

Estudio de los rendimientos, composición química y digestibilidad de la alholva, cultivada como planta forrajera de secano en zona semiárida

J. TREVIÑO, R. CABALLERO y J. GIL

Instituto de Alimentación y Productividad Animal
(C.S.I.C.). Madrid.

RESUMEN

Durante tres años consecutivos se estudiaron los rendimientos y calidad nutritiva de la alholva como planta forrajera de secano. Se analizaron los efectos del estado de madurez, año de cultivo, densidad de siembra y asociación con avena.

Los rendimientos estuvieron influenciados significativamente ($P < 0,01$) por el estado de madurez de la planta y por el año de cultivo. Los rendimientos más elevados se dieron durante el período de formación y desarrollo de las legumbres. El efecto de la densidad de siembra y asociación con avena fue variable, dependiendo de las condiciones climatológicas.

La composición química y digestibilidad del forraje varió también en función del estado de madurez y del año de cultivo.

INTRODUCCIÓN

La alholva (*Trigonella foenum-graecum* L.) es una leguminosa anual que se encuentra como subespontánea en distintas zonas del Norte, Centro y Este de España (PASCUAL, 1978). Su cultivo, pro-

* Trabajo realizado con cargo a las subvenciones recibidas de la C.A.I.C.Y.T. y C.S.I.C.

ducción de grano o de forraje, está muy poco extendido, limitándose la superficie dedicada al mismo a pequeñas áreas localizadas, principalmente, en las provincias de Burgos y Navarra.

Sin embargo, la alholva presenta una serie de características, como su fácil adaptación a diversidad de condiciones de suelo y clima, crecimiento erecto, potencial resistencia a la sequía..., etc., que la convierten en una especie interesante, desde el punto de vista de su utilización como planta forrajera.

Debido, quizás, a la escasa importancia de su cultivo en nuestro país, los trabajos realizados sobre esta especie son muy escasos, encontrándose en la bibliografía consultada solamente datos relativos al valor nutritivo del grano (GONZÁLEZ et al., 1968; ZORITA et al., 1972), de la paja (GUEDAS y ZORITA, 1972) o a aspectos muy parciales de la composición de la planta (BARRO, 1982).

Teniendo en cuenta estos hechos, en nuestro Instituto se han realizado una serie de ensayos encaminados a obtener información sobre las posibilidades de la alholva como planta forrajera de secano en zona semiárida. En el presente trabajo, se exponen los resultados relativos a los rendimientos y calidad nutritiva del forraje en función del estado de madurez en que se cosechó la planta, condiciones climatológicas del año de cultivo, densidad de siembra y asociación con avena.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos, repetidos durante tres años consecutivos (1980-81 a 1982-83), se llevaron a cabo en una parcela, de suelo con textura areno-limosa, situada en las proximidades de Madrid.

La fertilización consistió en la aplicación anual, como abonado de fondo, de 32 Kg. de N, 60 Kg. de P_2O_5 y 60 Kg. de K_2O . La siembra, en líneas, se realizó en los primeros días del mes de noviembre, utilizando semilla procedente de la provincia de Navarra.

Durante todo el período de duración de los ensayos, las precipitaciones fueron registradas mediante un pluviómetro situado en la proximidad de la parcela. Los datos obtenidos figuran en la Tabla 1.

Los diseños experimentales fueron de bloques al azar con tres repeticiones y tamaño de las subparcelas, en cada bloque, de 30 m.².

La producción de cada subparcela fue controlada y una muestra representativa utilizada para la determinación de la humedad y la realización de los análisis químico-bromatológicos.

Los resultados se sometieron a estudio estadístico mediante el método de la varianza (SNEDECOR, 1964) y, en su caso, la prueba de comparación de medidas de NEWMANS-KEULS (KIRK, 1968).

TABLA 1

PRECIPITACIONES MENSUALES REGISTRADAS (mm.)

MESES	A Ñ O S		
	1980-81	1981-82	1982-83
Noviembre	47,3	0	71,9
Diciembre	0,8	147,8	7,0
Enero	2,1	22,6	0
Febrero... ..	30,1	50,1	8,0
Marzo	33,5	18,6	0
Abril... ..	111,8	35,8	49,6
Mayo	45,4	50,3	37,5
Junio	7,2	29,1	0,5

Ensayo núm. 1

La dosis de siembra empleada fue de 80 Kg./Ha. La planta se cosechó a cuatro estados de madurez progresiva: (A) Floración, 20-30 % de plantas con flores; (B) Iniciación de formación de legumbres; (C) Legumbres formadas y (D) Legumbres maduras. En la Tabla 2 aparecen las fechas en que se realizaron las siegas en cada uno de los tres años.

TABLA 2

FECHAS DE SIEGA

Estados madurez	A Ñ O S		
	1980-81	1981-82	1982-83
A	6/5	30/4	27/4
B	16/5	8/5	6/5
C	29/5	19/5	16/5
D	17/6	6/6	30/5

Sobre muestras recogidas en los diferentes estados de madurez se hicieron las siguientes determinaciones analíticas:

- Proteína bruta: Método macroKjeldahl (A.O.A.C., 1965).
- Fibra neutro y ácido detergentes, celulosa, hemicelulosas y lignina: Procedimientos de GOERING y VAN SOEST (1970).
- Cenizas brutas: Incineración en mufla a 600° C (A.O.A.C., 1965).
- Digestibilidad: Método químico (VAN SOEST y WINE, 1968).

Ensayo núm. 2

El tratamiento diferencial consistió en la utilización de tres densidades de siembra y asociación de la alholva con cereal. Las dosis aplicadas fueron de 60, 80 y 100 Kg./Ha., en el caso de la siembra pura, y de 60 Kg./Ha. de alholva y 20 Kg./Ha. de avena, en el de la asociación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimientos en materia seca

En la Tabla 3 se exponen los resultados de rendimiento en materia seca de la alholva cosechada a cuatro estados de madurez progresiva, y en la Tabla 5, los correspondientes a tres densidades de siembra y a la asociación del cultivo con avena.

El efecto del estado de madurez sobre los rendimientos fue significativo ($P < 0,01$). La producción de forraje aumentó durante el período de floración y formación de legumbres y, posteriormente, disminuyó a medida que se aproximó la maduración fisiológica de la planta. Los rendimientos en materia seca más elevados se dieron con el corte realizado al estado de formación de legumbres (3.060 Kg./Ha. en 1982-83) o al estado de legumbres formadas (6.497 Kg./Ha., en 1980-81).

A partir de los datos de rendimiento y de fechas de siega se determinó la velocidad de crecimiento, expresada como incremento de Kg. de materia seca por hectárea y día.

Los valores obtenidos (Tabla 4) muestran que la velocidad de crecimiento fue máxima, en todos los años, en el período comprendido entre la floración y la aparición de las legumbres y negativa en el período correspondiente a la maduración de las legumbres. En esta

última etapa, el acúmulo de materia seca derivado del proceso fotosintético fue superado por las pérdidas ocasionadas por la respiración, como consecuencia del incremento de tejidos heterotróficos (tallos lignificados y tejidos de reserva) y disminución de la capacidad de fotosíntesis de las hojas.

TABLA 3

RENDIMIENTOS EN MATERIA SECA (Kg./Ha.) DE LA ALHOLVA A DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ

Años	ESTADOS DE MADUREZ				Media
	A	B	C	D	
1980-81	4.626	5.564	6.497	4.960	5.412 ^a
1981-82	2.540	3.060	2.854	2.645	2.775 ^b
1982-83	1.680	2.142	2.085	1.824	1.933 ^o
Media	2.950 ^a	3.589 ^{bc}	3.655 ^a	3.143 ^{ab}	

Los valores con distinta letra exponencial, en la misma fila o columna, difieren significativamente para $P < 0,01$.

TABLA 4

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LA ALHOLVA (Kg. de M.S./Ha./día)

Años	ESTADOS DE MADUREZ			
	A B	B C	C D	
1980-81	93,8	71,8	— 80,1	
1981-82	65,0	— 18,7	— 11,6	
1982-83	51,3	— 5,7	— 18,6	

Los rendimientos, cualquiera que fuese el estado en que se cosechó la planta, estuvieron fuertemente influenciados por el año de cultivo, de tal forma que las variaciones atribuibles a este factor presentaron bastante más amplitud que las originadas por el estado de madurez. Y así, el rendimiento medio de todos los cortes fue el 95 % superior en 1980-81 que en 1981-82 y el 30,3 % superior en este último año que en 1982-83; individualmente, las diferencias máximas se dieron en el corte correspondiente al estado de legumbres formadas, corte en el que el rendimiento del año 1980-81 triplicó al del año 1982-83. Estas considerables oscilaciones anuales de los rendi-

mientos fueron, sin duda, una consecuencia de los que, a su vez, experimentaron las condiciones climatológicas, especialmente las precipitaciones y su distribución a lo largo del ciclo de vegetación, como lo demuestra el hecho de que las producciones más elevadas coincidieron con el año de mayor pluviometría en los meses críticos de la primavera (1980-81) y las más bajas, con el año en que las condiciones prevalecientes durante dichos meses fue de acusada sequía. En circunstancias como estas últimas, el stress hídrico a que está sometida la planta da lugar a una práctica paralización de su crecimiento, con incremento al propio tiempo de la proporción de materia seca; lluvias adicionales durante este período se traducen normalmente en un aumento de la producción con la edad de la planta, obteniéndose altas correlaciones positivas entre pluviometría y rendimientos (HADJICHRISTIDOULOU, 1976; TREVIÑO et al., 1980; idem, 1981).

Por lo que respecta al efecto de la densidad de siembra y asociación con avena sobre la producción de forraje, los resultados correspondientes a los tres años de ensayos aparecen en la Tabla 5. Como se puede apreciar en la citada Tabla, los rendimientos en materia seca fueron bastante similares para las densidades de 60 Kg./Ha. y 100 Kg./Ha. y superiores para la densidad de 80 Kg./Ha., si bien las diferencias medias entre tratamientos no tuvieron significación estadística ($P > 0,05$). Estas diferencias fueron prácticamente inapreciables en el caso del año 1981-82 y alcanzaron un 10-12 % de la producción en los otros dos años de ensayos; consecuentemente, aunque con las lógicas reservas a falta de una mayor abundancia de datos al respecto, cabría pensar en una dosis de siembra de alrededor de 80 Kg./Ha. como la más conveniente para el cultivo de la alholva como planta forrajera.

TABLA 5

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y ASOCIACION CON AVENA SOBRE LOS RENDIMIENTOS EN MATERIA SECA (Kg./Ha.) DE LA ALHOLVA

Años	DENSIDAD DE SIEMBRA Y ASOCIACION				
	60 Kg./Ha.	80 Kg./Ha.	100 Kg./Ha.	Asociación	Media
1980-81	6.237	6.833	6.162	5.868	6.75 ^a
1981-82	2.948	2.023	2.940	3.621	3.121 ^b
1982-83	1.802	2.023	1.799	2.532	2.039 ^c
Media	4.007 ^a	3.662 ^a	3.944 ^a	3.634 ^a	

Los valores con distinta letra exponencial, en la misma fila o columna, difieren significativamente para $P < 0,05$.

La asociación de la alholva con avena tuvo un claro efecto positivo sobre los rendimientos, con aumentos entre el 22 y 35 %, en los dos años en los que la primavera fue muy seca, es decir, en 1981-82 y 1982-83, pero no así en el año en que la pluviometría fue más favorable, como ocurrió en 1980-81. Los resultados evidenciaron, por tanto, una mayor capacidad de adaptación del cereal que de la leguminosa a las condiciones de stress hídrico y coincidieron en este sentido con los obtenidos por otros autores (FINLAY y WILKINSON, 1963; HADJICHRISTODOULOU, 1973).

Composición química y digestibilidad

La composición química y digestibilidad de la alholva varió con el estado de madurez en que se cosechó la planta (Tabla 6). Las diferencias fueron significativas al nivel del 1 % para todos los constituyentes analizados.

Las proporciones de proteína bruta y cenizas disminuyeron a lo largo de todo el período correspondiente a la floración y formación, desarrollo y maduración de las legumbres. La disminución fue prácticamente continua, pero el grado de intensidad de la misma no fue igual en los tres años de ensayo. Como cifra media general, la proteína bruta se redujo en un 18,9 % y las cenizas en un 23,9 % entre el estado de floración y legumbres maduras.

La proporción de fibra y la de sus principales constituyentes siguieron una evolución inversa a la de la proteína y cenizas, aumentando a medida que avanzó el estado de madurez de la planta. Y así, los valores medios de fibra neutro-detergente mostraron un incremento del 37,9 %, los de fibra ácido-detergente del 22,9 %, los de celulosa del 29,9 %, los de hemicelulosa del 89 % y los de lignina del 22,3 % entre los estados de madurez anteriormente citados.

Estos cambios de composición de la materia seca, especialmente los referentes al incremento de las proporciones de los constituyentes fibrosos, dieron lugar, como es lógico, a variaciones simultáneas de la digestibilidad, la cual manifestó una tendencia decreciente con la edad de la planta. Como valor medio para los tres años de ensayos, el coeficiente de digestibilidad de la materia seca disminuyó en 5,7 unidades entre la etapa de floración y la etapa de legumbres maduras.

La composición química y digestibilidad del forraje estuvieron también manifiestamente influenciados por el factor año de cultivo, con variaciones entre años de los valores correspondientes a los distintos estados de madurez que fueron significativas para $P < 0,01$.

TABLA 6

COMPOSICION QUIMICA (% sobre m.s.) Y DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (%) DE LA ALHOLVA A DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ

Año y estado de madurez	Proteína bruta	F.N.D.	F.A.D.	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Cenizas	Digestibilidad
1980-81								
A	19,1	32,9	28,9	20,2	4,0	7,9	12,6	67,4
B	17,4	35,8	31,2	21,7	4,6	9,0	11,5	65,3
C	16,0	40,8	35,0	24,2	5,8	9,7	10,6	63,1
D	14,8	47,2	38,4	26,7	8,8	10,6	9,2	59,7
1981-82								
A	20,8	25,8	21,6	14,7	4,2	6,2	10,9	70,7
B	18,8	27,2	22,7	15,4	4,5	6,8	9,8	69,6
C	18,1	26,8	21,3	14,5	5,5	6,5	9,0	69,6
D	17,3	34,8	27,3	18,6	7,5	7,8	8,4	65,8
1982-83								
A	21,4	24,3	20,1	13,6	4,2	5,7	10,3	71,6
B	19,6	26,1	21,8	14,7	4,3	6,2	10,0	71,0
C	19,0	26,8	22,1	15,2	4,7	6,3	8,7	70,2
D	17,6	32,6	25,4	17,7	7,2	7,2	8,1	67,1

F.N.D. = Fibra neutro-detergente; F.A.D. = Fibra ácido-detergente.

En general, el forraje producido bajo condiciones de acusada sequía, como ocurrió en la primavera de los años 1981-82 y 1982-83, mostró una mejor calidad nutritiva, tomando como base la proporción de proteína bruta y digestibilidad de la materia seca, que el producido bajo condiciones pluviométricas más favorables, caso del año 1980-81. Este efecto beneficioso del stress hídrico sobre la calidad del forraje fue especialmente manifiesto en los estados de madurez más tardíos y podría ser atribuido, a nuestro juicio, a la mayor proporción de hojas y legumbres existentes en la planta como consecuencia de la escasa altura que alcanzó la misma bajo dichas condiciones de stress. Los resultados, en todo caso, son coincidentes con los aportados por otros autores (DEINUM, 1966; HADJICHRISTODOULOU, 1976).

CONCLUSIONES

La producción forrajera de la alholva se mostró muy variable, en dependencia con las condiciones climatológicas del año de cultivo. Cuando estas condiciones fueron favorables, los rendimientos en materia seca alcanzaron cifras plenamente satisfactorias.

Los rendimientos más elevados se obtuvieron cuando la planta se cosechó durante el período de formación y desarrollo de las legumbres.

La densidad de siembra más adecuada, de las tres ensayadas, fue la de 80 Kg./Ha.

La calidad nutritiva del forraje, basada en el contenido en proteína y digestibilidad, fue buena. Las características se asemejaron a las de otras leguminosas forrajeras de uso más frecuente.

BIBLIOGRAFIA

- A. O. A. C., 1965. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. 9 th Ed. Washington, DC.
- BARRO, C., 1982. La alholva: Usos, cultivo y estudio de sus carotenoides. Avances en Alimentación y Mejora Animal, 23, 11, 11-14.
- DEINUM, B., 1966. Climate, nitrogen and grass. I. Research into the influence of light intensity, temperature, water supply and nitrogen on the production and chemical composition of grass. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, 66, 11, 1-91.
- FINALY, K. W.; WILKINSON, G. N., 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 14, 742-754.
- GOERING, M. K.; VAN SOEST, P. J., 1970. Forage fiber analyses. USDA. ARS Agric. Handb. No. 379.

- GONZÁLEZ, G.; BARROS, M. L.; OCIO, E., 1968. Investigaciones sobre el valor de las semillas de alholva (*Trigonella foenum graeco* L.) enteras y desmucilaginasadas en la alimentación de pollos, y medios para incrementarlo. *Anales de Edafología y Agrobiología*, XXVII, 9-10, 707-723.
- GUEDAS, J. R.; ZORITA, E., 1972. Digestibilidad y valor nutritivo de la paja de alholva (*Trigonella foenum graecum*). *Trabajos de la Estación Agrícola Experimental de León*, IX, 429-435.
- HADJICHRISTODOULOU, A., 1973. Production of forage from cereals, legumes and their mixtures under rainfed conditions in Cyprus. *Technical Bulletin*. No. 14, Cyprus Agricultural Research Institute.
- IDEM, 1976. Effect of harvesting stage on cereal and legume forage production in low rainfall regions. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 86, 155-161.
- KIRK, R. E., 1968. *Experimental design. Procedures for the behaviour Sciences*. Brooks/Cole Publishing Co., Belmont.
- PASCUAL, H., 1978. *Leguminosas de la Península Ibérica y Baleares*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- SNEDECOR, G. W., 1964. *Métodos estadísticos*. Compañía Editorial Continental, S. A. México.
- TREVIÑO, J.; CABALLERO, R.; GIL, J., 1980. Estudios sobre la utilización de la algarroba (*Vicia monanthos* Rehz.) como planta forrajera. *Análisis del crecimiento y rendimientos*. *Pastos*, 10, 2, 138-143.
- IDEM, 1981. Estudios sobre la utilización del yero (*Vicia ervilia* Willd.) como planta forrajera de secano. *Análisis del crecimiento y rendimientos*. XXI Reunión Científica de la S.E.E.P. León.
- VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H., 1968. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 51, 780-785.
- ZORITA, E.; GUEDAS, J. R.; SUÁREZ, A.; GUADA, J. A., 1972. Digestibilidad y valor nutritivo de las semillas de ocho leguminosas cultivadas para grano. *Trabajos de la Estación Agrícola Experimental de León*, IX, 443-452.

YIELD AND QUALITY OF FENUGREEK FORAGE AS INFLUENCED BY HARVESTING STAGE AND SOWING RATE IN A SEMIARID REGION

SUMMARY

Field trials were conducted during three years to study the effect of harvesting stage and sowing rate on yield and forage quality of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) grown under dryland Mediterranean conditions.

Yields were significantly ($P < 0,01$) affected by harvest treatment and year. The highest D.M. yields were obtained when harvesting at the beginning of pod formation or at full pod formation. The effect of sowing rate was variable, depending on annual rainfall conditions. D.M. composition of forage varied with stage of harvesting and year.