



HAL
open science

Incidencia de la distancia entre líneas y del ciclo de cultivo sobre la producción de semilla de alfalfa en regadío

Ignacio Delgado, Fernando Muñoz, Donato Andueza

► **To cite this version:**

Ignacio Delgado, Fernando Muñoz, Donato Andueza. Incidencia de la distancia entre líneas y del ciclo de cultivo sobre la producción de semilla de alfalfa en regadío. *Pastos y Forrajes*, 2013, 43 (1), pp.14-19. hal-02642877

HAL Id: hal-02642877

<https://hal.inrae.fr/hal-02642877>

Submitted on 28 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE LÍNEAS Y DE LA FECHA DE RECOLECCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA EN REGADÍO

I. DELGADO¹, F. MUÑOZ¹ Y D. ANDUEZA^{2,3}

¹ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930. 50059 Zaragoza (España)

² INRA-UMR1213 Herbivores, F-63122 Saint Genès Champanelle (France)

³ Clermont Université, VetAgro Sup. -UMR Herbivores, F-63000 Clermont-Ferrand (France)

Historial del artículo:

Recibido: 22/03/2013

Revisado: 23/04/2013

Aceptado: 20/09/2013

Disponible online: 14/04/2014

Autor para correspondencia:

idelgado@aragon.es

ISSN: 2340-1672

Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos>

Palabras clave:

Medicago sativa L., riego, producción de forraje, variabilidad interanual, inflorescencias, vainas

Keywords:

Medicago sativa L., irrigation, hay yield, interannual variability, inflorescences, pods

RESUMEN

Se estudió la incidencia de la distancia entre líneas (20, 40 o 60 cm) y de la fecha de recolección (dejando para semilla el segundo o el tercer corte) en la producción de semilla de la alfalfa cv Aragón en Zaragoza, durante 2007-2011. Las producciones anuales obtenidas no mostraron diferencias significativas en función de la fecha de recolección, siendo de 443 y 415 kg ha⁻¹ cuando se dejó el segundo y el tercer corte respectivamente, o de la distancia entre líneas con 418, 418 y 451 kg ha⁻¹, obtenidos para distancias entre líneas de 20, 40 y 60 cm respectivamente, aunque la variabilidad interanual fue alta, de 29 kg a 914 kg ha⁻¹. Además de la cosecha de semilla se realizaron tres cortes para forraje, sobresaliendo la producción de materia seca, 7627 kg ha⁻¹, cuando se dejó el tercer corte para semilla. La producción forrajera fue asimismo superior cuando la distancia entre líneas fue de 20 cm, 7486 kg ha⁻¹, respecto de las distancias de 40 y 60 cm, con 7189 y 6661 kg ha⁻¹ respectivamente.

ABSTRACT

The effect of row spacing (20, 40 or 60 cm) and harvesting date (leaving for seed production the second or the third harvest of the year) on seed production of alfalfa cv Aragón was studied in Zaragoza during 2007-2011. Results showed neither significant differences according to the harvest date (443 and 415 kg ha⁻¹ respectively when the second and the third harvests were left), nor according to 20, 40, and 60 cm row spacing, 418, 418 and 451 kg ha⁻¹ respectively although interannual variability was high, 29 kg to 914 kg ha⁻¹. Besides seed harvest, three cuts were devoted to forage, presenting the highest dry matter yield (7627 kg ha⁻¹) when the third cut was left for seed production. In addition, forage production was higher when row spacing was 20 cm (7486 kg ha⁻¹) than with 40 cm and 60 cm spacing (7189 and 6661 kg ha⁻¹ respectively).

INTRODUCCIÓN

La alfalfa fue el primer cultivo forrajero en España en 2010, con 271 204 ha cultivadas y una producción cosechada en verde de 11 493 857 t (MAGRAMA, 2013). El 64 % de la superficie cultivada tuvo lugar en regadío y la producción entregada a la industria deshidratadora fue el 73 % de la

cosechada. La principal zona productora de alfalfa fue el nordeste de España que integra el valle del Ebro, acogiendo el 54 % de la superficie nacional y el 66 % de la producción.

Del total de la superficie ocupada por alfalfa en España, en 2011 se destinaron 9346 ha a la producción de semilla, pre-cintándose 1 370 426 kg (MAGRAMA, 2013). De ellas, 3096

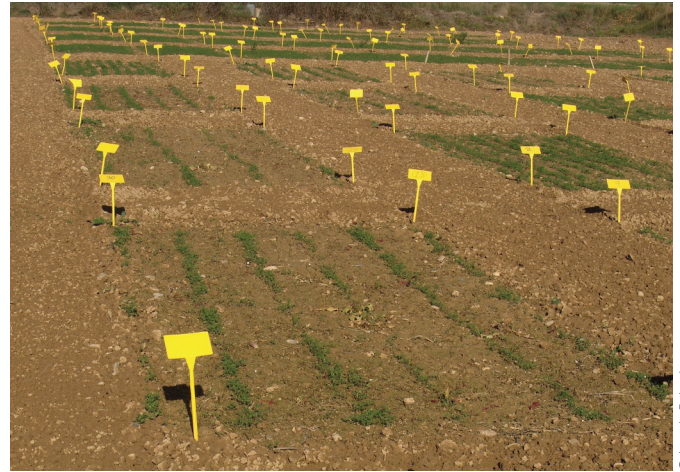
ha lo fueron en el nordeste de España, lo que supuso el 2,1 % de la superficie cultivada. Esta superficie es insuficiente para cubrir las necesidades de semilla de la zona, estimadas en unos 1 276 000 kg, ateniéndose a la dosis de semilla utilizada, 35 a 40 kg ha⁻¹, según la encuesta realizada por Álvaro y Lloveras (2003).

En los regadíos del valle medio del Ebro la producción de semilla tiene un interés secundario, siendo la producción de forraje la finalidad principal del cultivo. Los agricultores que destinan el cultivo para semilla, lo hacen el último año de la cosecha cuando estiman que la producción de forraje es escasa, como una fuente de ingresos adicional o porque valoran más la calidad de la semilla propia que la de otras procedencias. Sin embargo, podría aumentar el interés por la producción de semilla si se comprueba que pueden alcanzarse rendimientos que compensen la pérdida de dos cortes de forraje, que es lo que suele durar el proceso de formación de la semilla. Se hace necesario, por tanto, estudiar y mejorar el manejo del cultivo para semilla.

Tres de las técnicas culturales que inciden en la producción de semilla, de fácil aplicación por el agricultor del valle medio del Ebro, son el control del riego, la densidad de plantas y la elección del corte destinado a producir la semilla. Se ha obviado la práctica de la colocación de colmenas de abejas melíferas (*Apis mellifera*) para facilitar la polinización, debido a la imposibilidad en la práctica de que los agricultores dispongan de ellas a no ser que haya apicultores en sus proximidades, además de considerarse, por otra parte, su baja eficacia polinizadora en la alfalfa (Hidalgo, 1967; Rincker *et al.*, 1988).

El control del riego, mediante la reducción de las aportaciones de agua a partir del inicio de la floración para incrementar la producción de semilla, ha sido estudiado reiteradamente en la bibliografía (Rincker *et al.*, 1988; Iannucci *et al.*, 2002; Shock *et al.*, 2007). Rincker *et al.* (1988), en su revisión bibliográfica, consideran que el volumen de agua de riego y su reparto es un factor variable en función de la textura y profundidad del suelo, de la lluvia y de la evapotranspiración existente durante el periodo destinado a la producción de semilla, por lo que se requiere evaluarlo en cada zona. En lo que respecta al valle medio del Ebro, diversos experimentos han mostrado que una reducción del agua aplicada a partir de la floración no mejora significativamente la producción de semilla y reduce la de forraje (Hidalgo, 1967; Martínez, 1993). Ello fue asimismo corroborado en un experimento previo al que nos ocupa, sobre un suelo franco-arcillo-limoso, apreciándose que la eliminación de algún turno de riego durante el proceso de formación de la semilla, incidía negativamente en el rendimiento (Delgado *et al.*, 2008).

La gestión de la densidad de siembra ha sido una de las técnicas culturales más utilizadas para incrementar la producción de semilla, sobre la base de que espacios amplios entre plantas incrementan la floración y facilitan el acceso de los insectos



© Ignacio Delgado

Establecimiento del ensayo comparativo de la distancia entre líneas para producción de semilla de alfalfa.

tos a la polinización. El clima, la disponibilidad de agua y la textura del suelo condicionan la distancia óptima entre líneas que puede variar entre 20 y 150 cm (Rincker *et al.*, 1988). En áreas destinadas a la producción de forraje, Askarian *et al.* (1995) lograron los mayores rendimientos de semilla con separaciones entre líneas de 30 a 45 cm; Chocarro *et al.* (2004) apreciaron diferencias significativas en producción de semilla entre 20 y 60 cm de distancia; Stanisavljevic *et al.* (2012) concluyeron que la relación óptima en el binomio forraje-semilla se alcanzó con distancias de 40 y 50 cm. En lo que respecta al valle medio del Ebro, Martínez (1993) no observó diferencias significativas en la producción de semilla entre 20 y 80 cm.

Otra técnica cultural importante, sobre todo en el valle medio del Ebro, es la elección del corte que se destina a la producción de semilla por su repercusión en la producción de forraje. En las condiciones particulares del valle del Ebro, donde se dispone de agua de riego durante todo el periodo productivo y la producción de semilla se intercala dentro de la campaña de producción de forraje, puede destinarse el segundo ciclo para producción de semilla o efectuar dos cortes para forraje antes de dejar el cultivo para semilla (Martínez, 1993). En la primera propuesta se busca destinar a semilla el periodo más favorable para la actividad de las abejas, pero dado que la mayor producción de forraje tiene lugar en los primeros ciclos (Delgado *et al.*, 2011), puede ser preferible la segunda opción.

Para dar continuidad a nuestras investigaciones sobre la producción de semilla en el valle medio del Ebro (Delgado y Muñoz, 2005 y Delgado *et al.*, 2008), se realizó un experimento con el objetivo de estudiar la producción de semilla en función de la distancia entre líneas y del corte destinado a esta finalidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en una parcela regada por inundación, en la finca experimental del Centro de Investigación y

Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) en Zaragoza, entre 2007 y 2011. Las temperaturas medias máxima y mínima (media anual de los cinco años) fueron 19,2 °C y 6,8 °C, respectivamente, y la precipitación 315,0 mm. La evolución de las temperaturas y de la lluvia durante el periodo estival, en el que tuvo lugar la producción de semilla, se presenta en la Figura 1. Las características edafológicas medias de la parcela en los primeros 30 cm del suelo correspondieron a una textura franco-arcillo-limosa, pH (agua 1:2,5) 8,09, salinidad (C.E. 1:5) 0,27 dS m⁻¹, contenido en materia orgánica (colorimetría) 2,47 %, fósforo (Olsen) 16,35 mg kg⁻¹ y potasio (Acetato amónico) 270,0 mg kg⁻¹.

Se compararon tres separaciones entre líneas, 20, 40 y 60 cm, y destinar a producción de semilla el segundo o el tercer corte. El cultivar utilizado fue "Aragón" y la dosis de siembra, 30, 15 y 10 kg ha⁻¹, correspondiendo a las separaciones entre líneas de 20, 40 y 60 cm, respectivamente.

La siembra se realizó el 3 de octubre de 2006. Como abonado de fondo se aportaron 400 kg ha⁻¹ del complejo 8-24-8. Los restantes años se aportó la misma cantidad del complejo en febrero. El riego se efectuó con una periodicidad mensual en primavera y otoño, y cada 12 días en el periodo estival hasta capacidad de campo.

La recolección para semilla se realizó en la segunda quincena de julio cuando se destinó el segundo corte para ello y en la segunda de agosto cuando lo fue el tercer corte. Se efectuaron además tres cortes al año para producción de forraje. Cuando se dejó el segundo para semilla, los cortes se efectuaron a primeros de mayo, finales de agosto y mediados de octubre. Cuando se dejó el tercero para semilla, el primero y segundo cortes para forraje se realizaron a finales de abril y primeros de junio, y el último a mediados de octubre. En cada parcela elemental se contabilizaron, sobre 50 cm de una línea central tomada al azar, el número de tallos totales y de tallos con infrutescencias en 2007, y de tallos floridos, en los restantes años. Sobre 10 inflorescencias de cada muestra se contabilizó el número de flores y, sobre 30 vainas al azar, el número de semillas por vaina en los tres primeros años. Cuando dos tercios de las infrutescencias presentaban color marrón, se recolectó al azar un metro cuadrado de cada parcela elemental para estimar la producción de semilla. La muestra se secó en almacén y se trilló posteriormente en laboratorio.

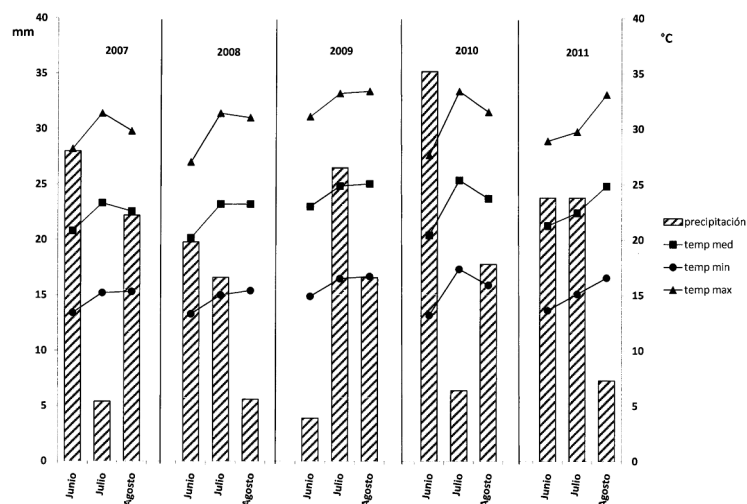


FIGURA 1. Datos climatológicos durante la formación de la semilla en el CITA, en Zaragoza (2007-2011).

FIGURE 1. Climatological data during seed formation in the CITA, Zaragoza, 2007-2011.

La evaluación de la producción de forraje se efectuó mediante la siega de un metro cuadrado por parcela elemental que se secó en estufa ventilada a 60 °C hasta peso constante. En el primer corte de 2007 se evaluó, asimismo, la biomasa de malas hierbas en función del distanciamiento entre líneas, mediante la separación y secado de las mismas en laboratorio.

El diseño experimental fue en parcelas divididas: dos fechas de recolección para semilla x tres distancias entre líneas x cuatro repeticiones, siendo la parcela principal, la fecha de recolección, y la subparcela, la distancia entre líneas. La parcela elemental fue de 10 m² (2 m x 5 m). El efecto año y sus interacciones se consideraron como aleatorios. El análisis estadístico se efectuó utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2003). La separación de medias se realizó de acuerdo con la opción LSMEANS/PDIFF del citado paquete estadístico.

RESULTADOS

Las producciones de semilla y forraje, en función de la distancia entre líneas y del corte destinado a semilla, se presentan en la Tabla 1.

	Corte para semilla			Distancia entre líneas			Ee 2	Significación		
	2º	3º	Ee 1	20 cm	40 cm	60 cm		Corte	Distancia	Corte x distancia
Semilla	443	415	24	418	418	451	24	ns	ns	ns
Forraje	6597b	7627a	79	7486a	7189b	6661c	101	**	*	ns

Ee = Error estándar; ns = P > 0,05; * = P < 0,05; ** = P < 0,01. Las cifras con distinta letra dentro de cada tratamiento son significativamente distintas (P < 0,05).

TABLA 1. Producción anual de semilla (kg ha⁻¹) y forraje (kg de materia seca ha⁻¹) de alfalfa, según el corte destinado para semilla y la distancia entre líneas, en Zaragoza (datos medios de 5 años y 4 repeticiones).

TABLE 1. Seed yield (kg ha⁻¹) and forage (dry matter yield kg ha⁻¹) of an alfalfa crop in Zaragoza according to the harvest period used for seed production and the distance between rows (average values of 5 years and 4 replications).

	Corte para semilla			Distancia entre líneas				Significación		
	2º	3º	Ee 1	20 cm	40 cm	60 cm	Ee 2	Corte	Distancia	Corte x distancia
T	369,5b	438,1a	6	515,5a	371,2b	324,7c	10	**	*	ns
T fl	145,2b	198,8a	6,3	212,4a	167,7b	135,8c	7,1	**	*	ns
Fl/inflor	22,4a	21,0b	0,1	20,9	22,3	22	0,3	***	ns	ns
s/v	4,01	3,81	0,1	3,74	4,06	3,93	0,1	ns	t	ns

Ee = Error estándar; t = $P < 0,1$; ns = $P > 0,05$; * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$. Las cifras con distinta letra dentro de cada tratamiento son significativamente distintas ($P < 0,05$).

TABLA 2. Número total de tallos (T) y tallos floridos (T fl) por m², flores por inflorescencia (Fl/infl) y semillas por vaina (s/v), según el corte destinado para semilla y la distancia entre líneas en un alfalar, en Zaragoza (datos medios de 5 años y 4 repeticiones para T y T fl y datos medios de 3 años y 4 repeticiones para Fl/inflor y s/v).

No se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en lo que respecta a la distancia entre líneas, obteniéndose 418, 418 y 451 kg ha⁻¹ para distancias entre líneas de 20, 40 y 60 cm respectivamente. En cuanto a la cantidad de semilla obtenida en función de la elección del corte destinado a este fin, tampoco hubo diferencias significativas ($P > 0,05$), siendo la producción de semilla de 443 y 415 kg ha⁻¹ con el segundo y tercer corte, respectivamente. La variabilidad de la producción de semilla según el año fue elevada, siendo la mínima y máxima producciones anuales de 29 kg y 914 kg ha⁻¹ respectivamente.



© Ignacio Delgado

Producción de semilla de alfalfa en líneas.

Se dieron tres cortes para forraje por año. La producción de materia seca (MS) fue más elevada ($P < 0,01$) cuando se dejó el tercer corte para semilla, 7627 vs 6597 kg de MS ha⁻¹ y cuando fue menor la distancia entre líneas ($P < 0,05$), 20 cm respecto de 40 cm y 40 cm respecto de 60 cm, obteniéndose con estas separaciones una producción media de 7486, 7189 y 6661 kg de MS ha⁻¹ respectivamente.

La interacción corte x distancia, tanto en la producción de semilla como de forraje no fue significativa.

El establecimiento de malas hierbas en función de la distancia entre líneas, estimado en el primer corte del primer año, fue significativamente superior ($P < 0,001$) cuando se incrementó la separación entre las líneas, estimándose su biomasa en el 1,3 %, 13,9 % y 37,2 % de la producción total de MS, para los distanciamientos de 20, 40 y 60 cm, respectivamente.

TABLA 2. Total number of stems (T) and flowering stems (T fl) per m², number of flowers per inflorescence (Fl/infl) and seeds per pod (s/v) according to the harvest period used for seed production and the distance between rows in an alfalfa crop in Zaragoza (average values of 5 years and 4 replications for T and T fl and average value of 3 years and 4 replications for Fl/inflor and s/v).

Estas cantidades se retiraron y no se contabilizaron en la producción de forraje.

Los resultados de los componentes de la producción de semilla estudiados: número de tallos totales y floridos, flores por inflorescencia y semillas por vaina, se presentan en la Tabla 2.

El número de tallos totales y floridos fue significativamente superior ($P < 0,01$) cuando se destinó el tercer corte para semilla, 438 y 199 tallos m⁻², que cuando se destinó el segundo corte, 370 y 145 tallos m⁻². En lo que respecta a la distancia entre líneas, el número de tallos totales y floridos mostraron, asimismo, diferencias significativas ($P < 0,05$), con valores mayores en la distancia de 20 cm, reduciéndose a medida que aumentaba dicha distancia. Las cifras oscilaron entre 516 y 325 tallos totales m⁻², y 212 y 136 tallos floridos m⁻², entre las distancias de 20 y 60 cm respectivamente.

El número de flores por inflorescencia varió significativamente ($P < 0,001$) y a la inversa que la densidad de tallos floridos, con valores mayores en el segundo corte (22,4) que en el tercero (21,0). En lo que respecta a la distancia entre líneas, el número de flores por inflorescencia no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$).

El número de semillas por vaina no fue significativo ($P > 0,05$) en función de la fecha de recolección o de la distancia entre líneas, siendo de media 3,9 semillas por vaina, aunque cuando la distancia entre líneas fue de 20 cm, el número de semillas por vaina mostró una tendencia ($P < 0,1$) a ser inferior (3,7), con respecto a las distancias entre líneas de 40 o 60 cm (4,1 y 3,9 respectivamente).

La interacción fecha de recolección x distancia entre líneas en los componentes de la producción de semilla no fue significativa ($P > 0,05$).

DISCUSIÓN

La distancia entre líneas no afectó a la producción de semilla. Los resultados obtenidos fueron similares a los observados en anteriores experimentos llevados a cabo en las condiciones

de regadío de la cuenca media del Ebro (Chocarro *et al.*, 2004; Delgado y Muñoz, 2005). Autores de otras localizaciones (Askarian *et al.*, 1995; Stanisavljevic *et al.*, 2012) obtuvieron las mejores producciones de semilla con separaciones entre líneas entre 30 y 50 cm.

La elección del corte para semilla tampoco afectó a la producción de la misma. No obstante, cuando se desciende al análisis de los componentes de la producción de semilla, se observa que el número de tallos floridos fue superior en el tercer corte y con la separación de 20 cm entre líneas. Contrariamente, el número de flores por inflorescencia fue superior en el segundo corte mientras que en el número de semillas por vaina, se apreció una tendencia a ser superior en las distancias entre líneas de 40 y 60 cm, con respecto a la de 20 cm. Así, los valores de unos componentes pudieron contrarrestar los de otros, resultando en la ausencia de efecto de los tratamientos en la producción total de semilla.

En lo que respecta a la alta variabilidad interanual que presenta la producción de semilla, ello ha sido puesto de manifiesto en la bibliografía por Rincker *et al.* (1988), Simon (1997), Martiniello (1998) y Iannucci *et al.* (2002). Estos autores indican la necesidad de conjugar tres factores para lograr una buena producción de semilla: un medio ambiente adecuado para la polinización y cuajado del fruto que comprenda temperaturas cálidas, luminosidad y escasez de lluvias, una fauna polinizadora abundante y prácticas de manejo del cultivo ajustadas a la producción de semilla. En nuestro experimento, de los tres factores enumerados, el primero y el tercero se estima que fueron adecuados: las temperaturas estivales que se muestran en la Figura 1 aparentemente fueron apropiadas para lograr un buen cuajado del fruto y las prácticas culturales utilizadas fueron adoptadas de acuerdo con los resultados de anteriores experimentos (Hidalgo, 1967; Martínez, 1993; Chocarro *et al.*, 2004; Delgado y Muñoz, 2005; Delgado *et al.*, 2008). En lo relativo al segundo factor, la presencia de fauna polinizadora pudo ser escasa, como consecuencia del incremento en el uso de tratamientos fitosanitarios en la zona y cuya cuantificación queda pendiente para otro estudio.

No obstante, la variabilidad mostrada en la producción anual de semilla indica que hay factores no controlados que han podido influir de forma importante en aquella. Por ejemplo, hay factores fisiológicos que provocan abortos y caída de flores y frutos, los cuales están insuficientemente descritos en la bibliografía, y deberían ser estudiados. Así, Viands *et al.* (1988) sugieren que la fertilidad aumenta con temperaturas comprendidas entre 21 y 27 °C, pero decrece a los 32 °C, lo que suele tener lugar en los meses de julio y agosto en nuestras condiciones (Figura 1). Pasumarty *et al.* (1993) atribuyen la baja fertilización en trébol blanco a la competencia por los nutrientes, lo que también podría ser válido para un alfalfar de regadío con alto crecimiento vegetativo en el periodo de primavera-verano, que puede desequilibrar la

balanza en perjuicio de la producción de semilla. Ello justificaría que los agricultores del valle del Ebro sean reacios a producir semilla en regadío, por la aleatoriedad de las cosechas.

La distancia entre líneas no afectó a la producción de semilla pero sí a la producción anual de forraje. Los resultados obtenidos muestran que las mayores producciones de forraje se obtuvieron cuando se destinó a semilla el tercer ciclo productivo y se redujo la distancia entre líneas. Martínez (1993) justificaba el destino del tercer ciclo a la producción de semilla, debido a que la finalidad del cultivo en el valle del Ebro es la producción de forraje. Teniendo en cuenta que la distancia entre líneas no afecta a la producción de semilla y que la mayor proximidad entre las mismas aumenta el rendimiento en forraje y contribuye a reducir la presencia de malas hierbas y el coste de su eliminación, parece adecuada la elección del tercer ciclo para semilla.

Por todo ello, nos parecen muy acertadas las recomendaciones de Marble (1997), el cual aconseja que previamente a la elección del destino del cultivo, forraje o semilla, se tengan en cuenta las condiciones medioambientales del lugar, y luego se apliquen al cultivo las prácticas culturales más acordes con dicha elección.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la existencia de una gran variabilidad interanual en la producción de semilla en las condiciones de cultivo del valle medio del Ebro. El tercer corte anual del cultivo es más adecuado para producir semilla que el segundo corte, ya que la producción anual de forraje se ve menos afectada. La escasa influencia detectada de la distancia entre líneas sobre la producción de semilla, pero su fuerte repercusión sobre la producción de forraje, hacen recomendable la utilización de una distancia entre líneas de 20 cm. Es necesario realizar estudios complementarios que permitan determinar qué factores ambientales afectan a formación de semilla y sobre qué componentes actúan.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a J.A. Tanco Salaverri su colaboración técnica. Este trabajo se ha realizado dentro de los proyectos RTA-05-00105-C02-01 y RTA2009-00063-C02-01.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARO J. Y LLOVERAS J. (2003) *Estudio sobre la metodología de la producción de alfalfa en España. Informe final*. Lleida, España: Asociación Interprofesional de Forrajes Españoles (AIFE).

- ASKARIAN M., HAMPTON J.G. Y HILL M.J. (1995) Effect of row spacing and sowing rate on seed production of lucerne (*Medicago sativa* L. cv Grasslands-Oranga). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 38 (3), 289-295.
- CHOCARRO C., LLOBET J., FANLO R. Y LLOVERAS J. (2004) Efecto de la distancia entre líneas sobre la producción de semillas de alfalfa. En: García-Criado B. et al. (Eds) *Pastos y ganadería extensiva*, pp. 433-437. Salamanca, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- DELGADO I. Y MUÑOZ F. (2005) Efecto de la distancia entre líneas, del cultivar y de la localización, sobre la producción de semilla de alfalfa. En: Osoro K. et al. (Eds) *Producciones agroganaderas. Gestión eficiente y conservación del medio natural*, Vol. II, pp. 527-534. Villaviciosa, España: SERIDA.
- DELGADO I., DIAZ J. Y MUÑOZ F. (2008) Estudio de factores agronómicos y de manejo que inciden en la producción de semilla de alfalfa. En: Fernández P. et al. (Eds) *Pastos, clave en la gestión de los territorios: integrando disciplinas*, pp. 215-223. Córdoba, España: Junta de Andalucía.
- DELGADO I., MUÑOZ F., JOY M. Y ANDUEZA D. (2011) Evolución anual de la producción de forraje y del contenido en proteína bruta de un cultivo de alfalfa cv Aragón. En: López-Carrasco C. et al. (Eds) *Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI*, pp. 281-286. Toledo, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.
- HIDALGO F. (1967) *El cultivo de la alfalfa. Factores técnicos y económicos*. 1^{as} jornadas nacionales sobre la alfalfa. Zaragoza, España: Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa.
- IANNUCCI A., DI FONZO N. Y MARTINIELLO P. (2002) Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed yield and quality under different forage management systems and irrigation treatments in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 78 (1), 65-74.
- MARBLE V.L. (1997) Lucerne seed production and research in the United States of America. En: Chloupek O. et al. (Eds) *Seed production of lucerne. Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting of Group the Medicago*, pp. 154-184. Praga, Republica Checa: Academia.
- MARTINEZ A. (1993) *Informe de los trabajos desarrollados por la Asociación para la Investigación y Mejora de la Alfalfa (AIMA) en 1992, en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico*. Zaragoza, España (no publicado).
- MARTINIELLO P. (1998) Influence of agronomic factors on the relationship between forage production and seed yield in perennial forage grasses and legumes in a Mediterranean environment. *Agronomie*, 18, 591-601.
- MAGRAMA (2013) *Anuario de Estadística Agroalimentaria 2009-2010*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- PASUMARTY S.V., MATSUMURA T., HIGUCHI S. Y YAMADA T. (1993) Causes of low seed set in White clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science*, 48 (1), 79-83
- RINCKER C., MARBLE V.L., BROWN D.E. Y JOHANSEN C. (1988) Seed production practices. En: Hanson A. et al. (Eds) *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 985-1021. Madison, EEUU: American Society of Agronomy.
- SAS (2003) *SAS user's guide: Statistics version 9.1*. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- SHOCK C.C., FEIBERT E.B.G., SAUNDERS L.D. Y KLUAZER J. (2007) Deficit irrigation for optimum alfalfa seed yield and quality. *Agronomy Journal*, 99, 992-998.
- SIMON U. (1997) Environmental effects on seed production in Lucerne. En: Chloupek O. et al. (Eds) *Seed production of lucerne. Proceedings of the XIIth Eucarpia Meeting of Group the Medicago*, pp. 123-134. Praga, Republica Checa: Academia.
- STANISAVLJEVIC R, BEKOVIC D., DJUKIC D., STEVOVIC V., TERZIC D., MILENKOVIC J. Y DJOKIC D. (2012) Influence of plant density on yield components, yield and quality of seed and forage yields of alfalfa varieties. *Romanian Agricultural Research*, 29, 245-254.
- VIANDS D.R., SUN P.Y BARNES D.K. (1988) Pollination control: mechanical and sterility. En: Hanson A. et al. (Eds) *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 931-960. Madison, EEUU: American Society of Agronomy.