

## EVALUACIÓN DE 26 CULTIVARES DE ALFALFA EN EL OESTE ESPAÑOL

L. GARCÍA CRIADO<sup>1</sup>, B.R. VÁZQUEZ-DE-ALDANA<sup>1</sup>, L.F. LORENZO MARTIN<sup>1</sup>,  
A. GARCÍA-CIUDAD<sup>1</sup>, C. PETISCO<sup>1</sup>, S. VICENTE TAVERA<sup>2</sup> Y B. GARCÍA-  
CRIADO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca; IRNASA- CSIC.

Cordel de Merinas, 40-52. 37008 Salamanca (España). <sup>2</sup>Departamento de Estadística. Edificio F.E.S. Campus Miguel deUnamuno. 37007 Salamanca (España). e-mail para correspondencia: beatriz.dealdana@imasa.csic.es

### RESUMEN

La alfalfa es uno de los principales cultivos forrajeros en España que se aprovecha principalmente mediante siega (heno en campo y deshidratación), para la alimentación del ganado. El objetivo de este trabajo fue evaluar 26 cultivares de alfalfa, en regadío, en la provincia de Salamanca, durante un período de cinco años controlando producción de materia seca, altura de las plantas y persistencia. Se analizó además la concentración de proteína bruta en el tercer año de muestreo. En el primer y quinto año se realizaron cuatro cortes, y en el segundo, tercer y cuarto año seis cortes. La producción anual de materia seca media de los cultivares fue de 937 g m<sup>-2</sup> (primer año), 1725 g m<sup>-2</sup> (segundo año), 1578 g m<sup>-2</sup> (tercer año), 1640 g m<sup>-2</sup> (cuarto año), 818 g m<sup>-2</sup> (quinto año). Se encontraron diferencias significativas en la producción entre cultivares, en varios cortes y todos los años. Del total de 26 cultivares ensayados, destacan 10 como los más productivos tanto en el tercer año de control como en la media de los cinco años: 'Alfamer', 'Aragón', 'Baraka', 'Campera', 'Capitana', 'Nogara', 'Sprinter', 'San Isidro', 'Sutter' y 'Victoria'. La concentración media de proteína bruta más baja se registró en el tercer corte (19,4%) y la más alta en el sexto (26,4%), no existiendo diferencias entre los cortes cuarto (21,1%) y quinto (21,2%). La diferencia en la concentración de proteína bruta entre cultivares no fue significativa.

**Palabras clave:** Cultivo forrajero, producción, proteína bruta, persistencia, *Medicago sativa*.

## INTRODUCCIÓN

La transformación de extensas áreas de secano en regadío, unido al elevado número de cultivos excedentarios (remolacha, patata) y también a la gran demanda de recursos fitogenéticos para el consumo del ganado, hacen que el cultivo de plantas forrajeras, especialmente el de la alfalfa (*Medicago sativa* L.), sean de gran interés y con un futuro muy prometedor en la Comunidad de Castilla y León, máxime si tenemos en cuenta los factores edafoclimáticos y el grado de empobrecimiento al que están llegando algunos suelos de cultivo.

La alfalfa es uno de los cultivos forrajeros más extendidos en España; es una planta apreciada por su producción, valor nutritivo, resistencia a enfermedades, persistencia y resistencia a las bajas temperaturas del invierno (del Pozo Ibañez, 1983).

Según el Anuario de Estadística Agraria referente a datos de 2009 (MMARM, 2010), después de las praderas polifitas incluidas en el grupo, es el primer cultivo forrajero en superficie (221 281 ha), y en producción (más de 10 millones de toneladas, en peso verde). La distribución entre comunidades de esta superficie de cultivo está concentrada principalmente en Aragón (39,1%), seguida de Castilla y León (29,7%), Cataluña (15,1%) y Castilla la Mancha (4,7%). En Castilla y León la superficie dedicada al cultivo de la alfalfa se ha incrementado en los últimos diez años en un 34,0%.

La alfalfa se destina casi en su totalidad, a la alimentación animal y se consume principalmente deshidratada (67%) y henificada (30%) siendo muy reducido el consumo directo en pastoreo (MMARM, 2010). La utilización de forrajes deshidratados ha aumentado considerablemente en los últimos años y, a nivel nacional es el único cultivo forrajero que se destina a la deshidratación (MMARM, 2010). Además, datos de las campañas de los últimos años, muestran que la producción de forrajes deshidratados en España supone casi un 50% del total de la UE (AEFA, 2011).

En la provincia de Salamanca los pastos de dehesa ocupan una gran extensión (más del 50%) y se aprovechan principalmente por ganado vacuno y ovino en régimen extensivo. Sin embargo, la superficie dedicada al cultivo de la alfalfa (720 ha; MMARM, 2010) es bastante reducida e insuficiente para cubrir las necesidades del ganado en épocas de penuria, por lo que es necesario importar alfalfa henificada de otras comunidades. La implantación en los últimos años de un número considerable de plantas deshidratadoras en Castilla y León, así como las características de la zona, hacen que la alfalfa pueda ser un cultivo de interés y con gran potencial en esta comunidad (Morales Corts *et al.*, 2000).

Existe un elevado número de cultivares de alfalfa en el mercado, ya que es una especie que se caracteriza por su adaptación a un gran número de ambientes. El cultivar 'Aragón' se utiliza principalmente en el valle del Ebro, en regadío, con un

aprovechamiento mediante siega del 98,8% (Delgado *et al.*, 2004). El cultivar 'Tierra de Campos' está muy extendido en la zona centro de Castilla y León (Valladolid, Palencia y León) donde se cultiva en secano con aprovechamiento mediante siega para heno, pastoreo de los rebrotes y para la producción de semilla.

La información existente sobre el comportamiento agronómico de cultivares de alfalfa es escasa, estando limitada a unos pocos, o referida a la zona del valle del Ebro (Cataluña, Aragón) (Lloveras *et al.*, 1998; Delgado, 2003). En el resto de España, los estudios publicados sobre ensayos de alfalfa son escasos, por lo que es de interés realizar ensayos con nuevos cultivares que permitan conocer las diversas características fenológicas, agronómicas y de calidad de los mismos, especialmente para la zona del oeste español.

El principal objetivo de este trabajo fue la evaluación de 26 cultivares de alfalfa inscritos en el Registro Nacional de Variedades de la Oficina Española de Variedades Vegetales (OEVV), cultivados en una zona de regadío de la provincia de Salamanca. Durante cinco años consecutivos se controló la producción, altura y persistencia, y además se analizó el contenido en proteína bruta de todos los cortes del tercer año.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una parcela de regadío de la finca experimental 'Muñovela' (término municipal de Barbadillo, Salamanca), durante el período 2003-2007. La parcela de ensayo se situó sobre un suelo areno-arcilloso, con un pH ligeramente ácido; de bajo contenido en nitrógeno y materia orgánica, muy bajo en potasio y magnesio, normal en calcio y en fósforo (Tabla 1).

Las características climáticas registradas durante el periodo de duración del ensayo, se muestran en la Tabla 2. La temperatura media anual fue de 11,6 °C y las temperaturas extremas fueron -9,6 °C en enero de 2006 y 39,5 °C en agosto de 2007; la precipitación anual osciló entre 274 mm (año 2004) y 504 mm (año 2003).

Se consideraron 26 cultivares de alfalfa inscritos en el Registro Nacional de Variedades de la OEVV: 'Alfamed', 'Almar', 'Altiva', 'Ampurdan', 'Aragón', 'Barms 82439', 'Baraka', 'Campera', 'Capitana', 'Cusal', 'Diamond', 'Mediterránea', 'Melissa', 'Milfeuill', 'Miral', 'Monarca', 'Nogara', 'Oro', 'Pascal', 'San Isidro', 'Sprinter', 'Supreme 13R', 'Sutter', 'Tierra de Campos', 'Verdal' y 'Victoria'. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se montaron parcelas elementales de 5,0 m x 1,3 m (6,5 m<sup>2</sup>), separadas unas de otras por pasillos de 30 cm.

TABLA 1  
**Características físico-químicas del suelo.**  
*Physical and chemical soil characteristics.*

Parámetro	
pH	6,4
Materia orgánica (%)	1,03
N total (%)	0,06
Relación C/N	10,5
P asimilable (ppm)	20,3
K <sup>+</sup> de cambio (ppm)	44,3
Mg <sup>2+</sup> de cambio (ppm)	18,3
Ca <sup>2+</sup> de cambio (ppm)	2054
Arena gruesa (%)	23,0
Arena fina (%)	56,5
Limo (%)	7,2
Arcilla (%)	13,3
Textura	Areno-arcillosa

TABLA 2  
**Temperatura media mensual (Tm) y precipitación mensual (P) en el período del ensayo (2003-2007) y valores medios en la serie climática de 25 años anteriores al ensayo.**

*Mean monthly temperature (Tm) and monthly precipitation (P) during the experiment (2003-2007) and mean values of the climatic series of 25 years previous to the trial.*

Mes	Serie climática		2003		2004		2005		2006		2007	
	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)
Enero	3,5	44,7	3,6	93,7	5,7	20,0	1,2	0,1	3,3	18,6	4,0	7,0
Febrero	5,3	42,7	4,2	49,8	5,5	14,0	0,8	16,6	5,1	18,0	6,3	60,1
Marzo	7,5	26,9	9,7	31,2	5,1	31,0	6,6	29,2	9,9	81,9	5,8	14,3
Abril	8,9	47,0	10,4	20,0	8,7	20,4	9,7	31,1	7,9	44,7	9,2	41,8
Mayo	12,7	56,5	14,5	20,3	12,2	41,8	14,6	34,2	14,3	42,8	12,8	21,1
Junio	17,2	30,0	21,6	16,0	20,1	2,0	20,7	17,1	19,0	25,4	16,0	23,4
Julio	20,5	14,7	21,3	12,4	21,1	0,0	21,7	2,1	20,5	6,6	19,2	0,0
Agosto	20,4	12,2	24,0	16,9	20,0	24,2	20,8	7,1	19,7	27,5	19,7	26,6
Septiembre	17,2	33,5	18,2	52,4	19,1	0,6	16,0	8,0	15,9	19,9	16,8	45,2
Octubre	11,9	54,6	11,6	107,8	13,0	84,4	12,3	104,2	13,6	39,7	13,6	39,7
Noviembre	7,0	54,2	8,5	57,8	5,2	14,2	5,7	45,0	5,8	0,0	6,0	33,6
Diciembre	4,7	58,1	4,9	25,4	3,7	21,0	2,9	28,6	3,3	27,0	3,2	27,0
<b>T media anual</b>	<b>11,4</b>		<b>12,7</b>		<b>11,6</b>		<b>11,1</b>		<b>11,5</b>		<b>11,1</b>	
<b>P anual</b>		<b>475,0</b>		<b>503,7</b>		<b>273,6</b>		<b>323,3</b>		<b>352,1</b>		<b>339,8</b>

Se utilizaron semillas procedentes de material sobrante de ensayos anteriores realizados durante varios años, en colaboración con el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, actualmente OEVV. Se hizo un estudio previo del poder germinativo de cada cultivar y se determinó el peso de 1000 semillas con el fin de utilizar la misma dosis de semillas viables ( $12,5$  millones  $\text{ha}^{-1}$ ). Ello conllevó a utilizar una dosis de siembra próxima a  $30$   $\text{kg ha}^{-1}$  en el caso de  $100\%$  de viabilidad. La dosis de siembra de los distintos cultivares osciló entre  $25$   $\text{kg ha}^{-1}$  y  $60$   $\text{kg ha}^{-1}$ , dependiendo del peso de las semillas en cada caso y de la viabilidad de las mismas. La siembra se efectuó a voleo en los primeros días del mes de Abril de 2003.

El abonado de establecimiento se incorporó a voleo con las labores previas de preparación del terreno y fue de  $64$  unidades fertilizantes de N,  $120$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $120$  de  $\text{K}_2\text{O}$  por ha. En el abonado de mantenimiento se aplicaron  $48$  unidades fertilizantes de N,  $90$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $90$  de  $\text{K}_2\text{O}$  por ha y año, a principios del mes de marzo, durante los cinco años que duró el experimento. A partir del segundo año de cultivo y durante la parada invernal, se aplicó el herbicida Velpar (Hexacinaona  $90\%$ ) a una dosis de  $650$   $\text{g ha}^{-1}$  con objeto de eliminar la vegetación espontánea.

Las parcelas experimentales se mantuvieron durante un total de cinco años consecutivos (2003-2007) controlando los parámetros que se detallan a continuación. La altura de las plantas se midió en campo en todos los cortes excepto en el primero, ya que en este corte las plantas suelen estar ligeramente postradas. En cada una de las parcelas, se determinó la altura como la media de los valores medidos en cuatro puntos distintos. La producción de forraje se estimó mediante siega de la vegetación, efectuándose cuatro cortes en el primer y quinto año de cultivo, y seis cortes en el resto de los años. Los cortes se realizaron en el inicio de floración, excepto el primer corte de los años 2004, 2005 y 2006 que se realizó al iniciarse el rebrote en la base de los tallos en primavera. El último corte de cada año se efectuó antes de la llegada del periodo de heladas. En el último año de ensayo, el primer corte se realizó un mes más tarde de lo habitual, ya que el correspondiente a primeros de junio se desestimó debido a un fuerte ataque del gusano verde (*Phytonemus variabilis* Hbst.). Para el corte de la vegetación se utilizó una moto-segadora provista de una barra de corte de  $1$  m de ancho, que se pasaba por el centro de la parcela en el sentido longitudinal de la misma, controlándose  $5$   $\text{m}^2$  por parcela; de esta forma el efecto borde entre parcelas era mínimo. La biomasa total obtenida en cada parcela se pesó en verde directamente en el campo, tomándose posteriormente submuestras de unos  $500$  g que se guardaron en bolsas de plástico herméticamente cerradas y se trasladaron al laboratorio para determinar la producción de materia seca, mediante secado en estufa de aire forzado a  $60$   $^{\circ}\text{C}$  durante  $48$  horas. En cada año, se determinó la producción por corte, anual y estacional de materia seca.

Durante los tres últimos años, se valoró la persistencia de plantas en cada una de las parcelas (en una escala de 0 a 9) al final del ciclo productivo.

Se analizó el contenido de proteína bruta mediante el método Kjeldhal, en las muestras del tercer año de cultivo (sólo en uno de los bloques o repeticiones).

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para determinar diferencias en altura y producción de materia seca entre cultivares para cada uno de los cortes de cada año. Cuando el ANOVA fue significativo, se utilizó el test de mínima diferencia significativa (MDS) para las comparaciones entre medias. Las diferencias entre cortes en la producción de cada uno de los años, se determinaron en un ANOVA adicional. Los datos de persistencia se analizaron mediante ANOVA para determinar diferencias entre cultivares cada año. Respecto a la proteína bruta, dado que sólo se disponía de una repetición para cada cultivar y corte, los datos se sometieron a un ANOVA con el factor cultivar, y otro con el factor corte (pero no la interacción). Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS 17 (SPSS, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción de materia seca y altura

#### *Primer año*

En el primer año de establecimiento primaveral, en el que se efectuaron cuatro cortes, se controló la altura de las plantas en el tercero y cuarto, no existiendo diferencias entre ambos cortes (Tabla 3). Los valores medios en los distintos cultivares oscilaron entre 39,6 cm ('Verdal') y 51,5 cm ('Mediterránea') (Tabla 4).

La producción media de los cultivares aumentó significativamente ( $P < 0,05$ ) del primer corte ( $149 \text{ g m}^{-2}$ ) al tercero ( $282 \text{ g m}^{-2}$ ) (Tabla 5). El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre cultivares sólo en el caso del tercer corte. La producción anual media de todos los cultivares, fue relativamente baja, como corresponde a una implantación de primavera ( $937 \text{ g m}^{-2}$ ). Únicamente se diferenciaron 'Bar ms 82439' con la producción máxima ( $1011 \text{ g m}^{-2}$ ) y 'Verdal' con la producción mínima ( $806 \text{ g m}^{-2}$ ) (Tabla 6).

Producciones similares en el primer año de ensayo han sido descritas por García Criado y García Criado (1983) y Delgado *et al.* (2004); sin embargo, Amella *et al.* (1985) obtuvieron resultados inferiores.

TABLA 3

**Altura (cm) media de los 26 cultivares de alfalfa, en cada uno de los cortes y años de muestreo. El nivel de significación hace referencia al resultado del ANOVA sobre diferencias entre cultivares en cada uno de los cortes; en el caso de de ser significativo se indica el valor de la mínima diferencia significativa (MDS) a  $P < 0,05$ .**

*Average height of 26 alfalfa cultivars, at each harvest and at each sampling year. Signification level is the result of the ANOVA to test differences among cultivars at each harvest; when ANOVA was significant the least significant difference value (LSD) at  $P < 0.05$  is detailed.*

Año	Corte	Fecha	Rango	Media	SD	CV (%)	Sig	MDS
1	3	21/08/2003	34-58	46,0	5,18	11,2	NS	
	4	30/09/2003	26-62	45,9	6,43	14,0	*	8,42
2	2	29/06/2004	65-84	73,2 <sup>d</sup>	3,81	5,2	***	4,14
	3	22/07/2004	43-73	60,6 <sup>c</sup>	5,71	9,4	***	6,48
	4	25/08/2004	43-70	61,2 <sup>c</sup>	6,64	10,8	NS	
	5	20/09/2004	29-61	46,5 <sup>b</sup>	6,54	14,1	***	7,48
	6	27/10/2004	11-43	28,9 <sup>a</sup>	6,96	24,9	***	5,32
3	2	17/06/2005	50-71	60,4 <sup>c</sup>	4,53	7,5	NS	
	3	12/07/2005	50-78	66,4 <sup>d</sup>	5,92	8,9	***	6,52
	4	04/08/2005	38-67	53,2 <sup>b</sup>	7,52	14,1	***	6,00
	5	09/09/2005	38-77	61,5 <sup>c</sup>	8,28	13,4	***	9,13
	6	07/10/2005	16-48	35,6 <sup>a</sup>	8,01	23,1	***	7,43
4	2	14/06/2006	57-78	69,2 <sup>c</sup>	4,50	6,5	**	5,15
	3	12/07/2006	32-74	61,3 <sup>b</sup>	7,67	12,3	***	7,94
	4	10/08/2006	26-76	56,9 <sup>b</sup>	10,14	17,8	***	11,30
	5	13/09/2006	29-88	56,1 <sup>b</sup>	10,18	18,1	***	10,36
	6	31/10/2006	18-56	37,9 <sup>a</sup>	7,96	20,9	***	6,36
5	2	31/07/2007	0-72	51,2 <sup>c</sup>	21,00	40,9	***	24,1
	3	05/09/2007	0-76	43,6 <sup>b</sup>	25,74	58,9	***	27,2
	4	15/10/2007	0-54	31,6 <sup>a</sup>	19,31	61,1	***	18,1

*Para cada año de muestreo, en columnas, valores con distinta letra muestran diferencias significativas al nivel  $P < 0,05$*

*SD= desviación estándar*

*CV= coeficiente de variación*

*NS = No significativo*

*\* / \*\* / \*\*\* Diferencias significativas al nivel de  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$  respectivamente*

TABLA 4

**Altura media anual de 26 cultivares de alfalfa, en cada año de ensayo y media de los cinco años. Para cada año de muestreo, en columnas, valores con distinta letra muestran diferencias significativas al nivel  $P < 0,05$ .**

*Annual average height of 26 alfalfa cultivars at each sampling year, and average of five years. For each sampling year, in columns, values with different letter were statistically significant at  $P < 0.05$ .*

Variedad	Año					Media
	1	2	3	4	5	
Alfamer	44,6	55,0 <sup>defg</sup>	58,1 <sup>fghijk</sup>	59,6 <sup>efghi</sup>	52,0 <sup>def</sup>	53,9
Almar	51,3	57,3 <sup>fg</sup>	62,9 <sup>k</sup>	64,7 <sup>hi</sup>	22,9 <sup>abc</sup>	51,8
Altiva	47,5	52,1 <sup>bdef</sup>	52,5 <sup>bdef</sup>	55,4 <sup>bdef</sup>	21,9 <sup>ab</sup>	45,9
Ampurdan	48,5	53,2 <sup>cdefg</sup>	51,7 <sup>abdef</sup>	56,3 <sup>bdefg</sup>	56,2 <sup>ef</sup>	53,2
Aragon	45,5	55,0 <sup>defg</sup>	60,5 <sup>ghijk</sup>	59,1 <sup>defghi</sup>	52,5 <sup>def</sup>	54,5
Bar ms 82439	47,1	54,3 <sup>cdefg</sup>	50,5 <sup>abede</sup>	49,0 <sup>ab</sup>	38,5 <sup>bdef</sup>	47,9
Baraka	44,9	57,4 <sup>fg</sup>	62,6 <sup>jk</sup>	66,1 <sup>i</sup>	60,8 <sup>f</sup>	58,4
Campera	46,6	54,5 <sup>defg</sup>	56,1 <sup>defghi</sup>	59,1 <sup>defghi</sup>	54,2 <sup>ef</sup>	54,1
Capitana	48,9	57,0 <sup>efg</sup>	60,3 <sup>ghijk</sup>	61,5 <sup>efghi</sup>	57,5 <sup>ef</sup>	57,0
Cusal	48,6	55,5 <sup>defg</sup>	56,7 <sup>efghijk</sup>	57,9 <sup>defghi</sup>	35,6 <sup>bde</sup>	50,9
Diamond	47,1	51,6 <sup>bde</sup>	51,4 <sup>abede</sup>	51,8 <sup>bed</sup>	41,0 <sup>bdef</sup>	48,6
Mediterránea	51,5	57,2 <sup>fg</sup>	61,0 <sup>hijk</sup>	60,9 <sup>efghi</sup>	9,8 <sup>a</sup>	48,0
Melissa	45,5	52,5 <sup>cdef</sup>	55,0 <sup>cdefgh</sup>	50,8 <sup>abc</sup>	25,7 <sup>abc</sup>	45,9
Milfeuil	45,1	46,0 <sup>a</sup>	46,0 <sup>a</sup>	43,6 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	38,4
Miral	43,4	49,0 <sup>abc</sup>	49,6 <sup>abcd</sup>	50,7 <sup>abc</sup>	51,8 <sup>def</sup>	48,9
Monarca	45,0	53,3 <sup>cdefg</sup>	51,4 <sup>abede</sup>	51,7 <sup>bed</sup>	51,5 <sup>def</sup>	50,6
Nogara	42,5	47,3 <sup>ab</sup>	49,2 <sup>abc</sup>	50,0 <sup>ab</sup>	46,9 <sup>cdef</sup>	47,2
Oro	47,6	55,4 <sup>defg</sup>	54,3 <sup>cdefg</sup>	54,1 <sup>bde</sup>	42,4 <sup>bdef</sup>	50,7
Pascal	48,5	56,3 <sup>efg</sup>	55,5 <sup>cdefghi</sup>	56,1 <sup>bdefg</sup>	44,4 <sup>bdef</sup>	52,2
San Isidro	46,4	58,1 <sup>g</sup>	60,7 <sup>ghijk</sup>	63,7 <sup>ghi</sup>	55,7 <sup>ef</sup>	56,9
Sprinter	47,0	57,4 <sup>fg</sup>	61,6 <sup>ijk</sup>	63,0 <sup>efghi</sup>	60,4 <sup>ef</sup>	57,9
Supreme	43,8	54,8 <sup>defg</sup>	54,3 <sup>cdefg</sup>	55,7 <sup>bdef</sup>	52,2 <sup>def</sup>	52,1
Sutter	43,4	53,7 <sup>cdefg</sup>	56,3 <sup>efghij</sup>	62,9 <sup>efghi</sup>	57,0 <sup>ef</sup>	54,6
Tierra de Campos	42,5	53,4 <sup>cdefg</sup>	51,8 <sup>abdef</sup>	49,6 <sup>ab</sup>	28,9 <sup>abcd</sup>	45,2
Verdal	39,6	50,4 <sup>abcd</sup>	47,6 <sup>ab</sup>	50,1 <sup>ab</sup>	9,8 <sup>a</sup>	39,5
Victoria	41,6	54,5 <sup>defg</sup>	58,2 <sup>fghijk</sup>	60,5 <sup>efghi</sup>	55,1 <sup>ef</sup>	54,0
Media	45,9	53,9	55,2	56,3	42,1	50,7

TABLA 5

**Producción de materia seca (g m<sup>-2</sup>) de 26 cultivares de alfalfa, en cada corte y año de cultivo. El nivel de significación hace referencia al resultado del ANOVA sobre diferencias entre cultivares en cada uno de los cortes; en el caso de ser significativo se indica el valor de la mínima diferencia significativa (MDS) a P<0,05.**

*Dry matter yield of 26 alfalfa cultivars, at each harvest and sampling year. Signification level is the result of the ANOVA to test differences among cultivars at each harvest; when ANOVA was significant the least significant difference value (LSD) at P<0.05 is detailed.*

Año	Corte	Fecha	Rango	Media	SD	CV (%)	Sig	MDS
1	1	10/06/2003	56 - 295	149 <sup>a</sup>	38,5	25,8	NS	
	2	22/07/2003	100 - 385	255 <sup>b</sup>	54,5	21,4	NS	
	3	21/08/2003	98 - 490	282 <sup>c</sup>	46,4	16,5	*	60,2
	4	30/09/2003	101 - 347	250 <sup>b</sup>	44,4	17,7	NS	
	<b>Anual</b>		<b>532- 1200</b>	<b>937</b>	<b>115</b>	<b>12,3</b>	<b>*</b>	<b>198</b>
2	1	20/05/2004	121 - 507	350 <sup>e</sup>	60,0	17,2	**	73,4
	2	29/06/2004	279 - 513	406 <sup>d</sup>	58,2	14,3	NS	
	3	22/07/2004	198 - 489	310 <sup>e</sup>	46,8	15,1	**	54,4
	4	25/08/2004	218 - 379	300 <sup>e</sup>	31,4	10,5	*	40,4
	5	20/09/2004	127 - 288	215 <sup>b</sup>	32,1	15,0	**	34,6
	6	27/10/2004	57 - 195	144 <sup>a</sup>	34,2	23,7	**	31,0
<b>Anual</b>		<b>1295 - 2007</b>	<b>1725</b>	<b>144</b>	<b>8,4</b>	<b>NS</b>		
3	1	19/05/2005	90 - 506	334 <sup>e</sup>	76,9	23,0	NS	
	2	17/06/2005	229 - 396	326 <sup>e</sup>	33,9	10,4	**	39,6
	3	12/07/2005	175 - 389	289 <sup>d</sup>	39,5	13,7	**	41,4
	4	04/08/2005	129 - 302	221 <sup>e</sup>	40,4	18,2	**	37,0
	5	09/09/2005	130 - 329	253 <sup>b</sup>	38,0	15,0	NS	
	6	07/10/2005	56 - 232	153 <sup>a</sup>	42,2	27,5	**	39,8
<b>Anual</b>		<b>1123 - 1907</b>	<b>1578</b>	<b>164</b>	<b>10,4</b>	<b>**</b>	<b>197</b>	
4	1	11/05/2006	231 - 510	379 <sup>d</sup>	63,0	16,6	**	64,2
	2	14/06/2006	291 - 533	382 <sup>d</sup>	45,4	11,9	NS	
	3	12/07/2006	35 - 360	269 <sup>e</sup>	57,7	21,5	**	61,1
	4	10/08/2006	41 - 362	246 <sup>b</sup>	84,4	34,3	**	94,1
	5	13/09/2006	16 - 330	229 <sup>b</sup>	75,5	32,9	**	79,8
	6	31/10/2006	28 - 191	135 <sup>a</sup>	33,6	24,8	**	35,2
<b>Anual</b>		<b>808 - 2084</b>	<b>1640</b>	<b>263</b>	<b>16,0</b>	<b>**</b>	<b>290</b>	
5	1	03/07/2007	0,0 - 461	291 <sup>d</sup>	84,3	28,9	**	84,4
	2	31/07/2007	0,0 - 363	213 <sup>c</sup>	98,2	46,0	**	93,8
	3	05/09/2007	0,0 - 368	186 <sup>b</sup>	116,5	62,8	**	113
	4	15/10/2007	0,0 - 220	127 <sup>a</sup>	75,6	59,4	**	74,4
	<b>Anual</b>		<b>0,0 - 1280</b>	<b>818</b>	<b>341</b>	<b>41,8</b>	<b>**</b>	<b>306</b>

Para cada año de muestreo, en columnas, valores con distinta letra muestran diferencias significativas al nivel P<0,05

SD= desviación estándar

CV= coeficiente de variación

NS = No significativo

\*/ \*\*/\*\* Diferencias significativas al nivel de P<0,05; P<0,01; P<0,001 respectivamente

TABLA 6

**Producción anual de materia seca ( $\text{g m}^{-2}$ ) de 26 cultivares de alfalfa, en cada año de ensayo y media de los cinco años. Para cada año de muestreo, en columnas, valores con distinta letra muestran diferencias significativas al nivel  $P < 0,05$ .**

*Annual dry matter yield of 26 alfalfa cultivars, at each harvest and mean value of five years. For each sampling year, in columns, values with different letter were statistically significant at  $P < 0.05$ .*

Variedad	Año					Media
	1	2	3	4	5	
Alfamer	987 <sup>ab</sup>	1756 <sup>abcd</sup>	1733 <sup>efg</sup>	1833 <sup>efg</sup>	976 <sup>efg</sup>	1457 <sup>bcd</sup>
Almar	944 <sup>ab</sup>	1608 <sup>ab</sup>	1536 <sup>abcdef</sup>	1664 <sup>defg</sup>	497 <sup>abcd</sup>	1290 <sup>abcd</sup>
Altiva	974 <sup>ab</sup>	1707 <sup>abcd</sup>	1560 <sup>abcdefg</sup>	1509 <sup>abcde</sup>	517 <sup>abcd</sup>	1253 <sup>abcd</sup>
Ampurdan	994 <sup>ab</sup>	1771 <sup>abcd</sup>	1518 <sup>abcde</sup>	1696 <sup>defg</sup>	1061 <sup>efg</sup>	1408 <sup>bcd</sup>
Aragón	924 <sup>ab</sup>	1794 <sup>abcd</sup>	1774 <sup>fg</sup>	1791 <sup>defg</sup>	1013 <sup>efg</sup>	1459 <sup>bcd</sup>
Bar ms 82439	1011 <sup>b</sup>	1690 <sup>abcd</sup>	1438 <sup>ab</sup>	1417 <sup>abc</sup>	620 <sup>bcd</sup>	1235 <sup>abcd</sup>
Baraka	816 <sup>ab</sup>	1749 <sup>abcd</sup>	1673 <sup>bcdefg</sup>	1926 <sup>g</sup>	1121 <sup>g</sup>	1457 <sup>bcd</sup>
Campera	953 <sup>ab</sup>	1758 <sup>abcd</sup>	1712 <sup>defg</sup>	1878 <sup>g</sup>	1076 <sup>efg</sup>	1476 <sup>bcd</sup>
Capitana	909 <sup>ab</sup>	1890 <sup>d</sup>	1698 <sup>defg</sup>	1902 <sup>g</sup>	1101 <sup>fg</sup>	1500 <sup>d</sup>
Cusal	871 <sup>ab</sup>	1774 <sup>abcd</sup>	1612 <sup>bcdefg</sup>	1683 <sup>defg</sup>	715 <sup>ede</sup>	1331 <sup>abcd</sup>
Diamond	999 <sup>ab</sup>	1713 <sup>abcd</sup>	1538 <sup>abcdef</sup>	1469 <sup>abcd</sup>	821 <sup>defg</sup>	1308 <sup>abcd</sup>
Mediterránea	966 <sup>ab</sup>	1625 <sup>abc</sup>	1484 <sup>abcd</sup>	1489 <sup>abcde</sup>	209 <sup>a</sup>	1154 <sup>abc</sup>
Melissa	944 <sup>ab</sup>	1593 <sup>a</sup>	1466 <sup>abc</sup>	1439 <sup>abc</sup>	400 <sup>abc</sup>	1168 <sup>abcd</sup>
Milfeuil	955 <sup>ab</sup>	1627 <sup>abc</sup>	1475 <sup>abcd</sup>	1298 <sup>ab</sup>	355 <sup>ab</sup>	1142 <sup>ab</sup>
Miral	932 <sup>ab</sup>	1639 <sup>abc</sup>	1442 <sup>ab</sup>	1675 <sup>defg</sup>	1107 <sup>fg</sup>	1359 <sup>abcd</sup>
Monarca	919 <sup>ab</sup>	1735 <sup>abcd</sup>	1532 <sup>abcde</sup>	1526 <sup>abcdef</sup>	978 <sup>efg</sup>	1338 <sup>abcd</sup>
Nogara	984 <sup>ab</sup>	1641 <sup>abc</sup>	1595 <sup>bcdefg</sup>	1737 <sup>defg</sup>	1005 <sup>efg</sup>	1392 <sup>abcd</sup>
Oro	931 <sup>ab</sup>	1755 <sup>abcd</sup>	1587 <sup>bcdefg</sup>	1521 <sup>abcde</sup>	808 <sup>defg</sup>	1320 <sup>abcd</sup>
Pascal	991 <sup>ab</sup>	1673 <sup>abcd</sup>	1567 <sup>bcdefg</sup>	1604 <sup>bcdefg</sup>	746 <sup>cdef</sup>	1316 <sup>abcd</sup>
San Isidro	964 <sup>ab</sup>	1823 <sup>abcd</sup>	1797 <sup>g</sup>	1827 <sup>efg</sup>	1044 <sup>efg</sup>	1491 <sup>cd</sup>
Sprinter	982 <sup>ab</sup>	1847 <sup>cd</sup>	1674 <sup>bcdefg</sup>	1882 <sup>g</sup>	1061 <sup>efg</sup>	1489 <sup>cd</sup>
Supreme	980 <sup>ab</sup>	1841 <sup>bcd</sup>	1553 <sup>bcdefg</sup>	1655 <sup>defg</sup>	1067 <sup>efg</sup>	1419 <sup>bcd</sup>
Sutter	872 <sup>ab</sup>	1797 <sup>abcd</sup>	1617 <sup>bcdefg</sup>	1872 <sup>fg</sup>	1002 <sup>efg</sup>	1432 <sup>bcd</sup>
Tierra de Campos	880 <sup>ab</sup>	1733 <sup>abcd</sup>	1474 <sup>abcd</sup>	1391 <sup>abc</sup>	519 <sup>abcd</sup>	1199 <sup>abcd</sup>
Verdal	806 <sup>a</sup>	1599 <sup>a</sup>	1350 <sup>a</sup>	1256 <sup>a</sup>	323 <sup>ab</sup>	1067 <sup>a</sup>
Victoria	861 <sup>ab</sup>	1715 <sup>abcd</sup>	1625 <sup>bcdefg</sup>	1712 <sup>defg</sup>	990 <sup>efg</sup>	1381 <sup>abcd</sup>
Media	937	1725	1578	1640	818	1339

### **Segundo año**

En el segundo año del ensayo, se efectuaron seis cortes y se controló la altura de las plantas en todos los cortes menos en el primero. La altura media máxima se obtuvo en el segundo corte y la menor en el sexto, no existiendo diferencias entre el tercero y cuarto (Tabla 3). Se encontraron diferencias significativas entre cultivares en todos los cortes excepto en el cuarto. La mayor diferencia en altura media anual se registró entre el mínimo de 'Milfeuil' (46,0 cm) y 'San Isidro' (58,1 cm) (Tabla 4).

La producción de materia seca en los distintos cortes siguió una evolución paralela a la altura de las plantas, registrándose los valores más altos en el segundo corte con una producción media de cultivares de 406 g m<sup>-2</sup>, y la producción más baja en el sexto (144 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 5), que fue el de menor desarrollo en altura. En todos los cortes, excepto en el segundo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, obteniéndose las mayores diferencias entre 'Almar' (261 g m<sup>-2</sup>) y 'Milfeuil' (438 g m<sup>-2</sup>) del primer corte. La producción en el segundo año aumentó significativamente ( $P < 0,05$ ) respecto al primero, tanto por el mayor número de cortes como por los valores alcanzados en los mismos, siendo la producción anual media de los 26 cultivares de 1725 g m<sup>-2</sup> (Tabla 5). Considerando la producción anual, las principales diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre cultivares, se detectaron entre los de producción máxima 'Capitana' (1890 g m<sup>-2</sup>), 'Sprinter' (1847 g m<sup>-2</sup>), 'Supreme 13R' (1841 g m<sup>-2</sup>) y los de producción mínima: 'Melissa' (1593 g m<sup>-2</sup>), y 'Verdal' (1599 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 6).

El aumento de la producción respecto al primer año es frecuente (García Criado y García Criado, 1983; Martínez y Palomero, 1990; Lloveras *et al.*, 1988). Los resultados de producciones en el segundo año fueron similares a los obtenidos por Delgado *et al.* (2007) con un solo cultivar; superiores a las de García Criado y García Criado (1983) y más bajos que los obtenidos por Lloveras *et al.* (1998) en un conjunto de nueve ensayos.

### **Tercer año**

En el tercer año se realizaron seis cortes y, según se ha indicado anteriormente, se midió la altura de la planta en todos ellos menos en el primero, destacando el tercer corte con el valor medio más elevado (66,4 cm) y el sexto con el valor medio más bajo (35,6 cm) (Tabla 3). El análisis de la varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre cultivares en todos los cortes excepto en el segundo. Las principales diferencias en altura se registraron entre el mínimo de 'Milfeuil' y el máximo de 'Almar' (Tabla 4).

La producción de materia seca media de cultivares disminuyó significativamente ( $P < 0,05$ ) del primer corte (334 g m<sup>-2</sup>) al último (153 g m<sup>-2</sup>). El ANOVA mostró diferencias significativas en producción en los cortes segundo, tercero, cuarto y sexto

(Tabla 5). Las mayores diferencias se registraron en el primer corte entre 'Almar' (224 g m<sup>-2</sup>) y 'Milfeuil' (420 g m<sup>-2</sup>) (Figura 1). La producción anual media de los cultivares (1578 g m<sup>-2</sup>) fue ligeramente inferior a la del segundo año (Tabla 5). Las principales diferencias estadísticamente significativas se detectaron entre los de producción máxima: 'San Isidro' (1797 g m<sup>-2</sup>), 'Aragón' (1774 g m<sup>-2</sup>), 'Alfamer' (1733 g m<sup>-2</sup>) y 'Campera' (1712 g m<sup>-2</sup>), y los de producción mínima: 'Verdal' (1350 g m<sup>-2</sup>), 'Bar ms 82439' (1438 g m<sup>-2</sup>) y 'Miral' (1442 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 6).

Delgado *et al.* (2007), en ensayos con un cultivar, alcanzaron producciones similares; García Criado y García Criado (1983) y Delgado *et al.* (2004) obtuvieron valores inferiores mientras que Olea *et al.* (1985) y Lloveras *et al.* (1998) alcanzaron producciones más elevadas.

#### Cuarto año

En el cuarto año de ensayo se controló igualmente la producción de materia seca en seis cortes y la altura de las plantas en los cinco últimos. Todos los cultivares alcanzaron la altura máxima en el segundo corte (media 69,2 cm) y los valores más bajos en el sexto (media 37,9 cm). Se encontraron diferencias significativas entre cultivares en todos los cortes (Tabla 3), registrándose la mayor variación entre el máximo 'Baraka' y el mínimo de 'Milfeuil' (Tabla 4).

La producción de materia seca en los distintos cortes de este cuarto año evolucionó de la misma forma que la altura de las plantas, obteniéndose el valor medio de cultivares más alto en el segundo corte (382 g m<sup>-2</sup>) y el más bajo en el sexto (135 g m<sup>-2</sup>). El ANOVA mostró diferencias significativas entre cultivares, en todos los cortes excepto en el segundo (Tabla 5). Las mayores diferencias se registraron en el quinto corte entre 'Milfeuil' (62 g m<sup>-2</sup>), con muy pocas plantas por unidad de superficie, y 'Baraka' (294 g m<sup>-2</sup>) (Figura 2). La producción anual media de los cultivares fue de 1640 g m<sup>-2</sup>, valor que se sitúa entre las producciones del segundo y tercer año (Tabla 5). Las diferencias significativas entre producciones máximas y mínimas separan por un lado a 'Baraka' (1926 g m<sup>-2</sup>), 'Capitana' (1902 g m<sup>-2</sup>) 'Sprinter' (1882 g m<sup>-2</sup>), 'Campera' (1878 g m<sup>-2</sup>), 'Sutter' (1872 g m<sup>-2</sup>), 'Alfamer' (1833 g m<sup>-2</sup>), 'San Isidro' (1827 g m<sup>-2</sup>) y 'Aragón' (1791 g m<sup>-2</sup>), y por otro a los de menor producción: 'Verdal' (1256 g m<sup>-2</sup>), 'Milfeuil' (1298 g m<sup>-2</sup>), 'Tierra de Campos' (1391 g m<sup>-2</sup>), 'Bar ms 82439' (1417 g m<sup>-2</sup>) y 'Melissa' (1439 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 6).

Los resultados de otros trabajos, que incluyen un menor número de cultivares, muestran valores de producción inferiores (Amella *et al.*, 1985; Lloveras *et al.*, 1998; García *et al.*, 2004; Delgado *et al.*, 2007).

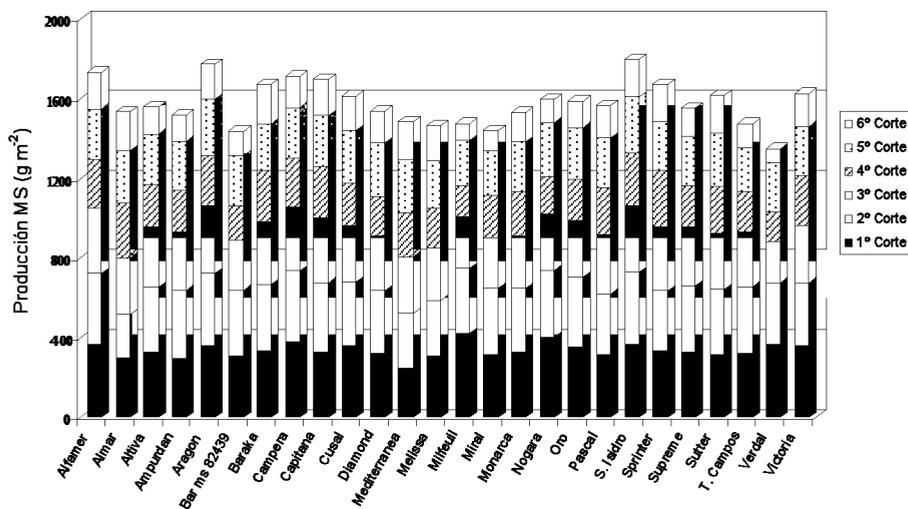


FIGURA 1

Producción de materia seca de los 26 cultivares de alfalfa, en cada uno de los cortes del tercer año de cultivo.

*Dry matter yield of 26 alfalfa cultivars, at each harvest in the third year.*

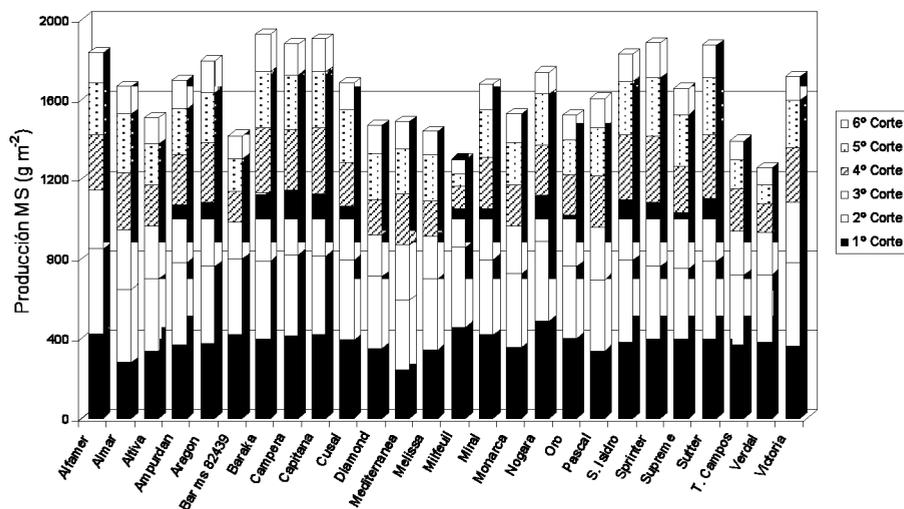


FIGURA 2

Producción de materia seca de los 26 cultivares de alfalfa, en cada uno de los cortes del cuarto año de cultivo.

*Dry matter yield of 26 alfalfa cultivars, at each harvest in the fourth year.*

### *Quinto año*

En el quinto y último año de control, la mayoría de las parcelas del ensayo se vieron afectadas por un fuerte ataque de gusano verde en primavera, como se indicó en el apartado de Material y Métodos. Por ello, a primeros de junio se decidió no tener en cuenta el valor de producción que hubiera correspondido al primer corte, quedando este valor reducido a cuatro cortes. Se controló la altura de las plantas en los tres últimos. La altura media de los cultivares, disminuyó de forma significativa del segundo (51,2 cm) al cuarto corte (31,6 cm) (Tabla 3). La cota media más alta se obtuvo en 'Baraka' (60,8 cm) y las más bajas en 'Mediterránea' y 'Milfeuil' (Tabla 4). En estos cultivares se consideró un valor de 0 cm en varias parcelas, ya que de las cuatro repeticiones sólo quedaban plantas aisladas en una de ellas por falta de persistencia.

Considerando la producción de materia seca por cortes, se alcanzó el valor medio más alto en el primero (291 g m<sup>-2</sup>) disminuyendo de forma significativa ( $P < 0,05$ ) en los cortes sucesivos hasta el cuarto (127 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 5). En todos los casos se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, destacando las mayores diferencias entre 'Baraka' (299 g/m<sup>2</sup>) y 'Verdal' (0 g/m<sup>2</sup>) en el tercer corte (Figura 3). La producción anual media de los cultivares disminuyó a la mitad respecto a los tres años anteriores, siendo además inferior a la del primer año de establecimiento (Tabla 5). Destaca un grupo de cultivares con valores de producción media anual superiores a 1100 g m<sup>-2</sup>: 'Baraka', 'Capitana' y 'Miral'; y otro grupo con valores de producción inferiores a 520 g m<sup>-2</sup> y significativamente diferente a la del resto de cultivares: 'Mediterránea', 'Verdal', 'Milfeuil', 'Melissa', 'Almar', 'Altiva' y 'Tierra de Campos' (Tabla 6).

### **Persistencia**

Según se indicó en el apartado de Material y Métodos, en los tres últimos años se determinó la persistencia de las plantas en el rebrote después del último corte. La persistencia de plantas al final del ciclo vegetativo del tercer año fue bastante buena y uniforme entre los cultivares; las mayores diferencias se registraron entre 'Verdal' con el valor más bajo (6,3) y 'Almar' con el valor más alto (7,6) (Figura 4). En el cuarto año, la persistencia disminuyó significativamente (Tabla 7), destacando 'Bar ms 82439', 'Melissa', 'Milfeuil', 'Tierra de Campos' y 'Verdal' con valores inferiores a 5. Estos cultivares de menor persistencia son lógicamente los que alcanzaron menor producción. Con valores superiores a 7,5 se encuentran 'Alfamer', 'Sutter', 'Capitana' y 'Sprinter', todos ellos en el grupo de los más productivos (Figura 4).

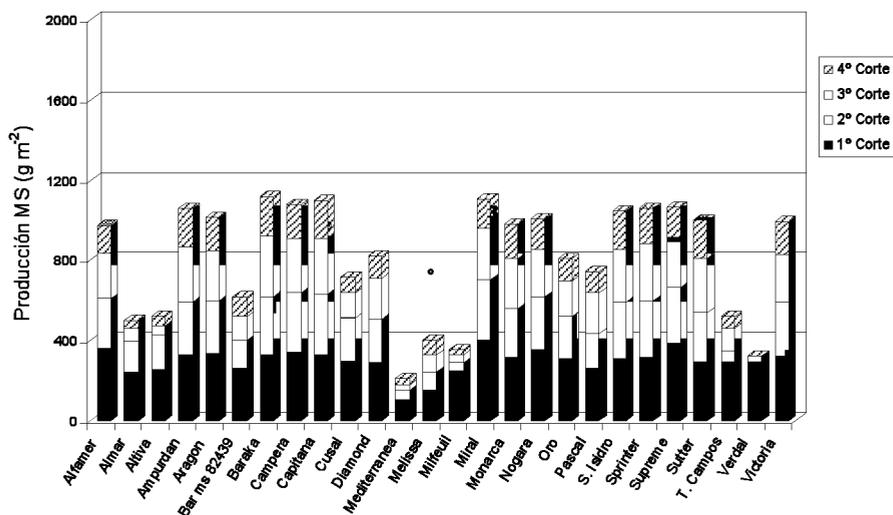


FIGURA 3

Producción de materia seca de los 26 cultivares de alfalfa, en cada uno de los cortes del quinto año de cultivo.

*Dry matter yield of 26 alfalfa cultivars, at each harvest in the fifth year .*

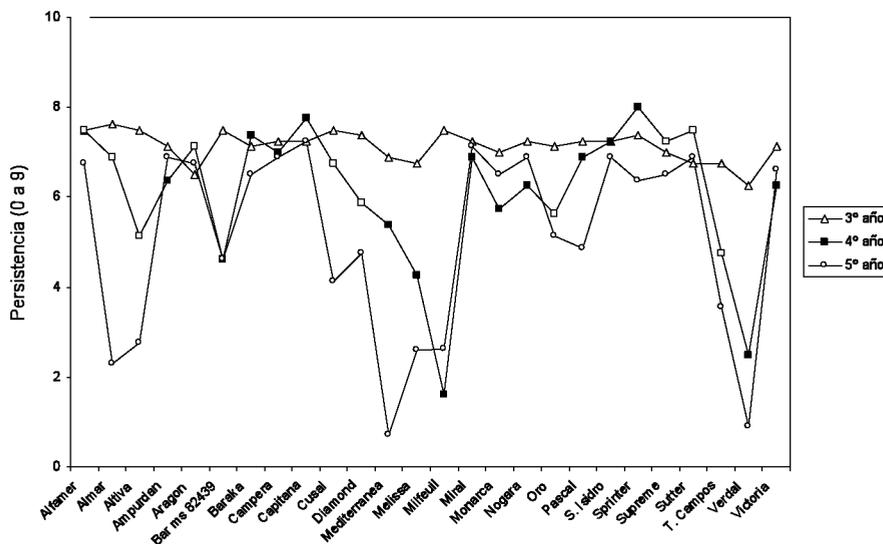


FIGURA 4

Persistencia de los 26 cultivares de alfalfa, al final de cada ciclo vegetativo, en los tres últimos años de cultivo.

*Persistence of 26 alfalfa cultivars at the end of the vegetative cycle, in the three last trial years.*

TABLA 7

**Persistencia media de 26 cultivares de alfalfa en los tres últimos años de cultivo. El nivel de significación hace referencia al resultado del ANOVA sobre diferencias entre cultivares; en caso de ser significativo se indica el valor de la mínima diferencia significativa (MDS) a  $P < 0,05$ .**

*Average persistence of 26 alfalfa cultivars in the last three years. The significance level refers to the result of ANOVA on differences between cultivars, when ANOVA was significant the least significant difference (LSD) at  $P < 0.05$  is detailed.*

Año	Rango	Media	SD	CV (%)	Sig	MDS
3	5,0 – 8,0	7,1	0,63	8,87	NS	
4	1,0 – 8,5	6,1	1,83	30,0	***	1,16
5	0,1 – 8,0	5,1	2,51	49,2	***	2,38

Los resultados del último año ofrecen una importante indicación sobre la persistencia del cultivo, ya que en algunos cultivares no se obtiene producción en varios cortes (Figura 4). Además, cultivares como ‘Mediterránea’ que en el cuarto año tuvo una persistencia por encima de 5, en el quinto año disminuyó por debajo de 1. La baja persistencia de este cultivar puede ser atribuida a que no presenta parada en el crecimiento durante el invierno y es poco tolerante a las heladas. La persistencia de ‘Mediterránea’, ‘Verdal’, ‘Milfeuill’, ‘Melissa’, ‘Almar’, ‘Altiva’ y ‘Tierra de Campos’ no superó en ningún caso el valor 4, y algunos como ‘Mediterránea’ y ‘Verdal’ se encontraron por debajo del valor 1. En el otro extremo, un grupo de 13 cultivares presentó un valor superior a 6,5 después de cinco años de cultivo, entre los que se encuentran los más productivos (Figura 4).

Crespo *et al.* (1983) en un estudio sobre 13 cultivares durante cinco años, en condiciones climáticas más suaves, señalan persistencias ligeramente superiores.

### **Producción media de los cinco años y relación de la producción entre años**

La producción de materia seca media de los cultivares y de los cinco años fue de 1339 g m<sup>-2</sup>. En el estudio por cultivares, las principales diferencias estadísticamente significativas se observaron entre los de producción máxima: ‘Capitana’ (1500 g m<sup>-2</sup>), ‘San Isidro’ (1491 g m<sup>-2</sup>), ‘Sprinter’ (1489 gm<sup>-2</sup>), ‘Campera’ (1476 g m<sup>-2</sup>) y los menos productivos: ‘Verdal’ (1067 g m<sup>-2</sup>), ‘Milfeuill’ (1142 g m<sup>-2</sup>) y ‘Mediterránea’ (1154 g m<sup>-2</sup>) (Tabla 6), que son además algunos de los de menor persistencia en el último año.

Es interesante destacar que si se ordenan los cultivares respecto a su producción, el orden que ocupan en relación a la producción del tercer año está relacionado con la posición en la producción media de los cinco años. Así, los cultivares de mayor producción en el tercer año que aparecen también como los más productivos en la media de los cinco años son: ‘Alfamer’, ‘Aragón’, ‘Baraka’, ‘Campera’, ‘Capitana’, ‘Nogara’,

'Sprinter', 'San Isidro', 'Sutter' y 'Victoria'. Estos resultados concuerdan con Lloveras *et al.* (1998) que consideran necesarios tres o cuatro años de ensayo y concluyen que el tercer año es el que marca diferencias entre cultivares, de forma que los mejores en este año suelen ser también los mejores en el cómputo global. Por tanto, nuestro estudio apoya la idea de que para evaluar cultivares de alfalfa tres años de ensayo pueden ser suficientes.

Los resultados de un análisis de correlación de la producción anual de los cultivares entre los diferentes años de muestreo, mostró que la producción del primer año no está correlacionada de forma significativa con la de ningún otro año. Sin embargo, las producciones de los cultivares del resto de los años están correlacionadas de forma significativa, lo que sugiere que las diferencias en producción entre cultivares se mantienen de un año a otro. Los coeficientes de correlación más elevados se obtuvieron entre la producción media de los cinco años y las siguientes variables: producción del tercer año ( $r = 0,845$ ;  $P < 0,001$ ), producción del cuarto año ( $r = 0,929$ ;  $P < 0,001$ ), producción del quinto año ( $r = 0,938$ ;  $P < 0,001$ ).

Aunque el desarrollo de las plantas en altura lleva una evolución temporal (en los distintos cortes) paralela a la producción, no sucede lo mismo entre los cultivares, es decir, no hay una relación clara entre la altura y la producción. Esto es debido a que hay una diferencia entre cultivares en el número de tallos que rebrotan después de cada corte. Así, 'Almar' y 'Mediterránea' son los de mayor altura (según la media de cortes) en el segundo, tercer y cuarto año; sin embargo, no están en el grupo de los más productivos, como ya se ha mencionado anteriormente.

### **Producción estacional**

Si consideramos la producción a nivel estacional, la mayor parte de la producción (aproximadamente el 90%) tiene lugar en primavera y en verano, y una mínima producción (en torno a 10%) se puede recoger en otoño. La Figura 5 presenta la producción de primavera y verano del tercer año de cultivo, donde se aprecia la relación inversa en el porcentaje de producción en ambas estaciones. Destacan los cultivares 'Milfeu' y 'Verdal' como los de mayor porcentaje de producción en primavera y menor en verano, siendo además los menos productivos. Por otro lado, 'Almar' y 'Mediterránea' fueron los más productivos en verano y menos productivos en primavera.

Teniendo en cuenta el grupo de los cultivares más productivos mencionado anteriormente, éstos se encuentran en la zona intermedia de porcentaje similar en primavera y verano y en el último año se desplazan hacia mayor proporción en verano y menor en primavera.

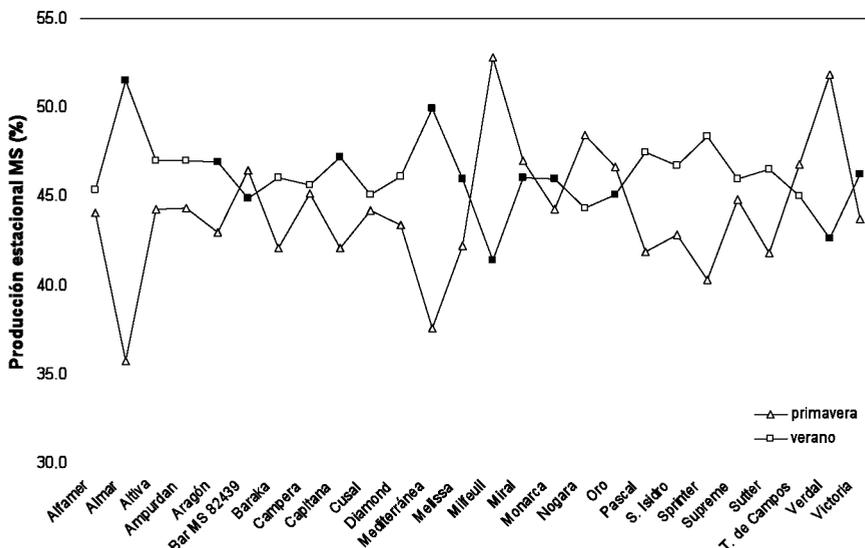


FIGURA 5

Producción estacional de materia seca (% del anual) en primavera y verano, de 26 cultivares de alfalfa en el tercer año de cultivo.

*Seasonal dry matter yield (% over annual) in spring and summer, in the third year.*

### Proteína bruta

La Figura 6 muestra el contenido de proteína bruta (PB) de los 26 cultivares de alfalfa, en cinco cortes realizados el tercer año de ensayo. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre cortes pero no entre cultivares. La concentración media de PB más baja se registró en el tercer corte y la más alta en el sexto, no existiendo diferencias entre los cortes cuarto y quinto (Tabla 8). En el sexto corte todos los cultivares alcanzaron las concentraciones más elevadas, lo que puede ser debido a que el muestreo en este corte consistió fundamentalmente en rebrotes otoñales en un estadio fenológico anterior a la floración, y por tanto, incluyó plantas con menor madurez que el resto de los cortes, lo que lleva consigo mayores concentraciones de proteína.

La concentración de PB de los cultivares osciló dentro de estrechos márgenes de variación en cada uno de los cortes, excepto en el sexto corte donde las concentraciones oscilaron entre un mínimo de 21,8% y un máximo de 30,5% (Figura 6). No obstante, se aprecia una variación paralela entre cultivares en cuanto a las concentraciones de PB en los distintos cortes.

TABLA 8

**Concentración de proteína bruta (% sobre materia seca) media de 26 cultivares de alfalfa para cada uno de los cortes del tercer año de cultivo.**

*Average crude protein concentration (% over dry matter) of 26 alfalfa cultivars at each harvest in the third sampling year.*

Corte	Rango	Media	SD	CV (%)
2	18,8 – 22,1	20,2b	1,08	5,34
3	17,7 – 22,1	19,4a	1,01	5,21
4	19,0 – 23,7	21,1c	1,27	6,02
5	19,0 – 24,3	21,2c	1,26	5,94
6	21,8 – 30,5	26,4d	1,90	7,20
<b>Media</b>	<b>17,7 – 30,5</b>	<b>21,6</b>	<b>2,78</b>	<b>12,8</b>

*En columnas, valores con distinta letra muestran diferencias significativas al nivel  $P < 0,05$*

*SD = desviación estándar*

*CV = coeficiente de variación*

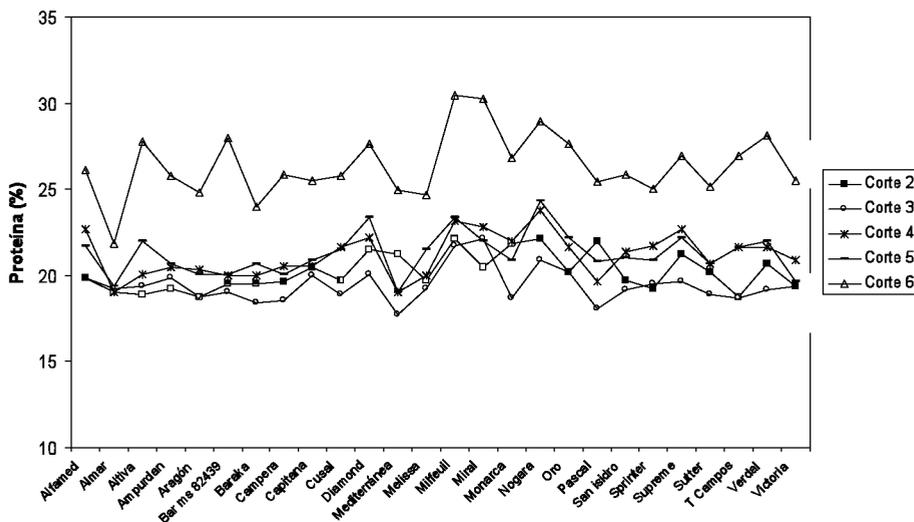


FIGURA 6

**Concentración de proteína (% sobre material seco) de 26 cultivares de alfalfa en cada uno de los cortes del tercer año de muestreo.**

*Protein content (% over dry matter) in alfalfa cultivars at each harvest in the third sampling year.*

La concentración de PB media de los cortes fue mínima en 'Almar' (19,7%) 'Mediterránea' (20,4%), 'Aragón' (20,5%), 'Baraka' (20,5%), 'Campera' (20,9%) y 'Victoria' (20,9%), y los máximos se alcanzaron en 'Milfeuil' (24,2%), 'Nogara' (24,0%) y 'Miral' (23,5%). El contenido de PB medio de todos los cortes y cultivares para este año fue de 21,7%.

Los valores de PB obtenidos son superiores a los valores presentados por Salvia Fuentes *et al.* (2004) en siete de los mismos cultivares utilizados en este estudio.

Teniendo en cuenta que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares en la concentración de PB, podríamos indicar que la producción de PB estaría indicada por la producción de materia seca, comentada anteriormente.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que existen diferencias significativas en la producción entre cultivares de alfalfa cultivados en el oeste español. Del total de 26 cultivares ensayados, destacan 10 como los más productivos tanto en el tercer año de control como en la media de los cinco años: 'Alfamer', 'Aragón', 'Baraka', 'Campera', 'Capitana', 'Nogara', 'Sprinter', 'San Isidro', 'Sutter' y 'Victoria'.

Los cultivares 'Verdal', 'Milfeuil' y 'Mediterránea', 'Melissa' y 'Almar', no son recomendables para el cultivo en esta zona de Castilla y León, debido a las menores producciones y a la baja persistencia en el quinto año de cultivo.

No se han encontrado diferencias significativas entre cultivares en concentración de PB; por consiguiente, los cultivares de mayor producción de biomasa pueden ser considerados como los de mayor producción de PB por unidad de superficie.

La producción de materia seca obtenida entre primavera y verano representa el 90% de la producción anual, registrándose el resto en otoño.

Este estudio soporta la propuesta de otros autores, que para evaluar cultivares de alfalfa tres años de ensayo pueden ser suficientes.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por José Carlos Estévez González en la realización de los análisis de proteína, y Ángel Luis Iglesias Pascual y Cesáreo Pérez Rincón en los controles de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEFA, 2011. Asociación española de fabricantes de alfalfa deshidratada. <http://www.aefa-d.com> (consultado: enero 2011)
- AMELLA, A.; FERRER, C.; MAESTRO, M.; BROCA, A., 1985. Rendimientos y calidad de alfalfares en regadío y en secano, en la depresión Prepirenaica. *Pastos*, **15**, 159-173.
- CRESPO, A.; OLEA, L.; PAREDES, J.; BRACHO, G., 1983. Estudio de variedades de alfalfa para regadíos del valle bajo del Guadalquivir. *Pastos*, **13**, 85-94.
- DELGADO, I., 2003. La alfalfa. Estudio comparativo de variedades comercializadas en España. *Agricultura*, **854**, 592-596
- DELGADO, I.; ANDUEZA, D.; MUÑOZ, F., 2004. Efecto del pastoreo otoñal sobre la producción y persistencia de un cultivo de alfalfa. *Pastos*, **34** (1), 93-102.
- DELGADO, I.; MUÑOZ, F.; ANDUEZA, D., 2007. Producción de forraje y proteína bruta de la alfalfa en función del calendario de siega en el valle del Ebro. *Pastos*, **37**, 193-201.
- DEL POZO IBÁÑEZ, M. 1983. La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. Ed Mundi –Prensa, 380 pp. Madrid (España)
- GARCIA CRIADO, L.; GARCIA CRIADO, B., 1983. Estudio comparativo de cultivares de alfalfa en la región Centro-Oeste de España. *ITEA* , **Vol. Extra (2)**, 589-602.
- GARCIA, R.; ANDRES, S.; CALLEJA, A., 2004. Producción y calidad de la alfalfa en los regadíos de la comarca de Esla-Campos (León). *Actas de la XLIV Reunion Científica de la SEEP*, 473-478.
- LLOVERAS, J.; LOPEZ, A.; BETBESE, J.A.; BAGA, M.; LOPEZ, A., 1998. Evaluación de variedades de alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro. Análisis de las diferencias intervarietales. *Pastos*, **28**, 37-56.
- MARTINEZ, A.; PALOMERO, J.L., 1990. La alfalfa en Aragón. Un cultivo en fuerte expansión. *Surcos*, **21**, 5-14.
- MMARM, 2010. *Anuario de Estadística Agraria*, 2009. Ministerio Medio Ambiente Rural y Marino. <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm> (actualizado al 2010-12-13).
- MORALES CORTS, R.; CRESPO MARTINEZ, C.; MAGAZ GONZALEZ, A, 2000. Posibilidades del cultivo de alfalfa en Salamanca. *Agricultura*, **817**, 498-500.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VERDASCO, P., 1985. Estudio de variedades de alfalfa para los regadíos del Sur-Oeste de España. *Pastos*, **15**, 95-104.
- SALVIA FUENTES, J.; SERRA GIRONELLA, J.; ARAGAY BENERIA, M.; XARBAU GRATOVIL, M., 2004. Evaluación de la producción y de la calidad forrajera de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Nordeste de España. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*. 479-483. Ed. B. GARCÍA-CRIADO, A. GARCÍA-CIUDAD, B.R. VAZQUEZ DE ALDANA, I. ZABALGOGEAZCOA. Salamanca (España).
- SPSS, 2008. SPSS for Windows, version 17.0. Ed. SPSS Inc., Chicago (USA).

## EVALUATION OF 26 CULTIVARS OF ALFALFA IN THE WEST OF SPAIN

### SUMMARY

Alfalfa is a major forage crop in Spain that is used primarily by mowing (hay field and dehydration) for livestock feed. The aim of this study was to evaluate 26 cultivars of alfalfa, irrigated, in the province of Salamanca, for a period of five years controlling dry matter production, plant height and persistence. It was also analyzed the crude protein concentration in the third sampling year. In the first and fifth year four cuts were made, and the second, third and fourth year six cuts. The annual average dry matter production of the cultivars was 937 g m<sup>-2</sup> (first year), 1725 g m<sup>-2</sup> (second year), 1578 g m<sup>-2</sup> (third year), 1640 g m<sup>-2</sup> (fourth year), 818 g m<sup>-2</sup> (fifth year). Significant differences in yield between cultivars were found every year in various cuts. Ten cultivars were found as the most productive in both the third year of control and in the average of five years: 'Alfamar', 'Aragon', 'Baraka', 'Campera', 'Capitana', 'Nogara', 'Sprinter', 'S. Isidro', 'Sutter' and 'Victoria'. The average crude protein concentration was lowest in the third harvest (19.4%) and highest in the sixth cut (26.4%), and no significant differences were found between cuts fourth (21.1%) and fifth (21.2%). The difference in crude protein concentration among varieties was not significant.

**Key words:** Forage crop, yield, persistence, protein, *Medicago sativa*