

INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Desarrollo Rural

Núm. 157 ■ Año 2005

Centro de Técnicas Agrarias



EL CULTIVO DE LA ALFALFA EN ARAGÓN RECIENTES ENSAYOS SOBRE VARIEDADES



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Orientación
y de Garantía Agrícola



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Alimentación

Situación actual

Importancia del cultivo

La alfalfa es el tercer cultivo forrajero en España en superficie ocupada y el primero en producción cosechada. Durante 2004 se cultivaron unas 257.000 hectáreas, con una producción en verde aproximada de 12.900.000 toneladas. El 74% de la superficie cultivada se encuentra en regadío.

La principal zona productora de alfalfa es el nordeste de España que integra el Valle del Ebro, acogiendo el 61% de la superficie nacional y el 66% de la producción. En el Valle del Ebro, la alfalfa se aprovecha mediante siega en el 99% de la superficie sembrada. La alfalfa es, además, un cultivo tradicional que forma parte de los sistemas de producción en regadío y de las rotaciones de cultivos junto con el maíz y, en menor proporción, el trigo (*Tabla 1*; MAPA, 2004).

Tabla 1. Superficie, rendimiento y producción de forraje en verde de la alfalfa, por comunidades autónomas durante 2002.

Comunidad autónoma	Superficie (ha)				Producción cosechada			
	Cosechada		Pastada solamente		Total	Rto. verde (kg/ha)		Producción en verde (t)
	Secano	Regadío	Secano	Regadío	(ha)	Secano	Regadío	
Andalucía	748	6.690	-	-	7.438	22.673	61.759	430.125
Aragón	3.483	85.481	2.420	1.539	93.283	30.065	55.489	4.867.982
Asturias	215	-	-	-	215	40.000	-	8.600
Baleares	100	1.013	-	-	1.113	15.000	60.000	62.280
Canarias	2	65	-	-	67	9.000	43.231	2.828
Cantabria	171	81	-	-	251	32.000	52.000	9.652
Castilla-La Mancha	343	21.338	-	-	21.581	12.414	69.058	1.470.906
Castilla y León	27.559	17.363	12.110	-	57.032	21.276	46.049	1.385.889
Cataluña	13.961	29.759	246	-	43.966	25.927	56.726	2.050.086
Extremadura	-	3.470	-	-	3.470	-	48.674	168.900
Galicia	25	70	-	-	95	30.400	45.929	3.975
Madrid	14	1.268	-	-	1.282	17.000	60.000	76.318
Murcia	-	736	-	-	736	-	60.030	44.182
Navarra	516	7.972	-	-	8.488	21.506	55.417	452.881
País Vasco	367	242	-	-	609	40.414	56.000	28.384
Rioja	406	1.183	-	-	1.589	19.000	67.033	87.014
Valencia	693	1.527	-	-	2.220	28.987	66.596	121.780
España	48.602	178.518	14.776	1.539	243.435	23.549	56.730	11.271.782

Industria deshidratadora

La alfalfa es, también, un pilar básico de la industria transformadora de forrajes de la zona. Esta industria deshidrata en España la producción de unas 173.000 hectáreas, lo que han supuesto en 2004 unas ayudas europeas a la industrialización de 117 millones de euros (19.000 millones de pesetas). El 76% de la superficie está localizada en el Valle del Ebro, si bien en los últimos años ha adquirido importancia la producción en Castilla-La Mancha y, últimamente, se ha extendido por Castilla y León. Actualmente, España es el líder en la Unión Europea, con una producción de alfalfa deshidratada que alcanza los dos millones de toneladas anuales (*Tabla 2*; AEFA, comunicación personal).



Tabla 2. Producción de forraje deshidratado o secado con derecho a ayuda, por comunidades autónomas, durante la campaña 2004-2005.

Comunidad Autónoma	Nº de industrias deshidratadoras	Deshidratado (toneladas)	Secado natural (toneladas)	Total (toneladas)
Andalucía	6	46.139	1.983	48.122
Aragón	37	1.103.470	41.966	1.145.436
Baleares	1	3.201	1.371	4.672
Castilla-La Mancha	20	214.995	12.319	227.314
Castilla y León	11	160.474	32.111	192.585
Cataluña	16	538.245	2.645	540.890
Extremadura	1	6.387	0	6.387
Galicia	1	441	0	441
Madrid	0	0	731	731
Murcia	0	0	233	233
Navarra	4	88.255	1.839	90.094
Valencia	1	4.007	0	4.007
España	98	2.165.614	95.201	2.260.815 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ La alfalfa supone el 90% del total de los forrajes deshidratados o secados.

Interés agronómico

La alfalfa está considerada la reina de las forrajeras por su capacidad productiva y adaptación al medio. Nació como cultivo en Turquía hace más de 9.000 años. Actualmente se cultivan 32 millones de hectáreas en el mundo, desde Finlandia hasta Sudáfrica, destacando por países: Estados Unidos con el 32,7% de la superficie, Argentina con el 23,4%, Rusia con el 10,5% y Canadá con el 7,9%. España cultiva el 1,0% de la superficie mundial (Michaud *et al.*, 1988).

La principal cualidad de la alfalfa es su alta capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, de hasta 463 kg por hectarea y año. El nitrógeno es un elemento esencial para la vida. Este elemento es muy abundante en la atmósfera y en las rocas, pero apenas se encuentra accesible para la mayoría de los seres vivos. Sólo algunos microorganismos son capaces de transformar el nitrógeno atmosférico o mineral en orgánico facilitando, así, su utilización por el resto de los seres vivos. Estos microorganismos se desarrollan en las raíces de las leguminosas, entre las que se encuentra la alfalfa; fijan el nitrógeno atmosférico para su propio crecimiento y después la alfalfa lo asimila. El nitrógeno atmosférico pasa posteriormente al resto de los organismos vivos cuando se consume el forraje o es absorbido por el siguiente cultivo (Vance *et al.*, 1988).

Valor nutritivo

La alfalfa es posiblemente, también, la planta forrajera con mayor aplicación en la producción animal. Se la considera como uno de los forrajes más completos, desde el punto de vista nutritivo, en la alimentación de los rumiantes.

La fracción de mayor interés del forraje es la proteína bruta. Esta fracción nitrogenada incluye, no obstante, sustancias de muy diversas características, ya que hasta un 30% de la fracción se considera no proteica, aunque puede ser utilizada por los rumiantes gracias a las transformaciones que dichas sustancias sufren en la panza de los animales.

La parte proteica de la alfalfa es altamente soluble, de ahí que sea posible también su utilización por los monogástricos. Esta parte puede ser fraccionada fácilmente por la flora ruminal de los rumiantes, llevándola hasta formas amoniacales, que son directamente eliminadas por la orina, sin ser entonces aprovechadas por el animal.

El forraje de alfalfa contiene también abundante fibra, especialmente en los tallos, cuya importancia es cada vez mayor en la alimentación de los rumiantes, y es relativamente pobre en energía.

La alfalfa es una excelente fuente de minerales y vitaminas. Una ración sobre la base de alfalfa satisfaría plenamente las necesidades nutritivas del ganado en minerales. Los carotenos, que son la provitamina de la vitamina A, se encuentran en todos los forrajes verdes y muy particularmente en el de alfalfa. El ácido ascórbico



o vitamina C también está presente en proporciones no despreciables. Estas vitaminas son fácilmente oxidadas y destruidas. Por ello, suelen ser importantes las pérdidas ocasionadas en henos expuestos durante mucho tiempo al aire y al sol. En lo que respecta a la vitamina D, o factor antirraquítico que regula la asimilación del calcio y el fósforo por el animal, el heno de alfalfa, realizado bajo buenas condiciones meteorológicas, constituye una provechosa fuente para los animales estabulados. Asimismo, la alfalfa es muy rica en vitamina E, la cual está relacionada, principalmente, con los procesos de reproducción.

Variedades

El creciente interés económico del cultivo ha aumentado la superficie sembrada y constituye un gran atractivo comercial para la introducción de nuevas variedades de alfalfa. En 2004, había inscritas 30 variedades en el Registro del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (*Tabla 3*; INSPV, comunicación personal) y 339 variedades en el Registro de Variedades de la Unión Europea, las cuales también pueden ser comercializadas en España.

Tabla 3. Relación de las variedades de alfalfa inscritas en el Catálogo Español de Variedades en 2005.

Alfamed, Almar, Altiva, Ampurdán, Aragón, Artal, Baraka, Bárbara SP INTA, Campera, Capitana, Cusal, Diablo Verde, Diamond, Gilboa, Mediterránea, Melissa, Milfeuill, Miral, Monarca SP INTA, Nogara, Pascal, San Isidro, Sevilla, Sprinter, Sutter, Tierra de Campos, Trifecta, Verdal, Verdor y Victoria.

Sin embargo, a pesar de ser la alfalfa un cultivo habitual en el Valle del Ebro, la información existente sobre el comportamiento agronómico de las variedades comerciales no es reciente (Hidalgo, 1969), es general (Martínez y Palomero, 1990) o está referida a Cataluña (Lloveras *et al.*, 1995; Lloveras *et al.*, 1998). En el resto de España, los resultados publicados sobre ensayos de alfalfa son asimismo escasos, de ahí el interés por realizar ensayos con las variedades más comercializadas actualmente.

Conocimientos previos necesarios para mejorar la producción y la calidad del forraje

Clasificación de las variedades de alfalfa según la duración de la parada invernal

Una forma de mejorar el rendimiento del cultivo y la calidad del forraje consiste en la elección de la variedad. La alfalfa es una especie que se caracteriza por su adaptación a gran cantidad de ambientes. Existen, por ello, numerosas variedades en el mercado mundial seleccionadas por su productividad y tolerancia a plagas y enfermedades para los diferentes tipos de medio existentes. Baste saber que en los países que integran la OCDE, entre los que se incluyen España y la Unión Europea, hay 667 variedades registradas en 2005.

El factor que mejor mide la adaptación al medio es la duración de la parada invernal. La parada invernal es el período durante el cual la alfalfa deja de crecer, como consecuencia de las bajas temperaturas. Previamente en otoño, las plantas acumulan reservas nutritivas en la raíz y la corona, las cuales utilizan posteriormente en primavera para rebrotar con vigor. La duración del reposo invernal varía según la variedad. Hay variedades que no presentan parada invernal y crecen durante todo el invierno, pero si las temperaturas bajan, pueden helarse, agotan las reservas nutritivas y desarrollan con menor vigor en primavera, reduciendo, además, su persistencia.

Para acertar en la elección de una variedad es imprescindible elegir las variedades que mejor se adapten a las características del invierno de cada zona, procurando que el período de reposo sea el mínimo necesario para tolerar las heladas, con el fin de lograr la máxima producción en otoño y que el inicio del rebrote en primavera sea lo más pronto posible.

En España se han diferenciado habitualmente tres grandes grupos de alfalfas, en función de la duración de la parada invernal:

Alfalfas africanas o californianas. No presentan parada en el crecimiento durante el invierno. Permiten realizar 10-12 cortes al año. Son poco tolerantes a las heladas. Pertenecen a este grupo el ecotipo español 'Mediterránea' o 'Totana'. Son variedades comerciales representativas de este grupo 'Moapa' y 'CUF 101'.

Alfalfas flamencas. Tienen una parada prolongada en el crecimiento durante el invierno. Se practican solamente 3 ó 4 cortes al año y son resistentes a las heladas. Presentan un crecimiento otoñal en forma de roseta. No hay ecotipos españoles con estas características. Variedades representantes de estos tipos son 'Europe' y 'Du Puits'.

Alfalfas intermedias. Se denominan así porque presentan características intermedias a las anteriores. Tienen una corta parada invernal. El crecimiento otoñal es erecto y se efectúan entre 5 y 7 cortes a lo largo del año. Corresponden a este grupo la mayoría de los ecotipos españoles: 'Aragón', 'Tierra de Campos' y 'Ampurdán'.

Estados Unidos ha promovido un sistema de puntuación que va del 1 al 9, para clasificar las variedades en función de la duración de la parada invernal (dormancia), que es bastante utilizado en el ámbito mundial. El 1 corresponde a las variedades muy durmientes; el 2 a las variedades durmientes; el 3 a las variedades moderadamente durmientes; el 4, 5 y 6 a diferentes niveles de semidormancia; el 7 a variedades moderadamente no durmientes; el 8 a variedades poco durmientes; y el 9 a variedades no durmientes. Aunque no se han hecho ensayos de homologación de los ecotipos y variedades españolas al sistema de puntuación norteamericano, podríamos aventurar que los ecotipos 'Tierra de Campos' y 'Ampurdán' estarían dentro de la puntuación 5 a 6; el ecotipo 'Aragón' dentro de la puntuación 6 a 7, y el ecotipo 'Mediterránea' o 'Totana' dentro de la puntuación 8 a 9.



En general, las variedades que presentan mayor reposo invernal son más persistentes, toleran mejor las enfermedades foliares, tienen la corona más grande y emiten mayor número de tallos por planta, aunque éstos son menos erectos. Hay que tener en cuenta que la producción anual de forraje no depende fundamentalmente de la duración del reposo invernal, sino del grado de la mejora genética alcanzada en la variedad. La distribución del forraje que se obtiene a lo largo del año, sin embargo, varía según la duración del reposo invernal de la variedad. Las variedades con mayor reposo invernal tienen menos cortes pero son más productivos y están concentrados en primavera y verano. Las variedades sin reposo invernal distribuyen más equitativamente su producción a lo largo del año. Pero se insiste en que se han de ensayar previamente las variedades, para elegir las que se ajusten mejor al invierno de cada zona.

Factores que inciden en la calidad del forraje

Los factores que tienen mayor influencia en el valor nutritivo del forraje antes de la cosecha son: el estado morfológico y el desarrollo de la planta en el momento del corte; la época del año por la incidencia que tiene la temperatura y la luminosidad; el tipo de suelo y su fertilidad; el ataque de plagas y enfermedades y la presencia de malas hierbas.

Estado morfológico y desarrollo de la planta

Aunque, cuando mencionamos la calidad de la alfalfa siempre nos referimos a la planta entera, el valor nutritivo de ésta varía enormemente según la proporción de dos componentes de la planta, hojas y tallos. Las hojas contienen dos a tres veces más proteína bruta que los tallos y son más digestibles. Sólo las puntas de los tallos pueden igualar en digestibilidad a las hojas, pero en estados extremadamente jóvenes. Su valor nutritivo desciende más lentamente que el de los tallos, a medida que la planta pasa desde el estado vegetativo a la plena floración. El contenido en proteína y la digestibilidad de los tallos, por lo contrario, decae conforme avanza la madurez, debido al mayor grado de lignificación de las paredes celulares (*Tabla 4*).



Tabla 4. Calidad de las hojas y tallos de la alfalfa 'Aragón' en distintos cortes.

Corte	Floración	Fracción	Cenizas %	Proteína bruta (%)	Fibra neutro-detergente (%)	Digestibilidad "in vitro" de la materia seca (%)
2°	10%	Hojas	13,19	25,75	29,48	80,68
		Tallos	10,47	14,91	47,67	68,61
4°	10%	Hojas	14,01	22,97	33,68	75,84
		Tallos	11,83	13,64	49,20	65,71
6°	0%	Hojas	13,95	31,09	23,98	84,52
		Tallos	13,68	15,62	38,92	75,87

Conforme la madurez de la planta avanza, la proporción de tallos aumenta y la relación hoja/tallo disminuye. Éste es el factor que más influye en la pérdida de valor nutritivo y explica la baja calidad del forraje cosechado en estados fenológicos avanzados. La *Tabla 5* muestra cómo se reduce el valor nutritivo conforme avanza la maduración del cultivo. A veces, el agricultor deja crecer el alfalfar mucho, creyendo así falsamente recoger una mayor cosecha. Si bien esto es cierto en lo que se refiere a cantidad total de forraje, la calidad desciende de tal manera que al final de la cosecha se obtiene una cantidad inferior de unidades alimenticias por unidad de superficie.

Tabla 5. Variación de la calidad en función del estado fenológico

Estado fenológico	Cenizas %	Proteína bruta %	Fibra neutro-detergente %	Digestibilidad de la materia seca %
Vegetativo	11,83	27,58	30,79	75,53
Botones	10,74	24,29	39,93	63,88
Inicio floración	10,27	21,17	41,69	61,54
Floración	9,31	19,34	44,00	57,80

Temperatura y luminosidad

La relación hoja/tallo también varía según el número del corte. Debido a la menor temperatura y luminosidad de los primeros y últimos cortes, las plantas florecen con dificultad o no florecen. Las bajas temperaturas tienden, asimismo, a limitar el crecimiento de los tallos. Todo ello repercute en la relación hoja/tallo que suele ser mayor en los primeros cortes, luego disminuye conforme aumenta la temperatura y vuelve a aumentar en otoño con las bajas temperaturas y la menor luminosidad, como muestra la **Tabla 6**.

Tabla 6. Contenido de hojas y tallos del material recogido en verde.

Nº de corte	Floración	Altura del corte (cm)	Hojas %	Tallos %
2º	10%	66,50	36,85	63,15
4º	10%	51,70	32,06	67,94
6º	0%	33,00	40,15	59,85

Tipo de suelo y fertilidad

El tipo de suelo influye indirectamente en la determinación de la calidad del forraje a través de su capacidad para la retención del agua, la aireación del suelo y la disponibilidad de nutrientes. Algunos trabajos señalan que la proporción de lignina es inferior y la de proteína superior en la alfalfa producida en suelos arcillosos fuertes que en la cultivada en suelos arenosos. Ello se ha asociado probablemente a una relación de la hoja/tallo superior y a la altura de la planta inferior en la alfalfa cultivada en suelos arcillosos, en comparación con los suelos arenosos.

Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades limitan la calidad del forraje debido a una reducción de la relación hoja/tallo, ocasionando un aumento de la concentración de fibra y una reducción de la proteína. Los áfidos dejan, asimismo, un depósito de melaza en el tejido de las plantas que podría contribuir a disminuir su crecimiento y bajar su valor nutritivo.

Malas hierbas

Las malas hierbas invasoras contribuyen también a descender el valor nutritivo de la cosecha de alfalfa. Aunque algunas especies de malas hierbas tienen una calidad de forraje que puede ser aceptable e incluso excelente, en general no es deseable su presencia ya que reducen el vigor de la planta, son una fuente de semillas y algunas son tóxicas para el ganado (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de las malas hierbas sobre la calidad de la alfalfa

	Proteína bruta %	Fibra neutro-detergente %	Digestibilidad de la materia seca %
Alfalfa sin tratar	16,15	36,7	67,4
Alfalfa + herbicida	19,5	30,8	79,3

Influencia de los métodos de conservación en la calidad nutritiva de la alfalfa

El objetivo de la conservación de los forrajes es transformar, lo más rápidamente y con las menores pérdidas posibles, el estado inestable de un forraje verde que se ha cortado a un estado estable que permita una conservación prolongada, sufriendo las mínimas degradaciones posibles.

El henificado y la deshidratación han sido las técnicas más utilizadas para la conservación de la alfalfa en el Valle del Ebro.

Henificado

El secado en campo o henificación es el método más practicado para la conservación de forrajes. Consiste en conseguir una reducción del contenido en humedad del forraje verde por debajo del 20%.

Deshidratación

La deshidratación de forrajes a alta temperatura consiste en su tratamiento con calor artificial para conseguir un alimento estable, con la mínima pérdida de nutrientes. La deshidratación es el proceso que mejor preserva las cualidades del forraje verde. El valor energético no se modifica y el valor nitrogenado se mejora.

Durante el proceso de deshidratación se producen cambios en las características nutricionales de los forrajes deshidratados, aumentan las concentraciones en fibra neutrodetergente y fibra acidodetergente, pero los principales cambios debidos al calor se producen sobre la proteína del forraje. La aplicación de calor a los alimentos ricos en proteínas, aumenta la cantidad de proteína que escapa de la degradación en el rumen, sin reducir la eficacia de su absorción en el tracto gastrointestinal posterior.

El proceso es el siguiente. Durante la fermentación, los microorganismos del rumen utilizan parte de la proteína ingerida para producir proteína microbiana para su propio crecimiento y para digerir los azúcares, almidones y paredes celulares digestibles del alimento ingerido. Esta proteína microbiana, que junto con una parte de la proteína que estaba en el alimento, pero que no fue degradada en el rumen, pasan al tracto posterior, donde son sometidas al proceso de digestión enzimática que da lugar a aminoácidos que son absorbidos por el animal para su metabolismo.

La utilización de la calidad de la alfalfa como un producto sustitutivo de los concentrados proteicos convencionales ha adquirido un gran auge en Europa en las últimas décadas, mediante la deshidratación a altas temperaturas auspiciada por las ayudas comunitarias. Ello ha incentivado su cultivo y utilización como alimento concentrado en las explotaciones ganaderas, tanto de rumiantes como de monogástricos.

Esta reactivación del cultivo no ha venido acompañada de un estudio de la elección de variedades y de técnicas de cultivo, y se han seguido utilizando las mismas variedades y los mismos manejos que para el destino tradicional de la alfalfa para henificado. La deshidratación es un proceso costoso que hay que rentabilizar logrando las mayores producciones y calidades al menor coste.

Estudio comparativo de las variedades comercializadas en España

El empleo de variedades adaptadas a la zona de cultivo es esencial para el desarrollo y la productividad del alfalfar. La elección de la variedad dependerá fundamentalmente del acoplamiento de su precocidad y ciclo vegetativo a las condiciones climáticas del lugar, siendo, por ello, que la variedad más comúnmente utilizada en el Valle Medio del Ebro es 'Aragón' (Martínez y Palomero, 1990). No obstante, la tendencia actual hacia la intensificación del cultivo, con la utilización de variedades más precoces, y hacia la producción por calidad ha motivado a las empresas de semillas a la búsqueda de nuevas variedades más interesantes. Son escasos los ensayos llevados a cabo hasta la fecha en España que estudien en nuestro medio el comportamiento de las diferentes variedades del mercado en cuanto a calidad y su optimización, en función del ritmo de crecimiento propio de la variedad.

El estado de la floración en el momento del corte junto a la elección de la variedad, es el factor más importante de la productividad de la alfalfa, ya que afecta directamente a la producción, a la calidad y a la persistencia del cultivo. En general, para lograr una mayor calidad del forraje se adelanta la fecha de corte dando lugar a la pérdida de biomasa y a un aumento de la mortalidad de las plantas. El óptimo de la relación calidad/cantidad de forraje se alcanza con el 10% de los tallos floridos, aunque el óptimo de calidad sin pérdida de persistencia se alcanza cuando el cultivo presenta el 50% de las plantas floridas (Rotili *et al.*, 1996). Pero ello no siempre se cumple y recientes estudios muestran que hay plantas que permiten adelantar el corte sin pérdida de persistencia.

Por tanto, una forma de mejorar la calidad es utilizar variedades que permitan adelantar el corte (Rotili *et al.*, 1989). Por otra parte, la industria deshidratadora puede requerir la siembra de variedades que presenten un mayor alargamiento del ciclo productivo, con el fin de facilitar y rentabilizar los procesos industriales.

El objetivo principal de este estudio ha sido conocer la producción de forraje, la duración del cultivo y el contenido en proteína bruta de las variedades de alfalfa disponibles en el comercio, en las condiciones medioambientales del Valle Medio del Ebro. Para ello, se han efectuado dos ensayos con dos fechas de corte: uno cuando las variedades alcanzan el 10% de floración y otro cuando alcanzan el 50% de floración. Dado que todas las variedades no florecieron a la vez, la fecha de siega se regía por el estado de la floración de la variedad 'Aragón'. El contenido en proteína bruta del forraje se midió en los dos primeros años del ensayo.

Variedades ensayadas

Se han comparado 18 variedades de alfalfas erectas intermedias: 'Altiva', 'Ampurdán', 'Aragón', 'Artal', 'Aurora', 'Baraka', 'Capitana', 'Julia', 'Hunterfield', 'Hunter River', 'Miral', 'Nogara', 'San Isidro', 'Siriver', 'Superba', 'Triade', 'Trifecta' y 'Victoria', comercializadas en España, en Zaragoza, durante cuatro campañas en el período 1999-2002.

Los resultados productivos, obtenidos en el ensayo a lo largo de los cuatro años, se presentan en la **Tabla 8**. Los contenidos en proteína bruta de los diferentes cortes practicados en los dos primeros años se presentan en la **Tabla 9**.

Las principales conclusiones que se extraen de la misma son las siguientes:

- 1^a. La producción de forraje al cabo de cuatro años fue significativamente mayor cuando las variedades se segaron con el 50% de floración, obteniéndose un total de 55.270 kg de materia seca por hectárea, frente a 51.742 kg cuando se segaron con el 10% de floración.
- 2^a. El contenido en proteína bruta fue de media del 21%, cuando las variedades se segaron con el 10% de floración y, algo inferior, del 20,6% cuando se segaron con el 50% de floración. Dado que la fecha de corte la marcó la variedad 'Aragón' y las variedades extranjeras son, en general, menos precoces, no llegando al porcentaje de floración que presentaba 'Aragón', aquéllas contienen porcentajes de proteína bruta algo más elevados.
- 3^a. Las variedades españolas obtenidas a partir del ecotipo 'Aragón' ('Baraka', 'Capitana', 'Aragón' y 'Victoria') fueron las más productivas con los dos ritmos de corte, al cabo de cuatro años. La variedad 'Nogara', aunque algo inferior, tuvo una producción destacada.
- 4^a. Algunas variedades extranjeras como 'Artal', 'Superba' y 'Siriver', fueron más productivas durante el primer año de cultivo, pero su producción decayó en los años siguientes.
- 5^a. Las variedades extranjeras, 'Hunter River', 'Hunterfield' y 'Trifecta', todas ellas de origen australiano, fueron las menos productivas.
- 6^a. Algunas variedades como 'Ampurdán' y 'Siriver', que dieron bajas producciones cuando se cortaron al ritmo de 10% de floración, alcanzaron mejor puntuación cuando se segaron al 50% de floración. Ello pudo deberse a que algunas variedades son más tardías y tienen una capacidad de rebrote menor, por lo que las fechas de corte impuestas por el desarrollo más vigoroso que muestra la variedad 'Aragón' les pudieron ocasionar una pérdida de producción de forraje.



Tabla 8. Producción de forraje (en kg de materia seca/hectárea) de diferentes variedades de alfalfa en dos estados vegetativos, 10% y 50% de tallos floridos en regadío, en Zaragoza, Fecha de siembra: Otoño de 1998.

Variedad	Total 1999 (menos 1er corte)			Total 2000			Total 2001			Total 2002			Total 4 años							
	10% fl.	Orden	50% fl. Orden	10% fl.	Orden	50% fl. Orden	10% fl.	Orden	50% fl. Orden	10% fl.	Orden	50% fl. Orden	10% fl.	Orden	50% fl. Orden					
Altiva	9.964	6	9.738	17	17.216	11	16.150	14	14.224	6	15.956	6	11.612	8	13.242	7	53.008	8	55.085	9
Ampurdán	9.207	15	10.985	8	17.011	13	17.135	9	11.828	13	16.696	4	11.381	11	14.451	4	49.365	12	59.782	5
Aragón	9.670	10	9.833	15	18.488	5	17.115	10	15.536	2	18.149	3	13.316	4	14.992	3	57.042	4	60.030	4
Artal	11.065	1	12.047	1	18.886	3	17.708	6	12.902	8	13.932	13	10.768	13	11.598	15	53.351	7	54.097	11
Aurora	10.544	3	10.684	10	18.135	8	16.662	12	11.958	12	14.230	12	11.543	9	12.585	9	52.180	9	54.684	10
Baraka	9.754	8	9.987	14	19.277	2	18.052	2	16.334	1	16.315	5	13.954	1	15.639	1	59.331	1	60.465	3
Capitana	9.690	9	10.215	13	18.397	7	17.817	3	15.215	4	18.722	2	13.493	2	15.480	2	57.269	3	62.530	1
Julia	8.763	18	8.882	18	16.470	15	16.066	16	12.891	9	15.168	7	11.429	10	13.111	8	48.573	14	52.498	14
Hunterfield	9.563	11	10.752	9	17.163	12	16.250	13	9.909	18	11.462	17	8.719	17	9.770	17	45.490	17	48.209	17
Hunter River	9.374	13	10.243	12	16.177	18	15.019	18	10.547	17	9.418	18	9.341	15	10.620	16	45.758	16	45.195	18
Miral	9.525	12	11.033	7	16.337	16	16.097	15	12.544	10	13.793	14	11.637	7	12.216	13	50.125	11	53.726	13
Nogara	10.017	5	11.224	5	18.736	4	17.533	8	13.686	7	14.992	8	11.728	6	13.801	6	54.468	5	57.494	6
San Isidro	8.781	17	9.751	16	18.401	6	16.040	17	14.996	5	14.475	11	12.522	5	12.289	12	54.336	6	52.034	15
Siriver	10.468	4	11.265	4	17.683	10	18.825	1	11.452	15	14.977	9	9.933	14	11.759	14	49.357	13	57.200	7
Superba	10.583	2	11.922	2	18.086	9	17.726	4	12.279	11	14.475	10	11.031	12	12.544	11	51.947	10	56.872	8
Triade	9.355	14	11.034	6	16.224	17	17.644	7	11.573	14	13.147	15	9.102	16	12.583	10	45.913	15	53.868	12
Trifecta	9.909	7	11.808	3	16.937	14	17.711	5	11.156	16	12.264	16	7.533	18	9.419	18	45.461	18	51.329	16
Victoria	9.117	16	10.655	11	19.362	1	16.974	11	15.423	3	18.879	1	13.412	3	14.027	5	58.071	2	61.559	2
Media	9.742		10.670		17.721		17.029		13.025		14.846		11.254		12.825		51.742		55.270	
Sign. Variedad	*		NS		***		***		***		***		***		***		***		***	
M.D.S. 5%	1.368,8		1.996,7		1.642,1		1.405,5		1.300,7		2.083,1		2.113,0		2.433,1		4.728,3		5.251,3	
Sign. Corte fl.		***			***		***		***		***		***		***		***		***	
M.D.S. 5%		379,6			385,5				479,1				518,0				1.223,6			
nter. var.*corte		NS			NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	

NS = P>0,05%; * = P<0,05%; *** = P<0,001%

Tabla 9. Porcentaje de proteína bruta del forraje de alfalfa en los diferentes cortes efectuados en los dos primeros años.

Variedad	10% de floración										50% de floración													
	1999					2000					1999					2000								
	2º C	3º C	4º C	5º C	Media	1º C	2º C	3º C	4º C	5º C	6º C	7º C	2º C	3º C	4º C	5º C	6º C	1º C	2º C	3º C	4º C	5º C	6º C	Media
Altiva	20,7	20,4	21,7	20,1	21,2	21,6	24,9	18,5	24,2	17,4	21,7	22,0	20,7	16,5	23,1	21,7	20,7	21,7	20,7	19,6	20,5	22,5	21,8	20,9
Ampurdán	20,3	21,1	19,9	21,7	21,5	21,3	24,3	17,6	25,8	17,6	22,7	23,7	19,7	17,0	22,5	22,5	22,2	21,2	19,4	20,6	22,2	22,6	21,0	
Aragón	19,9	20,3	19,1	18,1	20,8	20,5	24,4	19,6	24,3	17,5	21,6	22,9	20,3	15,9	21,1	21,9	21,8	21,3	19,0	19,8	22,2	20,3	20,4	
Artal	19,5	20,9	20,5	20,4	21,0	20,3	23,5	18,2	23,6	18,9	23,0	22,3	18,3	16,7	20,1	22,8	22,8	22,0	19,7	20,4	21,1	20,9	20,5	
Aurora	22,0	21,1	22,1	21,8	22,6	22,5	25,5	20,1	25,7	18,8	24,1	24,7	21,4	18,4	23,2	25,7	24,2	22,3	21,2	21,6	23,1	23,6	22,5	
Baraka	20,5	21,0	20,9	19,0	21,1	20,9	24,8	20,4	23,6	17,5	21,5	22,4	19,5	17,5	22,6	21,8	23,0	21,2	19,1	19,1	20,5	20,0	20,4	
Capitana	21,9	21,7	19,6	20,2	21,5	19,4	25,5	20,2	23,0	19,4	22,0	24,1	20,6	18,2	22,3	22,7	22,2	19,9	19,2	19,5	21,8	22,1	20,9	
Giulia	22,1	21,9	21,3	23,2	22,2	21,2	25,3	19,1	25,3	18,5	22,1	23,8	21,2	18,7	23,5	24,1	23,5	22,4	20,0	21,0	21,7	22,6	21,9	
Hunterfield	21,9	22,6	23,2	24,0	23,1	22,2	24,2	19,6	25,7	19,2	25,9	25,4	20,0	18,1	24,6	25,9	22,3	22,4	21,6	22,5	23,8	24,8	22,6	
Hunter River	20,4	23,9	22,2	24,6	23,0	23,7	24,0	19,6	25,9	19,6	23,8	25,6	19,2	18,8	23,9	25,3	23,6	22,1	21,7	21,9	23,7	24,8	22,5	
Miral	20,7	22,2	22,2	22,9	22,9	23,0	26,5	20,8	26,1	18,6	23,5	25,5	20,7	17,3	22,5	25,4	23,5	21,1	20,6	22,2	23,9	25,4	22,3	
Nogara	20,6	22,3	20,5	22,8	22,4	21,8	26,0	21,1	24,4	18,9	23,6	24,3	20,7	17,2	21,4	23,3	21,2	21,7	21,3	20,8	23,5	23,3	21,4	
San Isidro	20,4	22,3	21,9	22,6	21,7	20,5	23,1	19,6	23,8	18,5	22,4	23,1	19,2	17,7	23,9	23,6	21,9	22,2	21,1	19,8	21,2	21,6	21,2	
Siriver	19,9	18,6	21,5	22,1	21,8	22,0	24,9	19,5	25,4	18,8	23,3	24,3	20,5	16,9	22,1	24,7	21,6	21,3	20,3	21,1	22,5	23,6	21,5	
Superba	20,9	20,6	21,2	21,6	22,0	22,2	25,7	20,1	24,2	18,2	23,6	24,0	17,2	17,3	21,2	24,2	23,8	22,8	21,1	21,6	22,9	22,8	21,5	
Triade	21,0	20,7	22,9	22,9	22,1	21,8	24,4	18,9	24,5	18,0	23,9	24,4	19,1	16,5	20,4	23,8	22,1	21,4	20,9	20,5	21,2	22,2	20,8	
Trifecta	21,4	22,0	23,0	23,7	22,9	22,6	23,8	20,3	25,4	19,3	24,7	25,3	19,9	17,7	23,0	24,2	23,6	20,0	22,5	22,2	22,4	24,1	22,0	
Victoria	21,3	19,8	21,5	19,9	21,5	20,5	24,4	20,3	23,5	19,4	22,7	23,3	19,8	15,8	21,9	23,2	21,3	21,4	19,6	18,7	22,0	21,8	20,5	
Media	20,9	21,3	21,4	21,7	22,0	21,6	24,7	19,6	24,7	18,6	23,1	23,9	19,9	17,3	22,4	23,7	22,6	21,5	20,4	20,8	22,3	22,7	21,4	

Características agronómicas que pueden contribuir a diferenciar las variedades de alfalfa

El reconocimiento individual de las variedades en campo es difícil de realizar por la similitud que presentan aparentemente. Sin embargo, la observación comparada de todas ellas cuando se siembran conjuntamente, ha permitido apreciar algunas diferencias que pueden contribuir a su reconocimiento o, al menos, a determinar las cualidades y defectos de las variedades objeto de estudio. Dichas diferencias han hecho factible el establecimiento de grupos con las variedades ensayadas, que se presentan a continuación.

Clasificación de las variedades por la rapidez del rebrote

La medición de la altura del rebrote cada tres días a lo largo del año ha posibilitado el establecimiento de un criterio bastante diferencial de las variedades. Se ha llegado a la conclusión de que la altura de las plantas el 15 de marzo, coincidiendo con la salida del invierno, y a los diez días después de cada corte, son las fechas más representativas para diferenciar las variedades por la rapidez del rebrote. Sobre la base de este criterio se han establecido tres grupos que se presentan en la **Tabla 10**. En ella puede observarse que las variedades que tienen su origen en el ecotipo 'Aragón', como 'Altiva', 'Aragón', 'Baraka', 'San Isidro' y 'Victoria', son las que se diferencian por presentar la mayor rapidez de rebrote tras el corte de entre las estudiadas.

Tabla 10. Clasificación de las variedades por la altura media del rebrote el 15 de marzo y a los 10 días de cada corte.

1 ^{er} grupo	Altiva, Aragón, Artal, Baraka, Capitana, San Isidro, Victoria	22,1-19,0 cm
2 ^o grupo	Ampurdán, Aurora, Julia, Nogara, Siriver, Superba, Triade	17,6-15,0 cm
3 ^{er} grupo	Hunterfield, Hunter River, Miral, Trifecta	14,2-12,7 cm

Clasificación de las variedades por la precocidad de la floración

El criterio general establecido para el aprovechamiento óptimo de un alfalfar es la siega del cultivo cuando se encuentran el 10% de los tallos floridos, por ser el momento del corte en el que se logra la mejor relación entre producción y calidad. Sin embargo, en nuestras condiciones medioambientales, la alfalfa no florece durante el primer y último ciclos productivos, por lo que es preciso adoptar otros criterios tales como la aparición de nuevos rebrotes en la base de la planta, para la determinación del momento de realizar el primer corte, o la proximidad de las primeras heladas en el caso del último corte. Utilizando estos criterios, se vienen a realizar seis cortes de media al año.

En el ensayo objeto de estudio, la fecha de la floración no fue la misma en todas las variedades apreciándose un escalonamiento en las mismas, por lo que para facilitar el manejo del ensayo fue necesario adoptar el criterio de segar las plantas cuando la variedad local 'Aragón' se encontraba con el 10% de los tallos floridos. Ello permitió establecer, en función del estado de floración de cada variedad en el momento del corte, tres grupos de precocidad que se exponen en la **Tabla 11**. En ella se aprecia, asimismo, que las variedades que mostraron mayor rapidez de rebrote tras el corte, las obtenidas a partir del ecotipo 'Aragón', fueron también las más precoces en la floración.

Tabla 11. Clasificación de las variedades por la precocidad de la floración (2^o al 5^o corte con el 10% de tallos floridos).

1 ^{er} grupo	Altiva	22% de tallos floridos
2 ^o grupo	Ampurdán, Aragón, Artal, Baraka, Capitana, Julia, Nogara, San Isidro, Triade, Victoria	10 -15% de tallos floridos
3 ^{er} grupo	Aurora, Hunterfield, Hunter River, Miral, Siriver, Superba, Trifecta	4-8% de tallos floridos

Clasificación de las variedades por la sensibilidad a enfermedades de hoja

Dos enfermedades foliares se manifestaron de forma claramente visible a lo largo del período de estudio: la roya (*Uromyces striatus*), durante los meses de agosto y septiembre, y la viruela (*Pseudopeziza medicaginis*) en octubre y noviembre. La diferente incidencia de ambas enfermedades entre las variedades ensayadas posibilitó la clasificación de las variedades según su sensibilidad, como muestra la Tabla 12. En ella se puede apreciar que las variedades que se mostraron más sensibles a ambas enfermedades fueron las originarias del ecotipo ‘Aragón’.

Tabla 12. Clasificación de las variedades por la sensibilidad a enfermedades foliares.

	Roya (agosto-septiembre)	Pseudopeziza (octubre-noviembre)
Muy sensible	Aragón, Capitana, Julia, Victoria	Aragón, Baraka, Capitana, Julia, Victoria
Sensible	Altiva, Ampurdán, Baraka, San Isidro, Triade	Altiva, Ampurdán, Artal, Aurora, Nogara, San Isidro, Siriver
Poco sensible	Artal, Aurora, Hunterfield, Hunter River, Miral, Nogara, Siriver, Supreme, Trifecta	Hunterfield, Hunter River, Miral, Supreme, Triade, Trifecta

Clasificación de las variedades por la producción de forraje y persistencia

Algunas variedades mostraron una elevada producción en los primeros años de estudio, pero aquella decayó notablemente en los últimos años por la falta de vigor y persistencia mostrada por las mismas. Si el cultivo se mantuviese sólo tres campañas las diferencias entre variedades no son importantes, pero a partir del cuarto año el vigor y la persistencia decaen visiblemente.

La distribución de las variedades por grupos, en función de su producción, de mayor a menor, a los tres y cuatro años de cultivo, se muestra en la **Tabla 13**.

Tabla 13. Clasificación de las variedades por la producción de forraje a los tres y cuatro años de cultivo.

	3 años	4 años
Grupo más productivo	Aragón, Artal, Baraka, Capitana, Nogara, Victoria	Aragón, Baraka, Capitana, Victoria
Grupo de producción media	Altiva, Ampurdán, Aurora, San Isidro, Siriver, Superba	Altiva, Ampurdán, Artal, Aurora, Nogara, San Isidro, Siriver, Superba
Grupo menos productivo	Hunterfield, Hunter River, Julia, Miral, Triade, Trifecta	Hunter River, Hunterfield, Julia, Miral, Triade, Trifecta

En lo que respecta a la persistencia del cultivo, la mayoría de las variedades tenían alrededor de 100 plantas por metro cuadrado al final del cuarto año, lo que hubiera posibilitado continuar el cultivo un quinto año.

Solo cuatro variedades: ‘Hunterfield’, ‘Hunter River’, ‘Siriver’ y ‘Trifecta’, todas de origen australiano, tenían alrededor de 50 plantas por metro cuadrado, lo que obligaba a levantar el cultivo.



Algunas recomendaciones para el cultivo de la alfalfa

La alfalfa es una planta compleja, muy plástica en su adaptación a diferentes manejos del cultivo, lo que justificaría la polémica que se advierte entre los agricultores sobre la forma de llevar a cabo su explotación, en la que todos participan tener la mejor solución. Las notas que se exponen a continuación, pueden contribuir al conocimiento del cultivo y a facilitar la adopción de iniciativas para un racional manejo del mismo.

Dosis de siembra

El peso medio de 1.000 semillas es de 2,25 gramos. Una siembra bien establecida es aquella que en el momento de la nascencia presenta alrededor de 400 plántulas por metro cuadrado en regadío. Este poblamiento inicial va decreciendo en sucesivas campañas, sin una notable correspondencia con la pérdida de cosecha. El segundo año se reduce a 150-250 plantas por metro cuadrado; el tercer año a 100-150 plantas y el cuarto año a 50-100 plantas. Cuando el alfalfar presenta menos de 50 plantas por metro cuadrado, es el momento de proceder al alzado del cultivo.

Lo anteriormente expuesto quiere decir que un número relativamente bajo de plantas puede dar excelentes rendimientos. Una dosis de siembra de 10 kg de semilla/ha proporciona una nascencia de más de 400 plantas/m² si todas las semillas germinan. Sin embargo, hay agricultores que utilizan hasta 60 kg de semilla/ha. Ello no quiere decir que no tengan razón, la dosis de siembra habrá de adaptarse a las condiciones en las que se practica la siembra. Siembras bien conducidas pueden requerir solamente 10 kg de semilla/ha y siembras efectuadas en condiciones precarias hasta 60 kg de semilla/ha.

Movilización de las reservas nutritivas de la planta

A partir de una altura de la planta de 30 cm, la alfalfa produce más reservas nutritivas de las que necesita para su crecimiento. Estas reservas se almacenan en la raíz y corona hasta que la planta alcanza la floración, momento en el cual el almacenamiento de reservas llega al máximo. Estas reservas las utiliza la planta para facilitar el nuevo rebrote después de la siega, período en el que, debido a la ausencia o escasez de hojas, la alfalfa no puede crecer o lo haría muy lentamente si no dispusiese de dichas reservas.

Lo anteriormente expuesto significa que no se deben efectuar cortes o aprovechamientos antes de la floración para hacer posible el almacenamiento de las reservas. Cortes practicados antes de la floración debilitan a la planta. Si aquellos se repiten sucesivamente, agotan a la planta y provocan la desaparición del alfalfar. Ello no quiere decir que no se puedan practicar algunos cortes precoces, pero sería necesario alternarlos con otros cortes tardíos dejando que la planta florezca abundantemente para facilitar la recuperación de las reservas.

Fertilización mineral

Se estima que por cada 15 toneladas de heno recolectadas se extraen 400 kg de nitrógeno, 88 kg de fósforo, 300 kg de potasio, 66 kg de magnesio, 220 kg de azufre y 400 kg de calcio, además de diversas cantidades de microelementos. Esta importante extracción es preciso reponerla, al menos en parte, para no empobrecer los suelos de cultivo.

Algunas observaciones deben tenerse en cuenta a la hora de aportar fertilizantes. La alfalfa tiene capacidad para obtener el nitrógeno que necesita a través de la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico que realizan las bacterias nitrificantes instaladas en los nódulos de las raíces. Ahora bien, si a la planta se le aporta nitrógeno en forma mineral (abonos nitrogenados) orgánica (purines, etc) o foliar (aminoácidos), aquella utiliza los abonos aportados y deja de fijar nitrógeno. Con ello, los rendimientos no se incrementan pero los gastos del cultivo sí.

Hay casos excepcionales en los cuales la aportación de fertilizantes nitrogenados puede mejorar el rendimiento del cultivo, como son los alfalfares mal establecidos o a la salida del invierno, si las bajas temperaturas reducen la actividad de las bacterias nitrificantes. En estos casos, una pequeña aportación de fertilizante nitrogenado es recomendable.

En suelos ricos en limos y arcillas, una parte importante de las disponibilidades de fósforo y potasio está retenida y no es asimilable directamente por las plantas, lo que se refleja en los análisis de suelos, que muestran un bajo contenido en fósforo y potasio asimilables. La alfalfa, sin embargo, tiene capacidad para aprovechar estos minerales retenidos a través de su acción simbiótica con hongos micorrízicos establecidos en las raíces, por lo que no es preciso realizar aportaciones excesivas de fósforo y potasio. Asimismo, la mayoría de los suelos contienen cantidades suficientes de boro y molibdeno para el crecimiento normal del alfalfar, por lo que no se recomienda llevar a cabo aportaciones si no se aprecian deficiencias de los mismos en los análisis de suelo correspondientes.

Riego

La alfalfa es una planta muy consumidora de agua. Se requieren 840 litros de agua para producir un kilo de materia seca en nuestras condiciones de cultivo, lo que equivaldría, por ejemplo, a un consumo de 8.820 m³ de agua/ha y año en las condiciones climatológicas de Monegros, estimando una eficiencia de riego del 75% y una producción de 14.000 kg de heno (Martínez Cob *et al.*, 1998); cifras similares se recogen también para otras comarcas de Aragón en el citado estudio.

Aprovechamiento mediante pastoreo a lo largo del año

La alfalfa tolera el pastoreo directo por el ganado sin pérdidas de cosecha o de persistencia durante todo el año, siempre que su aprovechamiento se realice de forma rotacional, para favorecer el almacenamiento de las reservas de la raíz.

No obstante, el pastoreo puede provocar timpanismo en el ganado si no se guardan unas precauciones básicas. Estas precauciones se refieren a no pastorear la alfalfa en estados jóvenes, sino hacerlo con las plantas en inicio de floración o en floración, no introducir el ganado hambriento o de forma intermitente, no combinar la alimentación de grano de cereales y de alfalfa y evitar el pastoreo cuando la planta tiene un alto contenido en agua.



Bibliografía citada

- MICHAUD, R., LEHMAN, W.F., RUMBAUGH, M.D., 1988. World distribution and historical development. En: Alfalfa and alfalfa improvement, 25-91. Hanson A.A., Ed., Agronomy nº 29, Madison, Wisconsin, USA.
- VANCE, C., HEICHEL, G.H., PHILLIPS, D.A., 1988. Nodulation and symbiotic dinitrogen fixation. En: Alfalfa and alfalfa improvement, 229-257. Hanson A.A., Ed., Agronomy nº 29, Madison, Wisconsin, USA.
- HIDALGO, F., 1969. Variedades de alfalfa y sus áreas de adaptación en España. Asociación de investigación para la mejora de la alfalfa (AIMA). Zaragoza, Spain, 78 pp.
- LLOVERAS, J., LANZACO, O., PEDRÓS, C., GRACIA, P., SOLDEVILA, J., MERINO, E., BETBESÉ, J.A., ARENY, J., LÓPEZ, A., 1995. Varietats d'alfals en els regadius de Lleida. Catalunya Rural i Agraria. 8, 11-15.
- LLOVERAS, J., LÓPEZ, A., BETBESÉ, J.A., BAGÁ, M. 1998. Evaluación de variedades de alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro. Análisis de las diferencias intervarietales. Pastos, 28 (1): 37-56.
- MARTÍNEZ, A., PALOMERO, J.L., 1990. La alfalfa en Aragón. Un cultivo en fuerte expansión. Surcos, 21, 5-14.
- MARTÍNEZ COB, A., FACI, J.M., BERCERO, A., 1998. Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón. Ed. Institución "Fernando el Católico" (CSIC), Zaragoza.
- ROTILI, P., BUSBICE, T.H., DEMARLY, Y., 1996. Breeding and variety constitution in alfalfa: present and future. Grassland and land use systems, vol. 1, 163-180. 16th European Grassland Forage Meeting. Grado (Italia), 15-19 de septiembre.
- ROTILI, P., ZANNONE, L., GNOCCHI, G., PROIETTI, S., SCOTTI, C., 1989. Analysis of the aerial part and roots of the alfalfa crop to improve the breeding methods. Proceedings of 16th International Grassland Congress, Nice (Francia), 485-486.

Información elaborada por:

I. Delgado Enguita

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

F. Muñoz Pérez

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

D. Andueza Urra

Dirección actual: I.N.R.A., Theix (Francia)

Con la colaboración de la Unidad Técnica de Rumiantes del Centro de Técnicas Agrarias.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TÉCNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 44

Correo electrónico: cta.sia@aragob.es



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Orientación
y de Garantía Agrícola

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Desarrollo Rural.
Servicio de Programas Rurales. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias.
■ **Imprime:** Talleres Editoriales COMETA, S.A. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.



**GOBIERNO
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura
y Alimentación