

ESTABLECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE ALFALFA EN UN SUELO TRUMAO EN LA PROVINCIA DE LINARES¹

Establishment and productivity of alfalfa in a volcanic ash soil in the province of Linares, Chile

Patricio Soto O.² y Hernán Acuña P.²

SUMMARY

Alfalfa establishment was evaluated in two trials, one seeded in the fall and the other in the spring of 1978. A complete block design with four replications was used. A 2 x 2 factorial arrangement of 2 varieties (WL-512 and Moapa) and with or without pellets was employed. Pellets were prepared with CaCO₃ and dolomite. Seeding rate was 15 kg/ha, inoculated with a specific *Rhizobium*; 150 kg P₂O₅/ha (65,46 kg P/ha) was applied in bands as triple superphosphate. Dry matter production was evaluated by cutting at 3 cm, at the beginning of flowering.

When seeded in the fall, the effect of cultivar was significant during the 3rd and 4th year; also, total production (4 years) of WL-512 was 17% higher. Pellets did not affect yields ($P \geq 0.05$).

With spring sowing, WL-512 was better than Moapa during the 1st year and had higher total dry matter production ($P \leq 0,05$). Pellets did not affect production ($P \geq 0.05$).

Alfalfa is considered a well adapted species for these conditions, since it produced over 12 ton D.M./ha/year, during the four years experimental period.

INTRODUCCION

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una forrajera con alto valor nutritivo, buen potencial de rendimiento y de una amplia adaptación a diferentes condiciones de clima. Sin embargo, su establecimiento bajo las condiciones de la VII Región ha sido deficiente, debido a la falta de variedades y técnicas de establecimiento adecuadas. Field, Pearson y Hunt (1976) y Mahoney, Jones y Hunt (1983) indican que existen numerosos factores determinantes en el establecimiento de la pradera de alfalfa, tales como época de siembra, condiciones de clima y tipo de suelo.

La alfalfa puede ser sembrada temprano en otoño o en primavera; aunque la siembra temprana en otoño puede presentar una menor infestación de malezas, el exceso de humedad puede llegar a ser la principal limi-

tante en su establecimiento. Por otra parte, las siembras de primavera deben ser realizadas tratando de evitar el daño de heladas, en los primeros estados de desarrollo, y la fuerte competencia con las malezas, al estado de plántula.

Pearson y Hunt (1972a), estudiando los efectos del medio ambiente sobre el desarrollo de la planta de alfalfa, concluyen que la temperatura óptima para su desarrollo es de 15 a 20° C; además, indican que la temperatura óptima en los primeros estados de desarrollo es más alta que en plantas adultas.

Otro factor que debe tomarse en cuenta en el establecimiento de alfalfa, es la obtención de una buena nodulación para una efectiva fijación simbiótica de nitrógeno. La "pelletización" de la semilla puede ser una técnica que favorezca la nodulación bajo condiciones adversas (Bergensen, Brockwell y Thompson, 1958). Por otra parte, de acuerdo a O. Romero Y. (comunicación personal) y Mahoney y otros (1983), el uso más frecuente de "pellets" ha sido en suelos ácidos, donde la práctica del encalado puede ser anti-económica.

¹ Recepción de originales: 6 de octubre de 1983.

² Estación Experimental Quilmapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Lowther (1975), estudiando el efecto del encalado y la pelletización sobre la nodulación y desarrollo de trébol blanco, concluyó que esta práctica no presentó diferencias significativas en la emergencia de plántulas y producción de materia seca. Bajo condiciones de pH neutro, Hely, Bergensen y Brockwell (1957), estudiando el efecto de la pelletización sobre la nodulación de trébol subterráneo, concluyeron que las respuestas no se debieron a las propiedades químicas de los materiales de pelletización, sino a un efecto benéfico de estos productos, al separar la bacteria de un antibiótico producido en la cubierta de la semilla. Lobb (1958) determinó que este efecto antagónico entre la cubierta de la semilla y la bacteria también existe en alfalfa.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la pelletización en el establecimiento y producción de dos cultivares de alfalfa, sembrados en otoño y primavera.

MATERIALES Y METODOS

El estudio consistió en dos ensayos establecidos en otoño (23.05.78) y en primavera (28.08.78), en el fundo Santa Inés, provincia de Linares, VII Región, en un suelo trumao profundo, de riego, serie Linares y pH 6,2. Entre las temporadas 1978/79 y 1981/82 se evaluó, mediante cortes con barra segadora, la producción de m.s. Se usaron los cultivares Moapa y WL-512, que se caracterizan por no presentar latencia invernal (Marble, 1984).

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, en arreglo factorial, y los tratamientos estudiados incluyeron a los dos cultivares, con semilla pelletizada y sin pelletizar. En la siembra de otoño se usó parcelas de 18 m², con cuatro repeticiones y en primavera, de 9,6 m², con tres repeticiones.

La siembra se realizó en líneas a 20 cm, con 15 kg de semilla/ha. Se utilizó superfosfato triple, como fuente de P, en dosis de 320 kg/ha (65,46 kg de P/ha) y localizado, como única fuente de fertilizante, en todo el período de evaluación.

La pelletización se realizó con una mezcla de dolomita (750/o) y cal agrícola (250/o), en proporción del 500/o del peso de las semillas, usándose como adhesivo celofás al 50/o. La cepa de *Rhizobium* utilizada, fue proporcionada por la Universidad de Concepción. Para medir el efecto de la pelletización en el establecimiento, se determinó el número de plantas/m², mediante dos observaciones de 0,5 m lineales por parcela, tres meses después de la siembra.

Los cortes se realizaron cuando la alfalfa alcanzó aproximadamente un 100/o de floración. De este mo-

do, en la siembra de primavera se realizaron cuatro cortes, exceptuando la última temporada, en que fueron tres; para la siembra de otoño se realizaron cinco cortes, en la primera temporada, y cuatro, para las siguientes.

En cada temporada se aplicó seis riegos. En la siembra de primavera se realizó un control de malezas manual, dos meses después de la siembra.

Al final del período de evaluación, se hizo un muestreo del suelo por tratamiento, para obtener una información adicional sobre la fijación simbiótica de N y la población de nematodos.

El número de plantas/m² transformado a \sqrt{x} y la producción de m.s. anual y total/ha, se sometieron a análisis de variancia, usándose la Prueba de Duncan para la separación de medias, a un nivel de protección de 0,05.

Los valores de producción de m.s. anual, a partir de la segunda temporada para ambas épocas de siembra, se ajustaron a una función lineal de forma $y = a + bx$.

RESULTADOS Y DISCUSION

El recuento poblacional (Cuadro 1), para ambas épocas de siembra, indica que la pelletización no tuvo un efecto significativo sobre el establecimiento de los cultivares de alfalfa, siendo levemente superior el número de plantas/m² en la siembra de otoño. Teniendo en cuenta lo señalado por Lowther (1975), en relación a que la pelletización aumenta el porcentaje de emergencia de plantas sanas en trébol blanco en un suelo ácido (pH 4 a 5), se podría asumir que el pH (6,2) donde se estableció el ensayo no fue limitante para el establecimiento de alfalfa (Cuadro 2).

En el Cuadro 3 se presenta la producción de m.s. durante las cuatro temporadas de evaluación de ambos experimentos.

En la siembra de otoño, el efecto de cultivar se manifestó sólo en la 3a. y 4a. temporada, siendo superior WL-512 y en la producción acumulada en las cuatro temporadas (170/o). En relación con el pelletizado, no hubo diferencias significativas en la producción acumulada; sin embargo, se observa una tendencia a la baja de los rendimientos al pelletizar, la cual puede deberse a la menor población inicial de los tratamientos pelletizados (tendencia no significativa; Cuadro 1).

En la siembra de primavera, el cultivar WL-512 fue significativamente superior a Moapa, en el año de establecimiento y en la producción total acumulada en las cuatro temporadas (130/o). Un efecto negativo del

CUADRO 1. Población (plantas/m²) de alfalfa en establecimiento de otoño y primavera. Dos cultivares, con y sin pelletización¹

TABLE 1. Alfalfa plant population/m² established in autumn and spring. Two cultivars, with and without pellets.

Epoca Establecimiento: Cultivar:	OTOÑO		PRIMAVERA	
	WL-512	Moapa	WL-512	Moapa
Sin pelletizar	56	55	48	43
Pelletizada	46	46	49	44

¹ Dentro de cada época de establecimiento los promedios sin pelletizar y pelletizado no difieren estadísticamente (P 0,05).

CUADRO 2. Análisis de suelos, inicial y final, por tratamiento. Linares 1978-1982¹

TABLE 2. Initial and final soil analysis, for the different treatments

Tratamientos	pH	N (ppm)	P (ppm)	K (meq/100 g)	M.O. (%)
Inicial	6,2	17,0	15,0	0,64	8,0
SIEMBRA OTOÑO					
WL-512 sin pelletizar	6,0	15,0	11,0	0,24	7,6
WL-512 pelletizada	5,8	19,0	14,0	0,30	7,0
Moapa sin pelletizar	5,8	8,8	12,0	0,30	7,2
Moapa pelletizada	5,9	14,0	15,0	0,30	6,9
SIEMBRA PRIMAVERA					
WL-512 sin pelletizar	5,9	10,5	13,9	0,30	6,3
WL-512 pelletizada	5,9	15,8	12,0	0,30	7,2
Moapa sin pelletizar	5,9	10,5	10,0	0,30	6,3
Moapa pelletizada	5,9	17,5	14,0	0,30	7,2

¹ Muestreo entre 0 y 20 cm de profundidad.

pelletizado, al igual que en el ensayo de otoño, se manifestó en la 2a. y 3a. temporada, pero la producción total acumulada fue estadísticamente igual, en ambos tratamientos.

En el establecimiento de otoño, ambos cultivares presentaron una tendencia a aumentar (o al menos, mantener) los rendimientos a través de los años; en cambio, en el establecimiento de primavera, el mayor rendimiento se alcanzó en la 2a. temporada y luego se produjo una caída apreciable. En la Figura 1, se presenta en forma gráfica esta disminución, basándose en un análisis de regresión que consideró los rendimientos promedio de los cuatro tratamientos en la 2a., 3a. y 4a. temporadas. Se puede observar que en el 4o. año, el rendimiento esperado sería alrededor del 60% del

obtenido en el segundo. Esta menor persistencia lograda con el establecimiento de primavera, puede deberse al menor período transcurrido entre siembra y la fecha en que se realizó el primer corte, lo cual conduce a una recuperación lenta y a un debilitamiento del sistema radicular, que puede perjudicar la longevidad (Langer, 1981).

En las figuras 2 y 3 se presentan las curvas de distribución de la producción de m.s. y tasa de crecimiento en el año de establecimiento de los ensayos sembrados en otoño y primavera. Los cultivares concentran su mayor producción y tasa de crecimiento en el segundo corte, declinando posteriormente, concordando con lo señalado por Pearson y Hunt (1972a) y Field y otros (1976). Posteriormente el rendimiento declina

CUADRO 3. Producción de 2 cultivares de alfalfa (ton m.s./ha), sembrados con semilla pelletizada y sin pelletizar. Linares¹

TABLE 3. Production of two alfalfa varieties (Ton D.M./ha), seeded with and without pellets. Linares

Temporada	Efecto de cultivar		Efecto de pelletizado	
	WL-512	Moapa	Sin pelletizar	Pelletizado
ESTABLECIMIENTO DE OTOÑO				
1978/79	13,12 a	11,19 a	13,36 a	10,95 a
1979/80	12,16 a	10,63 a	11,43 a	11,37 a
1980/81	13,03 a	11,51 b	12,82 a	11,73 a
1981/82	15,06 a	12,30 b	14,96 a	12,40 b
TOTAL	53,39 a	45,64 b	52,57 a	46,46 a
ESTABLECIMIENTO DE PRIMAVERA				
1978/79	11,08 a	8,34 b	8,60 b	10,80 a
1979/80	14,52 a	14,05 a	15,23 a	13,34 b
1980/81	12,38 a	11,36 a	13,24 a	10,50 b
1981/82	9,91 a	8,58 a	9,49 a	9,00 a
TOTAL	47,89 a	42,33 b	46,56 a	43,66 a

¹ Dentro de cada temporada y efecto, los promedios con igual letra no difieren estadísticamente (P 0,05)

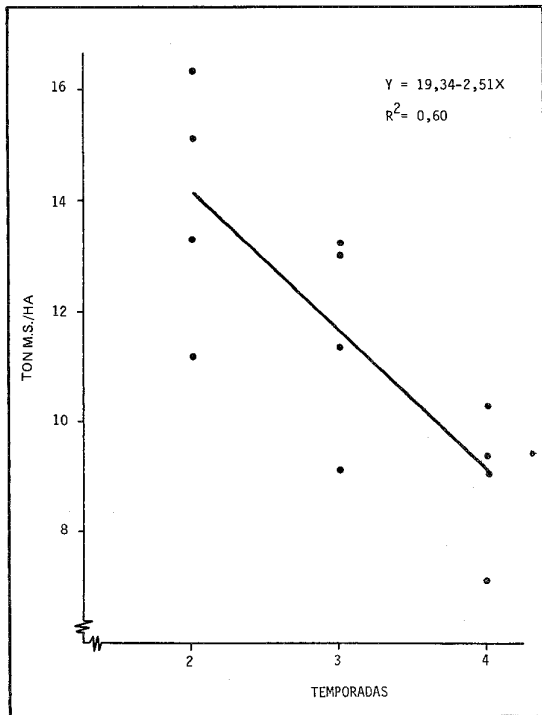


FIGURA 1. Producción de la alfalfa sembrada en primavera, a partir de la segunda temporada.

FIGURE 1. Dry matter production of the spring seeded alfalfa, from the second season on.

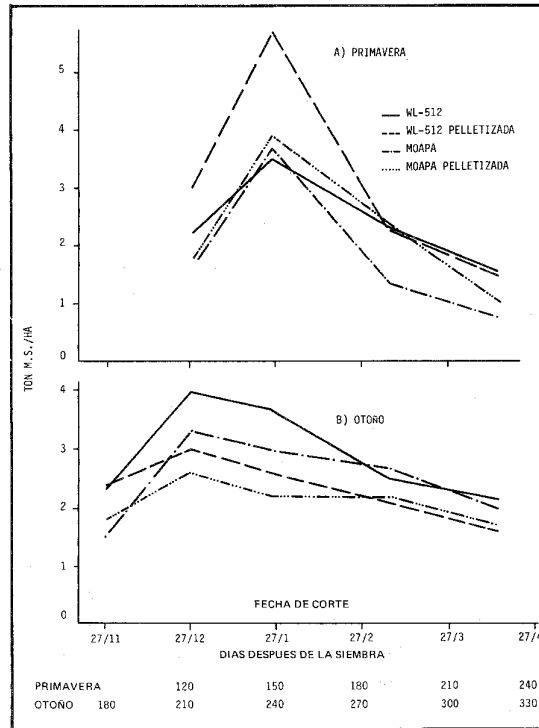
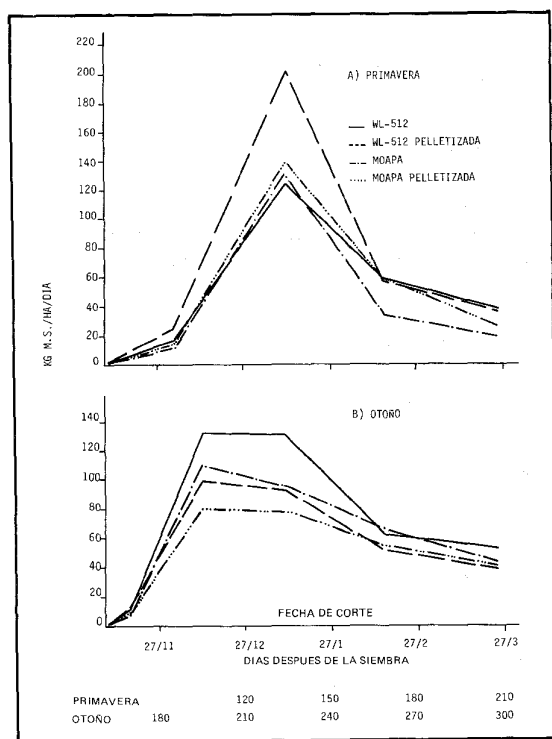


FIGURA 2. Curva de distribución de producción de m.s. en alfalfa. Linares, 1978.

FIGURE 2. Alfalfa D.M. distribution curve. Linares, 1978.



con cada cosecha, debido a diferencias de temperatura, fotoperíodo y déficit de humedad, en las fechas correspondientes a cada corte (Daigger, Axthelm y Ashburn, 1970). Es probable que la menor acumulación de materia seca resulte de una menor recuperación de la masa foliar, a temperaturas altas (Pearson y Hunt, 1972b).

Las observaciones del contenido final de nitrógeno en el suelo (Cuadro 2), indican un mayor nivel de este elemento en los tratamientos pelletizados, tanto en otoño como en primavera, lo cual significaría una mejor nodulación de la alfalfa en estos tratamientos. En el mismo cuadro, se observa que el nivel de K del suelo es bajo y, considerando los altos requerimientos de este elemento por la alfalfa, éste podría ser uno de los factores limitantes que determinaron escasas diferencias entre los tratamientos. Por otra parte, el análisis nematológico final (Cuadro 4) indica, en general, una alta población de *Meloidogyne hapla*, aspecto no estudiado en la zona y que podría afectar la producción de estas praderas en siembras futuras.

FIGURA 3. Tasa de crecimiento en alfalfa. Linares, 1978.
 FIGURE 3. Alfalfa net growth rate. Linares, 1978.

CUADRO 4. Población de nematodos en el suelo, a los cuatro años de alfalfa. Dos cultivares, con y sin pelletizar¹

TABLE 4. Nematode population in the soil, after four years with alfalfa. Two cultivars, with and without pellets

Tratamientos	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Paratylenchus</i> spp.	<i>Rotylenchus</i> spp.	<i>Helicotilenchus</i> spp.
NEMATODOS/250 g DE SUELO				
Siembra Otoño				
WL-512 sin pelletizar	1.100	120	---	10
WL-512 pelletizada	690	50	---	---
Moapa sin pelletizar	30	20	---	---
Moapa pelletizada	1.060	110	---	40
Siembra Primavera				
WL-512 sin pelletizar	990	120	90	---
WL-512 pelletizada	390	100	---	---
Moapa sin pelletizar	390	80	---	---
Moapa pelletizada	1.100	90	---	20

¹ Muestreo entre 0 y 20 cm de profundidad.

RESUMEN

Se presenta la información de cuatro años de control de dos ensayos de establecimiento de alfalfa, sembrados en otoño y en primavera de 1978. Se usó un diseño en bloques completos al azar, en arreglo factorial, con cuatro y tres repeticiones. Se estudió dos cultivares de alfalfa (WL-512 y Moapa), pelletizados (dolomita y cal agrícola) y sin pelletizar. La dosis de siembra fue de 15 kg/ha de semillas inoculadas con el *Rhizobium* específico. La fertilización al establecimiento fue de 150 kg de P₂O₅/ha (65,46 kg de P/ha), aplicados en banda como superfosfato triple. Se evaluó mediante corte con barra segadora, a 3 cm de altura, al inicio de floración.

En la siembra de otoño, el efecto del cultivar se manifestó en la 3a. y 4a. temporadas y en la producción de

los cuatro años, donde WL-512 fue superior en un 170/o. El efecto del pelletizado no fue significativo.

En la siembra de primavera, WL-512 fue superior a Moapa en el año de establecimiento y en la producción acumulada y no hubo efecto de pelletizado en la producción total.

Se considera que la alfalfa es una especie que se adapta bien a estas condiciones, puesto que sus producciones pueden superar las 12 ton m.s./ha/año, en un período de 4 años.

LITERATURA CITADA

- BERGENSEN, F.J.; BROCKWELL, J.; and THOMPSON, J.A. 1958. Clover seed pellet with bentonite and organic material as an aid to inoculation with nodule bacteria. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 24: 158-160.
- DAIGGER, L.A.; AXTHELM, L.S.; and ASHBURN, C.L. 1970. Consumptive use of water in alfalfa in Western Nebraska. *Agron. J.* 62: 507-508.
- FIELD, T.R.O.; PEARSON, C.J.; and HUNT, L.A. 1976. Effects of temperature on the growth and development of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Herbage Abstracts* 46 (4): 145-150.
- HELY, F.W.; BERGENSEN, F.J.; and HUNT, L.A. 1957. Microbial antagonism in the rhizosphere as a factor in the failure of inoculation of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res.* 8: 24-44.
- LANGER, R.H.M. 1981. Alfalfa. En: *Las pasturas y sus plantas*. R.H. Langer. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. p: 417-437.
- LOBB, W.R. 1958. Seed pelleting. *N.Z. J. Agric.* 96: 556.
- LOWTHER, W.L. 1975. Interaction of lime and seed pelleting on the nodulation and growth of white clover. II—Oversown trials. *N.Z. J. Agricultural Research* 18: 357-360.
- MAHONEY, G.P.; JONES, H.R.; and HUNTER, J.M. 1983. Effect of lime on Lucerne in relation to soil acidity factors. *Proc. XIV Inter. Grass. Congress.*
- MARBLE, L.V. 1984. New varieties. *Cooperative Extension. University of California* 9 (1): 14 p.
- PEARSON, C.J. and HUNT, L.A. 1972a. Effects of temperature on primary growth of alfalfa. *Can. J. Plant Sci.* 52: 1007-1015.
- PEARSON, C.J. and HUNT, L.A. 1972b. Effects of temperature on primary growth and regrowths of alfalfa. *Can. J. Plant Sci.* 52: 1017-1027.