

PRODUCTIVIDAD DE ACCESIONES CHILENAS Y AUSTRALIANAS DE HUALPUTRA (*Medicago polymorpha*) EN RELACIÓN A LA PRECOCIDAD Y A LA ALTURA DE CORTE¹

Productivity of Chilean and Australian accessions of burr medic (*Medicago polymorpha*) in relationship to the precocity and height cutting

Carlos Ovalle M.²; Julia Avendaño R.³ y Alejandro Del Pozo L.⁴

S U M M A R Y

Phytomass and seed production of 21 accessions of *Medicago polymorpha* of different precocity, were evaluated under several cutting heights in the interior unirrigated land of Cauquenes. The experiment was sowed in raised beds, in microplots, for two years (1991 and 1992). No significant interaction was found between accessions and height of cut, in consequence, in all accessions total phytomass, pod and seed production increased as the height of the residual increased (from 2 to 10 cm), after each cut. Early flowering accessions having a great seed yield, and intermediate precocity accessions having both high seed yield and phytomass production, were identify. Total phytomass production was negatively related with days to flowering ($r = 0.9$; $P \leq 0.01$). Early flowering accessions showed greater winter production relative to the total phytomass, and higher percentage of the phytomass invested in pods and seeds, compared with late flowering accessions.

Key words: Burr medic, *Medicago polymorpha*, Mediterranean pasture, interior unirrigated land.

INTRODUCCIÓN

Existen fundadas razones para pensar que la introducción de praderas de *Medicago polymorpha* (hualputra) en los sistemas productivos del secano interior puedan constituirse en un factor clave para el mejoramiento de los sistemas de producción de cultivos y ganado, lo que contribuiría en parte a revitalizar la agricultura de esta área (Ovalle, Del Pozo y Avendaño, 1994).

En Chile, *M. polymorpha* se distribuye a través de un amplio rango de condiciones bioclimáticas, desde la zona mediterránea árida (32° lat. S), con 130 mm promedio anual de precipitaciones y en suelos neutros y alcalinos, hasta la zona mediterránea perhúmeda (38° lat. S), con 1.300 mm de precipitaciones y suelos moderadamente ácidos (Del Pozo *et al.*, 1989). Estudios previos demuestran que existe un marcado gradiente en precocidad entre las accesiones chilenas de hualputra, siendo los días a floración menores en las accesiones provenientes del norte que en las provenientes del sur del país (Ovalle *et al.*, 1993; Del Pozo, Ovalle y Avendaño, 1995). El proceso de naturalización de *M. polymorpha* en Chile, estimado en aproximadamente 450 años (Del Pozo, Ovalle y Avendaño, 1989) ha generado una adaptación ecotípica en la fenología.

¹Recepción de originales: 29 de noviembre 1995.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.

³Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Experimental Cauquenes, Casilla 165, Cauquenes, Chile.

⁴Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Casilla 537, Chillán, Chile.

En el país, desde 1989 se ha desarrollado un programa de colección y prueba de *M. polymorpha* (Ovalle *et al.*, 1993). Actualmente, se dispone de una colección de 58 accesiones colectadas en Chile, lo que permite seleccionar ecotipos de distinta precocidad, para los diversos ambientes mediterráneos de Chile. Entre las diferentes fases de este programa de selección, se han caracterizado las accesiones en términos de la fenología, morfología (hábito de crecimiento, morfología foliar, espinosidad de los frutos, vigor de plantas) y características de los frutos, tales como dureza seminal, peso de semillas y gloquídeos (Ovalle *et al.*, 1993). En el presente estudio, se aborda la evaluación de la producción de fitomasa de los diversos ecotipos bajo tres alturas de corte. El objetivo es detectar en un programa de selección, lo más tempranamente posible, los materiales más productivos y de mayor resistencia al pastoreo, ya que en último término, esta característica representa uno de los aspectos más importantes de la persistencia de estas praderas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Accesiones de *Medicago*

De la colección de germoplasma se seleccionó las 21 accesiones más promisorias, en base a notas de vigor, producción de materia seca y de semilla, para someterlas a evaluaciones de producción, a diferentes alturas de corte, que permitan caracterizar su eventual resistencia y buena adaptación a condiciones de pastoreo intensivo (Cuadro 1).

Los materiales fueron sembrados en bancadas o platabandas, las que se dispusieron en microparcels, durante 2 temporadas (1991/92 y 1992/93) la primera quincena de mayo, con una densidad de 1.000 plantas/m². Se sembró individualmente cada semilla mediante un dispositivo que permitió el marcaje de celdas individuales por semilla en cada microparcels. La profundidad

Cuadro 1. Identificación de las accesiones chilenas y australianas de *Medicago polymorpha*. Coordenadas de los sitios de colecta de las accesiones chilenas

Table 1. Identification of the Chilean and Australian accessions of *Medicago polymorpha*. Coordinates of the collection sites of the Chilean accessions

Accesión	Número de registro	Latitud	Longitud
Chilenas			
Vicuña	MPO-10-88	30° 07'	70° 41'
Combarbalá	MPO-7-88	31° 09'	71° 00'
Totoral	MPO-13-1-88	31° 13'	71° 36'
Los Vilos 1	MPO-4-88	31° 53'	71° 28'
Los Vilos 2	MPO-44-88	31° 53'	71° 28'
Pichicuy	MPO-3-88	32° 16'	71° 27'
Batuco	MPO-1-88	33° 11'	70° 46'
Rapel	MPO-19-88	33° 57'	71° 32'
Calleuque	MPO-21-88	34° 26'	71° 27'
Los Mayos	MPO-24-88	34° 47'	71° 40'
Hualañe	MPO-25-88	34° 58'	71° 41'
Chanco	MPO-29-88	35° 41'	72° 29'
Santa Dolores 1	MPO-30-88	35° 52'	72° 11'
Cauquenes 1	MPO-31-88	35° 58'	72° 19'
Cauquenes viña	MPO-43-88	35° 58'	72° 19'
Sauzal	MPO-42-88	35° 58'	72° 19'
Cañete	MPO-33-88	37° 48'	73° 23'
Temuco	MPO-39-88	38° 47'	72° 49'
Australianas			
La Serena			
Santiago			
Circle Valley			

de siembra osciló entre 0,5 y 1 cm. Las semillas se pregerminaron e inocularon con el inoculante específico para *Medicago polymorpha*. El peso aproximado de las 1.000 semillas fue de 3,5 g. No se efectuó raleo de plantas posterior a la siembra. El diseño fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y una estructura factorial que contempla las 21 accesiones de *M. polymorpha* y tres alturas de corte (10, 6 y 2 cm de altura). El tamaño de la microparcels fue de 0,5 m². La fertilización de establecimiento fue la equivalente a 100 kg/ha de P₂O₅; 44 kg/ha de S y 2.000 kg/ha de CaCO₃.

Evaluaciones

La producción de fitomasa, en base materia seca, fue evaluada con una frecuencia de corte de 15 días en invierno y 7 días en primavera. El criterio utilizado para determinar la frecuencia de utilización fue la simulación de un pastoreo intenso, casi continuo en algunas épocas, tal como es la modalidad utilizada en estas praderas en la zona. La altura de corte se reguló mediante un dispositivo, que permitía fijar exactamente la altura de corte, el tamaño del cuadrante para corte de materia seca fue de 20 x 25 cm. El material evaluado fue secado en horno con circulación de aire forzado a 70°C por 72 horas. La producción de gloquídeos (PGLO) y semillas (PSEM) se evaluó al final del período de crecimiento, cosechando los frutos y trillando individualmente cada parcela. Con el material obtenido en cada corte se evaluó la producción de fitomasa

acumulada. Por su parte, la producción de gloquídeos y semillas se obtuvo a través de la separación manual y trilla del material correspondiente. Esta evaluación se verificó una vez finalizado el período de crecimiento.

En la segunda temporada se evaluó, además, la producción invernal (PINV), la cual correspondió a la suma de los cuatro primeros cortes (julio, agosto) y se calculó un índice de producción invernal que corresponde al cociente entre la producción invernal y la producción total (PTOTAL). Las variables se analizaron mediante análisis de varianza y de correlación lineal. Las correlaciones efectuadas en la primera temporada (1991/92) se realizaron entre las siguientes variables: producción de fitomasa total entre el primer y el segundo año (Figura 1). Para la segunda temporada (1992/93) las correlaciones efectuadas fueron: producción total de fitomasa

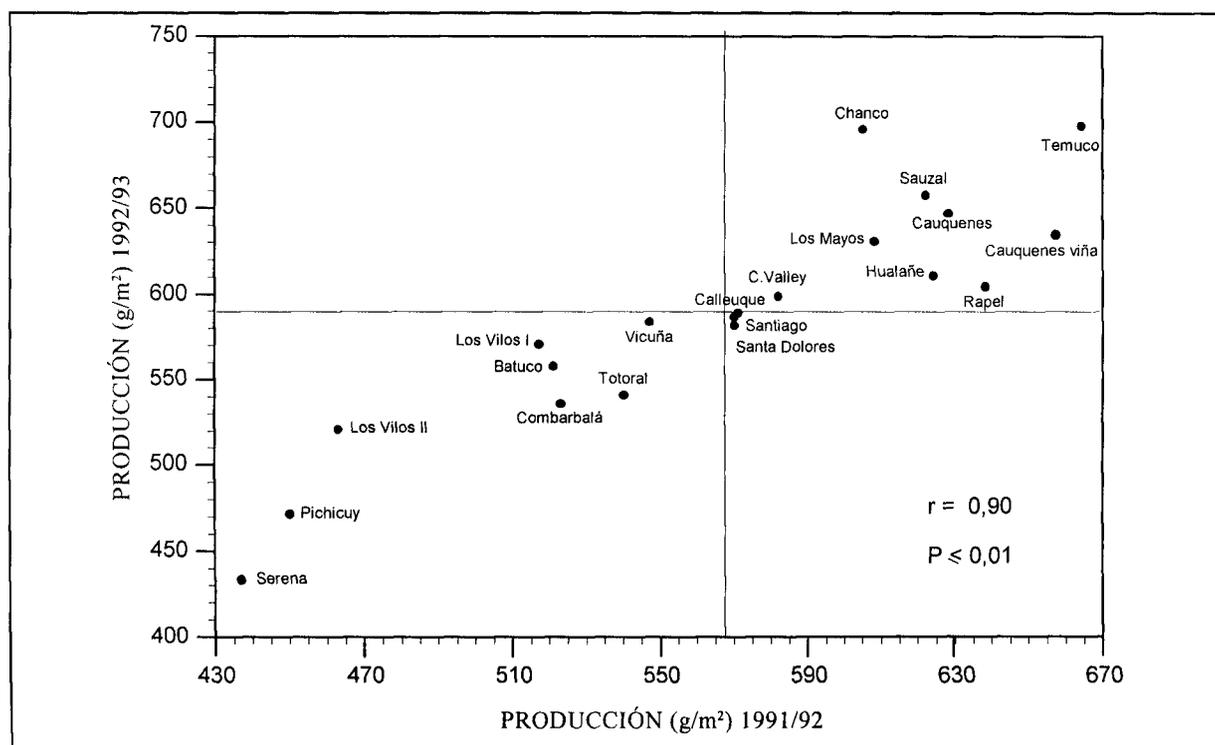


Figura 1. Producción de fitomasa total (g/m^2) en dos temporadas (1991/92 y 1992/93) en 21 accesiones de *Medicago polymorpha*.

Figure 1. Total phytomass production (g/m^2) in two season (1991/92 and 1992/93) in 21 accessions of *Medicago polymorpha*.

y la producción invernal; precocidad y relación PINV/PTOTAL; precocidad y relación producción de gloquídeos-producción total (PGLO/PTOTAL); precocidad y relación producción de semillas-producción total (PSEM/PTOTAL).

Las evaluaciones fenológicas se realizaron también en bancadas con una periodicidad bisemanal. Se sembraron dos hileras de 1,1 m cada una, con una separación entre hileras de 20 cm. El distanciamiento de las plantas sobre la hilera fue de 5 cm, y se sembraron 44 semillas de cada accesión. Se evaluó la fenofase de floración, que es la característica principal que permite clasificar el material por precocidad, evaluando los días transcurridos entre la emergencia y la aparición de la primera flor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de fitomasa

La interacción entre producción de fitomasa (total o de semillas) y la altura de corte, no fue significativa en las dos temporadas evaluadas. Debido a esto las comparaciones se efectuaron a partir de promedios de producción de las tres alturas de corte.

Tanto la producción total de fitomasa como la de semillas difirieron significativamente ($P \leq 0,001$) entre las distintas accesiones, en ambas temporadas. La producción de fitomasa total del primer y segundo año presentó una significativa correlación ($r = 0,90$; $P \leq 0,01$), vale decir que en ambos años el comportamiento productivo de las accesiones fue similar. En ambas temporadas y de manera análoga a lo informado por Del Pozo *et al.* (1997), la acumulación de biomasa fue menor en las accesiones más precoces provenientes del norte del país (Figura 1).

Se encontró una gran dispersión en la relación entre producción total de fitomasa y de semillas para ambas temporadas (Figura 2). Se obtuvieron accesiones precoces como Combarbalá, Batuco, Totoral, y el cultivar australiano Santiago, las

cuales presentaron los más altos niveles de producción de semillas. También, se encontraron accesiones que tuvieron una alta producción de biomasa y de semillas, como fueron Rapel, Hualañé y Santa Dolores, todas de precocidad intermedia. Las accesiones colectadas en el extremo sur del área de distribución de la especie, como Temuco y Cañete, fueron las que presentaron mayor producción de biomasa. La accesión Cauquenes Viña colectada en el secano interior de Cauquenes, aparece como una de las accesiones de precocidad intermedia de mayor producción de biomasa. El cultivar australiano Circle Valley aparece también con producciones de biomasa superiores a la media en los dos años, pero presentó una menor producción que los materiales chilenos.

Relaciones entre la precocidad y la producción de fitomasa y de semillas

La producción total de fitomasa se relacionó inversamente con la precocidad de las accesiones ($r = 0,90$; $P \leq 0,01$), es decir, las accesiones más tardías fueron más productivas que las precoces (Cuadro 2). Esto coincide con los resultados obtenidos por (Ovalle *et al.*, 1993), quienes encontraron una correlación positiva entre la latitud del sitio de colecta y la precocidad de las accesiones, es decir, se encontró que la producción de fitomasa está regulada por la fenología de ellas. Esto se debe a que en ambientes más restrictivos (áridos) las plantas se han adaptado para completar sus ciclos de vida en períodos más cortos, en desmedro de una menor producción de fitomasa. Se ha observado lo mismo en otras leguminosas anuales de autosiembra, como el trébol subterráneo; cultivares más tardíos como Clare y Woogenellup, presentan una mayor producción de fitomasa que otros cultivares más precoces, tales como Seaton Park y Nungarin (Lodge *et al.*, 1993; Rossiter, 1966).

Por su parte, al correlacionar días a la floración y la producción invernal absoluta, no se encontró diferencias significativas. Sin embargo, los días a floración se correlacionaron negativamente

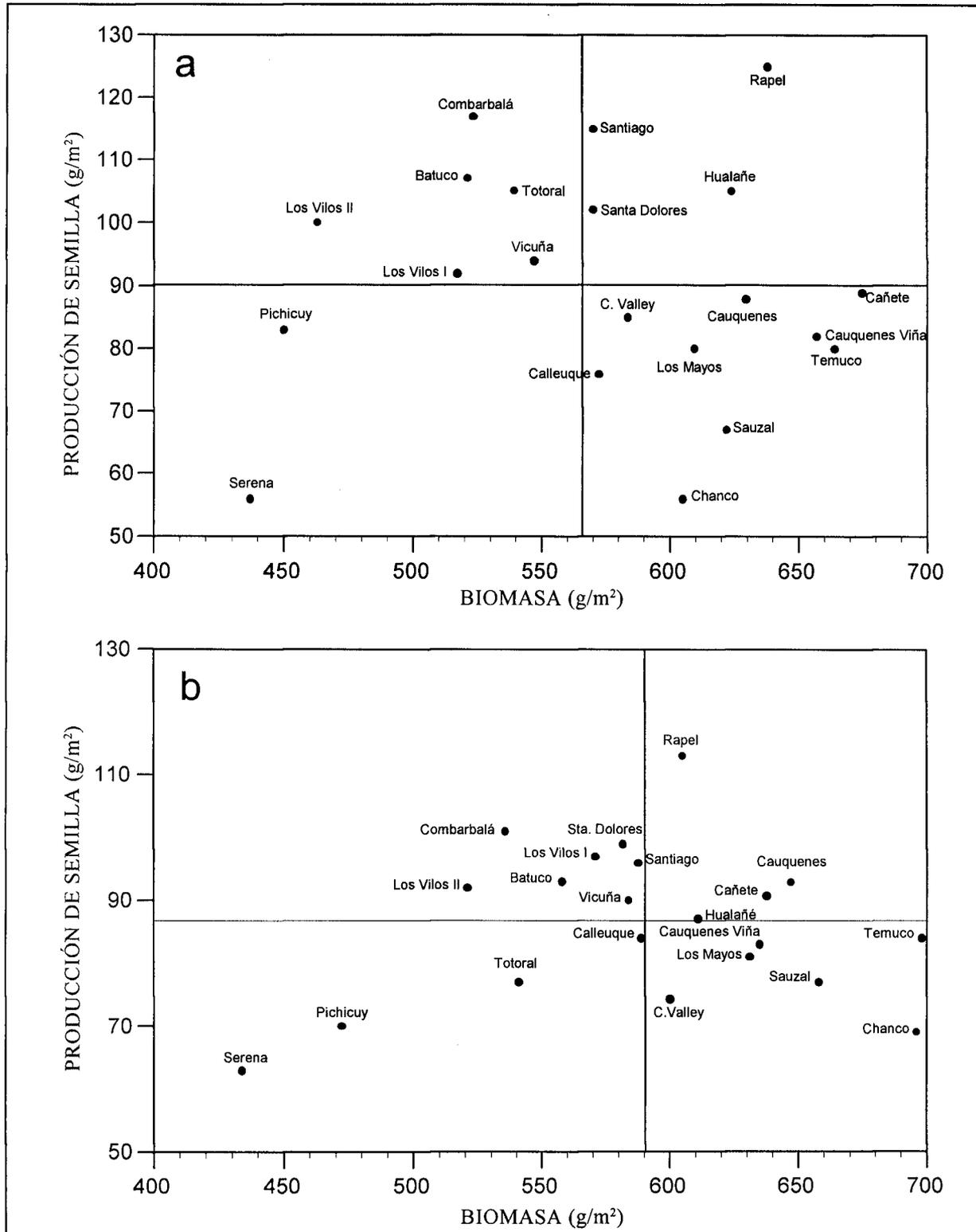


Figura 2. Relación entre la producción total acumulada de biomasa y la producción de semilla (a: temporada 1991/92; b: temporada 1992/93) en 21 accesiones de *Medicago polymorpha*.

Figure 2. Relationship between accumulate total phytomass production and seed production (a: season 1991/92; b: season 1992/93) in 21 accesions of *Medicago polymorpha*.

con los índices de producción invernal, de fitomasa total, semilla y gloquídeos. (Cuadro 2). Estos resultados indican que la contribución relativa de la producción invernal en relación a la fitomasa total, es mayor en accesiones precoces. Lo contrario ocurre en accesiones más tardías. Además, la relación negativa que existe entre el índice de producción invernal y la fitomasa total, indica que al aumentar el largo del ciclo de crecimiento de las accesiones, se produce una menor cantidad de fitomasa durante la estación fría. Resultados similares fueron encontrados por Carroni *et al.* (1995); Lodge *et al.* (1993) y Evans *et al.* (1992), en un estudio realizado con trébol subterráneo y medicagos anuales (*M. aculeata* y *M. mínima*).

Por otra parte, se observa una correlación negativa entre la producción de semilla y la precocidad (Cuadro 2), vale decir, que en ambientes más áridos existe una mayor ocurrencia de materiales de alta producción de semillas, presumiblemente como expresión de una adaptación a ambientes de mayor incertidumbre en cuanto al monto y ocurrencia de las precipitaciones. Al respecto, Rossiter (1966), señala que una de las principales determinantes de la sobrevivencia de cultivares de *Trifolium subterraneum* en un medio ambiente mediterráneo, es su capacidad

de producción de semillas. Del mismo modo, también señala que existe una relación entre la precocidad y la producción de semillas en trébol subterráneo, dado que cultivares más precoces normalmente se destacan por presentar una mayor producción de semillas.

Por último, la producción de materia seca y la producción de semilla se correlacionaron negativamente. Esto coincide con lo expresado por Lodge (1993), en donde la producción de semillas de cultivares precoces es mayor proporcionalmente a lo que sucede con cultivares más tardíos.

Efecto de la altura de corte

Tanto en la producción de fitomasa total como en la producción de gloquídeos y semillas se verificaron diferencias estadísticamente significativas por efecto de la altura de corte. En todas las variables estudiadas existe una relación directa entre la altura de residuo después de cada corte y la producción de forraje, gloquídeos y semillas (Cuadro 3). Esta situación se explica porque la utilización durante el período de floración reduce la producción de semilla y fruto por remoción de las inflorescencias, lo cual ocurre de manera más drástica a menores alturas de corte (Young *et al.*, 1994 y Conlan *et al.*, 1994).

Cuadro 2. Correlaciones entre la producción total de fitomasa (PTOTAL) y la producción invernal (PINV); precocidad y relación PINV/PTOTAL; precocidad y relación producción de gloquídeos-producción total (PGLO/PTOTAL); precocidad y relación producción de semillas-producción total (PSEM/PTOTAL); de 21 accesiones de *Medicago polymorpha*, en la temporada 1992/93

Table 2. Correlations between total phytomass production (PTOTAL) and winter production (PINV); precocity and winter production-total production ratio (PINV/PTOTAL); precocity and pod production-total production ratio (PGLO/PTOTAL); precocity and seed production-total production ratio (PSEM/PTOTAL); of 21 accessions of *Medicago polymorpha*, in the 1992/93 season

	PTOTAL	PINV/PTOTAL	DÍASFLO
PTOTAL	—	-0,72**	0,90**
PINV	-0,12 N.S.	0,77**	-0,26 N.S.
PINV/PTOTAL	—	—	-0,74**
PSEM/PTOTAL	-0,56**	0,39 N.S.	-0,60**
PGLO/PTOTAL	-0,68**	0,37 N.S.	-0,72**

*P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; N.S.: P ≥ 0,05.

Cuadro 3. Efecto de la altura de corte, sobre la producción total de fitomasa (PTOTAL), de gloquídeos (PGLO) y de semillas (PSEM), de 21 accesiones de *Medicago polymorpha*

Table 3. Effect of the height of cutting, on the total phytomass production (PTOTAL), pods production (PGLO) and seeds production (PSEM), of 21 accessions of *Medicago polymorpha*

Temporada	Altura de corte (cm)	PTOTAL	PGLO	PSEM
		g/m ²		
1991/92	2	305 c*	121 c	55 c
	6	518 b	206 b	98 b
	10	643 a	256 a	119 a
1992/93	2	419 c	79 c	36 c
	6	614 b	227 b	107 b
	10	737 a	251 a	116 a

*Las cifras con diferente letra en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo a la Prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

RESUMEN

Se evaluó la producción de fitomasa y de semillas de 21 "accesiones" de *Medicago polymorpha* de distinta precocidad, bajo diversos regímenes de corte, en el secano interior de Cauquenes. El experimento se sembró en bancadas o platabandas, en microparcels, durante dos años (1991 y 1992). No se encontró una interacción significativa entre accesión y altura de corte, en consecuencia en todas las accesiones la fitomasa total, producción de gloquídeos y de semillas aumentó a medida que aumentó la altura del residuo (desde 2 a 10 cm), después de cada corte. Se encontraron accesiones precoces con un alto potencial de producción de

semillas, y accesiones de precocidad intermedia de alto potencial de producción de semillas y de fitomasa. La producción total de fitomasa se relacionó inversamente con la precocidad de las accesiones ($r = 0,9$; $P \leq 0,01$). Tanto la producción invernal relativa a la fitomasa total, como el porcentaje de la fitomasa invertida en gloquídeos y semillas, fueron mayores en los ecotipos precoces que en los tardíos.

Palabras claves: Hualputra, medicago anual, *Medicago polymorpha*, pradera mediterránea, secano interior.

LITERATURA CITADA

- CARRONI, A.; MISSIO, A.; PECCETI, L. AND PIANO, E. 1995. Cold-season dry matter yield in subterranean clover. *In: Sylvopastoral System. Environmental, Agricultural and Economic Sustainability. Proceedings of the Meeting of the Mediterranean Working Group of the FAO/CIHEAM Inter-Regional Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops.* Avignon, France. p. 37-40.
- CONLAN, D.J.; DEAR, B.S. AND COOMBES, N.E. 1994. Effect of grazing intensity and number of grazings on herbage production and seed yields of *Trifolium subterraneum*, *Medicago murex* and *Ornithopus compressus*. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34: 181-188.

- DEL POZO L., A.; OVALLE M., C. Y AVENDAÑO R., J. 1989. Los medicagos anuales en Chile. II. Ecofisiología. *Agricultura Técnica (Chile)* 49(3): 268-284.
- DEL POZO L., A.; OVALLE M., C. AND AVENDAÑO R., J. 1995. Time to flowering of *Medicago polymorpha* ecotypes and cultivars in response to temperature and photoperiod. *In: Sylvopastoral System. Environmental, Agricultural and Economic Sustainability. Proceedings of the Meeting of the Mediterranean Working Group of the FAO/CIHEAM Inter-Regional Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops.* Avignon, France. p. 33-36.
- DEL POZO L., A.; OVALLE M., C. AND AVENDAÑO R., J. 1997. Ecotypic adaptation of *Medicago polymorpha* along a gradient in Central Chile. *Proceeding of the XVIII International Grassland Congress.* Saskatoon, Canada. Vol I (7): 655-656.
- EVANS, M.P.; WILLSON, J.K. AND HALL, J.E. 1992. Influence of genotype, seed size, and seedling density on the winter herbage production of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) lines and cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 35: 143-149.
- LODGE, G.; CULLIS, B. AND WELSBY, S. 1993. Evaluation of pasture legumes sown into prepared seedbed at Tamworth, New South Wales. 1. Dry matter yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 287-297.
- LODGE, G.M. 1993. Evaluation of pasture legumes sown into prepared seedbed at Tamworth, New South Wales. 2. Seed production and seed reserves. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 299-306.
- OVALLE, C.; DEL POZO, A. Y AVENDAÑO, J. 1994. Recursos pastorales utilizados por la ganadería. *En: Ovalle, C. y Del Pozo, A. (eds.). La agricultura del secano interior.* Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. pp. 149-190.
- OVALLE, C.; AVENDAÑO, J.; DEL POZO, A. AND CRESPO, D. 1993. Germplasm collection, description and selection of naturalized *Medicago polymorpha* in the Mediterranean zone of Chile. *Proc. 17th International Grasslands Congress.* Palmerston North, New Zealand. pp. 222-223.
- ROSSITER, R.C. 1966. The success or failure of strains of *Trifolium subterraneum* L. in a mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 17: 425-446.
- THORN, C.W. AND REVELL, C.K. 1987. The effect of grazing on the seed production of a range of annual medic species. *In: Proceedings 4th Australian Agronomy Conference.* Australian Society of Agronomy. Melbourne, Australia. 170 p.
- YOUNG, R.; MORTHORPE, K.; NICOL, H. AND CROFT, P. 1994. Effects of sowing time and grazing on the dry matter yield, phenology, seed yield, and hardseed levels of annual pasture legumes in western New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34: 189-204.