

# Estudios sobre la utilización de la algarroba (*Vicia monantha* Rehz.) como planta forrajera. Análisis del crecimiento y rendimientos

J. TREVIÑO, R. CABALLERO y J. GIL

Instituto de Alimentación y Productividad Animal, CSIC. Madrid

## RESUMEN

*Durante tres años consecutivos se ha realizado un estudio de la producción forrajera de la algarroba. Se determinaron los rendimientos, velocidad de crecimiento y velocidad de crecimiento relativa.*

*Los rendimientos más elevados se obtuvieron entre las etapas de plena floración y de planta con legumbres medianamente maduras (6.346, 5.745 y 3.801 kg de materia seca/ha. para cada uno de los tres años, respectivamente. Los rendimientos fueron afectados significativamente ( $P = 0,01$ ) por las condiciones ambientales del año de cultivo y existió una estrecha correlación entre aquéllos y la pluviometría.*

## INTRODUCCIÓN

La existencia de un monocultivo cerealista en alternativa de *año y vez* que ocupa una extensa parte de nuestro país, actualiza de forma permanente la problemática de la agricultura de secano en zonas semiáridas y pone de manifiesto la necesidad de buscar sistemas de explotación que eviten, o al menos reduzcan, la deficiente utilización actual de suelos cuyo potencial productivo es superior al que se deriva del tradicional aprovechamiento mediante el sistema cereal-barbecho.

Desde hace años, se han venido ensayando distintas alternativas con el fin de sustituir a la clásica de *año y vez*. Entre estas alternativas, las que parecen resultar más prometedoras son aquellas que introducen, en rotación con el cereal, el cultivo de una leguminosa anual o de praderas mono o polifitas de mayor o menor duración.

Las leguminosas anuales de grano y forraje, en especial cuando se cultivan como plantas forrajeras, parece que pueden desempeñar un

importante papel en muchas zonas de nuestros típicos secanos, permitiendo no sólo un incremento de la productividad de los mismos, sino también en bastantes casos, originando una mejora de las características del suelo.

Teniendo en cuenta estos hechos, es evidente que el estudio de nuestras leguminosas anuales de grano y forraje tiene un gran interés y que la problemática que presenta su cultivo y utilización debe constituir un campo de investigación que ha de ser abordado en toda su extensión y profundidad, máxime si se tiene en cuenta la poca atención que se le ha prestado hasta el presente a la mayoría de estas leguminosas anuales.

Por las razones expuestas, en el Instituto de Alimentación y Productividad Animal del CSIC iniciamos, hace ya algunos años, un plan de investigación cuyo objetivo es el de estudiar las posibilidades forrajeras de una serie de leguminosas anuales de grano típicas en nuestro país, entre las cuales se encuentran la algarroba (*Vicia monantha* Retz.). En la presente comunicación, y como una primera parte de los trabajos realizados con esta leguminosa, presentamos los resultados obtenidos relativos al crecimiento y producción de la planta de algarroba cultivada en las condiciones habituales de secano de la zona Centro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se iniciaron en el año 1974-75 y se repitieron en 1975-76 y 1976-77. Se utilizó una parcela, situada en las proximidades de Madrid, en la que se dispuso un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones y tamaño de las subparcelas, en cada bloque, de 18 m<sup>2</sup>.

La siembra, en el mes de noviembre, se hizo a razón de 85 kg/ha. y en líneas separadas 0,35 m. La semilla, suministrada por una casa comercial, procedía de la provincia de Salamanca. El abonado anual aplicado fue de 25 kg de N; 75 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 kg de K<sub>2</sub>O por ha.

Durante todo el tiempo de duración de los ensayos, la lluvia caída fue medida mediante un pluviómetro situado en las proximidades de la parcela. La precipitación mensual registrada figura en el cuadro núm. 1.

CUADRO 1

### PRECIPITACIÓN (mm) REGISTRADA DURANTE LOS ENSAYOS (años 1974-75, 1975-76 y 1976-77)

Meses	1974-75	1975-76	1976-77
Octubre .....	12,2	3,0	74,1
Noviembre .....	54,7	34,9	48,8
Diciembre .....	13,8	64,4	117,0
Enero .....	37,3	12,0	66,8
Febrero .....	35,9	49,2	45,4
Marzo .....	32,3	13,8	8,6
Abril .....	104,9	71,2	22,5
Mayo .....	36,4	37,7	27,5
Junio .....	24,4*	0,5*	2,2*
Total .....	351,9	286,7	418,9

\* Figura exclusivamente la registrada hasta la fecha del último corte.

Los cortes y recogida de muestras se realizaron en los estados de crecimiento y desarrollo de la planta que aparecen en el cuadro 2. La producción de forraje de cada subparcela fue pesada y una muestra representativa desecada en estufa para determinación de la humedad.

CUADRO 2

ESTADO DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE ALGARROBA EN LOS QUE SE REALIZÓ LA SIEGA Y RECOGIDA DE MUESTRAS

Tratamiento	Estados
A	Vegetativo (25 cm de altura).
B	Vegetativo (35 cm de altura).
C	Iniciación de floración.
D	Plena floración.
E	Legumbres muy inmaduras.
F	Legumbres medianamente maduras.
G	Legumbres maduras.

Los resultados obtenidos se sometieron a estudio estadístico mediante el método de la varianza (SNEDECOR, 1964), ajustándose el análisis al modelo factorial completo y, en su caso, llevándose a cabo posteriormente la prueba de comparación de medias NEWMANS-KEULS (KIRK, 1968). También fue realizado un análisis de regresión múltiple paso a paso a efectos de comprobar la relación existente entre los rendimientos y la pluviometría; el modelo escogido se ajustó a la ecuación  $Y = c + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3$ , en la que las variables  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  representan la precipitación total y las precipitaciones durante treinta y sesenta días antes del corte, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se exponen los rendimientos de materia seca por hectárea de la algarroba, por año de cultivo y para siete estados de madurez progresiva de la planta. De acuerdo con estos resultados, los rendimientos aumentaron de forma continua desde las primeras etapas vegetativas hasta la etapa de plena floración, mostrando posteriormente durante la formación y desarrollo de las legumbres una evolución que varió de un año para otro. En general, los mayores rendimientos se obtuvieron en los cortes realizados entre el estado de plena floración y el estado de planta con legumbres medianamente maduras (6.436 kg en el primer año, 5.745 kg en el segundo y 3.801 kg de materia seca por hectárea en el tercer año), no existiendo diferencias significativas ( $P = 0,05$ ) entre las medias anuales correspondientes a los tres estados de planta con legumbres más o menos maduras.

Los rendimientos experimentaron variaciones significativas ( $P = 0,01$ ) por efecto del año de cultivo, siendo mucho más altos aquéllos en los

CUADRO 3

RENDIMIENTOS EN MATERIA SECA (kg/Ha) DE LA ALGARROBA A  
DIFERENTES ESTADOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Estados de crecimiento	AÑOS			MEDIAS
	1974-75	1975-76	1976-77	
A .....	1.363	1.698	1.494	1.518 <sup>a</sup>
B .....	2.470	3.849	1.781	2.700 <sup>b</sup>
C .....	4.767	4.562	2.145	3.825 <sup>c</sup>
D .....	6.436	5.063	2.298	4.599 <sup>d</sup>
E .....	6.086	5.654	3.532	5.091 <sup>e</sup>
F .....	5.833	5.745	3.801	5.126 <sup>e</sup>
G .....	6.153	5.782	2.965	4.967 <sup>e</sup>
MEDIAS	4.730 <sup>a</sup>	4.622 <sup>a</sup>	2574 <sup>b</sup>	

Los datos con distinta letra exponencial difieren significativamente para  $P = 0,01$ .

años 1974-75 y 1975-76 que en el año 1976-77. Estas acusadas oscilaciones anuales de producción parece indudable que deben atribuirse en gran medida al efecto de los factores climáticos y, muy especialmente, a las precipitaciones y su distribución a lo largo del período de vegetación de la planta, tal y como ha sido comprobado por diversos investigadores para diferentes cultivos localizados en zonas de clima árido a semiárido (LOMAS y SHASHOUA, 1973; HYCKA, 1974; ANDERSON, 1975; HADJIS-CHRISTODOULOU, 1977).

En nuestro caso, las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas para relacionar los rendimientos con la pluviometría total y la pluviometría treinta y sesenta días antes del corte corroboran lo anteriormente dicho y ponen de manifiesto que existió una elevada correlación entre los rendimientos a diferentes estados de crecimiento de la planta y la precipitación registrada (cuadro 4). Sin embargo, de acuerdo con los coeficientes de correlación parcial que figuran en el cuadro 5, la influencia atribuible a cada una de las variables pluviométricas consideradas presentó diferencias bien manifiestas y así, mientras las precipitaciones de treinta y sesenta días antes del corte ejercieron un efecto positivo, y en casi todos los casos significativos ( $P = 0,01$ ), sobre los rendimientos en materia seca, la precipitación total correspondiente al ciclo completo de vegetación actuó en sentido contrario, como consecuencia lógica de que precisamente los rendimientos más bajos coincidieron con el año en el que se dio la precipitación total más alta. Esto significa, en resumen, que los rendimientos de la algarroba dependieron más de la distribución de las precipitaciones, sobre todo de la correspondiente a los meses de marzo y abril, que de la lluvia total registrada a todo lo largo del período de cultivo de la planta.

A partir de los resultados de rendimiento y de los datos relativos al número de días transcurridos entre dos cortes sucesivos se determinó la velocidad de crecimiento de la planta, definida como el aumento en

CUADRO 4

ECUACIONES DE REGRESIÓN MÚLTIPLE QUE RELACIONAN LOS RENDIMIENTOS Y LA PLUVIOMETRÍA

Estados de crecimiento	Ecuaciones	Coefficientes de determinación	Desviación típica de la regresión
A	$y = 969,6 + 10,2 X_3$	0,54*	137,9
B	$y = 8.238,4 - 17,9 X_1$	0,97**	179,5
C	$y = 21,4 - 55,4 X_2 + 79,2 X_3$	0,97**	273,6
D	$y = 3.620,7 + 39,7 X_3 - 6,5 X_1$	0,98**	239,3
E	$y = 6.054,2 + 18,5 X_3 - 8,1 X_1$	0,93**	345,7
F	$y = 6.876,2 + 40,7 X_2 - 9,3 X_1$	0,94**	289,4
G	$y = 4.305,2 + 270,1 X_2$	0,95**	329,3

$X_1$  = Pluviometría total;  $X_2$  = pluviometría treinta días antes del corte;  $X_3$  = pluviometría sesenta días antes del corte.

\*P = 0,05; \*\*P = 0,01.

CUADRO 5

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN PARCIAL ENTRE RENDIMIENTOS (Y) Y PLUVIOMETRÍA TOTAL ( $X_1$ ), TREINTA DÍAS ANTES DEL CORTE ( $X_2$ ) Y SESENTA DÍAS ANTES DEL CORTE ( $X_3$ )

Pluviometría	Estados de crecimiento						
	A	B	C	D	E	F	G
$X_1$	-0,15	-0,98**	-0,71*	-0,43	-0,50	-0,56	-0,57
$X_2$	0,66	0,48	0,71*	0,89**	0,68*	0,86**	0,98**
$X_3$	0,74*	0,32	0,88**	0,97**	0,90**	0,85**	0,64

\*P = 0,05; \*\*P = 0,01.

materia seca total por unidad de superficie y unidad de tiempo, y la velocidad de crecimiento relativo, definida como el incremento en materia seca por unidad de tiempo y unidad de material vegetal presente (RADFORD, 1967). Los valores obtenidos aparecen en el cuadro 6 y como puede apreciarse en el mismo, las cifras más altas para la velocidad de crecimiento se dieron durante la etapa de floración (años 1974-75 y 1975-76 o entre ésta y la de iniciación de formación de las legumbres, mientras que para la velocidad de crecimiento relativo tales cifras correspondieron al período de floración (año 1974-75) o de prefloración (años 1975-76 y 1976-77). Es decir que, la actividad máxima de crecimiento de la algarroba, y por tanto máxima acumulación de materia seca de la planta, tuvo lugar durante las etapas de prefloración y floración con variaciones que estuvieron en dependencia con las condiciones climatológicas del año de cultivo.

CUADRO 6

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO (kg m.s./ha/día) Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO RELATIVO (kg m.s./día/kg material vegetal) DE LA ALGARROBA

Estados de crecimiento	Velocidad de crecimiento			Velocidad de crecimiento relativo		
	1974-75	1975-76	1976-77	1974-75	1975-76	1976-77
A .....	—	—	—	—	—	—
B .....	73,8	107,5	57,4	0,054	0,063	0,038
C .....	135,1	64,8	72,8	0,055	0,017	0,041
D .....	278,1	125,2	38,2	0,058	0,026	0,017
E .....	-29,1	45,5	94,9	-0,004	0,008	0,041
F .....	-21,0	15,2	22,4	-0,003	0,003	0,006
G .....	40,0	12,3	-64,3	0,007	0,002	-0,019

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ANDERSON, G. W., 1975: *A comparison of Vicia species for summer grazing and subsequent oats crop production in Western Australia*. Australia Journal Experimental Agriculture and Animal Husbandry, **15**:400-405.
- (2) HADJICHRISTODOULOU, A., 1978: *Genotype, environment and rainfall effects on common vetch varieties in a semiarid region*. Experimental Agriculture, **14**:81-87.
- (3) HYCKA, M., 1974: *Veza común en los secanos*. Anales de la Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, **12**:250-62.
- (4) KIRK, R. E., 1968: *Experimental desing. Procedures for the behaviour Sciences*. Brooks-Cole Publishings Co. Belmont.
- (5) LOMAS, J., y SHASSHOUA, Y., 1973: *The effect of rainfall on wheat yields in an arid region. Plant Response to Climatic Factors*. Proceedings Uppsala Symposium 1970, UNESCO, 531-8.
- (6) RADFORD, P. J., 1967: *Growth Analysis Formulae. Their Use and Abuse*. Crop Science, **7**:171-75.
- (7) SNEDECOR, G. W., 1964: *Métodos estadísticos*. Compañía Editorial Continental, S. A. México.

BARD VETCH (VICIA MONANTHA RETHZ.) AS A POTENTIAL FORAGE CROP FOR SEMIARID AREAS. YIELD AND GROWTH ANALYSIS

SUMARY

Yields and growth analysis of fodder bard vetch were studied in a semiarid area. Plants were harvested at seven stages from very early vegetative stage to mature legumes. Growth rate and relative growth rate were determined.

The highest yields were obtained from cuts taken between full flowering stage and pod filled stage (6346; 5745 and 3801 kg dry matter/Ha for each three years respectively). Yields were affected significantly by environment conditions and the variation in annual rainfall could explain a significant fraction of the variation in DM yield.