

EFFECTO DEL CARACTER MULTIFOLIOLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN GENERACIONES TEMPRANAS DE SOYA Y DETERMINACION DE PARAMETROS GENETICOS EN GENERACION F₃

Hector R. Carvajal G. *

J. Diego Restrepo *

Orlando Agudelo D. **

Edgar Ivan Estrada ***

COMPENDIO

Se realizó un experimento en soya, con el fin de indagar sobre el funcionamiento del modelo de herencia propuesto por Fehr (1972) para la condición genética hoja multifoliolada, al mismo tiempo conocer la posible influencia que podría tener su expresión en generaciones tempranas (F₂ y F₃) sobre un grupo de características agronómicas, entre ellas el rendimiento y sus componentes, cuando se compara con genotipos normales o trifolioladas. Se determinaron los parámetros genéticos en la generación F₃ para las características evaluadas en tres cruzamientos.

ABSTRACT

An experiment with soybean was carried out with the objective to inquire about the functioning of the heredity model proposed by Fehr (1972) for the genetic condition leaf multifoliolate, and at the same time to know the possible influence that could have their expression in early generations (F₂ and F₃) on a group of agronomic characteristics such as yield and their components when compared with normal genotypes or trifoliolates, genetics parameters were determined in F₃ generations for the characteristics evaluated in three crossing.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. A.A. 233, Palmira, Colombia

*** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

1. INTRODUCCION

El carácter multifoliado se presenta en plantas de soya de la variedad Manchú, del cultivar Hawkeye, del cultivar S. J. 2. (Fehr, 2; Waranyuwat, 4) y es controlado por un sólo par de genes, con dominancia parcial intra e inter-alélica en la condición heterocigota y para diferentes combinaciones de los dos loci. Fehr (2) asignó el símbolo Lf_1 al gen que controla la presencia de cinco folíolos y el símbolo Lf_2 al que determina la presencia de siete folíolos, caso en el cual se presenta dominancia completa; por tanto no se puede generalizar el modelo de herencia del carácter multifoliado. Las combinaciones de los dos genes pueden dar hojas hasta con 14 folíolos.

El rendimiento no se beneficia del aumento del número de folíolos por hojas, pero el alelo responsable de la mutación se podría usar para incrementar el área foliar para utilizar la soya como forraje (Fehr, 2).

Entonces, se necesita estudiar el comportamiento del carácter multifoliado y sus relaciones con otros rasgos morfo-agronómicos con el fin de evaluar su importancia como vía alternativa para la obtención de mejoras en el rendimiento u otros caracteres.

Por tanto, los objetivos del estudio fueron: evaluar la herencia del rasgo multifoliado a partir de tres cruzamientos entre líneas normales y un donante; determinar las relaciones entre el carácter multifoliado y el rendimiento y sus componentes; estimar algunos parámetros genéticos en la generación segregante F_3 .

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se llevó a cabo durante los semestres B de 1985 y A de 1986 en el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA de Palmira. Se trabajó con tres cruzamientos con el fin de incorporar los genes responsables de la condición multifoliada utilizando como donante la línea Harosoy L-5 y como receptoras tres líneas (L-2505, L-2506 y L-2508) que presentaban la condición normal o trifoliolada y un aparente bajo índice de área foliar debido a su arquitectura. Se utilizaron diez poblaciones F_2 , obtenidas a partir de la autofecundación de la generación F_1 y 90 poblaciones segregantes F_3 provenientes de la autofecundación de la generación F_2 .

Las características evaluadas en plantas de la generación F_2 y F_3 , fueron: días a floración, días a maduración, altura de planta, altura de carga, número de nudos/pl, número de vainas/pl, número de semillas/pl, número de semillas/vaina, peso de 100 semillas, rendimiento/pl. Para la variable número de hojas multifolioladas por planta se establecieron categorías de la

siguiente manera: plantas de la generación F_2 con todas las hojas trifolioladas (1), plantas que tenían entre 1 y 4 hojas multifolioladas (2), entre 5 y 9 (3) y con más de 9 hojas multifolioladas (4). Para la generación F_3 las categorías fueron: plantas normales o trifolioladas (1), plantas que tenían entre 1 y 3 hojas multifolioladas (2), entre cuatro y seis (3), entre siete y nueve (4) y con más de nueve hojas multifolioladas (5). Todas las características se evaluaron a cosecha, excepto días a floración y número de hojas multifolioladas por planta.

La generación F_2 se manejó como una población ya que no había semilla suficiente para efectuar replicaciones. La generación F_3 se manejó con un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y dos tratamientos (plantas normales y multifolioladas). Para evaluar la herencia del carácter multifoliolado se trabajó con base en los genotipos (Cuadro 1) propuestos por Fehr (2). Para determinar las implicaciones del rasgo multifoliolado se realizaron análisis de varianza para cada característica evaluada en la generación F_3 , teniendo en cuenta la posible interacción de las categorías F_2 con sus descendientes F_3 ; se realizaron las pruebas de DMS y de Duncan correspondientes a cada caso. Se determinaron las correlaciones fenotípicas entre el rendimiento y las demás características evaluadas en la generación F_3 , teniendo en cuenta las categorías establecidas para dicha generación; la cuantificación del coeficiente de correlación se realizó con la fórmula referenciada por Steel y Torrie (3). Además se estimó el coeficiente de heredabilidad (en sentido amplio), por el método de regresión de F_3 en F_2 , para cada una de las características evaluadas, pero teniendo en cuenta sólo la información de las plantas multifolioladas.

La determinación de parámetros genéticos se hizo mediante la utilización del programa para computador desarrollado por Amézquita y Rodríguez (1), mediante el cual se pudieron estimar parámetros genéticos tales como: variancia ambiental, variancia genética, variancia fenotípica, coeficiente de heredabilidad, ganancia de selección en una generación, correlación genética, correlación ambiental y correlación fenotípica. Estos cálculos se hicieron para cada cruzamiento y teniendo en cuenta la información tanto de plantas normales como la de plantas multifolioladas.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Expresión del rasgo multifoliolado en poblaciones F_2 y F_3 .

Según la frecuencia de plantas normales y multifolioladas en las poblaciones F_2 y F_3 (Cuadro 2) tiende a presentarse mayor número de plantas con el fenotipo multifoliolado, exceptuando los cruzamientos 1 y 3 en la generación F_2 .

Cuadro 1

Esquema genético propuesto por Fehr para un cruzamiento entre
genotipo multifoliolado y heptafoliolado

		Pentafoliolada	×	heptafoliolada	
		$Lf_1 Lf_1 Lf_2 Lf_2$	×	$lf_1 lf_1 lf_2 lf_2$	
F_1		$Lf_1 lf_1 lf_2 lf_2$			Normal y multifoliolado
F_2	1	$Lf_1 Lf_1 Lf_2 Lf_2$			Pentafoliolado
	2	$Lf_1 Lf_1 Lf_2 lf_2$			Multifoliolado
	1	$Lf_1 Lf_1 lf_2 lf_2$			Multifoliolado
	2	$Lf_1 lf_1 Lf_2 Lf_2$			Normal y pentafoliolado
	4	$Lf_1 lf_1 Lf_2 lf_2$			Normal y multifoliolado
	2	$Lf_1 lf_1 lf_2 lf_2$			Multifoliolado
	1	$lf_1 lf_1 Lf_2 Lf_2$			Normal
	2	$lf_1 lf_1 Lf_2 lf_2$			Normal y multifoliolado
	1	$lf_1 lf_1 lf_2 lf_2$			Heptafoliolado

Fenotipo normal: plantas con hojas trifolioladas

Fenotipo pentafoliolado: plantas que presentaron sólo hojas con 4 ó 5 folíolos.

Fenotipo multifoliolado: plantas que presentaron hojas con 4, 5 y más folíolos.

Fenotipo heptafoliolado: plantas que presentaron hojas con 7 y más folíolos.

Cuadro 2

Expresión fenotípica de plantas para el rasgo número de folíolos por hoj
 nes de soya

Generaciones	Cruzamiento 1		Cruzamiento 2		Cruzamiento 3		Total	
	N	M	N	M	N	M	N	M
F ₁	1	0	-	-	0	4	1	4
F ₂	11	8	29	45	60	50	100	103
F ₃	92	135	289	474	405	495	786	1104

Cruzamiento 1: Harosoy L-5 x L-2505

Cruzamiento 2: L-2506 x Harosoy L-5

Cruzamiento 3: L-2508 x Harosoy L-5

N: Plantas normales o trifolioladas

M: Plantas multifolioladas (que presentaron de 3 a 5 folíolos por hoja).

—: No hubo información disponible.

El esquema genético propuesto para los tres cruzamientos, con base en los genotipos y fenotipos posibles y alternativos, se presenta en el Cuadro 3. La escogencia de los genotipos parentales se hizo con base en el análisis de las diversas combinaciones alélicas para los dos loci y a los resultados de las generaciones híbridas y segregantes posibles, tanto en lo que respecta a genotipo como a fenotipos y la confrontación con los modelos propuestos por Fehr (2).

Las líneas normales presentan el genotipo $lf_1 lf_1 Lf_2 Lf_2$ por las siguientes razones: el locus lf_1 debe estar en forma recesiva por que de acuerdo con los genotipos asignados por Fehr y tratándose de líneas, para que se exprese el rasgo trifoliolado (normal) siempre debe aparecer la combinación genotípica $lf_1 lf_1$. Respecto al segundo locus, para que se exprese el fenotipo trifoliolado y tratándose de líneas, debe aparecer el genotipo $Lf_2 Lf_2$.

A la línea donante Harosoy L-5 se le asigna el genotipo $Lf_1 Lf_1 Lf_2 Lf_2$, debido a que es la única condición homocigota que no presenta segregación al fenotipo trifoliolado.

Las distribuciones fenotípicas en las generaciones F_2 y F_3 se calcularon a partir de la información total para los tres cruzamientos, ya que estos siguen el mismo esquema genético de segregación (Cuadro 4). Para la F_2 las proporciones fenotípicas siguen una distribución 7.88N: 8.12M que es aproximadamente igual a 8N: 8M, que se ajusta a una proporción teórica 1N: 1M aceptada como cierta por chi-cuadrado, para un nivel de significancia del 5 o/o. La proporción fenotípica 1N: 1M está dentro de las posibilidades de aparición de acuerdo con la segregación genética teórica y con las expresiones fenotípicas de cada uno de los genotipos resultantes. Otras distribuciones teóricas (H_2 y H_3) confrontadas y que pueden estar dentro de las posibilidades según las interacciones génicas entre los dos loci, de acuerdo con los mecanismos de dominancia parcial hacia el fenotipo multifoliolado, son también aceptadas como ciertas en la prueba de chi-cuadrado.

En cuanto se refiere a la generación F_3 , predominan las plantas con hojas multifolioladas. La prueba de bondad y ajuste rechaza las distribuciones 1N: 1M y 1N: 1.13M, pero permite aceptar la distribución 1N: 1.28M. Lo anterior se puede deber a la consistencia de la dominancia parcial de los heterocigotos de los alelos que determinan la presencia de más de tres folíolos en las hojas. Debido a que no se conocen los mecanismos que determinan las dominancias parciales y además no hay información en cuanto al sentido y magnitud de dichas relaciones interalélicas, se hace muy difícil estimar la distribución fenotípica teórica exacta esperada para dichas generaciones segregantes.

Cuadro 3

Esquema genético propuesto para los cruzamientos de acuerdo con los genotipos parentales

Parentales:	$l f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	x	$L f_1 L f_1 L f_2 L f_2$
	(Normal)		(multifoliolado)
F ₁ :	$L f_1 l f_1 L f_2 L f_2$		
	(Normales y multifoliolados)		
F ₂ :	4	$L f_1 L f_1 L f_2 L f_2$	(Multifoliolado)
	8	$L f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	(Normal - Multifoliolado)*
	4	$l f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	(Normal)
F ₃ :	4	$L f_1 L f_1 L f_2 L f_2$	(Multifoliolado)
	2	$L f_1 L f_1 L f_2 L f_2$	(Multifoliolado)
	8	4 $L f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	(Normal - Multifoliolado)
	2	$l f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	(Normal)
	4	$l f_1 l f_1 L f_2 L f_2$	(Normal)

* Las proporciones fenotípicas normal o multifoliolado para la expresión de este genotipo no pueden ser estimadas teóricamente debido a las interacciones que se presentan en los dos loci. Fehr (1972), propone relaciones interalélicas de dominancia parcial sin precisar en que sentido.

Los resultados anteriores difieren de los de Woodworth, quien encontró en una generación segregante F_2 una proporción de 1: 9.3 de plantas multifolioladas y normales respectivamente (Fehr, 2).

3.2. Relaciones entre el rasgo multifoliolado con el rendimiento y sus componentes.

3.2.1. Comportamiento general en los tres cruzamientos.

Las diferencias de comportamiento de las generaciones F_2 y F_3 de las plantas normales y multifolioladas, se pueden deber a varios factores entre los que se destacan los siguientes:

para una misma característica (altura de planta, número de nudos por planta, número de semillas por vaina, número de vainas por planta, número de semillas por planta y rendimiento por planta) se detectaron altas diferencias, lo cual puede relacionarse con efectos ambientales más que con influencias genéticas. Las condiciones de clima durante los dos semestres fueron diferentes: como la generación F_2 se desarrolló en un período de sequía (diciembre de 1985 - febrero de 1986) casi todas las características se vieron disminuidas por el bajo desarrollo vegetativo de las plantas. Por el contrario, la generación F_3 se evaluó en una época climática más benigna (abril - junio de 1986).

En lo referente a las diferencias en los valores fenotípicos promedios entre plantas multifolioladas y normales, se nota para los cruzamientos 2 y 3 y para el promedio general de los tres cruzamientos, la tendencia a un mayor valor para plantas multifolioladas en todas las características evaluadas. Si se tienen en cuenta sólo las cuatro características de mayor asociación con el rendimiento (componentes principales), se observa que son las plantas multifolioladas las de mejor comportamiento independientemente de que generación se trate, lo anterior permite precisar que al menos en generaciones segregantes tempranas, se presenta cierta tendencia en favor de un mejor comportamiento de las plantas multifolioladas.

3.2.2. Efecto de las diferentes fuentes de variación.

Se destaca como fuente principal de variación la debida a los efectos de los tratamientos o sea respuestas diferenciales para la mayoría de las características cuando se comparan plantas normales con multifolioladas (Cuadro 5). En la mayoría de las características estas diferencias fueron altamente significativas, lo que indica que la diversidad en las expresiones fenotípicas se puede atribuir a las condiciones genéticas inherentes a los materiales en prueba. Con base en la cuantificación individual de plantas se determi-

Cuadro 4

Pruebas de Chi-cuadrado para las proporciones fenotípicas observadas en las generaciones F_2 y F_3

Proporciones fenotípicas observadas		Valores de Chi-cuadrado para la distribución fenotípica		
N	M	H_1	H_2	H_3
7.88	8.12	0.04*	2.49*	0.45* (1)
6.65	9.35	53.50	3.59	21.22 (2)

N : Plantas con todas sus hojas trifoliadas

M : Plantas con al menos una hoja multifoliolada (4 o 5 folíolos)

H_1 : Hipotesis 1, la distribución se ajusta a una proporción 1N : 1M

H_2 : Hipotesis 2, la distribución se ajusta a una proporción 1N : 1.28 M

H_3 : Hipotesis 3, la distribución se ajusta a una proporción 1N : 1.13 M

(1) : Generación F_2

(2) : Generación F_3

* : Nivel de significancia al 5 o /o.

Cuadro 5

Comportamiento general de plantas normales y multifolioladas para las 10 características en cruzamientos F_3

Características	CM error	CM Tratamiento	CM Tratam x bloque	CV o/o
Días a floración	2.05	29.67**	0.67 ns	5.27
Días a maduración	17.59	857.04**	108.52*	5.03
Altura de planta	115.26	3439.01**	4016.10**	23.65
Altura de carga	5.78	3.52 ns	46.40**	33.35
Número de nudos/p	6.16	107.24**	117.26**	20.88
Número de vainas/p	260.09	3542.45**	5390.35**	46.45
Número de semillas/v	0.06	1.51**	0.03 ns	11.82
Peso de 100 semillas	4.60	7.70 ns	0.00 ns	15.67
Número de semillas/p	1299.08	25197.46**	24674.67**	48.08
Rendimiento /p	24.52	491.11*	482.82**	48.75

** Nivel de significancia al 0.01

* Nivel de significancia al 0.05

ns No significativo

naron efectos debidos a la interacción de tratamientos por bloque, lo cual permitió remover efectos que podrían haberse confundido aumentando el error experimental.

Según los resultados se apreció una tendencia generalizada a un mejor comportamiento fenotípico de las plantas multifolioladas para casi todas las características. Debido a las relaciones genéticas (pleiotropia) y ambientales, se logra que posiblemente interactúen y se complementen cada una de las características en la expresión final del rendimiento; es así, como las plantas multifolioladas tienden a presentar mayor altura de planta, que se traduce en mayor número de nudos, de vainas, de semillas por planta y finalmente en mayor rendimiento por planta.

3.2.3. Comportamiento de cruzamientos individuales.

El cruzamiento 1 presenta diferencias significativas para las características altura de planta, altura de carga, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, número de semillas por planta y rendimiento por planta, cuando se comparan plantas normales y multifolioladas. Lo cual indica que las diferencias entre las expresiones fenotípicas se pueden deber más a la condición genética de los materiales que al efecto ambiental (estimado como una sumatoria de efectos entre los que participan los bloques, la interacción genotipo por bloque y el error experimental), pues al igual que en el análisis general, para los tres cruzamientos y con base en la cuantificación individual de plantas se pudo remover efectos causados por la interacción tratamiento por bloque, lo que permitió precisar aún el verdadero error experimental. Estos resultados difieren de los encontrados para los cruzamientos 2 y 3 y son similares con los presentados en el análisis general en el cual sobresale para casi todas las características el comportamiento de las plantas multifolioladas.

3.2.4. Respuesta para las categorías de la generación F_2 evaluadas en la F_3 .

Según el análisis de varianza (Cuadro 6) el mayor o menor número de hojas multifolioladas en las plantas F_2 , se traduce en comportamientos diferentes en sus progenies F_3 ; o sea que el agrupamiento en categorías de plantas individuales F_2 con base en el carácter multifoliolado, podría utilizarse como criterio de selección cuando se desee trabajar con este tipo de rasgo como pauta de selección. No obstante lo anterior, cuando se evalúa la interacción entre plantas normales y multifolioladas en la F_3 para las diferentes categorías en F_2 , los efectos de agrupamiento no presentan diferencias estadísticamente significativas para la mayoría de características, exceptuando el peso de 100 semillas y el número de nudos por planta, lo que indica que deben aplicarse de nuevo los criterios de selección para esta gene-

Cuadro 6

Comportamiento de categorías en F_2 y su expresión para plantas normales o multifolioladas
 F_3

Características	CM error	CM Tratam. F_3	CM Categ. F_2	CM Tratam. x Categ.	CV (o/b)
Días a floración	1.99	29.67**	38.18**	0.00 ns	5.18
Días a maduración	17.61	857.04**	81.51**	0.00 ns	5.04
Altura de planta	115.18	3439.01**	1340.00**	230.82 ns	23.65
Altura de carga	5.79	3.52 ns	16.45*	5.37 ns	33.37
Número de nudos/p	6.17	107.24**	23.21*	18.74*	20.90
Número de vainas/p	260.43	3542.45**	1626.58**	435.95 ns	46.68
Número de semillas/v	0.06	1.51**	0.25**	0.00 ns	11.80
Peso de 100 semillas	4.50	7.70 ns	30.49**	26.78**	15.50
Número de semillas/p	300.97	25197.46**	8046.28**	1408.07 ns	48.12
Rendimiento/p	24.56	491.11**	137.27**	47.79 ns	48.76

Tratam. F_3 : Tratamientos en la F_3 (plantas normales vs multifolioladas)

Categ. F_2 : Categorías en la F_2 de acuerdo con la cantidad de hojas multifolioladas por planta.

** Nivel de significancia al 0.01

* Nivel de significancia al 0.05

ns: no significativo

ración y posiblemente para las subsiguientes. La tendencia general es el de un mejor comportamiento para las plantas F_3 provenientes de plantas F_2 ubicadas en la categoría 3; sin embargo, no hay consistencia clara en la tendencia, ya que para algunas características sobresalen otras categorías.

Es importante tener en cuenta que las variables número de nudos por planta, número de vainas por planta, número de semillas por planta y rendimiento por planta, presentan incrementos en esta categoría, lo cual podría incidir significativamente en la producción y sus variables tenidas en cuenta en la selección de un cultivar.

En términos generales las categorías F_2 cuya descendencia en F_3 fue multifoliolada (1.1; 2.1; 3.1; 4.1) son las que presentan mayores valores, excepto para la categoría 4.1, en la cual para las características número de nudos por planta, número de vainas por planta y número de semillas por planta, se presentan mayores valores promedios para plantas normales en F_3 , aunque estadísticamente las diferencias no son significativas.

3.2.5. Correlaciones fenotípicas para las características evaluadas.

Haciendo las comparaciones globales entre las relaciones establecidas para plantas normales y multifolioladas, con base en el rendimiento, se encuentra que las tendencias siguen las mismas pautas tanto en magnitud como en signo, lo que permite deducir que el carácter transferido (multifoliolado) muy poco afecta dichas relaciones (Cuadro 7). Los coeficientes de correlación en la generación F_3 entre el rendimiento y las otras características para las diversas categorías (Cuadro 8) ratifican el bajo efecto del carácter multifoliolado, ya que las tendencias son las mismas y consistentes para las plantas normales y para las multifolioladas.

3.2.6. Coeficientes de regresión entre padres F_2 y descendientes F_3 para plantas multifolioladas.

En la totalidad de las características se alcanzaron coeficientes de regresión muy bajos (Cuadro 9) valores que a su vez no fueron significativos o diferentes de cero, excepto para la característica días a maduración. Este comportamiento es explicable, en parte, por los aportes en la variación debidos a la segregación genética, por lo tanto plantas F_2 con genotipos heterocigotos en muchos de sus loci, pueden segregar diversos genotipos recombinantes en F_3 , que a su vez determinan diferentes expresiones fenotípicas para estas progenies; teniendo como resultado una baja semejanza entre las poblaciones confrontadas.

Cuadro 7

Coeficientes de correlación fenotípica (r) en F₃ entre el rendimiento y las demás características evaluadas

Características	Normales				Multifolioladas			
	C ₁	C ₂	C ₃	Gen	C ₁	C ₂	C ₃	Gen
Rendimiento vs.								
Día a floración	0.00 ns	0.21**	0.08 ns	0.11**	- 0.01 ns	0.16**	0.14**	0.11**
Día a maduración	0.36**	0.37**	0.39**	0.38**	0.28**	0.34**	0.32**	0.30**
Altura planta	0.72**	0.73**	0.69**	0.71**	0.81**	0.60**	0.59**	0.64**
Alt. carga	0.08 ns	- 0.06 ns	0.02 ns	- 0.02 ns	- 0.07 ns	0.06 ns	- 0.06 ns	- 0.08 ns
No. nudos/planta	0.78**	0.76**	0.71**	0.72**	0.83**	0.67**	0.75**	0.73**
No. vainas/planta	0.93**	0.95**	0.93**	0.93**	0.96**	0.93**	0.93**	0.93**
No. semillas/vaina	0.24*	0.21**	0.22**	0.23**	0.26**	0.14**	- 0.06 ns	0.07*
Peso 100 semillas	0.23*	0.13*	0.18**	0.19**	- 0.05 ns	0.09 ns	0.18**	0.10**
No. semillas/planta	0.94**	0.96**	0.95**	0.95**	0.96**	0.94**	0.94**	0.94**

C₁ Harosoy L-5 x L 2502

C₂ L 2506 x Harosoy L-5

C₃ L - 2508 x Harosoy L - 5

Gen Datos genéticos de los tres cruzamientos.

* Nivel de significancia 0.05

** Nivel de significancia 0.01

ns No significativo

Cuadro 8

Coeficientes de correlación en F_3 (r) entre el rendimiento y las otras características de acuerdo con la cantidad de hojas multifolioladas

Características	Categorías Multifolioladas				
	1	2	3	4	5
Rendimiento vs					
Días a floración	0.09 ns	0.07 ns	0.09 ns	- 0.01 ns	0.05 ns
Días a maduración	0.31 **	0.34 **	0.30 **	0.32 **	0.05 ns
Altura de planta	0.70 **	0.69 **	0.68 **	0.61 **	0.60 **
Altura de carga	0.00 ns	0.05 ns	- 0.08 ns	- 0.23 *	- 0.14 ns
Número de nudos/p	0.75 **	0.74 **	0.79 **	0.74 **	0.74 **
Número de vainas/p	0.93 **	0.94 **	0.93 **	0.94 **	0.93 **
Número de semillas/v	0.18 **	- 0.12 ns	0.04 ns	0.00 ns	0.15 ns
Peso de 100 semillas	0.16 *	0.18 **	0.01 ns	- 0.02 ns	0.05 ns
Número de semillas/p	0.94 **	0.96 **	0.93 **	0.94 **	0.94 **

1 = Plantas normales o trifolioladas

2 = Plantas con 1 a 3 hojas pentafolioladas

3 = Plantas con 4 a 6 hojas pentafolioladas

4 = Plantas con 7 a 9 hojas pentafolioladas

5 = Plantas con 10 y más hojas pentafolioladas

** Nivel de significancia al 0.01

* Nivel de significancia al 0.05

ns No significativo

Cuadro 9

Coeficientes de regresión entre hijos F_3 y generación parental F_2 de plantas multifolioladas

Características	b	Sb	Intervalo de confianza	
			LI	LS
Días a floración	- 0.11	0.24	- 0.51	0.29
Días a maduración	0.13 **	0.04	0.04	0.21
Altura de planta	0.22	0.22	- 0.14	0.58
Altura de carga	0.17	0.09	0.01	0.32
Número de nudos/p	0.07	0.09	- 0.08	0.22
Número de vainas/p	- 0.01	0.19	- 0.32	0.30
Peso de 100 semillas	0.07	0.06	- 0.03	0.17
Número de semillas/p	0.02	0.22	- 0.34	0.38
Rendimiento/p	0.04	0.17	- 0.24	0.32

b : Coeficiente de regresión de F_3 a F_2

Sb : Desviación estandar de la regresión.

En general este parámetro se vió extremadamente afectado por las condiciones ambientales en que se evaluó cada una de las generaciones, ante la dificultad de hacerlo en un mismo semestre. Esto se refleja en los altos valores de desviación estandar de la regresión (sb), por lo tanto los intervalos de confianza son de gran amplitud, indicando el tamaño de la variación donde podrían ubicarse los valores de los estimadores para este parámetro.

3.3. Determinación de parámetros genéticos.

3.3.1. Comparación entre familias de cada cruzamiento.

En los tres cruzamientos se presentaron diferencias altamente significativas para todas las características entre las familias; lo anterior indica que existe un comportamiento diferencial entre los genotipos (familias), cuando se les comparó con base en los fenotipos expresados, los cuales variaron considerablemente como era de esperarse cuando se trata de generaciones segregantes tempranas.

3.3.2. Estimación de los componentes de varianza.

En general para los tres cruzamientos y para la mayoría de las características evaluadas, excepto para días a floración, la variancia fenotípica total presentó como principal componente la variancia ambiental.

La mayoría de las características evaluadas en los tres cruzamientos presentaron valores bajos de heredabilidad, excepto días a floración y altura de planta, que exhibieron valores altos y medios respectivamente (Cuadro 10).

3.3.3. Ganancia de selección esperada en una generación.

Se estableció una presión de selección teórica del 10 o/o, lo cual da como resultado una intensidad de selección (I) de 1.86.

Con base en los resultados obtenidos de ganancia de selección en una generación y más específicamente en las características rendimiento y sus componentes principales, se prevee que de acuerdo con un plan de selección bien controlado y atendiendo en forma complementaria el carácter multifoliolado, se podrían conseguir líneas potencialmente promisorias para someter a pruebas de adaptación y comportamiento comercial, con el fin de producir nuevas variedades.

3.3.4. Relaciones genotípicas y ambientales entre el rendimiento y las demás características.

Cuadro 10

Ganancia de selección para cada característica y para cada cruzamiento; con una presión de selección teórica del 10 o/o , * I = 1.86

Características	Cruzamiento 1			Cruzamiento 2			Cruzamiento 3		
	σ_p	H ²	ΔG	σ_p	H ²	ΔG	σ_p	H ²	ΔG
Días a floración	2.92	86	4.72	4.31	86	6.93	2.86	55	2.95
Días a maduración	5.77	15	1.65	6.29	23	2.74	6.01	20	2.33
Altura de planta	22.71	39	16.69	18.79	38	13.37	20.15	37	14.12
Altura de carga	2.42	6	0.27	3.10	17	0.98	3.23	16	1.01
Número de nudos/p	3.35	17	1.08	3.01	11	0.64	3.44	18	1.19
Número de vainas/p	21.39	15	6.14	16.19	7	2.18	20.09	13	4.97
Número de semillas/p	51.80	16	15.76	42.19	10	8.54	43.90	14	11.50
Peso de 100 semillas	2.68	11	0.55	2.75	24	1.26	3.19	19	1.36
Rendimiento /p	7.54	16	2.34	5.03	8	0.79	5.95	12	1.38

σ_p : Desviación estandar fenotípica promedio

H² : Heredabilidad en sentido amplio, en porcentaje

Δ : Ganancia de selección en una generación

*I : $1.13 + 0.73 \log(1/K)$; K = 10 o/o

3.3.4. Relaciones genotípicas y ambientales entre el rendimiento y las demás características.

Los coeficientes de correlación genotípica y ambiental entre el rendimiento y sus componentes principales fueron altos. La correlación genotípica entre el rendimiento y los días a maduración y el peso de 100 semillas, presentaron, en general para los tres cruzamientos, valores medios y bajos respectivamente; mientras que en el cruzamiento 2 los días a floración y en el cruzamiento 3 la altura de carga alcanzaron valores altos y bajos respectivamente. La correlación ambiental de estas características con el rendimiento fue baja en todos los cruzamientos, inclusive inversa entre el rendimiento y la altura de carga en los cruzamientos 2 y 3. Lo cual es de ocurrencia normal en este tipo de trabajo.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El genotipo de las líneas normales fue $lf_1 lf_1 Lf_2 Lf_2$. Por su parte la línea donante de la condición multifoliolada presenta el genotipo $Lf_1 Lf_1 Lf_2 Lf_2$.
- 4.2. En la distribución fenotípica en las generaciones F_2 y F_3 , la dominancia parcial estuvo a favor del genotipo multifoliolado (1N: 1.28M).
- 4.3. Los valores fenotípicos promedios de los componentes del rendimiento se comportaron mejor en las plantas multifolioladas tanto en generaciones F_2 como en F_3 . La introducción del gen que controla el carácter multifoliolado favoreció en forma sobresaliente las características número de nudos por planta, número de vainas por planta, número de semillas por planta y rendimiento.
- 4.4. Según el mayor o menor número de hojas multifolioladas en las plantas de generación F_2 fue diferente el comportamiento en su progenie F_3 .
- 4.5. Las plantas F_3 multifolioladas provenientes de plantas F_2 ubicadas en la categoría 3, presentaron los mejores valores promedios para las características altura de planta, número de nudos por planta, número de semillas por planta y rendimiento por planta.
- 4.6. El carácter transferido poco afectó las relaciones, tanto en sentido como en magnitud, entre el rendimiento y las demás características evaluadas. Aún cuando se estableció el grado de asociación entre el rendimiento y las otras características, teniendo en cuenta las categorías establecidas en F_3 , las tendencias en las correlaciones fueron las mis-

mas y consistentes para todas las categorías.

- 4.7. En todas las características se presentaron coeficientes de regresión padre-progenie muy bajos; valores que no fueron significativos o diferentes de cero, excepto para la característica días a maduración.
- 4.8. En los tres cruzamientos la mayoría de las características presentaron valores bajos de heredabilidad; excepto para días a floración y altura de planta que exhibieron valores altos y medios respectivamente.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AMEZQUITA, M. C.; RODRIGUEZ, M. A. Un programa integrado para el calculo de parámetros genéticos. Cali, CIAT, 1986. 4p. (Mimeografiado).
2. FEHR, W. R. Genetic control of leaflet number in soybean. *Crop Science (USA)* v. 12, p. 221 - 224. 1972.
3. STELL, R. G. D.; TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 160 p.
4. WARANYUWAT, A. A high percentage of multifoliolate leaves in S.J. 2 soybean. *Soybean Genetics Newsletter (England)*. v. 4, p. 67. 1977.