

# EFFECTO DE LA NUTRICIÓN MINERAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CULÉN (*Otholobium glandulosum* (L.) Grimes)

## Effect of mineral nutrition on culen (*Otholobium glandulosum* (L.) Grimes) production

Juan Hirzel<sup>1</sup> \*, Nicasio Rodríguez<sup>1</sup> y Pedro del Valle<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Culén (*Otholobium glandulosum* (L.) Grimes) is a medicinal plant which has acquired great importance because of its high psolareno content. The objective of this study was to generate information on fertilization of this crop. To this end, an experiment in pots was conducted with 2 year old plants under two growing substratum: river sand and a volcanic ash soil (Santa Bárbara series; Hashy, mesic typic haploxerand). The experiment consisted of nine fertilization treatments and four replicates in each substrate. The treatments were: complete fertilization (N, P, K, Ca, Mg, S and microelements), seven treatments with complete fertilization excluding only one nutrient of the foregoing, and one control treatment without fertilization. In sand, the DM production in the whole plant, shoot and leaves was affected by the lack of P ( $p < 0.05$ ), with relative yields of 52, 48 and 49%, respectively. In the volcanic soil, the DM production in the whole plant, shoot and leaves was affected by the lack of P ( $p < 0.05$ ), with relative yields of 45, 37 and 45%, respectively, relative to the treatments with more DM. The lack of N only affected the stem production in trumao soil. The plant height was statistically similar ( $p > 0.05$ ), and ranged between 57.7 to 73.8 cm in sand and 50.0 to 66.9 cm in trumao soil. The results obtained indicated that culen plants are only sensitive to the lack of P and plant height is not a useful indicator of plant DM production in this species.

**Key words:** *Otholobium glandulosum*, culen, mineral nutrition, medicinal plant.

### RESUMEN

El culén (*Otholobium glandulosum* (L.) Grimes) es una planta medicinal que ha adquirido gran importancia en los últimos años por su contenido de psolareno. Este estudio tuvo como objetivo generar antecedentes sobre la fertilización de este cultivo. Para tal efecto, se realizó un experimento en macetas con plantas de 2 años, sobre dos sustratos de crecimiento: arena de río y suelo trumao (Serie Santa Bárbara, Hashy, mesic typic haploxerands). El ensayo contó con nueve tratamientos de fertilización y cuatro repeticiones en cada sustrato. Los tratamientos fueron: fertilización completa (N, P, K, Ca, Mg, S y microelementos), siete tratamientos con fertilización completa excluyendo sólo un nutriente de los señalados, y un tratamiento testigo sin fertilización. En arena, la producción de MS en planta entera, tallos y hojas, sólo fue afectada por la ausencia de P ( $p < 0,05$ ), con rendimientos relativos de 52; 48; y 49%, respectivamente, en tanto que en el suelo trumao, la producción fue afectada por la ausencia de P ( $p < 0,05$ ), con rendimientos relativos de 45; 37; y 45%, respectivamente, en relación a los tratamientos con mayor MS. La ausencia de N sólo afectó la producción de tallos en el suelo trumao. La altura de plantas fue estadísticamente similar ( $p > 0,05$ ), y varió entre 57,7 a 73,8 cm en arena, y entre 50 a 66,9 cm en el suelo trumao. Los resultados obtenidos indicaron que el cultivo de culén es sensible sólo a la ausencia de P y que la medición de altura de plantas no es un indicador útil de la producción de materia seca en esta especie.

**Palabras clave:** *Otholobium glandulosum*, culén, nutrición mineral, planta medicinal.

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile.

E-mail: jhirzel@quilamapu.inia.cl

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, consultor particular.

\* Autor para correspondencia.

Recibido: 19 de julio de 2003. Aceptado: 2 de noviembre de 2003.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales fueron los primeros medicamentos utilizados por el hombre para aliviar el sufrimiento y curar enfermedades (Montes *et al.*, 1992). En la actualidad existe interés por las plantas medicinales, puesto que su uso correcto puede satisfacer las necesidades de salud y la autonomía de un país; los países más desarrollados utilizan los productos naturales sin procesamiento químico, o con mínimas modificaciones, para lograr medicamentos naturales que requiere la sociedad postindustrial (Montes *et al.*, 1992).

En Chile se ha visto un creciente interés por el estudio de las especies medicinales nativas para lograr material vegetal y métodos de cultivo de alta calidad. De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario de 1997, las plantas medicinales ocupan 3.170 ha (ODEPA, 1998). Dentro de las 50 especies nativas con propiedades medicinales en Chile, se encuentra el culén (*Otholobium glandulosum* (L.) Grimes), el cual destaca por su contenido de psoraleno, compuesto usado en tratamientos de problemas dermatológicos. El culén pertenece a la familia de las Leguminosas (Fabaceae), subfamilia Papilionáceas (Montes y Wilkomirsky, 1985; Hoffmann, 1988), es un arbusto que crece hasta 5 ó 6 m de altura, con un tronco de hasta 25 cm de diámetro, presentando ramas delgadas y erectas.

La distribución del culén en Chile es amplia, encontrándose desde la provincia de Elqui (IV Región) hasta la provincia de Valdivia (X Región), entre los 25 y 1.500 m.s.n.m. Esta especie se desarrolla bien en lugares húmedos de valles y las quebradas de la precordillera, con bastante insolación, creciendo cerca de esteros y ríos (Rodríguez *et al.*, 1983; Montes y Wilkomirsky, 1985; Montes *et al.*, 1992; Hoffmann, 1997; Macaya, 1999). La reproducción se puede realizar en forma sexuada, por semillas sembradas en verano, o asexuada, con estacas plantadas en otoño, con un crecimiento rápido en condiciones de humedad apropiadas (Hoffmann, 1988; Tima, 1998).

Las estructuras aprovechables del culén son las hojas, flores, tronco y raíz (Montes y Wilkomirsky,

1985). En las hojas y tallos se obtiene la mayor acumulación de psoraleno. La madera es blanda y se pudre con facilidad, por lo que no tiene valor económico (Rodríguez *et al.*, 1983).

Si bien la mayoría de las plantas medicinales crecen en forma silvestre, al momento de cultivarlas en forma intensiva requieren de un sistema de producción que permita obtener buenos niveles de rendimiento y de calidad con importancia comercial. Uno de los factores productivos de gran importancia es la nutrición mineral, por lo cual es importante conocer los elementos químicos que cumplen un rol determinante sobre el crecimiento y desarrollo del culén.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la influencia de la nutrición mineral en la producción del cultivo de culén, considerando también altura de la planta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental perteneciente a la Universidad Adventista de Chile, ubicada a 12 km de la ciudad de Chillán (36°24' lat. Sur, 71°59' long. Oeste, 144 m.s.n.m.), se realizó un ensayo en macetas entre el 9 de octubre de 2000 y el 12 de febrero de 2001. Para tal efecto se ocuparon dos substratos cuyo análisis químico inicial se indica en el Cuadro 1: a) Suelo Trumao, Serie Santa Bárbara, Hashy, mesic typic haploxerands (Stolpe y Kuzila, 2002), colectado en la localidad de Los Lleuques, ubicada 50 km al oriente de la ciudad de Chillán, en la precordillera de Ñuble (VIII Región); y b. Arena lavada, colectada en la rivera del río Mininco, en la localidad de Yumbel (VIII Región). Para establecer el ensayo se utilizaron 72 plantas silvestres de culén, colectadas en la localidad de Los Lleuques, con una edad de 2 años (segunda hoja), lavando las raíces en agua destilada previo al trasplante. El contenido de nutrientes y de materia seca de estas plantas se indica en el Cuadro 2.

Los análisis nutricionales tanto de suelos como de plantas se realizaron en el Laboratorio de Diagnóstico Nutricional del Instituto de

**Cuadro 1. Análisis de suelo de los substratos usados en el ensayo: suelo trumao y arena de río.**  
**Table 1. Soil analysis in the two substrata used in the experiment: volcanic ash soil and river sand.**

Elemento medido	Suelo trumao	Arena
Materia orgánica, %	4,3	0,1
pH	6,5	6,9
Nitrógeno disponible, mg kg <sup>-1</sup>	1	8
Fósforo disponible, mg kg <sup>-1</sup>	3	2
Potasio de intercambio, cmol kg <sup>-1</sup>	0,1	0,01
Calcio de intercambio, cmol kg <sup>-1</sup>	1,62	0,49
Magnesio de intercambio, cmol kg <sup>-1</sup>	0,64	0,24
Azufre disponible, mg kg <sup>-1</sup>	19	1
Hierro disponible, mg kg <sup>-1</sup>	11,77	8,51
Manganeso disponible, mg kg <sup>-1</sup>	0,93	7,67
Zinc disponible, mg kg <sup>-1</sup>	0,09	0,16
Cobre disponible, mg kg <sup>-1</sup>	0,02	0,06
Boro disponible, mg kg <sup>-1</sup>	0,07	0,13

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, 2000.

Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán.

Las prácticas culturales realizadas durante el ensayo correspondieron a fertilización, riego y cosecha. Las dosis y fuentes de nutrientes utilizados se señalan en el Cuadro 3, con aplicaciones de las soluciones nutritivas cada cinco días en el suelo trumao, y cada tres días en la arena, durante un período de tres meses. Los riegos se realizaron con agua destilada y se calcularon de acuerdo a la capacidad de campo de cada substrato, con una frecuencia de tres días para el suelo trumao y un día para la arena. Las macetas usadas eran de aislapol (Plumavit), con una cantidad de substrato de 3,3 kg en cada una. Cada maceta establecida constituyó una unidad experimental.

El método utilizado para este ensayo fue una modificación del propuesto por Chaminade (1964). Esta técnica establece un tratamiento con todos los nutrientes, denominado fertilización completa (FC) (Cuadro 4), y a los demás tratamientos se les excluye un nutriente. En este caso se agregó un tratamiento sin N, el cual no es

**Cuadro 2. Análisis de tejidos en planta entera de culén (*Otholobium glandulosum*) al inicio del ensayo. 2001.**

**Table 2. Analysis of whole culen (*Otholobium glandulosum*) plant tissues at the beginning of the experiment. 2001.**

Nutriente	Valor obtenido
MS, g pl <sup>-1</sup>	13,08
N, %	3,64
P, %	0,23
K, %	1,04
Ca, %	1,81
Mg, %	0,35
S, %	0,2
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	20,7
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	54,9
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	32,8
B, mg kg <sup>-1</sup>	36,4

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, 2001.

indicado por el autor. Además este método considera una extracción exhaustiva de la biomasa generada en cada maceta a través de cosechas paulatinas, lo cual no fue realizado en este experimento. Las dosis de las soluciones nutritivas se determinaron de acuerdo al peso y capacidad de campo de cada substrato.

El diseño utilizado fue completamente al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando dos substratos; cada unidad experimental contenía una planta. El ensayo total contempló 72 unidades experimentales. Los resultados se analizaron estadísticamente a través de ANDEVA, con un nivel de significancia del 5%. Además se realizó comparación de medias en aquellas situaciones en que el ANDEVA indicó diferencias significativas, para lo cual se utilizó el test de rango múltiple de Duncan, con una significancia de 5%. Para ambos efectos se usó el programa estadístico computacional "IRRISTAT" (IRRI, 1992).

Las variables evaluadas fueron: rendimiento total de materia seca (MS) que incluyó, hojas, tallos y raíces (g MS maceta<sup>-1</sup>) y altura de plantas.

El rendimiento de MS (g maceta<sup>-1</sup>) se obtuvo secando las muestras en horno a 75°C durante 36 h. La altura de planta se obtuvo desde el momento del establecimiento del ensayo hasta la cosecha, con intervalos de una semana. En forma paralela se determinó el contenido de nutrientes a nivel foliar en los tratamientos que manifestaron mayor producción de MS, con el propósito de generar una referencia que sirva de consulta de diagnóstico a futuros productores de culén.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento total de planta entera (Cuadro 5), correspondió a valores entre 18,58 y 35,43 g maceta<sup>-1</sup> para arena; y a valores entre 14,94 y 33,14 g maceta<sup>-1</sup> para suelo trumao. En el caso de la arena los mayores rendimientos ( $P \leq 0,05$ ) se presentaron en los tratamientos FC, FC sin N, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S, y FC sin microelementos (ME). Los rendimientos estadísticamente inferiores se presentaron en los tratamientos FC sin P, FC sin Mg, FC sin S, FC sin ME y en el testigo sin fertilización; estadísticamente iguales entre ellos.

El alto rendimiento obtenido en el tratamiento FC sin N estaría explicado por las características fisiológicas de esta leguminosa, con capacidad de fijar N atmosférico, lo cual permite satisfacer sus necesidades nutricionales para este elemento. En contraste a lo anterior, el bajo rendimiento de MS total obtenido con el tratamiento FC sin P, indicaría que el culén es muy sensible a la deficiencia de este nutriente, y que el contenido de P inicial de las plantas (Cuadro 2) fue insuficiente para sostener un adecuado crecimiento durante el período que duró el experimento, presentando baja producción, y mostrando síntomas visibles de deficiencia (coloración verde oscura más intensa de las hojas, caída prematura de hojas y escaso desarrollo de raíces). Cabe señalar, además, que el nivel inicial de este elemento en el suelo era muy bajo (2 mg kg<sup>-1</sup>) (Cuadro 1).

En el caso del suelo trumao, los tratamientos FC, FC sin N, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S y FC sin ME, presentaron los mayores rendimientos de MS total, siendo estadísticamente similares (Cuadro 5). Los menores rendimientos de acuerdo al test estadístico correspondieron a los tratamientos FC sin P y testigo sin fertilización, sin diferencia significativa entre ellos.

**Cuadro 3. Dosis y fuentes de nutrientes utilizados en las soluciones nutritivas del ensayo en culén (*Otholobium glandulosum*).**

**Table 3. Doses and sources of nutrients used in nutritional solutions of the culen (*Otholobium glandulosum*) trial.**

Nutriente	Dosis de nutriente	Fuente
N	160 mg L <sup>-1</sup>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
P	100 mg L <sup>-1</sup>	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
K	60 mg L <sup>-1</sup>	KCl
Ca	50 mg L <sup>-1</sup>	CaCl <sub>2</sub>
Mg	50 mg L <sup>-1</sup>	MgCl <sub>2</sub>
S	20 mg L <sup>-1</sup>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Cu	2 mg L <sup>-1</sup>	CuCl <sub>2</sub>
Zn	10 mg L <sup>-1</sup>	ZnCl <sub>2</sub>
Fe	30 mg L <sup>-1</sup>	FeSO <sub>4</sub>
Mn	5 mg L <sup>-1</sup>	MnCl <sub>2</sub>
Mo	0,5 mg L <sup>-1</sup>	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> * H <sub>2</sub> O
B	1 mg L <sup>-1</sup>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>

Fuente: modificado de Rodríguez *et al.* (2001).

**Cuadro 4. Descripción de tratamientos en ensayo de fertilización en culén (*Otholobium glandulosum*).**

**Table 4. Treatments description in the culén (*Otholobium glandulosum*) fertilization trial.**

Tratamientos	Características de los tratamientos
T 1	Fertilización completa (FC) (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo, B)
T 2	FC sin N
T 3	FC sin P
T 4	FC sin K
T 5	FC sin Ca
T 6	FC sin Mg
T 7	FC sin S
T 8	FC sin ME
T 9	Testigo (sin aplicación de nutrientes)

ME = Microelementos (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, B).

**Cuadro 5. Rendimiento de culén (*Otholobium glandulosum*) en planta entera, tallos, hojas, y altura promedio usando dos substratos.**

**Table 5. Yield of whole culen (*Otholobium glandulosum*) plant, shoots, leaves and average height using two substrata.**

Tratamiento	Producción de materia seca total (g maceta <sup>-1</sup> )		Producción de materia seca en tallos (g maceta <sup>-1</sup> )		Producción de materia seca en hojas (g maceta <sup>-1</sup> )		Altura de plantas (cm)	
	Arena	Suelo trumao	Arena	Suelo trumao	Arena	Suelo trumao	Arena	Suelo trumao
	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media	Media
FC	35,43 a	26,13 a	13,67 a	11,83 ab	9,21 a	7,27 a	73,8 n.s.	59,8 n.s.
FC sin N	33,97 a	23,52 ab	14,24 a	9,46 bc	8,93 a	6,28 a	71,1 n.s.	53,5 n.s.
FC sin P	18,58 c	14,94 b	6,98 c	6,00 c	4,47 b	3,30 b	57,7 n.s.	50,0 n.s.
FC sin K	32,64 ab	28,73 a	14,40 a	12,19 ab	8,82 a	6,82 a	70,7 n.s.	59,9 n.s.
FC sin Ca	31,30 ab	24,69 a	14,12 a	10,91 ab	8,54 a	6,60 a	70,5 n.s.	56,3 n.s.
FC sin Mg	26,16 abc	33,14 a	12,28 ab	15,04 a	7,22 a	6,56 a	68,5 n.s.	66,9 n.s.
FC sin S	28,43 abc	31,72 a	12,97 a	12,71 ab	7,85 a	7,38 a	73,1 n.s.	64,0 n.s.
FC sin ME	26,15 abc	27,00 a	11,76 ab	12,49 ab	7,28 a	6,22 a	69,9 n.s.	61,7 n.s.
Testigo	23,36 bc	15,47 b	8,63 bc	5,50 c	5,15 b	3,37 b	69,8 n.s.	51,7 n.s.

Valores con letras iguales no difieren entre sí según prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ).

FC = Fertilización completa (N, P, K, Ca, Mg, S, ME).

ME = Microelementos (Cu, Zn, Fe, Mn, Mo, B).

Los altos rendimientos obtenidos para el suelo trumao frente a la ausencia de Mg y S, pueden explicarse por sus niveles iniciales tanto en el suelo como en las plantas (Cuadros 1 y 2). A su vez el K también se encontraba en un nivel suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo. De la misma forma, el rendimiento total de MS obtenido con los tratamientos que excluyeron la adición de Ca o de ME, comparable estadísticamente con el mejor tratamiento, indicaría que el nivel de estos nutrientes, tanto en las plantas como en el suelo al inicio del experimento, fue adecuado para permitir un buen crecimiento y desarrollo del culén durante el período que duró el experimento.

El menor rendimiento de MS total obtenido en el suelo trumao con el tratamiento FC sin P, comparable estadísticamente al testigo sin fertilización (Cuadro 5), indica la importancia del P para el cultivo de culén. A su vez, el nivel inicial de este elemento en el suelo fue bajo ( $3 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Cuadro 1), por lo tanto, las reservas nutricionales de P en los tejidos no fueron suficientes para satisfacer las necesidades de la planta durante el período que duró el experimento.

Al respecto, Araos (1967), empleando la técnica Chamínada en ballica inglesa (*Lolium perenne* L.) cultivada en macetas, utilizando 10 tipos de suelo de la provincia de Ñuble (trumaos, graníticos, rojos arcillosos, arcillosos, aluviales y arenales), señaló que el P es el elemento que presenta mayor deficiencia, y que en suelos trumaos serie Santa Bárbara el tratamiento sin P alcanzó 13% del rendimiento logrado por el tratamiento de fertilización completa. De igual forma, en el suelo arenoso el tratamiento sin P manifestó un rendimiento relativo de 23,6%, respecto al tratamiento de FC. Este autor indicó que el rendimiento más alto para el suelo trumao serie Santa Bárbara se presentó en el tratamiento con FC sin ME, y en suelo arenoso en los tratamientos con FC sin Ca y FC sin Mg.

Por otra parte, en suelos deficientes en P, como es el caso de suelos trumaos, la adición de Mg puede disminuir aún más la disponibilidad de P, debido a la formación de fosfatos de Mg, compuestos químicos de baja solubilidad (Tisdale *et al.*, 1999).

Estudios realizados por Avilán, en parcha granadina (*Passiflora quadrangularis* L.) (1974) y merey (*Anacardium occidentale* L.) (1976), ambas

cultivadas en soluciones nutritivas utilizando la técnica Chaminade, demostraron que los mejores rendimientos de MS correspondieron a los tratamientos con FC sin Ca, FC sin K y FC sin Mg; y los menores rendimientos se obtuvieron con FC sin P y FC sin S. Por otra parte, Sanginga *et al.* (1996), trabajando en fertilización de 12 especies de plantas leguminosas cultivadas en macetas, en las cuales incluyeron especies herbáceas y leñosas, utilizando suelos de la savana de Nigeria, determinaron que la mayoría de las especies utilizadas respondió a la aplicación de fertilizantes, indicando además que la adición de N disminuyó la fijación simbiótica de N<sub>2</sub> desde la atmósfera. En el mismo sentido, Kerridge (1991), trabajando con aplicación de diferentes combinaciones nutricionales que excluían un nutriente, en plantas leguminosas del tipo leñoso cultivadas en macetas, determinó que el único elemento que limitó el crecimiento fue el P. A su vez, este autor señaló que la fijación de N fue limitada por bajos contenidos de Ca y altos contenidos de Al en el suelo.

### **Rendimiento de MS de tallos**

En el Cuadro 5 se presenta el rendimiento de MS obtenido en tallos. El rendimiento total para tallos correspondió a valores entre 6,98 y 14,40 g maceta<sup>-1</sup>, para arena, y entre 5,50 y 15,04 g maceta<sup>-1</sup> para suelo trumao.

En arena, los mayores rendimientos se presentaron en los tratamientos FC, FC sin N, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S y FC sin ME; sin diferencia significativa entre ellos (Cuadro 5). Los resultados del Cuadro 5 muestran una tendencia a mayor rendimiento de tallos en arena con los tratamientos FC sin K y FC sin N. En contraste a lo anterior, el menor rendimiento se obtendría con el testigo sin fertilización. En consecuencia, la producción de MS en tallos de culén cultivado en substrato arena sólo sería afectada por la ausencia de P.

Por otra parte, conocido el rol del Ca en la lignificación de la madera (Marschner, 1986), llama la atención que la ausencia de este elemento en la arena no haya afectado la producción de MS de los tallos de culén. Esta situación puede

explicarse tanto por las reservas de Ca que presentaba la planta al momento de ser trasplantada (Cuadro 2), suficientes para el período de crecimiento evaluado en este estudio, sin apreciarse síntomas de deficiencia a nivel foliar, como también por el nivel de Ca presente en la arena en relación a las otras bases (Cuadro 1).

Para el caso del ensayo en suelo trumao, en términos estadísticos los mayores rendimientos correspondieron a los tratamientos FC, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S y FC sin ME, sin presentarse diferencia significativa entre ellos. Del mismo modo, los menores rendimientos se presentaron en los tratamientos FC sin N, FC sin P y testigo sin fertilización; sin diferencia significativa entre ellos. Los resultados del Cuadro 5 indican una tendencia a un mayor rendimiento de tallos de culén cultivado en suelo trumao, en el tratamiento FC sin Mg, y a un menor rendimiento cuando se excluye completamente la fertilización (Cuadro 5).

En el tratamiento FC sin P, la menor producción de MS en tallos se explicaría por el bajo nivel de este nutriente en el suelo, que resultaría insuficiente para suplir las necesidades de la planta de culén cuando el P no es considerado en la fertilización, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Kerridge (1991). El resultado obtenido a nivel de tallos concuerda con lo observado a nivel de planta entera (Cuadro 5).

### **Rendimiento de MS en hojas**

En el Cuadro 5 se presenta el rendimiento total de MS de hojas, el cual correspondió a valores entre 4,47 y 9,21 g maceta<sup>-1</sup> para arena, y entre 3,30 y 7,38 g maceta<sup>-1</sup> para suelo trumao.

Para la arena, el análisis estadístico indicó que el mayor rendimiento de MS en hojas se obtuvo con los tratamientos FC, FC sin N, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S y FC sin ME, no habiendo diferencias significativas entre ellos. A su vez, el menor rendimiento se presentó en los tratamientos FC sin P y testigo sin fertilización, sin diferencias significativas entre ellos. La ausencia de diferencias entre los tratamientos que sólo excluyeron el K, Ca, Mg, S y ME pudo deberse al

contenido de reservas en las plantas al momento de establecer el ensayo (Cuadro 2). A su vez, el tratamiento que sólo excluyó el N de la fertilización no manifestó diferencias debido a la capacidad de fijación de N en forma simbiótica del culén. Por otra parte, el período de duración del experimento pudo haber sido insuficiente para detectar mayores diferencias.

Para el suelo trumao, el análisis estadístico indicó que el mayor rendimiento se obtuvo con los tratamientos FC, FC sin N, FC sin K, FC sin Ca, FC sin Mg, FC sin S, y FC sin ME. A su vez, los menores rendimientos se presentaron en los tratamientos FC sin P y testigo sin fertilización, sin diferencia significativa entre los mismos (Cuadro 5). La explicación de los resultados obtenidos coincide con la señalada para los resultados obtenidos en arena.

Los resultados obtenidos en producción de MS de hojas de culén frente a ambos sustratos, indicarían que el crecimiento neto de hojas durante el período de duración del experimento, sólo sería afectado por la ausencia de fertilización fosforada, puesto que los tratamientos que excluyeron la adición de otros elementos (N, K, Ca, Mg, S, ME) fueron estadísticamente comparables al tratamiento de

fertilización completa. A su vez, los tratamientos sin adición de P presentaron una caída prematura de hojas.

### Mediciones de altura promedio de planta

Las mediciones de altura de plantas al momento de cosecha del ensayo se presentan en el Cuadro 5. La altura promedio de plantas de culén varió entre 57,7 y 73,8 cm en arena, y entre 50 y 66,9 cm en suelo trumao. El análisis estadístico para altura promedio de plantas en ambos sustratos no indicó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 5), por lo cual, este parámetro productivo en el cultivo de culén no sería afectado por la fertilización.

### Análisis foliar

Los resultados extremos de producción de MS total (planta entera) en cada sustrato (rendimiento mayor y menor) se sometieron a análisis foliar de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn y B), cuyos resultados se indican en el Cuadro 6. De ellos destaca un alto nivel de Mn obtenido cuando se usó arena como sustrato, lo cual pudo deberse a la alta frecuencia de riego utilizada en ese sustrato, con lo cual cambia el estado de reducción del Mn tornándose más disponible a la planta (Fassbender y Bornemisza, 1987).

**Cuadro 6. Análisis foliar de ensayo de culén (*Otholobium glandulosum*): comparación de los mejores tratamientos con el testigo, para cada ensayo.**

**Table 6. Leaf analysis of culen (*Otholobium glandulosum*) trial: comparison of best treatments with control, for each experiment.**

Nutriente	Tipo de sustrato			
	Arena		Suelo trumao	
	FC	Testigo	FC sin Mg	Testigo
N, %	3,70	3,20	3,30	3,50
P, %	0,21	0,10	0,16	0,12
K, %	1,00	1,16	1,40	1,94
Ca, %	2,30	2,02	1,88	1,39
Mg, %	0,52	0,38	0,24	0,16
Cu, mg kg <sup>-1</sup>	4,74	4,74	7,23	8,72
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	442	444	124	96
Zn, mg kg <sup>-1</sup>	28,68	14,73	60,55	56,79
B, mg kg <sup>-1</sup>	91	44	40	42

Fuente: Laboratorio de Diagnóstico Nutricional, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, 2001.  
FC = Fertilización completa (N, P, K, Ca, Mg, S, ME).

## CONCLUSIONES

1. La producción de MS total y MS de hojas en el cultivo de culén durante el período de tiempo que duró el experimento respondió solamente a la fertilización fosforada en los dos sustratos utilizados.
2. La producción de MS en tallos fue afectada sólo por la aplicación de algunos nutrientes. En el suelo sustrato trumao hubo respuesta a la

aplicación de N y P. En el sustrato arena sólo hubo respuesta a la aplicación de P.

3. La altura de plantas del cultivo de culén no fue afectada por los tratamientos de fertilización.

4. La respuesta del cultivo de culén a los tratamientos de fertilización (g MS total maceta<sup>-1</sup>) se manifestó de manera más clara en el sustrato arena.

## LITERATURA CITADA

- Araos, F.J. 1967. Estudio de deficiencias nutritivas en muestras superficiales de suelos de Ñuble. *Agric. Téc. (Chile)* 27:15-20.
- Avilán, L. 1974. Efecto de la deficiencia de macronutrientes sobre el crecimiento y la composición química de la parcha granadina (*Passiflora quadrangularis* L.) cultivada en soluciones nutritivas. *Agronomía Tropical* 24:133-140.
- Avilán, L. 1976. Efecto de la deficiencia de macronutrientes sobre el crecimiento y la composición mineral del Mery (*Anacardium occidentale* L.) cultivada en soluciones nutritivas. *Agronomía Tropical* 26:143-154.
- Chaminade, R. 1964. Diagnostic des carences minerales du sol par l' experimentation en petits vases de végétation. *Sci. Sol. Deuxième Semestre*. p. 157-168.
- Fassbender, H., y E. Bornemisza. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 420 p. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica.
- Hoffmann, A. 1988. Plantas medicinales de uso común en Chile. p. 79-82. 4ª ed. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.
- Hoffmann, A. 1994. Flora silvestre de Chile (Zona Araucana). p. 180. 3ª ed. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.
- IRRI. 1992. IRRISTAT, User's Manual, Version 3.1. 191 p. International Rice Research Institute (IRRI), Biometrics Unit, Los Baños, Laguna, Philippines.
- Kerridge, P.C. 1991. Adaptation of shrub legumes to acid soils. *Dev. Plant Soil Sci.* 45:977-987.
- Macaya J. 1999. Leguminosas arbóreas y arbustivas cultivadas en Chile. *Chloris Chilensis* Año 2. Nº 1. Disponible en: <http://www.chlorischile.cl>. Leído el 15 de enero de 2001.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. 674 p. Institute of Plant Nutrition, University Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim, Federal Republic of Germany.
- Montes, M., y T. Wilkomirsky. 1985. Medicina tradicional chilena. p. 108-109. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Montes, M., T. Wilkomirsky, y L. Valenzuela. 1992. Plantas medicinales. 197 p. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- ODEPA. 1998. Mercados de plantas medicinales. Mercados Agropecuarios Nº 118. p. 3-8. Ministerio de Agricultura, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Santiago, Chile.
- Rodríguez, A, M. Chang, M. Hoyos y F. Falcón. 2001. Manual práctico de hidroponía. 2ª ed. 100 p. CIHNM. UNALM. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Lima, Perú.
- Rodríguez, R., O. Matthei, y M. Quezada. 1983. Flora arbórea de Chile. 468 p. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Sanginga, N., L. Wirkom, A. Okogun, I. Akobundu, R. Carsky, and G. Tian. 1996. Nodulation and estimation of symbiotic nitrogen fixation by herbaceous and shrub legumes in Guinea savanna in Nigeria. *Biol. Fertil. Soils* 23:441-448.
- Stolpe, N.B., and M.S. Kuzila. 2002. Relative mobility of atrazine, 2,4-D and dicamba in volcanic soils of south central Chile. *Soil Sci.* 167:338-345.
- Tima, M. 1998. Propagación vegetativa de culén (*Otholobium glandulosum* G.) mediante el uso de estacas de madera dura. 65 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.
- Tisdale, S., W. Nelson, J. Havlin, and J. Beaton. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. 503 p. 6th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.