

Genética de caracteres vegetativos en *VICIA SATIVA* L.

GIL LIGERO, JUAN (1), MARTIN MARTIN, LUIS-MIGUEL (1), MORENO
YANGÜELA, M. TERESA (2)

(1) Dpto. de Genética. Universidad de Córdoba, Córdoba. (2) Dpto. de
Mejora y Agronomía, CIDA, Córdoba.

RESUMEN:

Se estudia la genética de caracteres vegetativos en VICIA SATIVA L. mediante la aplicación del análisis de Cavalli a los parentales y descendencias de dos cruzamientos entre parentales contrastados. El estudio ha revelado que, en general, la genética de estos caracteres es compleja siendo significativos los efectos de la aditividad, la dominancia y las interacciones. En función de la heredabilidad, la variabilidad y las relaciones con los demás caracteres parece ser que anchura de foliolo es el más adecuado para seleccionar en las primeras generaciones.

INTRODUCCIÓN

VICIA SATIVA es una leguminosa ampliamente distribuida por la Cuenca Mediterránea y Europa Central. Se cultiva principalmente en secano, para producción de forraje y de grano. La relación entre el rendimiento en forraje y de grano parece ser de sentido negativo (Muller, 1939; Blum y Lehrer, 1973) por lo que desde el punto de vista de la mejora lo más lógico será seleccionar o bien en un sentido o en el otro.

Se ha encontrado una alta correlación positiva entre el rendimiento en forraje y los caracteres ciclo de floración, longitud del tallo y anchura de foliolo tanto a nivel fenotípico como genotípico, en esta especie (Corleto, 1976). Este mismo autor obtuvo también correlación negativa de longitud de foliolo con anchura de foliolo y rendimiento en forraje. Resultados similares a estos últimos, pero en estado de plántula, fueron obtenidos también por Acikgoz y Rumbaugh (1979). Nosotros, estudiando una

colección de 750 entradas de *VICIA SATIVA*, hemos encontrado también una asociación positiva del rendimiento en forraje con la fecha de floración y con el tamaño de foliolo (Gil et al, en prensa).

En nuestro trabajo hemos pretendido obtener una mayor información genética sobre caracteres relacionados con el rendimiento en forraje. Para ello se ha estudiado su herencia así como las relaciones que existen entre ellos en generaciones segregantes.

MATERIAL Y METODOS.

Los caracteres estudiados fueron: longitud del foliolo (LF), anchura del foliolo (AF), número de pares de foliolos por hoja (F/H), superficie foliar (Super), y relación anchura/longitud del foliolo (AF/LF).

Los datos se obtuvieron de tres hojas por planta de los tres tallos mejor desarrollados y situadas en uno de los cinco primeros nudos a partir de la primera flor. Los dos primeros caracteres se midieron sobre el tercer foliolo de cada hoja a partir de la base. La superficie foliar fue estimada por el producto longitud del foliolo x anchura del foliolo x número de foliolos por hoja ya que en estudio previo con 77 plantas se obtuvo una correlación entre este sistema de evaluación y la superficie real, obtenida con un medidor de área foliar LICOR modelo LI-3000, de $r=0.88$, y en base a una mayor celeridad en la toma de datos se optó por el primer sistema.

Se realizaron dos cruzamientos VS485 x VA74 y VS417B x PRUSSIA. VS485B y VS417B son líneas obtenidas en nuestro programa de selección y VA74 y PRUSSIA son dos cultivares. Estos parentales diferían para los caracteres ya citados. Semillas F1, F2, F3 y F4 fueron obtenidas, y todas estas generaciones junto con sus parentales fueron sembradas en condiciones de campo según diseño totalmente aleatorizado.

A los datos obtenidos se les aplicó las pruebas de Mather y de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo, asimismo se comprobó también el ajuste a un modelo que incluía interacciones no alélicas (Mather y Jinks, 1971). A partir de las líneas parentales se estimaron los coeficientes de correlación genéticos y ambientales, así como la heredabilidad en sentido amplio y el coeficiente de variación genotípico. En la F2 de cada uno de los cruzamientos se estimaron los coeficientes de correlación fenotípicos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para mayor claridad trataremos cada carácter por separado

Longitud de foliolo

Este carácter no se ajustó al modelo aditividad-dominancia en ninguno de los dos cruzamientos según la prueba E de Mather y la de Cavalli

(tabla 1). El ajuste mejoró cuando se aplicó el modelo que incluía interacciones no alélicas. Aunque no se logró un buen ajuste, los efectos más importantes fueron los efectos aditivos (d), los de la dominancia (h) y las interacciones no alélicas entre efectos de la aditividad (i) (tabla 1). La dominancia fue siempre de sentido positivo. Este carácter estuvo alta y negativamente correlacionado a nivel genético con anchura de foliolo, superficie foliar y la relación anchura/longitud de foliolo (tabla 6). Estos resultados están de acuerdo con lo obtenido por Corleto (1976). No obstante en las F2 de ambos cruzamientos, este carácter estuvo positivamente correlacionado con la anchura de foliolo y la superficie foliar (tabla 6), posiblemente este resultado sea debido al ambiente el cual al actuar positiva o negativamente sobre el tamaño de la hoja lo va a hacer en el mismo sentido sobre la longitud, de hecho en esta misma tabla puede observarse como las correlaciones ambientales frente a estos caracteres fueron positivas. Este carácter se mostró también como el menos heredable (tabla 7), Corleto (1976) encontró también este carácter como uno de los menos heredables del grupo estudiado por él.

Anchura de foliolo

Ninguno de los dos cruzamientos se ajustaron al modelo aditividad-dominancia y sí lo hicieron al modelo que permitía interacciones no alélicas, siendo en uno de los cruzamientos altamente significativas las interacciones no alélicas entre efectos de la aditividad (i) y los dos tipos de interacciones, aditividad-aditividad y aditividad-dominancia (1) en el otro (tabla 2). Resumiendo, fueron importantes para este carácter los efectos aditivos, los de la dominancia y las interacciones no alélicas entre efectos de la aditividad y, en uno de los cruzamientos, las interacciones no alélicas entre efectos de la dominancia.

La correlación, tanto genotípica como fenotípica, de este carácter con la superficie de hoja y la relación anchura/longitud de foliolo fue alta y positiva (tabla 6). Este resultado coincide con los de Corleto (1976) que encontró alta correlación positiva genotípica y fenotípica entre anchura de foliolo y la relación anchura/longitud y con los de Acikgoz y Rumbaugh (1979) que encontraron una correlación positiva entre anchura de foliolo y área foliar en estado de plántula. Este carácter se mostró como uno de los más heredables siendo su coeficiente de variación genotípico también de los más elevados (tabla 7).

Número de pares de foliolos por hoja.

Este carácter se ajustó igualmente al modelo que permite interacciones no alélicas en los dos cruzamientos estudiados (tabla 3). Sin embargo las interacciones no alélicas más importantes que se detectaron fueron las existentes entre efectos de la aditividad, que, desde el punto de vista de la mejora de esta especie, son fáciles de fijar. La aditividad fue altamente significativa y la dominancia ligeramente.

Corleto (1976) encontró a nivel genotípico y fenotípico una correlación negativa y significativa de número de foliolos por hoja con longitud de foliolo y positiva con anchura de foliolo y relación anchura/longitud de foliolo. Sin embargo nosotros no hemos encontrado correlación alguna de este carácter con los otros (tabla 6). Interesante de destacar es su alta heredabilidad y su bajo coeficiente de variación (tabla 7) lo que nos indica que si bien es un carácter muy poco influenciado por el ambiente, no puede cambiarse mucho por mejora.

Superficie foliar

En uno de los cruzamientos hubo ajuste al modelo aditivo aunque este mejoró al aplicar a los datos un modelo que permitía interacciones no alélicas (tabla 4), no obstante estas fueron de escasa significación. El otro cruzamiento se ajustó solo al modelo que permitía interacciones no alélicas siendo significativos ambos tipos de interacciones.

Este carácter se encuentra positivamente correlacionado con anchura de foliolo y con la relación anchura/longitud de foliolo (tabla 6) tanto en las líneas parentales como en las generaciones F2 de cada uno de los cruzamientos. Acikgoz y Rumbaugh (1979) encontraron también una correlación fenotípica positiva entre área foliar y anchura de foliolo. Este carácter fue de los menos heredables (tabla 7).

Anchura/longitud de foliolo

Este carácter nos da una idea de la forma del foliolo. Como se puede observarse (tabla 5), mientras que el cruzamiento VA74 x VS485B se ajustó a un modelo que incluía interacciones no alélicas entre efectos de la aditividad, el otro (PRUSSIA x VS417B) no se ajustó a ningún modelo. En este carácter fueron importantes los efectos aditivos, los de la dominancia y los de las interacciones no alélicas entre efectos aditivos y entre efectos de la dominancia.

La heredabilidad fue bastante alta aunque también lo fue el coeficiente de variación genotípico (tabla 7).

CONCLUSIONES

Como podemos ver por los resultados obtenidos estos caracteres se muestran genéticamente complejos debido a la presencia constante de interacciones no alélicas en todos ellos. De cara a la mejora habría que comenzar la selección para estos caracteres a partir de generaciones segregantes avanzadas donde ya se hayan fijado los efectos aditivos y las interacciones no alélicas entre estos efectos.

Interesante desde el punto de vista de la mejora es la alta correlación positiva encontrada entre los caracteres anchura de foliolo, anchura/lon-

gitud de foliolo y superficie foliar y que están de acuerdo con lo obtenido por otros autores (Corleto, 1976; Acikgoz y Runbaugh, 1979). Podemos concluir que cuando se maneje material segregante para estos caracteres, en una primera etapa se deben seleccionar los materiales que presentan foliolo ancho para, en una segunda etapa donde se maneje un número más reducido de genotipos, seleccionar directamente por superficie en hoja.

Tabla 1. Pruebas de Mather y Cavalli. Longitud de foliola.

		VA74 x VS485B		PRUSSIA x VS417B	
(1)	C	—		2 ± 2.3361 N.S.	
	D	-0.58 ± 0.8975 N.S.		1.26 ± 1.5924 N.S.	
	E	-2.8 ± 0.8265 **		7.04 ± 1.5191 **	
(2)	m	25.99 ± 0.1583 ***		28.08 ± 0.2299 ***	
	d	1.88 ± 0.2673 ***		1.54 ± 0.5348 **	
	h	1.43 ± 0.6314 *		-0.25 ± 0.70034 N.S.	
		X ₂ ² 11.46 **		X ₃ ² 22.45 ***	
(3)	m	25.68 ± 0.1959 ***	26.16 ± 0.2332 ***	29.41 ± 0.461 ***	
	d	1.81 ± 0.2686 ***	1.86 ± 0.2682 ***	1.49 ± 0.5351 **	
	h	2.47 ± 0.7408 ***	-0.36 ± 1.9806 N.S.	-6.83 ± 2.5416 **	
	i	0.89 ± 0.3325 **	—	-2.79 ± 0.7063 ***	
	l	—	3.41 ± 3.5767 N.S.	6.39 ± 2.4681 *	
	X ₁ ² 1.11 *	X ₁ ² 10.66 **	X ₁ ² 6.66 **		

(1) Prueba de Mather para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(2) Prueba de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(3) Modelo aditivo ampliado para detectar interacciones no alélicas.

N.S. : No significativo, * nivel significación 5%, ** nivel significación 1%, *** significación 0.1%.

Tabla 2. Pruebas de Mather y Cavalli. Anchura de foliola.

		VA74 x VS485B	PRUSSIA x VS417B	
(1)	C	—	-3.01 ± 1.177 *	
	D	1.17 ± 0.5254 *	4.042 ± 0.9068 ***	
	E	-1.53 ± 0.4627 ***	3.614 ± 0.8212 ***	
(2)	m	9.08 ± 0.0895 ***	10.55 ± 0.1201 ***	
	d	1.91 ± 0.1266 ***	2.12 ± 0.2771 ***	
	h	0.73 ± 0.3732 *	-0.71 ± 0.3356 *	
		X ₂ ² 14.61 ***	X ₃ ² 48.54 ***	
(3)	m	8.79 ± 0.1174 ***	9.32 ± 0.1242 ***	11.68 ± 0.239 ***
	d	2.12 ± 0.1386 ***	2.04 ± 0.1347 ***	1.79 ± 0.2907 ***
	h	1.71 ± 0.4552 ***	-2.17 ± 1.1004 *	-8.22 ± 1.3305 **
	i	0.68 ± 0.1817		-2.35 ± 0.3763 ***
	l	—	-5.77 ± 2.641 **	6.88 ± 1.2487 ***
		X ₁ ² 0.29 N.S.	X ₁ ² 6.97 **	X ₁ ² 2.71 N.S.

(1) Prueba de Mather para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(2) Prueba de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(3) Modelo aditivo ampliado para detectar interacciones no alélicas.

N.S. : No significativo, * nivel significación 5%, ** nivel significación 1%, *** significación 0.1%.

Tabla 3. Pruebas de Mather y Cavalli. Número de pares de foliola por hoja.

		VA74 x VS485B	PRUSSIA x VS417B	
(1)	C	—	0.054 ± 0.2188 NS	
	D	0.17 ± 0.14 N.S.	0.418 ± 0.1854 *	
	E	0.33 ± 0.1335 *	0.57 ± 0.1774 **	
(2)	m	6.93 ± 0.0249 ***	7.14 ± 0.0199 ***	
	d	0.34 ± 0.0458 ***	0.76 ± 0.0682 ***	
	h	0.41 ± 0.0958 ***	-0.14 ± 0.043 ***	
		X ₂ ² 6.4 *	X ₃ ² 13.82 **	
(3)	m	6.97 ± 0.0297 ***	6.9 ± 0.0387 ***	7.25 ± 0.0432 ***
	d	0.34 ± 0.0458 ***	0.34 ± 0.0458 ***	0.69 ± 0.0726 ***
	h	0.28 ± 0.1094 **	0.75 ± 0.3198 *	-0.75 ± 0.2322 **
	i	-0.13 ± 0.0546 *		-0.29 ± 0.0845 ***
	l	—	-0.63 ± 0.5606 N.S.	0.52 ± 0.2035 *
		X ₃ ² 0.95 N.S.	X ₃ ² 5.02 *	X ₃ ² 0.10 N.S.

(1) Prueba de Mather para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(2) Prueba de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(3) Modelo aditivo ampliado para detectar interacciones no alélicas.

N.S. : No significativo, * nivel significación 5%, ** nivel significación 1%, *** significación 0.1%.

Tabla 4. Pruebas de Mather y Cavalli. Estima superficie foliar.

		VA74 x VS485B	PRUSSIA x VS417B
(2)	m	32.67 ± 0.488 ***	42.84 ± 0.7508 ***
	d	3.32 ± 0.7123 ***	11.02 ± 1.5628 ***
	h	7.87 ± 2.0483 ***	-3.42 ± 2.2125 N.S.
		X ₂ ² 5.77 N.S.	X ₃ ² 47.83 ***
(1)	C	—	-9.03 ± 7.3997 N.S.
	D	2.66 ± 2.8676 N.S.	19.51 ± 5.2317 ***
	E	5.76 ± 2.5158 *	28.67 ± 4.9469 ***
(3)	m	31.72 ± 0.6472 ***	33.29 ± 0.6688 ***
	d	3.79 ± 0.7429 ***	3.55 ± 0.7329 ***
	h	11.17 ± 2.5212 ***	0.3 ± 5.9493 N.S.
	i	2.21 ± 0.9853 *	—
	l	—	15.26 ± 11.256 N.S.
		X ₃ ² 0.72 N.S.	X ₃ ² 3.97 *

(1) Prueba de Mather para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(2) Prueba de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(3) Modelo aditivo ampliado para detectar interacciones no alélicas.

N.S.: No significativo, * nivel significación 5%, ** nivel significación 1%, *** significación 0.1%.

Tabla 5. Pruebas de Mather y Cavalli. Linealidad de la foliola. (AF/LF).

		VA74 x VS485B	PRUSSIA x VS417B
(1)	C	—	-0.14 + 0.0322 ***
	D	-0.05 + 0.0162 ***	0.117 + 0.0281 ***
	E	-0.037 + 0.0143 *	0.028 + 0.0274 N.S.
(2)	m	0.35 + 0.0027 ***	0.37 + 0.0039 ***
	d	0.1 + 0.0039 ***	0.09 + 0.0081 ***
	h	-0.002 + 0.0112 N.S.	-0.02 + 0.0091 *
(3)		X ₂ ² 16.92 ***	X ₂ ² 47.69 ***
	m	0.34 + 0.0036 ***	0.36 + 0.0037 ***
	d	0.1 + 0.0041 ***	0.1 + 0.004 ***
	h	0.03 + 0.0139 *	-0.12 + 0.0335 ***
	i	0.02 + 0.0054 ***	—
	l	—	0.24 + 0.063 ***
	X ₁ ² 0.63 N.S.	X ₁ ² 2.54 N.S.	
		X ₁ ² 12.86 ***	

(1) Prueba de Mather para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(2) Prueba de Cavalli para comprobar el ajuste al modelo aditivo.

(3) Modelo aditivo ampliado para detectar interacciones no alélicas.

N.S.: No significativo, * nivel significación 5%, ** nivel significación 1%, *** nivel significación 0.1%.

Tabla 6. Coeficientes de correlación genéticos y ambientales en parentales, y fenotípicos en F₂.

Caracteres	r _g	r _e	r ₁	r ₂
LF - AF	-1.05	0.62	0.64***	0.65***
LF - F/H	0.11	0.08	0.00 NS	-0.08 NS
LF - Super	-0.97	0.86	0.82***	0.84***
LF - AF / LF	-1.02	0.02	0.02 NS	0.12 NS
AF - F/H	-0.07	-0.27	0.07 NS	-0.15 NS
AF - Super	0.89	0.86	0.93***	0.92***
AF - AF/LF	0.00	0.65	0.77***	0.79***
F/H - Super	0.38	0.11	0.23 NS	0.07 NS
F/H - AF/LF	-0.08	-0.26	0.07 NS	-0.15 NS
Super - AF/LF	0.90	0.32	0.53***	0.56***

r_g - coeficiente de correlación genética en parentales

r_e - coeficiente de correlación ambiental en parentales

r₁ - coeficiente de correlación simple en F₂ del cruzamiento Prussia x VS417B

r₂ - coeficiente de correlación simple en F₂ del cruzamiento VA74 x VS485B

*** significativo al 0.1%

NS no significativo.

Tabla 7. Heredabilidad en el sentido amplio y coeficiente de variación genético en parentales y coeficientes de variación fenotípicos en F₂.

Caracteres	Parentales		CVF en F ₂ (%)	
	h ²	CVG (%)	1	2
LF	0.40	7.29	11.74	9.09
AF	0.78	25.09	19.06	15.01
F/H	0.71	4.75	5.03	8.17
Super	0.47	18.88	29.05	22.92
AF/LF	0.92	32.33	14.51	12.73

1. PRUSSIA x VS417B

2. VA74 x VS485B

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACIKGOZ, E. y RUMBAUGH, M.D. 1979. Variation in seed and seedling traits of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Can. J. Plant. Sci.* 59: 511-513.

BLUM, A. y LEHRER, W. 1973. Genetic and environmental variability in some agronomical and botanical characters of common vetch (*Vicia sativa* L.) *Euphytica*, 22: 89-97.

CORLETO, A. 1976. Correlazione tra caratteri quantitativi e produzione in tipo di *Vicia sativa* L. (ricerche triennali). *Rivista di Agronomia*, X (1-2): 80-82.

GIL, J., MARTIN, L.M., LOPEZ, R. y MORENO, M.T. (En prensa). Recolección y evaluación de germoplasma de *Vicia sativa* L. en España. *Inv. Agrar.*

MULLER, F. 1939. Wicken und p ferdebohne. *Handb. der Pflanzenzücht*, III: 64-86.

MATHER, K. y JINKS, J.L. 1971. *Biometrical genetics*. Chapman and Hall. 2a. ed. London. 382 pp.

SUMARY

The genetic of vegetative characters was studied by using the Cavalli method. Additivity, dominance and interaction effects were present in both crosses.

Heredability, variability and correlations among these characters showed that leaflet wide was the most interesting of these characters in relation to selection in the first generations.