones de invernadero, lo cual es descrito en el Cuadro 1, o sea, plantas menos cloróticas fueron más productivas.

Poelhman (8) indica que ninguna variedad es superior en todas las componentes de rendimiento, por lo tanto, en el caso en que el análisis de las cruzas se hizo individualmente indicó que puede ser buena en uno o varios de ellos, y medio o bajo para otros y se presentó en la cruz recíproca en que Canario (P_2) y Bayomex (P_1) fueron los progenitores. El progenitor P_1 presenta un mayor número de vainas por planta y también en el total del número de semillas por planta, por lo cual, es más rendidora que P_2 , esta última solamente supera a P_1 en el promedio de semillas por vaina por planta. Conociendo las características de las variedades Poelhman (8) menciona que se podría mejorar para alta producción, sintetizando en una variedad la combinación más ventajosa de dichos caracteres, y así para nuestra cruz recíproca, encontramos que cuando se hizo en un sentido ($P_1 \times P_2$), no logró superar al progenitor más alto, mientras que en el contrario ($P_2 \times P_1$), sí lo superó.

El avance logrado en rendimiento, por medio de la formación de cruzas simples, se observó en la cruz recíproca cuando se cruzó Canario 107 X Bayomex y fue de 10.9% en comparación con el progenitor más alto. En la cruz 117-A-V-67 X Canario 107 y 117-A-V-67 X 131-A-V-67 un avance de 21.4 y 46.0%, respectivamente, y en la cruz 117-A-V-67 X 131-A-V-67 de 7.0%.

CONCLUSIONES

1. Para las condiciones en que se trabajó, las cruzas en invernadero se pueden lograr con mayor facilidad que en condiciones de campo, ya que el pegamiento en flores es más bajo; no siendo ventajoso para poblaciones segregantes, ya que la variación climática y poca población es muy insegura.
2. La mayor cantidad de clorofila (plantas verdes) está relacionada con las variedades más productivas y esta evaluación es de mayor valor que la evaluación visual. Las variedades que presentaron más clorofila en invernadero, fueron las más altas en rendimiento y número de vainas en suelos calcáreos de Apodaca, N. L.

3. La hibridación como método de mejoramiento para la obtención de material resistente a las condiciones de suelos calcáreos, logra un aumento en los factores de fructificación, como es en la cruz 117-A-V-67 X 131-A-V-67 (M) (B), que tuvo un avance de 46% en comparación con el progenitor más productivo.
4. Las variedades presentaron diferencia varietal a las condiciones de suelos calcáreos, así como también difieren en su capacidad potencial de rendimiento, siendo posible que en algunas cruces los factores de fructificación de las variedades que las formaron presentaran la combinación deseada.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Bernstein L. and A. D. Ayers. 1951. Salt Tolerance of six varieties of green beans. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 57: 243-248.
- 2.- Brown J. C. 1952. The effect of the dominance of a metabolic system requiring or copper on the development of lime induced chlorosis. *Plant. Physiology* 28: 495-502.
- 3.- Y L. O. Tiffin. 1959. Iron chlorosis in soybeans as related to the genotype of root-stock: 1. A relationship between susceptibility to chlorosis and capacity to absorb iron from iron chelate. *Soil. Sci.* 89: 8-15.
- 4.- Earley E. B. 1943. Minor element studies with soy beans: 1. Varietal reaction to concentrations of zinc in excess of the nutritional requirement. *Jour. Amer. Soc. of Agronom.* 35: 1012 1023.
- 5.- Kasyanenco A.G. 1966. Inducing by irradiation chlorophyll mutants in *Arabidopsis thaliana* L. (Heynh) and photosynthetic intensification in some of them. *Otd. Biol.* 23: 284-288- *Plant Breeding Abstracts* No. 2 (Abstract 2080).
- 6.- Kranz A. R. 1964. Relations between stage of evolution and chlorophyll content in wheat. *Naturwissens Chasten* 51:319. *Plant Breeding Abstracts.* 35. 1965 (Abstract 295).
- 7.- Molina Joch J. M. 1960. Tesis. Efecto del Etileno-dieminio Di (O-hidroxifenil acético) (Fena EDDHA) en la elaboración.