

## EVALUACION DE DIFERENTES DOSIS DE SIEMBRA DE ALFALFA EN SECANO

I. DELGADO<sup>1</sup>, F. MUÑOZ<sup>1</sup>, D. ANDUEZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930. 5059 Zaragoza (España). <sup>2</sup>INRA-UMR1213 Herbivores, INRA, VetAgro Sup, Clermont université, université de Lyon, 63122 Saint-Genès-Champagnelle, France.

Correspondencia: idelgado001@hotmail.com

### RESUMEN

El coste del establecimiento de un alfalar en secanos semiáridos puede suponer un impedimento económico cuando su destino es el pastoreo o la protección de las aves. En el presente trabajo se ensayaron cuatro dosis de siembra, 7, 14, 21 y 28 kg/ha en tres condiciones de secano de Aragón, durante 2009-2014, evaluando la implantación y persistencia de las plantas, y la producción de forraje. Los resultados mostraron que la implantación fue menor con la dosis de siembra más baja pero el número de plantas presentes se igualó al final del experimento. No hubo diferencias en la producción de forraje atribuibles a la dosis de siembra. Los resultados sugieren que la dosis de siembra de 7 kg/ha puede ser suficiente para el establecimiento de alfalfares en distintas condiciones de secano.

**Palabras clave:** *Medicago sativa* L., cubierta vegetal, establecimiento, producción de materia seca, persistencia

### SUMMARY

The establishment cost of alfalfa stands can be an impediment when their destination is for grazing or bird protection. This work studies four seeding rates, 7, 14, 21 and 28 kg/ha under three dryland conditions in Aragón, during 2009-2014. We evaluated establishment, persistence and forage dry matter yield. Results showed that the crop establishment was lower when seeding rates were lower, but the number of surviving plants was similar among doses. Forage dry matter yield was not affected by seeding rates. These data suggest that a seeding rate at 7 kg/ha may be sufficient for the proper establishment of alfalfa stands in dryland conditions.

**Key words:** *Medicago sativa* L., plant cover, establishment, dry matter yield, persistence

### INTRODUCCIÓN

La alfalfa es el segundo cultivo forrajero en España en superficie ocupada con 247 639 ha, 35% de las cuales se localizaron en secano y, de ellas, el 12,6% se aprovechó mediante pastoreo. En Aragón es el primer cultivo forrajero con 86 018 ha, de las cuales el 18,4% se cultivó en secano y el 47,8% se destinó a pastos (MAGRAMA, 2016). El mayor destino a pastoreo de la alfalfa en Aragón, puede atribuirse a que se utiliza como cubierta vegetal para la reconversión de las tierras poco productivas en pastos de bajo coste para el ganado o para la protección de las aves, dadas sus cualidades de adaptación al medio, productividad y valor forrajero (Delgado, 2012).

Para el establecimiento de un alfalar en España, es habitual que los agricultores utilicen dosis de semilla, que con frecuencia superan los 40 kg/ha en regadío (Álvaro y Lloveras, 2003), cifras que en la práctica trasladan al secano. Con ello buscan garantizar un establecimiento seguro del cultivo, la lucha contra las malas hierbas, la obtención de una mayor producción de forraje el primer año o

más calidad por el menor grosor de los tallos. En contrapartida, encarecen los gastos de establecimiento.

En la bibliografía consultada no se aprecia que la producción de forraje se incremente significativamente con dosis de siembra superiores a 10-12 kg/ha (Hycka, 1983; Sarraj, 1987; Tesar y Marble, 1988; Nelson *et al.*, 1996; Min *et al.*, 2000; Hall *et al.*, 2004; Lloveras *et al.*, 2008). Sin embargo, otros autores recomiendan utilizar dosis de 20-25 kg/ha para garantizar un buen establecimiento (Le Gall *et al.*, 1992) o controlar las malas hierbas (Yazdani *et al.*, 2012). Una dosis de siembra de 10 kg/ha supone la aportación de al menos 360 semillas viables/m<sup>2</sup> (450 semillas/g x 80% de germinación), las cuales pueden asegurar el establecimiento de, entre 150 plantas/m<sup>2</sup> (Lloveras *et al.*, 2008) y 250 plantas/m<sup>2</sup> (Tesar y Marble, 1988) en buenas condiciones de humedad, y de 75 plantas/m<sup>2</sup> (Hycka, 1983) en condiciones de secano semiárido. Estas dosis se consideran suficientes para obtener producciones óptimas de forraje, según dichos autores.

En el presente trabajo se evalúan diferentes dosis de siembra de alfalfa en secanos semiáridos de Aragón, con el fin de disponer de resultados para difundir entre los agricultores prácticas de cultivo que contribuyan a rebajar los gastos de establecimiento en campos destinados a pastoreo para el ganado o a la protección de la fauna.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en tres localizaciones de secano: Ligüerre de Cinca (Huesca), Zuera (Zaragoza) y Badules (Zaragoza), entre otoño de 2009 y octubre de 2014. Las principales características climatológicas y edafológicas de los lugares donde se llevaron a cabo los ensayos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Altitud, características climatológicas, edafológicas y fecha de siembra de los ensayos

Localización	Ligüerre (Hu)*	Badules (Z)**	Zuera (Z) ***
Altitud (m)	535	930	400
T <sup>a</sup> mensual media máxima (°C)	20,2	18,5	20,7
T <sup>a</sup> mensual media mínima (°C)	5,8	8,9	7,9
Precipitación media anual (mm)	492,2	403,9	370,6
Precipitación anual 2009 (mm)	584,4	-	-
Precipitación anual 2010 (mm)	538,1	-	345,2
Precipitación anual 2011 (mm)	404,5	371,6	372,0
Precipitación anual 2012 (mm)	441,8	384,1	317,8
Precipitación anual 2013 (mm)	-	491,0	440,3
Precipitación anual 2014 (mm)	-	368,7	-
Textura	franca	franca	franco-arcillosa
pH al agua 1:2,5	8,32	8,5	8,25
Salinidad C.E. 1:5 (dS/m)	0,24	0,2	0,19
MO por espectrometría (%)	1,49	2,33	2,24
P Olsen por espectrometría (mg/kg)	7,15	18	19,14
K (extracto acetato amónico) (mg/kg)	134	250	288
Fecha de siembra	24.4.2009	11.3.2011	29.10.2009

Estaciones meteorológicas ; \* Barbastro; \*\* Daroca; \*\*\* Vedado de Zuera

Se ensayaron cuatro dosis de siembra: 7, 14, 21 y 28 kg/ha, utilizando como semilla el ecotipo 'Tierra de Campos'. La siembra se realizó a voleo, en las fechas que se presentan en la Tabla 1. En todos los ensayos se evaluaron tres años productivos, por lo que el estudio duró cuatro años en cada ensayo, dado que, en secano, el año de siembra no se considera como productivo ya que el establecimiento de los ensayos en dichas condiciones es lento y apenas hay oferta de pasto. Como abonado de fondo se aportaron 250 kg/ha del complejo NPK 8-15-15. La dosis se repitió a los dos años de la siembra.

Se llevaron a cabo las siguientes evaluaciones, poblamiento al inicio y final del experimento y producción de materia seca. El poblamiento al inicio se realizó mediante el lanzamiento al azar de cuatro cuadros de 0,25 m<sup>2</sup> por parcela elemental al mes de iniciada la nascencia; el del final mediante el arranque y conteo de las raíces de dos cuadros de 0,50 m<sup>2</sup>. La producción de materia seca se evaluó mediante el muestreo del forraje obtenido en dos cuadros de 0,50 m<sup>2</sup> lanzados al azar en cada parcela elemental antes de cada corte. Los aprovechamientos se realizaron en el estado fenológico de inicio de floración, salvo en los cortes primero y último, que no presentaban inflorescencias. Una muestra de forraje por cada parcela elemental se secó a 60 °C en estufa ventilada, hasta peso constante.

Las cuatro dosis de siembra se compararon según un diseño estadístico en cuadrado latino, con cuatro repeticiones, en cada localidad. El tamaño de la parcela elemental fue de 50 m<sup>2</sup> (5 x 10 m) en Ligüerre de Cinca y Zuera, y de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) en Badules, analizando cada localización independientemente. Los resultados se compararon mediante el análisis de la varianza (ANOVA) y el test LSD, con el paquete estadístico SAS (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de poblamiento al inicio y final del experimento se presentan en la Tabla 2. La nascencia fue satisfactoria en los ensayos de Ligüerre de Cinca y Badules, siendo el número de plántulas presentes al mes de la siembra en Ligüerre de Cinca de 68, 148, 169 y 178 plántulas/m<sup>2</sup> para las dosis de 7, 14, 21 y 28 kg de semilla/ha, respectivamente, y en Badules de 84, 216, 292 y 356 plántulas/m<sup>2</sup>. En Zuera la nascencia fue más escasa con 18, 37, 51 y 50 plántulas/m<sup>2</sup>, debido a la mayor irregularidad de las lluvias y a las heladas invernales. Al final del experimento, el poblamiento se había reducido de media al 51% en Ligüerre, 19 % en Badules y 29% en Zuera. En Badules, el número de plantas presentes al inicio del experimento con la densidad de 7 kg/ha fue mayor que al final del mismo, lo que podría atribuirse al establecimiento de nuevas plantas con posterioridad al control de la nascencia. La mayor desaparición de plantas tuvo lugar con las dosis de siembra más altas, quedando al final del experimento 90,4%, 65,5%, 57,4% y 53,9% para las dosis de 7, 14, 21 y 28 kg de semilla/ha respectivamente.

El poblamiento al mes de la siembra fue significativamente inferior con la dosis de 7 kg/ha en todas las localizaciones. Posteriormente, la densidad de plantas se igualó al final del experimento, no siendo significativa, en las localidades de Ligüerre de Cinca y Badules, y permaneció significativamente inferior para la dosis de 7 kg/ha en el ensayo de Zuera. Los resultados de Ligüerre de Cinca y Badules, coinciden con los aportados por la bibliografía consultada, donde se muestra que el establecimiento inicial es proporcional al número de semillas aportadas, pero con el envejecimiento del alfalar el número de plantas que desaparecen es mayor cuanto más elevada es la dosis de siembra inicial debido principalmente a la competencia que se establece entre las plantas por el espacio (Hycka, 1983; Nelson *et al.*, 1996; Hall *et al.*, 2004). En el ensayo de Zuera, la irregularidad del establecimiento en la dosis de 7 kg/ha lastró los resultados.

**Tabla 2.** Densidad de plántulas/m<sup>2</sup> de alfalfa presentes al mes de la nascencia y al final del experimento, según la dosis de siembra, en tres localizaciones de secano.

Localización	Ligüerre de Cinca		Badules		Zuera	
Fecha	Nascencia	Alzado	Nascencia	Alzado	Nascencia	Alzado
	27.5.09	22.3.12	5.5.11	19.11.14	24.2.10	20.3.14
Dosis (kg/ha)	Plántulas/m <sup>2</sup>					
7	68 b	39	84 c	119	18 b	13 b
14	148 a	60	216 bc	156	37 a	31 a
21	169 a	78	292 ab	173	51 a	34 a
28	178 a	89	356 a	177	50 a	31 a
Significación	**	NS	**	NS	*	*

NS: P>0,05; \*: P<0,05; \*\*: P<0,01. Letras diferentes dentro de la columna indican P<0,05.

Las producciones de materia seca por cortes y anuales, se presentan en las Tablas 3, 4 y 5. La producción total de materia seca de los tres años productivos, promedio de las cuatro dosis de siembra, fue de 15 997 kg/ha en Ligüerre, 12 267 kg/ha en Badules y 7251 kg/ha en Zuera. Su diferente cuantía podría estar relacionada con la pluviosidad y la altitud (Tabla 1), dado que la evapotranspiración en altura es menor, pero no con la dosis de siembra que no fue significativa (P>0,05), exceptuando el año 2013 en Badules, donde la producción con la dosis de 28 kg/ha fue significativamente inferior (P<0,05). Por cortes, los más productivos fueron los dos primeros coincidiendo con la primavera siendo, en porcentaje, del 66% en Ligüerre, 83% en Badules y 62% en Zuera.

**Tabla 3.** Producción de materia seca de alfalfa por cortes (C) y total anual en Ligüerre de Cinca (Huesca), según la dosis de siembra.

Corte	C1	C2	C3	C4	Total	C1	C2	C3	C4	Total	C1	C2	C3	Total
Fecha	17.5	24.6	3.8	5.10	2010	27.4	2.6	14.7	5.9	2011	26.4	12.6	25.7	2012
Dosis	kg/ha													
7	1877	2829	2295	921	7922	2281	1148	2346	753	6529	663	989	501	2154
14	1988	2837	2247	785	7857	2242	1184	2258	590	6274	802	1157	498	2457
21	2074	2645	1865	771	7354	1922	1009	1651	428	5010	946	1051	374	2371
28	2022	2448	1920	898	7288	2352	1103	2108	641	6204	815	1328	426	2569
Signif.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: P>0,05

**Tabla 4.** Producción de materia seca de alfalfa por cortes (C) y total anual en Badules (Zaragoza), según la dosis de siembra.

Corte	C1	C2	Total	C1	C2	C3	C4	Total	C1	C2	C3	C4	Total
Fecha	16.5	26.6	2012	6.5	1.7	13.8	7.10	2013	14.5	20.6	22.7	19.11	2014
Dosis	kg/ha												
7	1168	568a	1736	2273	2377a	1109	107	5865a	1800	1638a	1353	250	5040
14	1475	547ab	2022	2403	2467a	1079	94	6042a	2001	1650a	1265	318	5233
21	1376	470bc	1845	2403	2555a	1121	80	6159a	1910	1864a	1073	295	5141
28	1189	441c	1189	2055	1899b	865	115	4933b	1887	1299b	1100	306	4591
Signif.	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	*	NS	**	NS	NS	NS

NS: P>0,05; \*: P<0,05; \*\*P<0,01. Letras diferentes dentro de la columna indican P<0,05.

Los resultados confirman las observaciones llevadas a cabo por otros autores (Hycka, 1983; Sarraj, 1987; Nelson *et al.*, 1996; Min *et al.*, 2000; Lloveras *et al.*, 2008), en cuanto a que la dosis de siembra no afecta a la producción de forraje. Las plantas inicialmente establecidas varían según las dosis de siembra y autores: de 3 a 25 kg/ha y 30 a 222 plantas establecidas/m<sup>2</sup> (Nelson *et al.*, 1996); de 16 a 494 plantas trasplantadas/m<sup>2</sup> (Min *et al.*, 2000); de 3 a 27 kg/ha y 100 a 800 plantas establecidas/m<sup>2</sup> (Hall *et al.*, 2004); y de 10 a 40 kg/ha y 129-570 plantas establecidas/m<sup>2</sup> (Lloveras *et al.*, 2008), pero después del primer año, las máximas producciones ya se alcanzan con las densidades menores. Ello se atribuye a que las altas dosis de siembra producen una mayor nascencia pero la desaparición de plantas en el primer año es también mayor, llegando a igualarse en los años siguientes (Hall *et al.*, 2004). Por otra parte, las plantas más espaciadas desarrollan mayor número de tallos, supliendo así la menor densidad (Nelson *et al.*, 1996), y tallos más gruesos (Min *et al.*, 2000; Lloveras *et al.*, 2008).

**Tabla 5.** Producción de materia seca de alfalfa por cortes (C) y total anual en Zuera (Zaragoza), según la dosis de siembra.

Corte	C1	C2	Total	C1	C2	C3	C4	Total	C1	C2	C3	C4	Total
Fecha	26.4	31.5	2011	7.5	7.6	3.7	20.9	2012	2.5	12.6	17.7	20.9	2013
Dosis	kg/ha												
7	1150	736	1887	310	136	664	294	1404	1077	808	1219	422	3526
14	1230	896	2126	333	221	599	283	1435	866	901	1154	335	3256
21	1015	770	1785	328	151	418	279	1176	994	1011	1203	311	3519
28	1267	629	1896	306	156	406	293	1161	856	801	1116	371	3143
Signif.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS: P>0,05.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la producción de forraje de alfalfa en secanos semiáridos no se vio modificada significativamente por el incremento de la dosis de siembra entre 7 y 28 kg/ha y que la densidad de plantas se había igualado al final del cuarto año de siembra.

Desde un punto de vista práctico, los resultados de este estudio permiten acortar considerablemente la dosis de siembra para el establecimiento de alfalfares en secanos semiáridos, reduciendo así los costes de implantación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el M<sup>º</sup> de Economía, Industria y Competitividad y FEDER, dentro del proyecto RTA2009-00063-C02-01.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvaro, 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.
- Delgado I. (2012) Abandono de tierras y cubiertas vegetales orientadas a la producción de pastos en zonas áridas y semiáridas de la cuenca media del Ebro. En: R.M. Canals y L. San Emeterio (eds.) *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción* pp. 387-400. Pamplona, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

- Hall M.H., Nelson C.J., Coutts J.H. y Stout R.C. (2004) Effect of seeding rate on alfalfa stand longevity. *Agronomy Journal*, 96(3), 717-722.
- Hycka M. (1983) Alfalfa en secano: densidad de siembra. *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, 16 (3/4), 329-340.
- Le Gall, A., Arnaud J.D., Guy P., Bousquet H., Pflimlin A., y Planquaert P. (1992) *La luzerne. Culture et utilisation*. Paris, Francia : Groupement National Interprofessionnel des Semences-Institut Technique de l'Élevage Bovin-Institut Technique des Cereals et des Fourrages.
- Lloveras J., Chocarro C., Freixes O., Arqué E., Moreno A. y Santiveri F. (2008) Yield, yield components, and forage nutritive value of alfalfa as effected by seeding rate under irrigated conditions. *Agronomy Journal*, 100(2), 191-197.
- MAGRAMA (2016) *Anuario de Estadística 2015*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Min D.H., King J.R., Kim D.A. y Lee H.W. (2000) Stand density effects on herbage yield and forage quality of alfalfa. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 13(7), 929-934.
- Nelson C.J., Mattas R.E. y Coutts J.H. (1996) Seeding rate, plant density, and persistence of alfalfa. En: M.J. Williams (ed.) *Proceedings of the forage and grassland conference*, vol. 5, pp 231-235. Vancouver, Canadá: Forage and Grassland Conference.
- Sarraj W. M. (1987) Effect of variety and seeding rate on establishment and productivity of alfalfa sown in autumn. *Agronomy and Crop Science*, 159, 34-40.
- SAS (2004) *SAS user's guide: Statistics version 9.1.2*. N.C., USA: SAS Institute Inc., Cary.
- Tesar M.B. y Marble V.L. (1988) Alfalfa establishment. En: A.A. Hanson, D.K. Barnes y R.R. Hill (eds.) *Alfalfa and alfalfa improvement*, pp. 595-620. Agronomy 29, series: Madison, Wisconsin, USA.
- Yazdani A.A., Abravan P. y Fazeli A.A. (2012) Effects of alfalfa sowing rate and planting methods on weeds population dynamic in establishment year. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (5), 1045-1051.