

**ATRIBUTOS Y ANTECEDENTES DEL COMPORTAMIENTO DE
Biserrula pelecinus L. NUEVA LEGUMINOSA FORRAJERA ANUAL
PARA CHILE MEDITERRÁNEO¹**

**Attributes and behavioral background of *Biserrula pelecinus* L. A new
annual forage legume for Mediterranean Chile ¹**

**Carlos Ovalle M.^{2*}, Susana Arredondo S.², Alejandro del Pozo L.³,
Julia Avendaño R.⁴ y Fernando Fernández E.⁴**

A B S T R A C T

In Chile *Biserrula pelecinus* L. is a new legume forage species for acid soils, with medium - light texture, in dryland areas of the humid and sub-humid Mediterranean zone. Due to its high rate of hardseedness (99% at the beginning of the second growth season), it is an especially appropriate annual pasture for agricultural systems where the pasture is in rotation with cereals ('ley farming system'). It is an intermediate maturing plant (132 to 136 days to flowering), with a semi-erect growth habit, blue flowers, small seed size (674 to 842 seeds g⁻¹), and has a high index of reproductive force (superior to 1.6). The DM and seed production is comparable, and in some years superior, to that of species traditionally used in these areas, such as subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) and burr medic (*Medicago polymorpha* L.). However, its productivity in the second year of growth is very low due to the high percentage of hardseedness (99%). Currently, there is cv. Casbah, developed by a team of researchers of the Center for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA), Western Australia. The phenological background and phytomass productive behavior permit its recommendation in areas of the interior and coastal dryland of the VII and VIII region of Chile.

Key words: forage legume, *Biserrula pelecinus*, Mediterranean climate.

R E S U M E N

Biserrula pelecinus L. es en Chile una nueva especie leguminosa forrajera para suelos ácidos de texturas liviana a media, en zonas de secano mediterráneo subhúmedo y húmedo. Debido a su alta dureza seminal (99% al inicio de la segunda temporada de crecimiento), es una pradera anual, especialmente apropiada para sistemas agrícolas donde la pradera se encuentra en rotación con cereales ('ley farming system'). Posee una fenología intermedia (132 a 136 días a floración), de hábito de crecimiento semi-erecto, flores de color azul, destacándose por poseer un tamaño de semilla pequeño (674 a 842 semillas g⁻¹), y presenta alto índice de esfuerzo reproductivo (superior a 1,6). La producción de materia seca y de semillas es comparable, y en algunos años superior, a la de las especies de uso tradicional en estas zonas como trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.) y hualputra (*Medicago polymorpha* L.). Sin embargo, su aporte en producción al segundo año es muy bajo debido al alto porcentaje de dureza seminal (99%). Actualmente existe el cv. Casbah, desarrollado por el equipo de investigadores del Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) del oeste de Australia. Los antecedentes de fenología y comportamiento productivo de fitomasa permiten su recomendación en zonas de secano interior y costero de las regiones VII y VIII de Chile.

Palabras clave: leguminosa forrajera, *Biserrula pelecinus*, clima Mediterráneo.

¹ Recepción de originales: 3 de diciembre de 2002.

Estudio realizado en el marco del proyecto FONDECYT 1000608.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.
E-mail: covalle@quilamapu.inia.cl *Autor para correspondencia.

³ Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Casilla 537, Chillán, Chile.

⁴ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental Cauquenes, Casilla 165, Cauquenes, Chile.

INTRODUCCIÓN

En las zonas de secano mediterráneo de Chile central, las praderas de leguminosas forrajeras anuales son un recurso permanente de pastoreo, o forman parte de rotaciones de cultivo con cereales. Especies tales como el trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.), el trébol balansa (*Trifolium michelianum* Savi.) y la hualputra (*Medicago polymorpha* L.) son las más importantes. Un uso alternativo de estas praderas, que está expandiéndose en el país, es como cubiertas vegetales en huertos frutales y viñedos (Masson y Gintzburger, 2000).

Los sistemas forrajeros en estas zonas requieren de una mayor diversidad de especies, para poder cubrir la diversidad de nichos y las restrictivas condiciones agroecológicas del área, entre otras, suelos de texturas extremas, mal drenaje, acidez, baja disponibilidad de nutrientes, y corta estación de crecimiento. La baja población o ausencia de rizobios específicos, y la capacidad de sobrevivencia de éstos en suelos oligomórficos, es también una limitante importante para el establecimiento de leguminosas forrajeras anuales (Howieson, 1996).

Por otra parte, las especies de uso tradicional tienen sistemas radiculares poco profundizadores (Carr *et al.*, 1999), lo que restringe la exploración del perfil del suelo en profundidad, e implica una menor eficiencia en el aprovechamiento del agua y los nutrientes; además, la acidificación de los suelos afecta la persistencia de praderas de leguminosas anuales, debido a que afecta la sobrevivencia de sus rizobios (Carr *et al.*, 1999).

Biserrula pelecinus es en Chile una nueva especie leguminosa forrajera para suelos ácidos de texturas livianas a medias, en zonas de secano mediterráneo subhúmedo y húmedo. Es una planta anual, especialmente apropiada para sistemas agrícolas donde la pradera se encuentra en rotación de cultivo con cereales (ley farming systems) debido a que presenta una alta dureza seminal (Carr *et al.*, 1999).

El objetivo del presente trabajo es presentar los principales atributos y características agronómicas de *Biserrula pelecinus*, además de los primeros resultados de comportamiento de esta especie con potencial para suelos ácidos en zonas de secano mediterráneo.

ORIGEN

Biserrula pelecinus es una especie endémica de zonas mediterráneas de Europa y el Norte de África (Beale *et al.*, 1991; Howieson *et al.*, 1995; Loi *et al.*, 1999), aunque es considerada una especie poco frecuente en dichas zonas (Gladstones, 1976; Ewing y Howieson, 1987). En una colecta de germoplasma realizada en 161 sitios en Marruecos, *B. pelecinus* se encontraba presente sólo en ocho de ellos (Beale *et al.*, 1991). Su baja frecuencia de aparición se debe, quizás, a que en su fase vegetativa sus hojas imparipinadas son difíciles de distinguir, confundiéndolas con *Ornithopus compressus* (serradela amarilla), especie que es más común, aunque las vainas aserradas y las flores menos extendidas (azules) de *B. pelecinus* permiten distinguirla claramente de otras leguminosas (Freebairn, 2000). Es una especie que se encuentra creciendo a menudo en suelos ácidos, arenosos, en compañía de serradelas y tréboles subterráneos (Howieson *et al.*, 1995).

La especie ha sido desarrollada como planta forrajera por el equipo de investigadores del Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) del oeste de Australia (Loi *et al.*, 2001) y constituye el aporte más reciente en materia de leguminosas forrajeras anuales. Los materiales colectados en Marruecos, Cerdeña y Grecia han dado origen al cv. Casbah, el primer cultivar australiano de *B. pelecinus* (Howieson *et al.*, 1998). Casbah es un cultivar de crecimiento erecto, fácil cosecha de semilla, y recomendable para zonas de precipitaciones entre 500 y 800 mm anuales. Posee una alta producción anual de semillas, las que presentan una alta dureza seminal, superior al 90% en el primer otoño (Howieson *et al.*, 1998; Freebairn, 2000; Loi y McRobb, 2001).

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA PLANTA

Según la descripción de Loi *et al.* (2001), *Biserrula pelecinus* L. es una leguminosa forrajera anual, de crecimiento erecto, medianamente pilosa, que puede alcanzar 40 cm de altura. Las hojas son imparipinadas, las estípulas óvalo-lanceoladas, enteras, de 4 mm de largo y 2,5 mm de ancho, hojas generalmente opuestas en 5-9 pares, elípticas-oblongas, sobre 10 mm de largo y 5 mm de ancho, cuneadas en la base, pilosas en el envés y glabras en su cara superior. Las flores son de color azul (Howieson *et al.*, 1998) en racimos axilares bastante densos, con 1 a 11 flores (Figura 1), el pedúnculo

mide 3 cm de largo, brácteas lineares lanceoladas, 1-2 mm de largo, pedicelos de 1 mm de largo extendiéndose en el fruto. Su corola es de color azulada o rojiza, glabra, estandarte elíptico-oblongo, de aproximadamente 5 mm de largo y 3 mm de ancho; alas de más o menos 3 x 1 mm; quilla de 3 x 1,54 mm, aurícula de 1 mm de largo. Posee sólo cinco estambres fértiles. Vaina corta, puntiaguda, glabra o a veces pubescente, café, indehiscente, oblonga, plana, con una cresta a cada lado, lo cual es usualmente considerado como diente, sobre 35 mm de largo y 7 mm cruzando de cresta a cresta. La semilla es café amarillenta (Figura 2), medianamente esculpida, con una muesca profunda y estrecha en el hilum, más menos 1,8 x 1,8 mm.



Figura 1. Flores de *Biserrula pelecinus*. Cauquenes, Chile.
Figure 1. Flowers of *Biserrula pelecinus*. Cauquenes, Chile.



Figura 2. Vainas y semillas de *Biserrula pelecinus*. Cauquenes, Chile.
Figure 2. Pods and seeds of *Biserrula pelecinus*. Cauquenes, Chile.

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

En evaluaciones efectuadas en Cauquenes en el año 2000, la precocidad desde emergencia a floración varió en tres accesiones entre 132 y 137 días (Bustos, 2002), presentando un comportamiento comparable al trébol subterráneo cv. Clare. Respecto de hualputra (*M. polymorpha*), los materiales evaluados de biserrula fueron entre 21 y 26 días más tardíos que el cv. Cauquenes INIA (Cuadro 1). A pesar de las diferencias encontradas en días a floración, en la etapa de maduración de fruto estas diferencias se acortan, experimentando un comportamiento similar entre ellas (entre 177 y 178 días a maduración).

La dureza seminal de *B. pelecinus*, evaluada al inicio de la temporada siguiente (mayo) a la que la semilla fue producida, fue en Cauquenes de 99% para las accesiones Mor96, Mor99 y el cv. Casbah, presentando una alta dureza seminal,

similar al cv. Cauquenes-INIA de *M. polymorpha*, pero diferenciándose significativamente ($P \leq 0,05$) de los *T. subterraneum* que presentan una dureza seminal media (Cuadro 2).

Otra característica que diferencia a biserrula de otras especies es el tamaño y peso individual de sus semillas. En el Cuadro 2 se indica el alto número de semillas producidas por legumbre (entre 18,6 y 20,6), además de la alta cantidad de semillas presentes en un gramo (entre 674 y 842), así como el bajo peso de 1.000 semillas (entre 1,2 y 1,4 g), diferenciándose significativamente ($P \leq 0,05$) de los testigos tréboles subterráneos y hualputra. Otra característica de la especie, es que presenta una alta tasa de esfuerzo reproductivo (Cuadro 2), que es la relación existente entre la producción de frutos y semilla y la fitomasa total (hojas y tallos), es decir, corresponde a lo que la planta invierte en biomasa para producir semillas, para asegurar su persistencia en el tiempo.

Cuadro 1. Fenología de las accesiones y cultivares de *Biserrula pelecinus* en Cauquenes.

Table 1. Phenology of the accessions and cultivars of *Biserrula pelecinus* in Cauquenes.

Especie	Cultivar o accesión	Días a primera flor	Días a primer fruto	Días a maduración
<i>B. pelecinus</i>	Mor99	132 ($\pm 1,7$) (I) ¹	145 ($\pm 1,7$)	178 ($\pm 2,3$)
	Mor96	136 ($\pm 3,5$) (T)	145 ($\pm 2,1$)	177 ($\pm 2,1$)
	Casbah	137 ($\pm 3,5$) (T)	146 ($\pm 1,7$)	178 ($\pm 2,3$)
<i>Medicago polymorpha</i>	Cauquenes-INIA	111 ($\pm 2,3$) (P)	129 ($\pm 2,3$)	174 ($\pm 4,4$)
<i>Trifolium subterraneum</i>	Seaton Park	111 ($\pm 2,3$) (P)	125 ($\pm 2,3$)	189 ($\pm 4,0$)
	Clare	130 ($\pm 2,3$) (I)	154 ($\pm 3,5$)	188 ($\pm 2,3$)
	Mount Barker	140 ($\pm 9,1$) (T)	152 ($\pm 4,0$)	195 ($\pm 3,5$)

¹ Clasificación por precocidad (días a floración): muy precoz MP (< 101); precoz P (102-117); intermedia I (118-133); tardía T (134-149); muy tardía MT (150-165).

Fuente: Bustos, 2002; Ovalle *et al.*, 2003.

Cuadro 2. Características agronómicas de accesiones y cultivares de *Biserrula pelecinus*.

Table 2. Agronomic characteristics of accessions and cultivars of *Biserrula pelecinus*.

Especie	Cultivar o accesión	Semillas por legumbre (N°)	Peso 1.000 semillas (g)	Semillas por gramo (N°)	Esfuerzo reproductivo (%)	Dureza seminal (mayo) (%)
<i>B. pelecinus</i>	Mor99	18,6 b ¹	1,40 d	713 b	1,68 a	99,9 a
	Mor96	20,6 a	1,19 d	842 a	1,96 a	99,9 a
	Casbah	18,7 b	1,48 d	674 c	1,74 a	99,3 a
<i>Medicago polymorpha</i>	Cauquenes-INIA	6,7 c	4,51 c	223 d	0,90 b	96,7 a
<i>Trifolium subterraneum</i>	Clare	3,9 e	8,91 a	112 f	0,41 c	63,8 b
	Mount Barker	4,4 d	7,01 b	143 e	0,45 c	53,0 b

¹ Letras iguales en la columna indican que no existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) según test de Duncan.

Fuente: Bustos, 2002; Ovalle *et al.*, 2003.

Otro atributo de la especie es su profundidad de raíces. En estudios realizados en Australia por Carr *et al.* (1999), en suelos arenosos, biserrula presentó una profundidad de raíces de 1,2 a 1,5 m, superando a la serradela rosada (*Ornithopus sativus*) en un 20%, y al trébol subterráneo entre 20 y 60%. Esta característica permite a la especie utilizar de mejor forma el agua y nutrientes de los perfiles más profundos del suelo, extendiendo el período verde en primavera, lo que es una característica muy importante para la sobrevivencia de las especies en ambientes mediterráneos. La floración de naturaleza indeterminada y sus raíces profundizadoras son características altamente deseables en zonas con una pluviometría de 450 mm anuales en Australia (Carr *et al.*, 1999).

Esta especie tolera manejo con alta carga animal, excepto en el período de floración y durante el llenado de semilla, período en el cual la pradera debe ser manejada con carga liviana (Freebairn, 2000). El pastoreo de verano también puede ser de mayor intensidad que en otras praderas de leguminosas anuales debido al pequeño tamaño de la semilla. En efecto, Edward *et al.* (1998) demostraron que la tasa de pasaje de semillas de biserrula a través del tracto digestivo de ovejas fue de un 45%, mientras que en *M. polymorpha* y en *O. compressus*, fue de sólo un 30 y 10%, respectivamente.

REQUERIMIENTOS DE SUELO Y CLIMA

B. pelecinus es una leguminosa de ciclo anual típicamente mediterráneo. La semilla germina en otoño con las primeras lluvias efectivas, alcanzando su mayor tasa de crecimiento en primavera. Tolerar suelos infértiles mejor que otras leguminosas anuales, de textura media a liviana, profundos (más de 70 cm), bien drenados y de pH ácido a ligeramente ácido en un rango de 4 a 7,5 (Howieson *et al.*, 1995). Sin embargo, se requiere corregir suelos con deficiencias de P, S y Mo. Puede tolerar suelos de hasta un 30% de saturación de Al, con alguna diferencia entre cultivares (Freebairn, 2000). No tolera suelos con mal drenaje ni anegamientos por períodos prolongados (Howieson *et al.*, 1998). Biserrula presenta una amplia adaptación a distintos tipos de suelo, pre-

sentando una mayor producción en aquellos de textura liviana y franca, ácidos, en los cuales por problemas de nodulación el trébol subterráneo y la hualputra no presentan una buena adaptación (Howieson *et al.*, 1995).

Respecto del clima, el cv. Casbah es recomendado en zonas mediterráneas de Australia con precipitaciones anuales entre 300 y 700 mm (Howieson *et al.*, 1998), sin embargo, otros autores cifran el límite inferior de precipitaciones anuales en 400 mm (Freebairn, 2000). Debido a su característica de raíz profundizadora puede ser utilizada en zonas de mayor aridez que otras especies de similar fenología (Carr *et al.*, 1999).

PRODUCCIÓN DE FITOMASA Y DE SEMILLAS

Evaluaciones efectuadas en Cauquenes entre 1997 y 1999, en parcelas de 2 x 6 m, demostraron que en ese ambiente, las accesiones Mor99 y Mor96 en la primera temporada tuvieron una producción de 5.877 y 3.776 kg MS ha⁻¹, respectivamente. En la segunda temporada, la producción experimentó una fuerte caída, debido a la alta dureza seminal de la especie. En la tercera temporada la producción recuperó el nivel de la primera, superando los 4.700 kg MS ha⁻¹, siendo estadísticamente superior ($P \leq 0,05$) a las especies control de uso común en la zona (Cuadro 3).

En producción de semillas, en la primera temporada, ambas accesiones de biserrula fueron altamente productivas (Cuadro 3). En la segunda, la producción bajó y se volvió a incrementar en la tercera en forma análoga a lo que sucedió con la producción de fitomasa consumible. La producción de semillas alcanzada por la biserrula fue similar a la observada por Carr *et al.* (1999) en el Oeste de Australia, quienes señalaron producciones que varían desde los 762 a los 1.513 kg ha⁻¹.

En un segundo estudio realizado en Cauquenes durante los años 2000 a 2002, el comportamiento de las biserrulas fue similar al estudio previo, ya que en la primera temporada, las producciones fueron estadísticamente iguales o levemente superiores a las especies testigo de uso en la zona,

siendo levemente superior la accesión Mor96 con 2.230 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 4). La mayor producción presentada en el año de establecimiento del ensayo realizado en la temporada 1997 respecto al ensayo realizado en el año 2000, se debió a la presencia del fenómeno climático de la Corriente del Niño en 1997, efecto que también se presentó en el año 2002, donde las especies lograron una alta producción debido a mayores precipitaciones. En la segunda temporada de evaluación se observó una brusca caída en producción de las accesiones y del cv. Casbah. En la tercera temporada (2002), las producciones de fitomasa de las biserrulas fueron significativamente ($P \leq 0,05$) superiores a las especies testigo, superando éstas los 6.200 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 4).

En el primer año, la producción de semillas fue estadísticamente superior a los testigos, hualputra cv. Cauquenes-INIA y trébol subterráneo cv.

Seaton Park, pero similares al trébol subterráneo cv. Clare, siendo la accesión Mor96 la de mayor producción y estadísticamente diferente ($P \leq 0,05$) a *M. polymorpha* y *T. subterraneum* (Cuadro 5). En el segundo año, la producción de las biserrulas fue la más baja, lo que se debe al alto porcentaje de semillas duras.

La superioridad de producción de fitomasa de las biserrulas sobre la hualputra y el trébol subterráneo en ambos ensayos, se manifestó en el tercer año del experimento (Cuadros 3 y 4), debido a que biserrula presentó una alta producción de semilla en el año de establecimiento y un alto porcentaje de semillas duras, lo que se tradujo en una buena regeneración de la pradera al tercer año. Esta característica permitió a las biserrulas mantener adecuados niveles de producción y persistencia por sobre los 3 años (Devenish, 2002).

Cuadro 3. Producción de fitomasa y de semillas de accesiones y cultivares de *Biserrula pelecinus* en Cauquenes durante tres temporadas de evaluación (1997 a 1999).

Table 3. Phytomass and seed production of accessions and cultivars of *Biserrula pelecinus* in Cauquenes for the three seasons (1997 to 1999).

Especie	Cultivar o accesión	Fitomasa (kg ha ⁻¹)			Semillas (kg ha ⁻¹)		
		1997	1998	1999	1997	1998	1999
<i>B. pelecinus</i>	Mor99	877 ab ¹	204 c	6.157 a	1.794 a	243 b	256 ab
	Mor96	3.776 c	352 c	4.724 a	1.164 ab	206 bc	140 b
<i>M. polymorpha</i>	Cauquenes-INIA	4.515 bc	5.020 a	1.807 b	1.225 ab	485 a	344 a
<i>T. subterraneum</i>	Seaton Park	5.189 abc	2.541 b	1.818 b	936 b	172 bc	103 b
	Clare	7.003 a	1.472 bc	1.820 b	592 b	80 c	99 b

¹Letras iguales en la columna indican que no existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) según test de Duncan.

Fuente: Ovalle *et al.*, 2000.

Cuadro 4. Producción de fitomasa de accesiones y cultivares de *Biserrula pelecinus* en Cauquenes, durante tres temporadas (2000 - 2002).

Table 4. Phytomass production of accessions and cultivars of *Biserrula pelecinus* in Cauquenes for three seasons (2000 - 2002).

Especie	Cultivar o accesión	Fitomasa (kg ha ⁻¹)		
		2000	2001	2002
<i>B. pelecinus</i>	Mor99	1.375 ab ¹	45 b	6.210 a
	Mor96	2.230 a	630 b	7.380 a
	Casbah	1.808 ab	233 b	7.010 a
<i>Medicago polymorpha</i>	Cauquenes-INIA	1.178 b	2.730 a	680 b
<i>Trifolium subterraneum</i>	Clare	1.870 ab	3.580 a	3.867 ab
	Seaton Park	1.458 ab	2.270 a	1.050 b

¹Letras iguales en la columna indican que no existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) según test de Duncan.

Fuente: Ovalle *et al.*, 2004.

Cuadro 5. Producción de frutos y de semillas de accesiones y cultivares de *Biserrula pelecinus* en Cauquenes durante dos temporadas (2000 – 2001).

Table 5. Fruit and seed production of accessions and cultivars of *Biserrula pelecinus* in Cauquenes for two seasons (2000 – 2001).

Especie	Cultivar o accesión	Fitomasa (kg ha ⁻¹)		Semillas (kg ha ⁻¹)	
		2000	2001	2000	2001
<i>B. pelecinus</i>	Mor99	1.621 ab ¹	461 b	718 ab	206 c
	Mor96	1.873 a	384 b	914 a	173 c
	Casbah	1.463 ab	399 b	755 ab	175 c
<i>Medicago polymorpha</i>	Cauquenes-INIA	868 bc	1.019 a	359 c	446 a
<i>Trifolium subterraneum</i>	Clare	1.320 ab	645 ab	441 bc	226 bc
	Seaton Park	519 c	998 a	209 c	393 ab

¹Letras iguales en la columna indican que no existe diferencia significativa ($P \leq 0,05$) según test de Duncan.

Fuente: Ovalle *et al.*, 2004.

ZONA DE CULTIVO

La biserrula debe sembrarse en otoño, con las primeras lluvias de abril o mayo, a razón de 8 kg ha⁻¹ de semilla. Su uso es principalmente para pastoreo directo, eventualmente puede ser cortada para heno o ensilaje (Freebairn, 2000).

Actualmente, el único cv. disponible es Casbah. En Chile, los antecedentes disponibles a la fecha permiten recomendarla para ser utilizada en la zona mediterránea subhúmeda (VI – VIII Región) (Di Castri, 1968), en áreas con precipitaciones superiores a los 650 mm anuales, ya que se clasifica dentro de los materiales “intermedios” (118 a 133 días a floración) (Ovalle *et al.*, 2003), similar a los tréboles subterráneos cvs. Marrar,

Gosse y Clare, los que requieren entre 121 y 133 días para florecer (Bustos, 2002).

CONCLUSIONES

Biserrula pelecinus presenta características de alta producción de semilla y fitomasa, tamaño de semilla pequeño, alta dureza seminal y alta tasa de esfuerzo reproductivo, atributos muy apropiados para plantas que deben crecer y producir en ambientes mediterráneos climáticamente poco predecibles y sometidas a condiciones de pastoreo intenso. Los antecedentes de producción de fitomasa y semilla disponibles a la fecha, permiten su recomendación en zonas de secano interior y costero con precipitaciones superiores a 650 mm anuales.

LITERATURA CITADA

- Beale, P.E., A. Lahlou, and M. Bounjmate. 1991. Distribution of wild annual legume species in Morocco and relationship with soil and climatic factors. *Aust. J. Agric. Res.* 42:1217-1230.
- Bustos, P. 2002. Caracterización fenológica y agronómica de una colección de leguminosas forrajeras anuales para la zona mediterránea subhúmeda y húmeda de Chile. 70 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.
- Carr, S.J., A. Loi, J.H. Howieson, and C. Porqueddu. 1999. Attributes of *Biserrula pelecinus* L. (biserrula): A new pasture legume for sustainable farming on acidic sandy soils in Mediterranean environments. *Cahiers Options Méditerranéennes* 39:87-90.
- Devenish, K. 2002. Selecting the right variety for phase pasture systems. Department of Agriculture, Jerramungup. Available at: http://www.agric.wa.gov.au/cropupdates/2002/farm_systems/article17.pdf. Accessed August 2002.
- Di Castri, F. 1968. Esquisse ecologique du Chili. p. 7. *Biologie de l’Amerique Australe*. Tome IV. Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris, France.
- Edward, A.Y., M.A. Ewing, and C.K. Revell. 1998. Fate of serradella, medic and biserrula seeds in pods ingested by sheep. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga, 1998. Available at: <http://www.regional.org.au/au/asa/1998/1/289edward.htm>. Accessed November 2002.

- Ewing, M.A., and J.G. Howieson. 1987. A report on the collection of annual species of *Medicago* and associated *Rhizobium meliloti* from acidic regions of mainland Greece and neighbouring islands of the Aegean Sea. 18 p. Miscellaneous Publication. Western Australian Department of Agriculture, Perth, Australia.
- Freebairn, B. 2000. *Biserrula*, a new legume for acid soils. NSW Agriculture. (On line) Available at: <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/3038>. Accessed August 2002.
- Gladstones, J.S. 1976. Observations on the distribution and ecology in Iberia and North Africa of some legumes adapted to neutral and acid soils. Division of Plant Industries, CSIRO, Australia. Plant Introduction Review 11:9-23.
- Howieson, J.G. 1996. Factors limiting the nodulation of *Medicago polymorpha* in the dryland Secano Interior of Chile. A consultancy report. 25 p. Center for Legumes in Mediterranean Agriculture, Perth, Australia.
- Howieson, J.G., A. Loi, and S.J. Carr. 1995. *Biserrula pelecinus* L. A legume pasture species with potential for acid duplex soils which is nodulated by unique root-nodule bacteria. Aust. J. Agric. Res. 46: 997-1009.
- Howieson, G., A. Loi, and J. Peterson. 1998. Casbah. A new pasture legume for low to medium rainfall environments. Agriculture Western Australia, Farmonte N° 28. p. 98.
- Loi, A., J.H. Howieson, and S.J. Carr. 2001. Register of Australian herbage plant cultivars. B. Legumes. 25. *Biserrula*. *Biserrula pelecinus* L. (*biserrula*) cv. Casbah. Aust. J. Exp. Agric. 41:841-842.
- Loi, A., J.G., Howieson, P.S., Cocks, and S.J. Carr. 1999. Genetic variation in populations of two Mediterranean annual pasture legumes (*Biserrula pelecinus* L. and *Ornithopus compressus* L.) and associated rhizobia. Aust. J. Agric. Res. 50:303-313.
- Loi, A., and R. McRobb. 2001. New alternative pasture legumes for Australian Mediterranean farming systems. Department of Agriculture Western Australia (On line) Available at: http://www.agric.wa.gov.au/cropupdates/2001/farm_systems/loi_mcrobb. Accessed August 2002.
- Masson P., et G. Gintzburger G. 2000. Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production méditerranéens: utilisations alternatives. Cahiers Options Méditerranéennes 45:395-406.
- Ovalle, C., J. Avendaño, A. Del Pozo, C. Porqueddu, and S. Arredondo. 2000. Ten new annual legumes tested for unirrigated lands of the Mediterranean-climate region of Chile. Cahiers Options Méditerranéennes 45:161-165.
- Ovalle, C., P. Bustos, A. Del Pozo, J. Avendaño, y S. Arredondo. 2003. Caracterización preliminar de una colección de leguminosas forrajeras anuales para la zona mediterránea de Chile. Agric. Téc. (Chile) 63:156-168.
- Ovalle, C., A. Del Pozo, J. Avendaño, F. Fernández, y S. Arredondo. 2004. Adaptación, crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona Mediterránea de Chile. I. Comportamiento de las especies en suelos graníticos del secano interior subhúmedo. Agric. Téc. (Chile) (En prensa).