

2

TRABAJOS CIENTÍFICOS

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ALFALFA EN LOS REGADÍOS DEL VALLE DEL EBRO: ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS INTERVARIETALES

J. LLOVERAS, A. LÓPEZ, J. A. BETBESE, M. BAGA Y A. LÓPEZ.

Centro UdL (Universidad de Lleida)-IRTA. Av. Rovira Roure, 177. E-25198 Lleida (España).

RESUMEN

El renovado interés por el cultivo de la alfalfa en los regadíos del Valle del Ebro, debido a las ayudas comunitarias a la industrialización de forrajes, ha constituido en la última década, un gran atractivo comercial para la introducción de nuevas variedades de alfalfa, muchas de ellas procedentes de EEUU, Francia y Australia. El objetivo de este trabajo, llevado a cabo en los regadíos de Lleida, durante nueve años (1990-98), ha sido analizar el comportamiento y la variabilidad anual y estacional de las variedades tradicionales de alfalfa junto con otras de más reciente introducción.

Las producciones medias anuales de los distintos ensayos, en los tres primeros años de producción, variaron entre 12,9 t/ha y 28,3 t/ha de materia seca (MS). La producción máxima de forraje se obtuvo, en general, en el segundo año con una media de 24,7 t/ha de MS, que descendió a 20,4 t/ha MS en el tercer año y a 15,6 t/ha MS en el cuarto. En el primer año la media fue de 18,9 t/ha MS.

La disminución de la producción de forraje con el paso de los años fue muy desigual entre variedades, siendo probablemente el grado de resistencia o tolerancia al nemátodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci* Kühn), el factor más importante que marcó las diferencias, ya que al final, las variedades más productivas y persistentes mostraron siempre un buen nivel de resistencia a esta patología.

Los resultados muestran la existencia de un grupo de variedades más productivas como GT R13 Plus, Ampurdán, 13R Supreme, Artal, Maricopa, Baraka, Capitana y Miral con unas producciones medias entre 23,3 t/ha y 21,7 t/ha de MS que dieron mejores producciones que las variedades tradicionales Aragón y San Isidro, especialmente cuando se detectan infestaciones de nemátodos. Las diferencias entre variedades son menores en zonas con bajos niveles de esta patología.

Los resultados destacan la importancia de la resistencia a enfermedades como factor clave de la producción de alfalfa, sugiriendo con ello la necesidad de incluir este factor entre los aspectos básicos para registrar o recomendar variedades de alfalfa.

Palabras clave: Nemátodos, evolución estacional.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo tradicional en los regadíos del Valle del Ebro, donde forma parte de las rotaciones típicas, junto con el maíz y el trigo, siendo la variedad Aragón la más ampliamente cultivada.

En los últimos años, el cultivo ha despertado renovado interés comercial, debido a las ayudas comunitarias a la industrialización de los forrajes (deshidratado principalmente), ocupando en la actualidad unas 32 000 ha en Lleida (30% de la superficie regada de la provincia) y unas 70 000 ha en las provincias de Huesca y Zaragoza (AIFE, 1998; Anónimo, 1996; MAPA, 1997).

El mayor interés económico del cultivo y el incremento de la superficie sembrada constituyen un gran atractivo comercial para la introducción de nuevas variedades de alfalfa, reflejándose en el número de entradas en los ensayos de valor agronómico del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV, 1995), procediendo la mayoría de EEUU, grupos de latencia otoñal 7 y 8 (Certified Alfalfa Seed Council, 1998), de Francia, variedades clasificadas como 'provenzales' (INRA-GEVES, 1994) y de Australia.

Sin embargo, a pesar de ser la alfalfa un cultivo habitual en el Valle del Ebro, la información sobre el comportamiento agronómico de las variedades comerciales no es reciente (Hidalgo, 1969; Hidalgo, 1985; Obra Agrícola de la Caixa de Pensions, 1986), es muy general (Martínez, 1992; Martínez y Palomero, 1990) o está publicada parcialmente en catalán (Lloveras *et al.*, 1995; Lloveras *et al.*, 1997).

En el resto de España, los resultados publicados sobre ensayos de alfalfa son también escasos (Alboquers *et al.*, 1986; Cordero y Crespo, 1995; Crespo *et al.*, 1983; Delgado, 1991; Del Pozo, 1983; Junta de Extremadura, 1990; Olea *et al.*, 1985; Ratera *et al.*, 1977; Yepes *et al.*, 1976.), bien por el poco interés del cultivo o por la falta de infraestructura que se necesita para los ensayos de cultivos plurianuales o por la predominancia que ejerce la variedad 'Aragón' que puede representar alrededor del 80% de la semilla de alfalfa certificada en España (INSPV, Comunicación personal).

El objetivo de este trabajo es presentar y analizar, en los regadíos de Lleida (Valle del Ebro), el comportamiento y la variabilidad anual y estacional de las variedades de alfalfa tradicionales y de las introducidas en la última década, muchas de ellas procedentes de los países donde ha sido muy intensa la mejora varietal. Esta mejora ha supuesto un incremento medio anual del 1%, en los últimos 20 años, en los EEUU (Peterson, 1994).

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio presenta los resultados conjuntos de nueve ensayos de variedades de alfalfa. Ocho ellos se realizaron en Palau de Anglesola (Lleida) durante los años de 1990 a 1998. El otro ensayo que se sembró en 1994 en Borges Blanques (Lleida) tenía como objetivo comparar las variedades que habían sido las más productivas en los 3 primeros ensayos de Palau de Anglesola (Ensayos 1, 2 y 3). Algunos ensayos (Ensayos 1, 2, 4 y 9) tuvieron una duración de cuatro años mientras que la de los restantes fue de tres, con lo que, en conjunto, se presentan resultados de 31 estaciones de crecimiento.

Algunos de los ocho ensayos de Palau de Anglesola forman parte de la red de ensayos del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (INSPV), a los que se le añadieron testigos adicionales. Se ensayaron en total 45 variedades provenientes de los catálogos comerciales de distintos países España (13), EEUU (18), Francia (6), Australia (4) y 4 experimentales o de procedencia desconocida.

En Palau de Anglesola, el suelo se clasificó como Gypsic Xerocept, con pH 7,8, 30 ppm P asimilable (método Olsen) y 341 ppm de K cambiante (Ac NH_4) en los 30 primeros cm de profundidad, habiendo sido trigo y maíz los cultivos previos en los años anteriores. En Borges Blanques el suelo era también un Gypsic Xerocept con pH 8,3 y 15 ppm de P asimilable y 363 ppm de K cambiante, donde no se había sembrado alfalfa, al menos, en los últimos quince años.

Los ensayos de Palau de Anglesola recibieron una fertilización de fondo de 350 kg/ha de K_2O y 250 kg/ha de P_2O_5 y la misma cantidad se aplicó anualmente en invierno, mientras que en el ensayo de Borges Blanques se aplicaron anualmente 150 kg/ha de K_2O y de P_2O_5 .

La temperatura media mensual y la precipitación media de los 18 últimos años en Palau de Anglesola se presentan en la Tabla 1. La temperatura y pluviometría de Borges Blanques, que dista unos 15 km de Palau, son muy similares a los presentados en la Tabla 1.

TABLA 1
**Temperatura media mensual ($^{\circ}\text{C}$) y precipitación (mm). Media 18 años.
 Palau de Anglesola**

Mean air temperatures ($^{\circ}\text{C}$) and rainfall (mm). Average 18 years. Palau de Anglesola

Mes	Temperatura	Precipitación
Enero	6,5	32,2
Febrero	6,8	17,1
Marzo	10,5	25,6
Abril	13,6	39,9
Mayo	17,9	39,4
Junio	22,1	24,9
Julio	24,4	14,7
Agosto	24,0	28,2
Septiembre	20,2	46,3
Octubre	14,9	42,7
Noviembre	9,4	33,1
Diciembre	5,9	34,8
Temperatura media anual		
y precipitación total	14,6	379

Los ensayos se sembraron a principios de octubre (siembras de otoño) o a finales de febrero (siembras de primavera), dependiendo de las condiciones climatológicas y de la disponibilidad de semilla, siendo la duración del ensayo de tres o cuatro años, dependiendo del estado del mismo y de las disponibilidades de superficie.

El diseño experimental fue en α -latice, con cuatro repeticiones, siendo el tamaño de la parcela experimental de 5 m de largo x 1,2 m de ancho (6 hileras con una distancia de 20 cm entre hileras) y la densidad de siembra de 30 kg/ha. El diseño experimental y la duración y manejo de los ensayos se corresponden con la metodología normalmente empleada en este tipo de trabajos (Brummer y Crim, 1996; Moutray, 1992).

Los pasillos entre bloques no se sembraron y se mantuvieron limpios con pases de rotovator, acentuándose posiblemente con ello el 'efecto borde', con lo que las producciones de materia seca (MS) obtenidas habrán sido seguramente superiores a las habituales de las explotaciones comerciales del cultivo.

Para controlar las malas hierbas en el momento de la siembra se aplicó Benfluralina (18 %) a una dosis de 6 L/ha y se escardaron manualmente cuando se consideró necesario. Para mantener el cultivo limpio en el rebrote de primavera, se aplicó Hexazinona (90 %) a la dosis de 1 L/ha, en enero, cuando se consideró necesario.

Los ensayos se regaron por inundación, siguiendo los turnos de riego del Canal de Urgell, recibiendo el primero en la tercera semana del mes de marzo y el último hacia finales de septiembre. El número total de riegos fue de 14-16 riegos anuales con un volumen de agua aproximado de 8 000 a 10 000 m³ /ha/año.

Las plagas tradicionales, gusano verde (*Phytomus variabilis*) y cuca negra (*Colaspiderma Atrum*) se controlaron con Lambda Cihalotrin 2,5 % a la dosis de 0,5 L/ha o con 0,2 L/ha de Deltametrin (2,5 %), mientras que para controlar los pulgones (*Aphis sp.*) se empleó la dosis de 400 g/ha de Pirimicarb (50 %). El número de tratamientos varió según el año, dependiendo de las condiciones climatológicas y del estado del cultivo en el momento de aparición de la plaga. Así, en 1996 y 1997, sólo se realizó un tratamiento en todo el año, en primavera, mientras que en 1991 se dieron cuatro.

El número de cortes por año fue generalmente de seis, excepto en el primer año en los ensayos sembrados en primavera que fue de cuatro o cinco, variando el número de días entre cortes en función de las condiciones climáticas, los turnos de riego y las disponibilidades de personal. En general, la alfalfa se cortó siguiendo el ritmo tradicional de los regadíos de Lleida, de cortes aproximadamente cada 30 días, que solía coincidir con la floración de la alfalfa, excepto en el primer y último corte del año en que se cortó o bien al iniciarse el rebrote en la base de los tallos en primavera o antes de las heladas en otoño, ya que en las condiciones del ensayo, la alfalfa no florecía en estos dos cortes (Tabla 2).

La producción de forraje se midió cortando la parcela entera con motosegadora durante los 5 primeros años de ensayos, y con cosechadora autopropulsada en el resto, pesándose en el campo. Para la determinación del contenido de MS se recogía, de cada parcela, una muestra de forraje de unos 300 g, que posteriormente se secaba en estufa durante 48 horas a 70 °C.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1985). Cada ensayo y cada corte se analizó individualmente, así como la producción media acumulada durante la duración del ensayo. En la comparación de la producción media anual entre variedades (producción total acumulada dividida por el número de años de ensayo), en el conjunto de los nueve ensayos, se consideraron los ensayos como repeticiones y se realizó empleando el Proc GLM (Lsmeans) que estima las medias en diseños incompletos (variedades no presentes en todos los ensayos). Se llevaron a cabo dos comparaciones, una con las variedades que estuvieron presentes en

al menos, tres ensayos y otra con las variedades incluidas en, al menos, dos. Por este motivo se han omitido los resultados de variedades experimentales y de algunas variedades comerciales como Daisy, Florida 77, Guilboa, Regal o Tornese que sólo estuvieron en un ensayo.

Los valores de la variedad Aragón de los dos primeros ensayos (Ensayos 1 y 2) se eliminaron del análisis estadístico, ya que la semilla puede que no fuera de la variedad o bien que estuviera mezclada (Lloveras *et al.*, 1995).

Para analizar con mayor precisión las diferencias intervarietales, se consideró la producción total acumulada como el resultado de la producción de los distintos cortes dentro del año (Producción intraanual) y de la evolución a lo largo de los años (Producción interanual).

RESULTADOS

Producción intraanual (Producción por cortes)

El aspecto que tiene una variedad en un momento determinado del año en el campo, puede diferir mucho de su comportamiento agronómico global anual, de aquí el interés de conocer la evolución anual del cultivo.

La participación de los distintos cortes en la producción anual de alfalfa y el número de días entre cortes se presenta en la Tabla 2.

La producción media conjunta de los cuatro primeros cortes del año es muy semejante, mientras que los dos últimos cortes fueron claramente menos productivos que los anteriores, debido a la reducción de la longitud del día y a la disminución de las temperaturas al acercarse al otoño.

Aunque las producciones medias de materia seca de algunos cortes sean semejantes (Tabla 2), las variaciones de producción del mismo corte, en los distintos años, fueron importantes. Así, en los cuatro primeros cortes, la producción media de las variedades osciló, en el conjunto de los ensayos, entre 3,1 t/ha y 7,1 t/ha de MS, en el segundo año de producción, entre 2,5 y 6,7 t/ha en el tercero y entre 2,5 y 4,8 t/ha de MS en el cuarto. Por otro lado, la producción de MS del quinto corte varió entre 2,6 y 5,6 t/ha, 1,1 y 4,2 t/ha y entre 1,2 y 3,5 t/ha, en el segundo, tercer y cuarto año respectivamente. En el último corte la producción fue menor y estuvo entre 0,5 y 2,9 t/ha de MS.

TABLA 2

Producción de materia seca (t/ha) de alfalfa en los distintos cortes, fechas de corte y número de días entre cortes. Palau de Anglesola 1990-97. Borges Blanques 1994-97

Dry matter production (t/ha) of alfalfa, dates of harvesting and number of days between harvests. Palau de Anglesola 1990-97. Borges Blanques 1994-97

Corte	Producción			Fecha de corte			
	2º año	3º año	4º año	Media	Media	Rango rebrote	Días
1	5,9	3,6	2,7	4,4	28 Abril	15 Abril-7 Mayo	-
2	5,4	3,9	2,8	4,3	4 Junio	25 Mayo-13 Junio	37
3	5,3	4,7	3,9	4,5	5 Julio	28 Junio-18 Julio	31
4	4,9	4,0	3,4	4,2	6 Agosto	28 Julio-12 Agosto	32
5	3,8	2,9	2,4	3,1	11 Sept.	30 Agosto-27 Sept.	36
6	2,1	1,5	1,1	1,6	22 Octubre	11Octubr.-2 Nov.	41

Las comparaciones varietales dentro de cada corte, en los distintos cortes a lo largo del año (datos no presentados) no aporta conclusiones claras, ya que muchas de las variedades ensayadas pertenecen a grupos de latencia otoñal similares, con lo que su crecimiento estacional suele ser muy semejante.

Sin embargo, cabría destacar, en observaciones visuales, el buen rebrote primaveral y otoñal de Ampurdán y el rebrote otoñal de Altiva. Si bien, al cosechar todas las variedades el mismo día, este mejor rebrote en algún momento de la temporada, puede no traducirse en una mejor producción, al disponer todas las variedades de tiempo suficiente para recuperar el posible retraso.

Las principales diferencias varietales en la velocidad de rebrote, se han observado en los rebrotes de primavera y en los cortes de otoño cuando las variedades pertenecen a distinto grupo de latencia. Así, por ejemplo, variedades como Europa o Daisy (Flamencas) o Miral (grupo 7, EEUU) tuvieron un rebrote primaveral más tardío y una latencia otoñal más temprana que las del tipo Aragón o que las procedentes de los grupos de latencia otoñal 8 de los EEUU.

El rebrote primaveral pudo, sin embargo, quedar enmascarado por la sensibilidad varietal a los nemátodos del tallo (*Ditylenchus dipsaci* Kühn) ya que las variedades afectadas por esta enfermedad suelen rebrotar más tarde en primavera (Stuteville y Erwin, 1990).

Evolución interanual de la producción

Cada uno de los ensayos tuvo su propia evolución a lo largo de los años (Tabla 3), aunque siguen unas pautas similares.

Tabla 3

**Producción anual y producción media anual de materia seca (t/ha) de alfalfa.
Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97**

Annual and average annual dry matter production (t/ha) of alfalfa in different trials.

Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97

	Primer	Segundo	Tercer	Cuarto	Media anual	
	año ¹	año	año	año	3 años	4 años
Ensayo 1	16,2	28,1	21,2	12,2	21,8	19,4
Ensayo 2*	25,8	26,5	19,9	16,3	24,0	22,1
Ensayo 3	20,2	27,9	26,9	-	25,3	-
Ensayo 4	16,9	29,3	14,5	12,2	20,2	18,2
Ensayo 5	10,4	15,1	13,1	-	12,9	-
Ensayo 6*	26,2	15,8	15,7	-	19,3	-
Ensayo 7*	21,7	23,5	19,4	-	21,5	-
Ensayo 8	10,2	23,4	23,2	-	18,9	-
Ensayo 9 [‡]	23,0	32,6	29,4	21,7	28,3	26,7
Medias:						
Todos los ensayos	18,9	24,7	20,4	15,6	21,3	21,6
Ensayos primavera	16,1	26,0	21,4	-	21,2	-
Ensayos otoño	24,5	21,9	18,3	-	21,5	-

¹ Es el siguiente a la siembra, en siembras de otoño y el de la siembra en siembras de primavera.

* Ensayos sembrados en otoño. [‡] Ensayo sembrado en Borges Blanques.

La producción media anual del conjunto de variedades evolucionó con la edad del ensayo (Tabla 3). En general, como ha sido frecuentemente observado por autores de diferentes países (Bocsa y Raynal, 1986; Martínez y Palomero, 1990; Brummer y Crim, 1996; Zabala, 1997), la mayor producción de forraje se consiguió en el segundo año, en los ensayos sembrados en primavera, y en el primero, en los sembrados en otoño, disminuyendo después con el paso de los años.

Así, la producción media de MS, en los ensayos sembrados en primavera, fue de 25,1 t/ha en el segundo año, descendiendo a 20,4 t/ha en el tercero y a 15,6 t/ha en el cuarto, mientras que en los ensayos sembrados en otoño la producción del primer y segundo año varió relativamente poco, 24,5 t/ha MS en el primer año y 21,9 t/ha MS en el segundo. Esta disminución de la producción y la pérdida de persistencia con el paso de los años se debe principalmente a la falta de resistencia al frío en zonas con inviernos severos y a los efectos de las enfermedades en las regiones más cálidas (Undersander *et al.*, 1991).

En el caso de los ensayos que se analizan, la disminución de fue debida, principalmente, a las infestaciones por nemátodos del tallo, que redujeron fuertemente el número de plantas en las variedades más afectadas (Lloveras *et al.*, 1994). Su efecto se observaba en el rebrote de primavera donde muchas plantas o no rebrotaban o lo hacían debilmente mostrando los efectos típicos de la enfermedad con rebrotes raquíuticos y entrenudos cortos y engrosados, además de aparecer en algunas hojas, los síntomas típicos de la llamada 'bandera blanca' (Stuteville y Erwin, 1990). Algunas variedades se recuperaron parcialmente, en los meses más calurosos (Lloveras *et al.*, 1994), ya que las altas temperaturas perjudican el desarrollo de los nemátodos (Stuteville y Erwin, 1990), pero la menor densidad de plantas y el escaso rebrote repercutió claramente en la producción y al final ocuparon las primeras posiciones las variedades que mostraron tolerancia frente a esta patología (Lloveras *et al.*, 1994).

Debido a los factores mencionados y al distinto nivel de tolerancia de las variedades a las enfermedades, en especial a los nemátodos, la disminución de la producción de forraje con el paso de los años no fue semejante en todas las variedades, ya que mientras unas descendieron mucho en el tercer año y dieron producciones muy reducidas en el cuarto, otras fueron mucho más persistentes. Un ejemplo de ello puede observarse en la Tabla 4 donde se presenta la evolución de algunas variedades en el Ensayo 1. Así, Sequel, Trifecta y Estival que ocuparon respectivamente las posiciones 3, 5 y 7 en el primer año, descendieron a los puestos 21, 19 y 20, respectivamente, en el cuarto, siendo muy reducidas sus producciones en este último año. En otro extremo, podemos observar como Ampurdán y Capitana, que en el primer año apenas destacaron, acabaron siendo de las mejores variedades. En especial, cabe mencionar la variedad Ampurdán, que en el cuarto año todavía ofrecía muy buenas producciones. Esta variedad ha sido también señalada, como persistente o resistente a enfermedades (Albuquerque *et al.*, 1986; Del Pozo, 1983), aunque sin especificar ninguna en particular.

Un aspecto interesante que se puede observar en la Tabla 4 es la relación entre las posiciones que ocupan las variedades en el tercer año de ensayos y su posición en la suma global de los cuatro años. Así, casi todas las variedades que ocupan las primeras posiciones en el tercer año aparecen como las más productivas en la suma global de los tres o cuatro años, sugiriendo con ello que en los regadíos del Valle del Ebro, al igual que sucede en otras zonas de Europa (Bocsa y Raynal, 1986), el año que marca las diferencias y que permite diferenciar

las variedades de alfalfa suele ser el tercero, de manera que las mejores líneas en este año suelen ser también las mejores en el cómputo global.

Un efecto similar se ha comprobado en otros ensayos de cuatro años de duración como en los Ensayos 2 y 4 (Lloveras *et al.*, 1995; Lloveras *et al.*, 1997). Estos resultados parecen corroborar que, en general, para evaluar variedades de alfalfa tres años de ensayos pueden ser suficientes.

TABLA 4

Variación de la producción anual (t/ha) de algunas variedades¹ de alfalfa en función de los años y producción media. Ensayo 1. Palau de Anglesola 1990-93
Annual variation of forage yields (t/ha) of alfalfa and annual average yields. Trial 1. Palau de Anglesola 1990-93

Variedad	1990	Orden	1991	Orden	1992	Orden	1993	Orden	Media anual	Final
Ampurdán	15,9	12	30,5	6	29,4	1	23,2	1	24,7	1
Tornese	18,4	2	31,2	3	28,0	2	18,9	2	24,1	2
Miral	18,7	1	32,9	1	24,3	3	17,4	5	23,3	3
Campera	17,4	6	31,9	2	23,9	7	18,8	3	23,0	4
Alfabat ²	15,1	18	30,5	7	24,3	4	17,3	6	21,8	5
Capitana	16,0	11	28,3	11	24,1	6	18,6	4	21,7	6
Medina	17,5	4	31,1	4	20,3	14	17,1	7	21,5	7
Alfamed	15,4	15	29,1	10	24,1	5	17,0	8	21,4	8
San Isidro	15,1	19	30,6	5	22,7	9	16,6	9	21,3	9
Baraka	15,2	17	29,4	8	23,7	10	15,9	10	21,2	10
Altiva	16,4	10	27,9	13	20,7	12	15,7	11	20,2	12
Moapa	15,9	13	26,7	17	20,2	15	7,6	16	17,6	14
Aragón	15,3	16	25,0	19	20,4	13	8,1	15	17,2	15
Estival	17,1	7	28,1	12	17,4	17	5,1	20	16,9	17
Trifecta	17,4	5	27,5	14	16,4	21	6,1	19	16,9	18
Sequel	18,4	3	27,1	15	16,4	22	2,2	21	16,0	21
Europa	12,6	23	21,6	23	15,0	23	0,1	23	12,3	23
Media	16,2		28,1		21,2		12,2		19,4	
DMS (5 %)	2,4		3,8		3,7		5,3		7,4	
CV(%)	10,5		9,5		12,3		19,2		6,7	

¹ Se han excluido algunas variedades no inscritas en el INSPV o que no aparecen en catálogos internacionales.

² Variedad no inscrita en el INSPV.

Sin embargo, el efecto del tercer año aparece mucho menos acusado, cuando las variedades empleadas son resistentes a enfermedades o cuando los ensayos se siembran en zonas con menor riesgo, como puede ser el caso del ensayo de Borges Blancos (Ensayo 9) (Tabla 5) que se situó en una parcela que no había tenido alfalfa, al menos, en los últimos quince años. En estos casos, al igual que se observó en los Ensayos 7 y 8, donde el riesgo de acumulación de agua, al regar por inundación, fue algo menor que en algunos de los ensayos anteriores, las diferencias varietales fueron más difíciles de observar y algunos cultivares tradicionales como Aragón y San Isidro ocuparon las primeras posiciones en el tercer año (resultados no presentados). Para este tipo de situaciones, en que el tercer año puede no marcar las diferencias de producción, González (1990) sugiere, en raigrás inglés, que los resultados de los tres primeros años se complementen con mediciones visuales de persistencia en el cuarto o quinto año.

TABLA 5

Variación de la producción anual (t/ha) de variedades de alfalfa en función de los años. Ensayo 9. Borges Blancos 1994-97

Annual forage yields (t/ha) of alfalfa. Trial 9. Borges Blancos 1994-97

Variedad	1994	Orden	1995	Orden	1996	Orden	1997	Orden	Media Anual	Final
Maricopa	25,3	2	35,6	2	31,5	4	23,5	6	28,97	1
GT13R Plus	24,9	3	34,7	3	30,9	5	24,4	2	28,65	2
Artal	26,1	1	34,3	4	32,5	2	21,7	9	28,62	3
Altiva	22,7	7	35,9	1	32,5	1	23,0	8	28,52	4
Alfabat	23,0	6	33,8	6	30,8	6	26,3	1	28,47	5
Baraka	23,1	12	34,1	5	31,6	3	23,5	7	27,62	6
Capitana	22,6	9	33,5	7	28,7	10	24,2	3	27,22	7
Miral	24,0	4	31,9	9	28,3	11	23,7	5	27,00	8
Almar	23,3	5	32,9	8	30,4	7	19,8	11	26,60	9
Ampurdán	21,8	10	30,4	11	28,9	9	24,0	4	26,27	10
Aragón	19,7	16	31,1	10	29,8	9	21,7	10	25,57	11
Hunter R.	22,6	8	30,1	12	25,9	12	15,7	12	23,6	12
Europa	21,4	11	24,7	13	20,0	13	10,5	13	19,1	13
Media	23,0		32,6		29,4		21,7		26,65	
DMS(5 %)	2,6		2,6		2,3		2,8		1,62	
CV (%)	7,8		5,6		5,4		9,0		7,1	

Época de siembra

Un aspecto a destacar en la evolución del alfalfar, es el efecto de la época de siembra en la producción del primer año. Así, las siembras de otoño permiten tener el alfalfar bien establecido en primavera, con lo que la producción del primer año puede ser tan elevada como la del segundo (Tabla 3), aunque en el tercer año los ensayos sembrados en otoño parecen más envejecidos, que los sembrados en primavera. Sin embargo, en el conjunto de los tres años, la producción total de MS de los ensayos sembrados en primavera fue semejante a la de los ensayos sembrados en otoño (Tabla 3), ya que la menor producción del primer año de los ensayos sembrados en primavera, se compensó con su mayor producción en el segundo y tercer años.

Producción total: diferencias varietales

La producción media de diferentes ensayos, en los tres primeros años, varió desde las 12,9 t/ha de MS del Ensayo 5 hasta las 28,3 t/ha MS del Ensayo 9 (Tabla 3). Estas diferencias fueron debidas a varios factores entre los que cabe destacar, como se ha comentado anteriormente, al grado de infestación de enfermedades, nemátodos en particular, así como también al tipo de suelo y la climatología del año. Además, no todos los ensayos tuvieron exactamente las mismas variedades, por lo que los ensayos en que coincidieron variedades más adaptadas pudieron dar producciones medias más elevadas. Este pudo ser el caso del ensayo de Borges Blanques (Tabla 3), donde se compararon las variedades que habían dado las mayores producciones en los ensayos anteriores (Ensayos 1, 2 y 3) (Lloveras *et al.*, 1995).

Diferencias varietales

La producción media de las variedades de alfalfa se presenta en la Tabla 6 (variedades presentes en tres o más ensayos) y en Tabla 7 (variedades en, al menos, dos ensayos).

En la Tabla 6 destacan un grupo de ocho variedades, sin diferencias significativas entre ellas: GT R13 Plus, 13R Supreme, Artal, Maricopa y Miral, procedentes de EEUU y Ampurdán, Baraka y Capitana, de procedencia española. Por otro lado, cabe señalar la menor producción de Aragón y San Isidro, que aun siendo buenas variedades y no existiendo diferencias significativas con algunas de las anteriores, parecen ser inferiores. Estos resultados no coinciden con los publicados por otros autores (Martínez y Palomero, 1990) que basados en ensayos realizados en Aragón recomiendan, para los

regadíos del Valle del Ebro, variedades del tipo Aragón o procedentes del mismo.

En los ensayos de Lleida, las variedades GT R13 Plus, 13R Supreme, Artal, Maricopa y Miral, que han quedado entre las primeras, entre las dieciocho variedades ensayadas procedentes de los EEUU, constan como resistentes o moderadamente resistentes al nemátodo del tallo, en el catálogo de variedades de aquel país. (Certified Alfalfa Seed Council, 1998). En cuanto a las variedades de procedencia española, excepto en caso de Ampurdán, se carecen de referencias escritas sobre su nivel de resistencia a distintas enfermedades.

Las infestaciones de nemátodos, que ha sido uno de los factores básicos que han marcado las diferencias varietales, pueden pasar desapercibidas a los agricultores, que pueden atribuirlo al envejecimiento normal de los alfalfares. Sin embargo, en varios países, la tolerancia a los nemátodos y mejora de la resistencia a enfermedades, constituye el principal objetivo de la mejora en alfalfa (Auricht, 1996; Moutray, 1996).

Las diferencias intervarietales hubieran posiblemente podido ser distintas si los ensayos se hubieran realizado en otras comarcas con menores problemas sanitarios, como parecen sugerir los resultados del Ensayo 9 (Borges Blanques), situado en un ambiente con menores posibilidades de infestación, o en suelos más ligeros, con menor riesgo de acumulación de agua o con tipos de riego distintos al de inundación, que parece facilitar la transmisión de los nemátodos por el agua de riego (Stuteville y Erwin, 1990). Así, en este ensayo, que en general, dió resultados similares a los demás, se observaron, sin embargo, algunas diferencias. Por ejemplo, la variedad Altiva, que en el resto de los ensayos apenas destacó, fue una de las más productivas en Borges Blanques. En el otro extremo, Ampurdán que en la mayoría de ensayos ha ocupado las primeras posiciones, estuvo en los últimos puestos en esta localidad, en el conjunto de los cuatro años, si bien en el último, mostró su persistencia y se situó en los primeros lugares.

TABLA 6

Producción media anual de materia seca (MS) (t/ha) de variedades de alfalfa presentes en, al menos, tres de los nueve ensayos realizados en los regadíos del Urgell. Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97

Average annual dry matter (MS) yield (t/ha) of alfalfa cultivars grown in, at least, three of the nine trials conducted in the Urgell area (Ebro Valley). Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97

Variedad	Producción (MS) media anual	Número Ensayos	
GT R13 Plus	23,3	3	a
Ampurdán	22,8	8	a b
13R Supreme	22,7	3	a b c
Artal (P5888)	22,5	5	a b c
Maricopa	22,4	5	a b c
Baraka	22,2	4	a b c d
Capitana	21,9	6	a b c d
Miral (P5683)	21,7	7	a b c d
Victoria	21,3	3	b c d e
Altiva	21,0	4	c d e
San Isidro	21,2	8	c d e
Puntal	20,9	3	c d e f
Aragón	20,9	7	d e f
Nogara	19,9	3	e f
Estival	19,5	5	f
Moapa	17,9	4	g
Europa	13,5	9	g
EEM (Lsmean)	0,63		

*Medias con la misma letra no son significativamente distintas, según Lsmeans P = 0.05 (SAS Institute, 1985)

EEM = Error estandar medio

Una comparación varietal más amplia, pero seguramente menos 'robusta' que la de la Tabla 6 (variedades presentes en tres o más ensayos) se presenta en la Tabla 7 (variedades presentes en, al menos, dos ensayos).

TABLA 7

Producción media anual de materia seca (MS) (t/ha) de variedades de alfalfa presentes en al menos, dos de los siete ensayos realizados en los regadíos del Urgell. Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97

Average annual dry matter (MS) yield (t/ha) of alfalfa cultivars grown in, at least, two of the nine trials conducted in the Urgell area (Ebro Valley). Palau de Anglesola, 1990-1997. Borges Blanques, 1994-97

Variedad	Producción (MS) media anual	Número Ensayos	
GT R13 Plus	23,3	3	a
Ampurdán	22,8	8	a b
13R Supreme	22,7	3	a b c
Campera	22,6	2	a b c d
Artal (P5888)	22,4	5	a b c d
Maricopa	22,4	5	a b c d
Aurora	22,2	2	a b c d
Baraka	22,2	4	a b c d
Capitana	21,9	6	a b c d
Cardinal	21,8	2	a b c d e
Miral (P5683)	21,7	7	a b c d e
Alfamed	21,6	2	a b c d e f
Pascal (P5715)	21,6	2	a b c d e f
Victoria	21,3	3	b c d e f
San Isidro	21,2	8	c d e f
Altiva	21,1	4	c d e f
Costal	21,0	2	c d e f
Aragón	20,9	7	d e f g
Puntal	20,9	3	d e f g
Sutter	20,4	2	d e f g
Nogara	19,9	3	e f g
Diamond	19,8	2	e f g h
Sprinter	19,6	2	e f g h
Estival	19,6	5	f g h
Vector	18,8	2	g h
Cinna	18,3	2	g h
Moapa	17,9	4	h
Hunter River	17,6	2	h
Europa	13,5	9	i
EEM (Lsmean)	3,23		

*Medias con la misma letra no son significativamente distintas, según Lsmeans P = 0,05 (SAS Institute, 1985).

EEM= Error estandar medio

Comparando la Tabla 7 con la Tabla 6 se observan, en la primera, las incorporaciones de Campera y Aurora, en los primeros lugares, si bien no son significativamente distintas a Alfamed, Cardinal y Pascal. Estos resultados sugieren que habría que tener en cuenta a estas variedades para una evaluación más completa.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el conjunto de los ensayos muestran la existencia de un grupo de variedades que, al menos en los regadíos de Lleida, parecen dar mejores producciones que la variedad tradicional Aragón, siendo posiblemente la causa principal la mayor resistencia o tolerancia a los nemátodos del tallo. Esta superioridad se manifiesta principalmente en zonas con mayores posibilidades de infestación, por el tipo de riego, de suelo o por la reducción de tiempo entre cultivos sucesivos de alfalfa, mientras que las diferencias varietales aparecen más reducidas cuando no se dan estos supuestos.

El efecto del nemátodo del tallo en el rendimiento de las variedades ensayadas sugiere la importancia de la resistencia a enfermedades como uno de los factores clave de la producción de alfalfa y más en la actualidad en que hay una cierta tendencia a reducir el intervalo de tiempo entre cultivos de alfalfa sucesivos (Casañas *et al.*, 1984; Lloveras, 1998). Así mismo, las observaciones efectuadas indican la necesidad de incluir la resistencia a enfermedades dentro de los aspectos claves para registrar o recomendar variedades de alfalfa, como parece sucede ya en diversos países (Auricht, 1996; CASC, 1998; INRA-GEVES, 1994; Rossanigo *et al.*, 1995).

Por otro lado dos variedades tradicionales en sus respectivos países, como son Hunter River (Australia) y Europa (Francia) no parecen estar adaptadas a las condiciones de los regadíos del Valle del Ebro, mostrando que una adaptación a una zona determinada puede no significar una adaptación global.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de campo del Centro UdL-IRTA, J. Del Campo, J.L. Millera, R. Mestre y a todos los estudiantes de la ETSIA de Lleida que han colaborado en este estudio a lo largo de los años, en particular a J. Areny, P. Boffas, J. Gracia, J. Soldevila, E. Merino y L. Nadal.

A la Escuela de Capacitación de Borges Blanques, en particular a V. Viladegut y R. Oliva.

A los Drs. R. Salvador, C. Brummer, P. Hinz y R. Isla de la Iowa State University (Iowa, EEUU) por su asistencia técnica y estadística.

Este estudio ha sido financiado parcialmente por La Paeria (Ayuntamiento de Lleida) y cosechadora fue financiada conjuntamente por la CIRIT y el INIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIFE, 1998. *La alfalfa: Cultivo, transformación y consumo*. Ed. M. LLORCA, J. MASIP; F. OLLE. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). 225 pp. Lleida (España).
- ALBOQUERS, J.; CLAVERO, A.; CASAÑAS, F.; BOSCH, L., 1986. Valoración agronómica de 101 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la comarca del Vallés Occidental. *Pastos*, **14**, 221-231.
- ANÓNIMO, 1996. El negocio de la deshidratación disparó la superficie cultivada de alfalfa en Lleida. *Diario Segre*, 31/05/96, 23.
- AURICHT, G.C., 1996. Disease resistance of Australian cultivars. *Report of the 35th North American Alfalfa Improvement Conference (NAAIC)*, 59-60. Oklahoma City, Oklahoma. (EEUU).
- BOCSA, I; RAYNAL, G. 1986. Tentative d'appréciation de l'importance locale des principales maladies de la luzerne dans huit pays d'Europe par l'emploi de variétés résistantes. En: *La production de fourrage et des semences de luzerne en Europe. Maladies, ravageurs et variétés*, 15-24. Ed. P. GUY; M. MASSENOT. Eucarpia. Groupe Medicago Sativa. INRA. Paris (Francia).
- BRUMMER, C.; CRIM LL., 1996. Iowa State University Alfalfa Test Results. *Alfalfa Variety Test*. Central Alfalfa Improvement Conference, 23-39. Stillwater. Oklahoma (EEUU).
- CASAÑAS, F.; BOSCH, LL.; ALBOQUERS, J.; CLAVERO, A., 1984. *Les varietats d'alfals a Catalunya. Noves perspectives*. Circular d'experimentació Agrària 46. Publicacions Obra Agrícola de la Caixa de Pensions, 15 pp. Barcelona.
- CERTIFIED ALFALFA SEED COUNCIL, 1998. *Fall dormancy and Pest resistance ratings for Alfalfa varieties*. 1997/98 Edition. Certified Alfalfa Seed Council. Davis, California (EEUU).
- CORDERO, S.A.; CRESPO, M.C. 1995. Caracterización del ecotipo de alfalfa Tierra de Campos. *Pastos*, **25**, 57-86.
- CRESPO, A.; Ç 1983. Estudio de variedades de alfalfa para regadíos del bajo Valle del Guadalquivir. *Pastos*, **13**, 85-94.
- DEL POZO, M., 1983. *La alfalfa. Su cultivo y aprovechamiento*. Mundi-Prensa, 379 pp. Madrid (España).
- DELGADO, J., 1991. El cultivo de la alfalfa. *Navarra Agraria*, 65, 7-13.
- GÓNZALEZ, E., 1990. Producción y persistencia en variedades de raigrás inglés. *Actas de la XXX Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 240-247. Donostia (España).
- HIDALGO, F., 1969. Variedades de alfalfa y sus áreas de adaptación en España. Asociación de investigación para la mejora de la alfalfa (AIMA), 78 pp. Zaragoza (España)
- HIDALGO, F., 1985. Mejora genética para la mejora forrajera. *Variedades de alfalfa y sus áreas de adaptación en España*. Asociación de Investigación para la mejora de la alfalfa (AIMA), 65 pp. Zaragoza (España)

- INRA-GEVES, 1994. Les variétés fourragères. Luzerne. *Cultivar*, **361**, 56-57.
- INSPV (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero), 1995. Alfalfa. En: *Registro de Variedades Comerciales*, 2-3. INSPV. Madrid (España).
- JUNTA DE EXTREMADURA, 1990. *Variedades de alfalfa para zonas regables en Extremadura*. Dirección General de Investigación, Extensión y Capacitación Agrarias. Consejería de Agricultura, Industria y Comercio de Extremadura. Badajoz. (España).
- LLOVERAS, J., 1998. La alfalfa en la provincia de Lleida. En: *La alfalfa: Cultivo, transformación y consumo*, 120-127. Ed. M. LLORCA, J. MASIP; F. OLLE. Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE). Lleida (España).
- LLOVERAS, J.; PEDRÓS, C.; SOLDEVILA, J., 1994. Effect of nematodes in the seasonal forage production of alfalfa cultivars in irrigated areas of the Ebro Valley (Spain). *FAO REUR Technical Series*, **36**, 254-255. Eucarpia/FAO 'Medicago' Meeting. Lusignan (Francia).
- 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.; BETBESÉ, J.A.; LÓPEZ, A.; NADAL, L.; BAGÁ, M.; BOFIAS, P., 1997. Varietats d'alfals als regadius de Lleida. *Catalunya Rural i Agraria*, **33**, 5-8.
- MAPA, 1997. *Anuario de Estadística Agraria 1994*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.
- MARTÍNEZ, A., 1992. Estructura varietal de la alfalfa y mejora genética de su producción forrajera. En: *II Xornadas Prtenses*, 49-59. Ed. J. PIÑEIRO. Servicio de Publicaciones. Diputación Provincial. Lugo (España).
- MARTÍNEZ, A.; Palomero, J.L., 1990. La alfalfa en Aragón. Un cultivo en fuerte expansión. *Surcos*, **21**, 5-14.
- MOUTRAY, J.B., 1992. Alfalfa Variety Testing. Current Status and Future Needs from an Industry Viewpoint. *22nd National Alfalfa Symposium Proceedings*, 10-13. Roanoke. Virginia (EEUU).
- MOUTRAY, J.B., 1996. Alfalfa breeding efforts-challenges for the 2000 and beyond. *26nd National Alfalfa Symposium Proceedings*, 12-15. East Lansing. Virginia (EEUU)
- OBRA AGRÍCOLA DE LA CAIXA DE PENSIONS, 1986. *Assaig de varietats d'alfals a la Comarca del Segria*, 8 pp. Full de Divulgació.
- OLEA, L.; PAREDES, J.; VELASCO, P., 1985. Estudio de variedades de alfalfa para los regadios del suroeste de España. *Pastos*, **15**, 85-94.
- PETERSON, M., 1994. How different are the new alfalfa varieties?. *24nd National Alfalfa Symposium Proceedings*, 28-31. Springfield. Illinois (EEUU).
- RATERA, C; MUSLERA, E.; RUIZ, J.A., 1977. Producción de variedades de alfalfa y praderas polifitas de regadío en un suelo calizo de la provincia de Granada. *Pastos*, **7**, 193-209.
- ROSSANIGO, R.; SPADA, MA.; BRUNO, O., 1995. Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en Argentina. *La alfalfa en la Argentina*, 64-78. Ed. E. HIJANO; A. NAVARRO. Instituto Nacional de Tecnología Agraria. Cuyo (Argentina).
- SAS INSTITUTE INC, 1989. User's Guide: Statistics. Version 5. 956 pp. Sas Institute Inc. Cary. North Carolina. (USA).
- STUTEVILLE, D.L.; Erwin, D.C., 1990. *Compendium of alfalfa diseases*. The American Phytopotological Society Press, 65 pp. St. Paul. Minnesota (EEUU).
- UNDERSANDER, D.; Martin, N.; Cosgrove, D.; Kelling, K.; Schmitt, M.; Wedberg, J.; Becker, R.; Grau, C.; Doll, J., 1991. *Alfalfa Management Guide*. American Society of Agronomy, 41 pp. Madison. Wisconsin (EEUU).

YEPES, V., PIÑEIRO J.; PÉREZ, M. 1976. Variedades de gramíneas y leguminosas pratenses recomendadas para Galicia. *Memoria del CRIDA 01*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

ZABALA, 1997. *Producción de forraje de alfalfa en el Valle Interior*. Información técnica No 12. Convenio IDEVI-INTA, 35 pp. (Argentina).

ALFALFA VARIETIES IN THE IRRIGATED AREAS OF THE EBRO VALLEY (SPAIN).

SUMMARY

The objective of this research, conducted during nine years (1990-98), was to evaluate the performance of traditional varieties of alfalfa grown in the Ebro Valley and recent introductions coming mainly from Spain, USA, France and Australia. In this area the crop has been under renewed interest because of the subsidies to forage industrialization

The annual average dry matter (DM) production during the first three years of growth ranged from 12.9 t/ha to 28.3 t/ha. The maximum yields were achieved on the second year of production with an average of 24.7 t/ha DM, decreasing to 20.4 t/ha DM, in the third year and to 15.6 t/ha DM in the fourth. On the first year the average yield was 18.9 t/ha DM. The rate of yield decrease throughout the years was not similar among varieties and the stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* Kühn) seems to be the most yield limiting factor, with the highest ranking varieties being among the ones resistant to this disease. The results show a group of varieties such as GT R13 Plus, Ampurdán, Artal, Maricopa, 13R Supreme, Baraka and Capitana, with an accumulated average DM yields from 21.7 t/ha to 23.3 t/ha, that appears to produce higher yields than the traditional Aragón and San Isidro, at least in the irrigated areas of Lleida. However, the differences between traditional and recent varieties were smaller in fields with low nematode infection.

These results highlight the importance of taking into account the resistance to diseases in order to register or to recommend alfalfa varieties.

Key words: Stem nematode, annual yield variation.