

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA Y CALIDAD FORRAJERA DE LEGUMINOSAS ANUALES DE CLIMA MEDITERRÁNEO

Dry matter yield and quality of some mediterranean annual legumes

Julio Otal*, Alberto Quiles, Juan Orengo, Micaela Martínez, Antonio Ramírez

Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, 30100 Espinardo, Murcia. España.

***Autor para correspondencia:** Dr. Julio Otal. Tel: +34 868888186, Fax: +34 868884147.
E-mail: juotal@um.es

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la producción y calidad forrajera de variedades locales de algarroba (*Vicia monanthos*), almorta (*Lathyrus sativus*), guisante forrajero (*Pisum sativum*), veza común (*Vicia sativa*), alverjón (*Vicia narbonensis*) y yero (*Vicia ervilia*). El estudio se realizó en tres localidades de la provincia de Albacete, España, durante tres años consecutivos de cultivo. Los muestreos se realizaron en abril, junio y julio y en cada muestra se determinaron los parámetros cualitativos, materia seca (% MS), proteína bruta (% PB), fibra ácido detergente (% FDA), fibra neutro detergente (% FDN) y energía metabolizable (Mcal) y a partir de ellos la producción (kg MS/ha). En el muestreo de abril la especie de mayor rendimiento ($P \leq 0,05$) fue el yero (1.127 kg MS/ha, 20,98% PB y 2,327 Mcal/kg MS) seguido de veza común (924 kg MS/ha, 23,01% PB 2,498 Mcal/kg MS). En el muestro de junio las especies de mayor rendimiento ($P \leq 0,05$) fueron vicia común (1.895 kg MS/ha, 20,01% PB y 2,247 Mcal/kg MS) y el yero (1.802 kg MS/ha, 16,12% PB y 2,033 Mcal/kg MS). En julio también fueron el yero (2.880 kg MS/ha, 13,98 % PB y 1,906 Mcal/kg MS) y la veza común (2.777 kg MS/ha, PB 14,97% y 2,043 Mcal/kg MS) las especies de mayor rendimiento ($P \leq 0,05$). Nuestros resultados indican que en las condiciones de del estudio el yero y la veza común fueron las especies de más productivas y por tanto de mayor interés como forraje, desde el final del período vegetativo hasta la plena madurez.

Palabras clave: Calidad forrajera, *Lathyrus*, *Pisum*, producción, *Vicia sp.*,

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the forage yield and quality of local varieties of Bard vetch (*Vicia monanthos*), Grass pea (*Lathyrus sativus*), Field pea (*Pisum sativum*), Common vetch (*Vicia sativa*), Narbon vetch (*Vicia narbonensis*) and Bitter vetch (*Vicia ervilia*). The trial was carried out in three locations over

three consecutive years of harvest. Quantitative (kg DM/ha) and qualitative variables (dry mater (%DM), crude protein (%PB), acid detergent fiber (%FAD), neutral detergent fiber (%FND) and metabolizable energy (Mcal) were determined for April, June and July. Highest yield in the April sampling was Bitter vetch (1.127 kg DM/ha, 20,98 %PB and 2,327 Mcal/kg DM), followed by Common vetch (924 kg DM/ha, 23,01 %PB and 2,498 Mcal/kg DM). In the June, the highest yield species were Common vetch (1.895 kg DM/ha, 20,01 %PB and 2,247 Mcal/kg DM) and Bitter vetch (1.802 kg DM/ha, 16,12 %PB and 2,033 Mcal/kg DM). For July, the highest yield was for Bitter vetch (2.880 kg DM/ha, 13,98 %PB and 1.906 Mcal/kg DM), followed by Common vetch (2,777 kg DM/ha, 14,97 %PB and 2,043 Mcal/kg DM). Our results shown that, under the conditions of our study, Common vetch and Bitter vetch were the species of greater interest as fodder for ruminants from the end of the vegetative period to the crop attained full ripeness.

Key words: Forage quality, *Lathyrus*, *Pisum*, producción, *Vicia sp.*

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción ovina que se practica en las zonas semiáridas de clima mediterráneo es mayoritariamente subsidiario de la producción agrícola. En este sistema se aprovechan los pastos naturales, los matorrales y los derivados de los cultivos como los barbechos y las rastrojeras. Debido a las condiciones climáticas, una característica de estos recursos es que están disponibles durante un breve período y son de baja calidad (Caballero, 2001). El momento más crítico para la alimentación de los pequeños rumiantes domésticos es la primavera y principios del verano, ya que estos son los períodos de mayores necesidades alimenticias para las ovejas, final de la gestación y la lactación. Además, hay períodos en los que los rebaños dependen casi exclusivamente de las rastrojeras y, especialmente, de la alimentación de pesebre con heno, y concentrado cereales y leguminosas. La dieta de los rumiantes que pastan las rastrojeras en estos sistemas es muy deficiente en proteína ya que según Caballero (2001), se compone únicamente de 570 ± 440 kg/ha de la paja y 140 ± 90 kg/ha de grano sin cosechar.

Según Howieson y cols. (2000), la introducción de leguminosas de invierno como cultivo de rotación para los cereales de secano ofrece ventajas como la interrupción de los ciclos de las enfermedades de los cereales, la reducción del desarrollo de especies no desea-

bles y mejoras en la estructura del suelo y la fertilidad. Además, el crecimiento de la avena como único cultivo no es un sistema agrícola sostenible (Jones y Arous, 1999; Díaz-Ambrosina y Mínguez, 2001; y Yau y cols., 2003). En las zonas semiáridas la rotación de cereales y barbecho muestra una baja eficiencia en el uso del agua (Halvorson y REULE, 1994, Unger, 1994) y a medio plazo no es siempre una práctica satisfactoria. Des esta forma, Pala y cols. (2007) y Ryan y cols. (2008 a y b) mostraron que las rotaciones trigo-leguminosas tuvieron un efecto significativo en la cantidad y la calidad del grano y la paja producidas y, en consecuencia, sobre la utilización eficiente del agua. Según estos estudios, algunas rotaciones basadas en variedades de garbanzo fueron tan eficaces como el barbecho, mientras que los resultados obtenidos con las lentejas fueron aún mejor. Los sistemas de rotación cereal-leguminosa no sólo aportan una mayor producción sostenible de los cultivos, sino que también son más eficientes en términos de uso de la precipitación. Según Entz y cols. (2002), los beneficios y las sinergias entre la agricultura y la producción animal podría incrementarse si los rebaños pueden pastar directamente estas leguminosas utilizadas en el sistema de rotación de cereales. Sin embargo, la mayoría de los estudios de los cultivos de leguminosas se han centrado en el rendimiento y la calidad de grano o heno, todo ello en condiciones de mayor precipitación o regadío.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la potencialidad del cultivo en secano de leguminosas, analizando variables cualitativas y productivas en tres períodos de pastoreo: principios de primavera, final de primavera y principio del verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en tres localidades en el sureste de Castilla la Mancha, España: Aguas Nuevas 1° 55' 07" O, 38 ° 57' 33" N, 704 m.s.n.m.; Chinchilla 1° 20' 21" O, 38° 52' 21" N, 986 m.s.n.m. y Bonete 1° 43' 28" O, 38° 55' 32" N, 889 m.s.n.m., en los períodos 1992-1993, 1993-1994 y 1994-1995. Según la Soil Survey Staff (2003), los suelos son de tipo cálcico Petrocalcids (arenoso con pH = 8.41), xérico Hapalargids (Limo-arenoso pH= 8.52, y xérico Petrocalcids (Limo-arenoso pH= 8.65), respectivamente. En la Tabla 3 se muestran precipitaciones y temperaturas por localidad y año. Estos datos pertenecen a las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología situadas en el mismo término municipal que las parcelas experimentales.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los bloques principales fueron las tres localidades: Aguas Nuevas, Chinchilla y Bonete, los subbloques fueron los tres años de cultivo: el año 1, 1992-1993, año 2, 1993-1994 y el año 3, 1994-1995, y los sub-subbloques consistieron en una variedad local de cada una de las siguientes seis especies de leguminosa forrajera: algarroba (*Vicia monanthos*, variedad local), almorta (*Lathyrus sativus*), guisante forrajero (*Pisum sativum*), veza común (*Vicia sativa*), alberjón (*Vicia narbonensis*), yero (*Vicia ervilia*).

Cada año, las siembras se realizaron en secano, en la primera quincena de octubre (otoño). Dicha siembra se llevó a cabo por medio de una sembradora de precisión en parcelas experimentales de 1,2 m x 16 m. En todos los casos la dosis de semilla fue de 150 kg/ha y se utilizó la dosis de fertilización habitual en la zona: 20, 41 y 20 kg/ha de N, P y K, respectivamente.

Los muestreos se realizaron en tres períodos del año: en la segunda semana de abril (principio de primavera), coincidiendo con el final de la fase de crecimiento vegetativo, primera quincena de junio (final de la primavera), período de

Tabla 1. Fechas de muestreo e intervalo inter-muestreos en las tres localidades y años.

Localidad	Año	Fecha de primer muestreo	Intervalo días	Fecha de segundo muestreo	Intervalo días	Fecha de tercer muestreo
Aguas Nuevas	Año 1	21 abril	49	09 junio	34	13 julio
	Año 2	20 abril	52	11 junio	25	06 julio
	Año 3	18 abril	52	09 junio	28	07 julio
Chinchilla	Año 1	22 abril	50	11 junio	33	14 julio
	Año 2	21 abril	50	10 junio	27	07 julio
	Año 3	21 abril	47	07 junio	31	08 julio
Bonete	Año 1	23 abril	50	12 junio	33	15 julio
	Año 2	19 abril	51	09 junio	30	09 julio
	Año 3	22 abril	47	08 junio	34	12 julio

floración y fructificación y primera quincena de julio (principio de verano) madurez total de los cultivos. Para la realización de los muestreos se utilizó un cuadrado de metal de 25 cm x 25 cm, siendo lanzado al azar cuatro veces por parcela. De esta biomasa forrajera se extrajo una muestra de un kg para su análisis. Para determinar el contenido de materia seca (MS) las muestras se secaron a 60°C durante 72 horas en una estufa de aire forzado. Posteriormente fueron homogeneizadas, molidas y pasadas a través de un tamiz de 1 mm.

Los análisis realizados en todas las muestras fueron los siguientes: el contenido de cenizas por incineración a 550°C, y el contenido de proteína bruta (PB) utilizando el método de Kjeldahl (método de la AOAC 1980). La fibra neutro detergente (FDN) y ácido detergente (FAD) se determinaron por los métodos de Van Soest y cols. (1991). La Energía metabolizable (EM), expresada en Mcal se calculó utilizando los coeficientes de digestibilidad indicados en Options Méditerranéenes (1990) para similares condiciones fenológicas.

Para cada período de muestreo, los datos cualitativos (PB, FAD, FND y EM) y productivos (kg MS/ha, Mcal EM/ha y kg PB/ha) fueron tratados mediante el análisis de varianza (ANOVA) con el programa de ordenador SPSS⁺ para Windows, versión 15.0.1 (SPSS, Chicago, IL). Con objeto de estudiar la evolución de las producciones de las distintas especies se calcularon las tasas de crecimiento de los cultivos mediante la expresión $\text{Kg MS control 2} - \text{Kg MS control 1} / \text{N}^\circ \text{ de días}$ (las fechas de muestreo para cada localidad y año se exponen en la Tabla 1). En el cálculo se consideraron los factores fijos en el modelo fueron: la localidad, el año y la variedad de leguminosas y sus interacciones. Cuando se encontraron diferencias significativas, se utilizó la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre medias para un nivel de $p < 0,05$. Para el estudio de la media global de las producciones se aplicó el Modelo Lineal General con Medidas Repetidas donde

el factor intra-sujetos fue el muestreo (factor Time indicado en la Tabla 5 de significación de probabilidades) y los factores inter-sujetos fueron las variables localidad, año y leguminosa. En este caso también se utilizó la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre medias para un nivel de $p < 0,05$, cuando se encontraron diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Tabla 2 se indica la significación estadística de los efectos de los factores, localidad, año y especie de leguminosa sobre los parámetros cualitativos y de producción, así como las interacciones de primer y segundo orden. En cuanto a los efectos principales, no se encontraron diferencias significativas entre las tres localidades para los parámetros cualitativos (PB, FAD, FND y EM) en cualquiera de los períodos de muestreo, mientras que para los factores año y leguminosa sí fueron significativas las diferencias.

Además, en todos los períodos de muestreo (abril, junio y julio), sólo hay una interacción significativa entre el año y la leguminosa forrajera para la variable EM. Desde un punto de vista productivo, los efectos principales fueron significativos para kg MS/ha, Mcal EM/ha y kg PB/ha ($p < 0,001$). En el muestreo de abril fueron significativas la mayoría de las interacciones de primero y segundo orden. Sin embargo, para los muestreos de junio y julio, no se encontraron interacciones significativas con excepción de los de año x leguminosas. Sin embargo, otros autores que trabajaron con variedades de triticale o de centeno (Delogu y cols., 2002, Kim y cols., 2005) encontraron diferencias significativas entre localidades para los dos tipos de variables (cualitativas y producción).

Según puede observarse en la Tabla 3, las precipitaciones acumuladas medias para la serie de 25 años fueron muy similares en las tres localidades. Por otra parte, en las tres localidades se observó una tendencia parecida, siendo

Tabla 2. Significación de los efectos principales y sus interacciones en Análisis de Varianza sobre la producción y calidad de seis leguminosas forrajeras

Muestras	Source	gl	Componentes cualitativos				Producción		
			PB	FND	FAD	EM	kg DM/ha	kg PB/ha	EM/ha
Abril	Localidad	2	NS	NS	NS	NS	***	***	***
	Año	2	*	***	***	***	***	***	***
	Leguminosa	5	***	***	***	***	***	***	***
	Localidad x año	4	NS	NS	NS	NS	*	NS	**
	Localidad x Leguminosa	10	NS	NS	NS	NS	**	*	***
	Año x Leguminosa	10	NS	NS	NS	**	***	***	***
	Localidad x Año x Leguminosa	20	NS	NS	NS	NS	***	NS	***
	Error	162							
	Total	216							
Junio	Localidad	2	NS	NS	NS	NS	***	***	***
	Año	2	***	***	***	***	***	***	***
	Leguminosa	5	***	***	***	***	***	***	***
	Localidad x año	4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Localidad x Leguminosa	10	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Año x Leguminosa	10	NS	NS	NS	***	***	**	***
	Localidad x Año x Leguminosa	20	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Error	162							
	Total	216							
Julio	Localidad	2	NS	NS	NS	NS	***	***	***
	Año	2	***	***	***	***	***	***	***
	Leguminosa	5	***	***	***	***	***	***	***
	Localidad x año	4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Localidad x Leguminosa	10	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Año x Leguminosa	10	NS	NS	NS	***	**	*	**
	Localidad x Año x Leguminosa	20	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Error	162							
	Total	216							

gl = Grados de libertad

PB = Proteína bruta, FND = Fibra neutro detergente, FAD = Fibra ácido detergente and EM = Energía metabolizable.

*, **, *** Significación a 0.05, 0.01, 0.001 niveles de probabilidad, respectivamente. NS = No significativa a nivel de probabilidad de 0.05

Tabla 3. Precipitaciones y temperatura en las tres localidades

Localidad	Estación	Lluvia (mm)				Temperaturas (°C)			
		Año 1	Año 2	Año 3	Media 25 años	Año 1	Año 2	Año 3	Media 25 años
Aguas									
Nuevas	Otoño	90.2	152.8	144.2	108.5	14.8	13.1	15.1	14.2
	Invierno	109.2	36.0	14.0	74.4	5.9	6.8	6.9	5.8
	Primavera	79.8	88.6	9.9	125.1	11.9	13.8	13.1	11.8
	Verano	81.0	4.5	121.3	62.5	23.0	25.4	23.3	22.9
	Suma	360.2	281.9	289.4	370.5	Media	13.9	14.8	14.6
Chinchilla									
Chinchilla	Otoño	102.1	132.9	135.4	106.6	14.8	12.7	15.2	14.2
	Invierno	90.0	52.3	29.4	88.8	5.3	6.0	6.7	5.5
	Primavera	121.7	83.1	42.7	125.4	11.7	13.6	13.4	11.5
	Verano	72.6	16.2	87.2	63.9	23.5	26.5	24.1	22.6
	Suma	386.4	284.5	294.7	384.7	Media	13.8	14.7	14.9
Bonete									
Bonete	Otoño	66.5	137.5	149.0	117.7	15.1	17.4	14.9	14.5
	Invierno	192.0	83.5	11.0	88.2	5.4	6.0	6.5	5.8
	Primavera	108.3	80.7	33.0	112.7	11.2	10.8	12.6	12.3
	Verano	56.5	7.7	68.5	65.3	22.9	20.7	22.2	21.8
	Suma	423.3	309.4	261.5	383.9	Media	13.6	13.7	14.1

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología. España

las precipitaciones del primer año similares a la media de la serie de 25 años y las del segundo y tercer año 100 mm inferiores. Las temperaturas medias durante el período de 25 años también fueron próximas en los tres lugares (13,6° C, 13,5° C y 13,6° C). Las temperaturas medias en el primer año fueron similares a los de la serie de 25 años, y más altas para el segundo y tercer año.

La composición química varió en las diferentes etapas de crecimiento de las plantas. En nuestro estudio, el contenido de PB de todas las leguminosas se redujo con la madurez los cultivos desde una media general de 22,21% en abril a 18,78% en junio y 14,60% en julio

(Tabla 4). Este resultado está en concordancia con lo indicado por Fujihara y cols. (2004) y Borreani y cols. (2007), que trabajó con dos cultivares de guisante y otras especies de leguminosas forrajeras. El contenido en PB fue mayor en el primer año que en el segundo y tercero, para todas las especies y en todos los muestreos. Este hecho podría explicarse por las mayores precipitaciones, especialmente las de primavera. Iglesias y Lloveras (1998), en estudios realizados en áreas más húmedas, también describieron un efecto de la precipitación anual en el contenido en PB en la veza (22,7% el año de menos lluvia y 27,5% el año de más) y en el guisante (21,2% el año de menos lluvia

Tabla 4. Proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y energía metabolizable (EM) media de seis leguminosas muestreadas en abril, junio y julio, en tres años de estudio.

	PB (%)			FND (%)			FAD (%)			EM (Mcal/kg MS)		
	Abril	Junio	Julio	Abril	Junio	Julio	Abril	Junio	Julio	Abril	Junio	Julio
¹ AÑO												
Año 1	22.54 b	19.27 b	15.44 c	31.56 a	36.74 a	39.21 a	22.41 a	25.86 a	28.35 a	2.517 c	2.266 c	2.081 c
Año 2	22.14 ab	18.62 b	14.59 b	33.08 b	37.91 b	41.18 b	23.46 b	27.13 b	29.94 b	2.440 b	2.195 b	1.970 b
Año 3	21.94 a	18.44 a	13.77 a	32.79 b	38.75 b	43.47 c	23.71 b	27.39 c	31.30 c	2.403 a	2.134 a	1.864 a
² LEGUMINOSA												
Algarroba	22.31 b	18.72 b	14.17 ab	30.56 ab	37.80 ab	43.35 c	22.84 bc	25.90 ab	29.83 bc	2.509 d	2.232 c	1.949 b
Almorta	22.69 b	20.20 b	15.60 c	30.25 a	36.24 a	38.07 a	23.85 c	27.13 bc	31.44 c	2.554 e	2.290 d	1.951 b
Guisante	21.27 a	17.55 a	14.04 ab	34.09 de	37.02 ab	40.16 ab	20.84 a	25.26 a	29.80 bc	2.385 b	2.152 b	2.010 c
Veza	23.01 b	20.01 b	14.97 bc	31.92 bc	37.10 ab	41.23 bc	22.10 b	27.13 bc	27.98 a	2.498 d	2.247 c	2.047 d
Alberjón	22.97 b	20.07 b	14.84 abc	33.21 cd	38.06 b	42.09 bc	23.68 c	26.86 b	28.94 ab	2.456 c	2.237 c	1.967 b
Yero	20.98 a	16.12 a	13.98 a	34.84 e	40.58 c	42.82 bc	25.86 d	28.48 c	31.20 c	2.327 a	2.033 a	1.906 a
Media Total	22.21	18.78	14.60	32.48	37.80	41.29	23.19	26.79	29.86	2.455	2.200	1.972

^{1, 2} Para año y leguminosa, medias con diferentes letras en columnas indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$

Tabla 5. Significación de los efectos principales y sus interacciones en Análisis del Modelo Lineal General sobre las variables de producción, tomando la variable muestreo como factor intra-sujetos

Source	gl	Producción		
		kg DM/ha	kg PB/ha	EM/ha
Time	2	***	***	***
Localidad	2	***	***	***
Año	2	***	***	***
Leguminosa	5	***	***	***
Localidad x año	4	NS	NS	NS
Localidad x Leguminosa	10	NS	NS	NS
Año x Leguminosa	10	**	NS	**
Localidad x Año x Leguminosa	20	NS	NS	NS
Error	162			

y 23,8% el año de más). En el muestreo de abril, el valor medio de contenido en PB de las seis leguminosas fue significativamente mayor en el primer año (22,54%) que en el segundo (22,14%) y tercero (21,94%). En este muestreo las especies con más bajos contenidos en PC fueron el guisante con un 21,27% y el yero con un 20,98%. En el muestreo de junio se mantienen el guisante y el yero como las especies de menor contenido con 17,55% y 16,12% respectivamente. En el muestro de julio las diferencias entre especies disminuyen, destacando la almorta como la de mayor contenido en PB (15,60%) y el yero como la menor (13,98%).

En todas las especies de leguminosas el contenido de FDN y FDA fue significativamente inferior en el primer año que en el segundo y tercer año en todos los muestreos, como se indica en el Tabla 4. Estos resultado parecen indicar que las condiciones climáticas del segundo y tercer año provocaron una maduración más precoz en los cultivos, lo cual estaría también en consonancia con el menor contenido en PB. En los muestreos de abril y junio, el yero fue la especie con más alto contenido de FDN y FDA (34,84% y 25,86 en abril y 40,58% y 28,48

en junio). Por el contrario, las leguminosas con menor contenido de fibra fueron el guisante para FND y la almorta para FAD, probablemente debido a un estado de madurez menor. En el muestreo de julio el yero continúa siendo de las especies con mayor contenido en fibra, aunque las de menor fueron la almorta con 38,07% de FND y la veza con un 27,98% de FAD.

El contenido en EM fue disminuyendo desde una media de 2,455 Mcal/kg MS en abril hasta 1,972 Mcal/kg MS en julio. Considerando la media de los tres años, la almorta mostró la más alta calidad para el mes de abril y junio, con 2,554 y 2,290 Mcal/kg MS, respectivamente, mientras que el yero fue la de menor calidad (2,327 y 2,033 Mcal/kg MS). En el muestreo de julio, la de mayor calidad fue el guisante con 2,047 Mcal/kg MS, continuando el yero con la calidad más baja (1,906 Mcal/kg MS).

La producción forrajera fue aumentando a lo largo de los muestreos tanto en kg MS/ha como en kg PB/ha y Mcal EM/ha (Tabla 6). Para estas variables se encontraron diferencias significativas en las localidades, en Chinchilla más altas que las de Bonete, y éstas a su vez más altas que las de Aguas Nuevas en abril (916, 786 y 631

kg MS/ha respectivamente) y en junio (1.762, 1.609, 1.428 kg MS/ha, respectivamente). En el muestreo de julio, las producciones de Chinchilla se igualaron a las de Bonete, mientras que se mantuvieron las diferencias con las de Aguas Nuevas (2.638, 2.569 y 2.168 kg MS/ha). No obstante, si consideramos la media global de los muestreos, se puede observar que la producción de la localidad Aguas Nuevas es inferior ($P < 0.05$) a las otras dos. Ello es debido a que en esta localidad, la tasa de crecimiento de los cultivos es siempre significativamente menor. Considerando la variable año, en todos los muestreos y en todas las localidades, las producciones del primero fueron significativamente mayores que las del segundo y éstas mayores que las del tercero, lo cual se mantiene constante en las tasas de crecimiento de los cultivos y la media global de los muestreos. Esta mayor producción del primer año podría explicarse por la mayor pluviometría ocurrida. Sin embargo, en el segundo y tercer año fueron muy similares la temperatura y las precipitaciones acumuladas y las diferencias de producción también fueron significativas. Las diferencias entre el segundo y tercer año podrían explicarse porque en el tercer año las precipitaciones de invierno y primavera fueron mucho menores que en el segundo año (124,6 mm frente a 23,9 mm de Aguas Nuevas, 135,4 mm vs 72,1 mm y 164,2 mm en Chinchilla vs 44,0 mm de Bonete). Autores como Cousin (1997) y Uzun y cols. (2005) indicaron también la especial sensibilidad a la sequía de primavera, sobretudo en la fase de floración y fructificación del guisante. Los resultados sugieren que este fenómeno afecta a todas las especies de nuestro estudio, pero con diferentes intensidades, ya que se obtuvo una interacción significativa entre el año y las leguminosas en todos los muestreos. Esto mismo ocurre si consideramos la variable muestreo como un factor intra-sujetos (Tabla 5). Las mayores diferencias en rendimiento se dieron entre el primer y tercer año. Comparando las producciones de estos dos años, se observó que en los tres muestreos

las especies que registraron un descenso más pronunciado fueron las más productivas, el yero y la veza, con una disminución del 60% frente a un descenso medio del 53%.

Según se observa en la Tabla 6, se puede considerar que en todos los muestreos se establecieron dos grupos de leguminosas. En un grupo se encontraron las especies algarroba, almorta y guisante con menores producciones y en el otro se encontraron las especies yero, veza y alverjón con mayores producciones, lo cual se pone también de manifiesto con las pendientes de las curvas de crecimiento (valores de a en la ecuación $y = ax + b$) que se muestran en la Tabla 7. El yero es la especie que produce más hasta el momento de realización del primer muestreo (1127 kg MS/ha) y tras una fase de crecimiento dentro del grupo más bajo entre los muestreos de abril y junio, vuelve a destacar de nuevo entre los muestreos de junio y julio, llegando a ser la especie de mayor producción media de todos los muestreos (1960 kg MS/ha). La veza comienza con un crecimiento menor (924 kg MS/ha) pero sus mayores tasas de crecimiento hacen que tanto en el muestreo de julio como en la media de de los muestreos se iguale a las producciones del yero. Este hecho parece indicar que estas dos especies fueron las más adaptadas a la variabilidad de las condiciones edafoclimáticas de nuestro estudio. Con respecto al alverjón, esta especie parece demostrar una menor adaptación a las condiciones climáticas del estudio ya que su producción comienza significativamente inferior al yero y la veza (fase otoño e invierno), y sin embargo durante la fase de muestreos mantiene una tasa de crecimiento sostenida, llegando al final del ciclo a igualar las producciones de la veza. Si consideramos la producción en forma de EM/ha, la veza presenta la media global de los muestreos más elevada (4084 Mcal/ha), sin embargo, cuando se expresa la producción en kg PB/ha, con respecto a la media de los tres muestreos se establecen dos grupos más diferenciados, uno formado por veza, yero y alverjón como más productivos y

Tabla 6. Producción de MS (kg MS/ha), energía metabolizable (Mcal EM/ha) y PB (kg PB/ha) de seis leguminosas muestreadas en abril, junio y julio en tres localidades y tres años de estudio.

	kg MS/ha			Mcal EM/ha			kg PB/ha											
	Abril	TC A-J	Junio	TC J-J	Julio	Media muestreos	Abril	TC A-J	Junio	TC J-J	Julio	Media muestreos						
³ LOCALIDAD																		
Aguas Nuevas	631 a	16 a	1428 a	26 a	2168 a	1409 a	1546 a	31 a	3140 a	38 a	4247 a	2978 a	138 a	31 b	266 a	1.5 a	310 a	238 a
Chinchilla	916 c	17 b	1762 c	30 b	2638 b	1772 b	2281 c	32 b	3930 c	48 b	5317 b	3843 c	207 b	2.9 b	336 c	2.1 b	398 b	314 c
Bonete	786 b	16 a	1609 b	33 b	2569 b	1655 b	1948 b	32 b	3570 b	54 b	5122 b	3547 b	174 c	1.9 a	300 b	2.4 c	371 b	282 b
⁴ AÑO																		
Año 1	1117 c	24 c	2339 c	35 c	3509 c	2322 c	2811 c	50 c	5300 c	61 c	7302 c	5138 c	252 c	4.5 c	440 c	3.0 c	540 c	411 c
Año 2	707 b	15 b	1469 b	29 b	2244 b	1473 b	1725 b	29 b	3224 b	44 b	4420 b	3123 b	156 b	2.2 b	273 b	2.0 b	327 b	252 b
Año 3	509 a	11 a	1026 a	19 a	1608 a	1048 a	1223 a	20 a	2189 a	26 a	2998 a	2137 a	112 a	1.6 a	186 a	1.2 a	223 a	174 a
⁵ LEGUMINOSA																		
Algarroba	600 a	15 a	1371 a	30 b	2283 a	1418 a	1505 a	31 b	3059 a	45 b	4449 a	3004 a	134 a	2.3 a	257 a	2.2 b	324 ab	238 a
Almorta	632 ab	14 a	1333 a	24 a	2051 a	1339 a	1614 ab	29 b	3052 a	31 a	4002 a	2899 a	143 ab	3.1 b	269 a	1.6 ab	320 a	288 a
Guisante	674 ab	16 a b	1462 a	22 a	2124 a	1420 a	1607 ab	31 b	3147 a	37 a	4268 a	3007 a	143 ab	2.2 a	257 a	1.3 ab	298 ab	233 a
Veza	924 c	19 b	1895 b	28 b	2777 bc	1865 bc	2309 c	39 bc	4259 c	47 bc	5683 b	4084 c	214 c	3.4 b	379 b	1.2 a	416 c	336 b
Alverjón	710 b	21 b	1735 b	29 b	2635 b	1693 b	1744 b	43 c	3881 bc	43 ab	5184 b	3603 b	164 b	4.1 c	349 b	1.4 ab	391 bc	301 b
Yero	1127 d	15 a	1872 b	33 c	2880 c	1960 c	2622 d	24 a	3806 b	55 c	5491 b	3973 bc	236 c	1.5 a	302 a	3.3 c	403 c	314 b
Media Total	778	17	1611	28	2453	1614	1909	33	3534	43	4846	3430	173	3	300	2.0	363	279

¹ Tasa de crecimiento del cultivo entre los muestreos de abril y junio, ² Tasa de crecimiento del cultivo entre los muestreos de junio y julio.

^{3,4,5} Para las variables localidad, año y leguminosa, medias con diferentes letras en columnas indican diferencias significativas para $P \leq 0.05$.

Tabla 7. Valores de los coeficientes, constantes y el coeficiente de correlación r para las rectas de regresión calculadas de la forma $Y = aX + b$, donde Y representa la producción de MS (kg MS/ha), energía metabolizable (Mcal EM/ha) o PB (kg PB/ha). y X el número de días transcurridos desde la plantación hasta el muestreo

	MS			EM			PB		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r
Algarroba	7,08	-186,38	0,88	14,48	-302,39	0,92	1,12	-17,64	0,95
Almorta	6,54	-150,56	0,91	13,55	-224,87	0,95	1,12	-15,52	0,96
Guisante	6,90	-152,79	0,91	14,25	-260,68	0,94	1,06	-12,64	0,97
Veza	9,00	-191,56	0,92	19,14	-315,58	0,95	1,51	-15,06	0,98
Alberjón	8,40	-212,86	0,89	17,33	-356,35	0,92	0,14	-21,13	0,95
Yero	9,27	-166,11	0,93	18,18	-228,83	0,96	1,38	-8,71	0,99
Media Total	7,85	-176,00	0,91	16,16	-279,76	0,94	1,27	-15,53	0,97

otro formado por almorta, algarroba y guisante, sin diferencias significativas dentro de estos grupos.

En conclusión, las variaciones climáticas interanuales afectaron de forma significativa tanto las producciones como la calidad de las leguminosas. En general, las diferencias en %PB y Mcal EM/kg MS existentes entre los muestreos y entre las especies no compensaron las diferencias de producción, resultando siempre que una mayor producción en kg MS/ha se correspondió con una mayor producción en EM/ha y en PB/ha. Las dos especies que presentaron un mayor rendimiento general desde la primera fase de desarrollo hasta la madurez total de los cultivos fueron el yero y la veza. Por este motivo podemos considerar que en nuestras condiciones, estas especies fueron las que presentaron mayor potencial para constituir una reserva forrajera en las épocas de mayor necesidades para la producción ovina.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural

Chemists ed. Williams Harwite, (15th ed.) Wasington. USA.

BORREANI G., PEIRETTI P., TABACCO G. E. 2007. Effect of harvest time on yield and pre-harvest quality of semi-leafless grain peas (*Pisum sativum* L.) as whole-crop forage. *Field Crops Res.* 100: 1-9.

CABALLERO R. 2001. Typology of cereal-sheep farming systems in Castile-La Mancha (south-central Spain). *Agricultural Systems* 68: 215-232.

COUSIN R., 1997. Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research* 53: 111-130.

DELOGU G., FACCINI N., FACCIOLI P., REGGIANI F., LENDINI M., BERARDO N., ODOARDI M. 2002. Dry matter yield and quality evaluation at two phenological stages of forage triticale grown in the Po Valley and Sardinia, Italy. *Field Crops Res.* 74: 207-215.

DÍAZ-AMBRONA C.H., MÍNGUEZ M.I. 2001. Cereal-legume rotations in a Mediterranean environment: biomass and yield production. *Field Crops Research* 70: 139-151

ENTZ M.H., BARON V.S., CARR P.M., MEYER D.W., SMITH S.R., MCCAUGHEY

- W.P. 2002. Potential of forages to diversify cropping systems in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94: 240–250.
- FUJIHARA T., ABDULRAZAK S.A., ICHINOHE T., FARIANI A., WARLY L., EVITAYANI. 2004. Comparative Rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in west Sumatra, Indonesia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17: 1107-1111
- HALVORSON A.D., REULE C.A. 1994. Nitrogen fertilizer requirements in an annual dryland cropping system. *Agron. J.* 86: 315-318.
- HOWIESON J.G., O'HARA G.W., CARR S.J. 2000. Changing roles for legumes in Mediterranean agriculture: developments from an Australian perspective *Field Crops Research* 65: 107-122.
- IGLESIAS I., LLOVERAS J. 1998. Annual cool-season for forage production in mild winter areas. *Gras and Forage Science* 53: 318-325.
- JONES M. J. AROUS Z. 1999. Effect of time of harvest of vetch (*vicia sativa* L) on yields of subsequent barley in a dry mediterranean environment. *J Agronomy & Crop Science* 182: 291-294.
- KIM J. D., KWON C. H., SHIN C. N., KIM C. H., KIM D. A. 2005. Effect of location, year and variety on forage yield and quality of winter rye. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18: 997-1002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*, Sixth Revised Edition, National Academy Press Washington, D.C.
- OPTIONS MEDITERRANEENNES. 1990. *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne*. CIHEAM. Serie B: n° 4.
- OTAL J., MARTÍNEZ M., QUILES A., PÉREZ-SEMPERE J. I., RAMÍREZ A., FUENTES F., HEVIA M. L. 2008. Effect of location, year and variety on winter cereal forage yield and quality in the southern plateau of the Spain. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21: 1416-1424.
- PALA M., RYAN J., ZHANG H., SINGH M., HARRIS H.C. 2007. Water-use efficiency of wheat-based rotation systems in a Mediterranean environment. *Agricultural water management* 93: 136-144.
- RYAN, J., IBRIKCI H., SINGH M., MATAR A., MASRI S., RASHID A., PALA M. 2008a. Response to residual and currently applied phosphorus in dryland cereal/legume rotations in three Syrian Mediterranean agroecosystems. *Europ. J. Agronomy* 28: 126-137.
- RYAN, J., PALA M., MASRI S., SINGH M., HARRIS H. 2008b. Rainfed wheat-based rotations under Mediterranean conditions: Crop sequences, nitrogen fertilization, and stubble grazing in relation to grain and straw quality. *Europ. J. Agronomy* 28: 112-118.
- SOIL SURVEY STAFF. 2003. *Keys to Soil Taxonomy Ninth Edition*. United States Department of Agriculture (USDA) and Natural Resources Conservation Service (NRCS).
- UNGER P.W. 1994. Tillage effects on dryland wheat and sorghum production in the southern Great Plains. *Agron. J.* 86: 310-314.
- UZUN A., BILGILI U., SINCİK M., FİLYA I., ACIKGOZ E. 2005. Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *Europ. J. Agronomy* 22: 85–94.
- VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B., LEWIS B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
- YAU S.K., BOUNEJMATE M., RYAN J., BALBAKI R., NASSAR A., MAACAROUN R. 2003. Barley-legumes rotations for semi-arid areas of Lebanon. *European Journal of Agronomy*, 19: 599- 610.