

ESTUDIO DE LA NUTRICION MINERAL EN PLANTAS DE *Eucalyptus globulus* LABILL ssp *globulus* EN RELACION CON LA PRODUCCION Y CALIDAD DE CINEOL¹

Mineral nutrition of *Eucalyptus globulus* Labill ssp *globulus* plant in relation to yielding and quality of cineol

María Báez C.², René Escobar R.³, Cesar González O.² y Oscar Vásquez V.²

SUMMARY

Mineral nutrition effects on plant yield and quality of essential oil of *Eucalyptus globulus* ssp *globulus* were studied in high density plantations (approximately 1.000.000 plants/hectare). Two fertilization trials and two irrigation systems were assayed in a four repetition, divided plot, factorial experiment whose results were related to phytomass produced per unit area as to oil quantity and quality.

The nutritional status of plants was studied through foliar analysis and cineol from *Eucalyptus* oil was determined by gas chromatography.

The best conditions were established among the plants being studied and this allowed to implement an interesting model of exploitation and to obtain essential oils from a high phytomass production.

Key words: mineral nutrition, *Eucalyptus globulus*, essential oil.

INTRODUCCION

El creciente mercado a nivel mundial de aceites esenciales con alto contenido de cineol, ha motivado en nuestro país estudios de producción de fitomasa a partir de ejemplares jóvenes usando especies de *Eucalyptus* productoras del aceite (Sánchez y Wrann, 1987). Los mejores resultados se han obtenido para *Eucalyptus globulus* a partir del segundo año de edad.

El objetivo principal del presente estudio fue establecer el efecto de la nutrición mineral en la producción de fitomasa y cantidad y calidad de los aceites esenciales producidos en praderas de *Eucalyptus globulus* de alta densidad (del orden de 1.000.000 de plantas por hectárea).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el vivero experimental de la Universidad de Concepción, en Chillán. Se realizaron ensayos de fertilización y riego y los resultados se evaluaron en dos cortes (siete meses y un año y medio) a través de la determinación de fitomasa, cantidad de aceite obtenida y su concentración en cineol y el análisis foliar en cada una de las parcelas en estudio.

En las experiencias de campo se empleó un diseño factorial en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. El tratamiento (riego) se estableció en parcelas de 9 x 1,2 m y el subtratamiento (fertilización) en parcelas de 3 x 1,2 m con separaciones de 50 cm entre subparcelas.

En el tratamiento riego, se efectuaron repeticiones del riego a punto de marchitez permanente y adicionalmente al 30% de humedad aprovechable.

En el subtratamiento fertilización, se empleó urea, superfosfato triple y sulfato de potasio para N, P y K, respectivamente y se aplicó un 33% al momento de la siembra, un 33% un mes después de la emergencia y el resto un mes después de la segunda aplicación.

¹Recepción de originales: 24 de abril de 1991. Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo, Temuco, Chile, 14 al 16 de noviembre de 1990. Este trabajo fue financiado con el Proyecto FONDECYT N° 89/0912.

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile, Olivos 1007, Santiago, Chile.

³Departamento Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán.

Las fertilizaciones (expresadas en unidades) fueron: NPK = 0-0-0; NPK = 100-100-70; NPK = 200-200-140.

Recolección de muestras. En abril de 1989, se efectuó un primer corte a 10 cm del suelo en plántulas de 7 meses, de 120 cm de altura; en esa misma fecha, se realizó un segundo corte de una experiencia idéntica establecida en la temporada anterior de producción (1987). Se determinó la fitomasa de cada una de las 48 subparcelas.

Determinaciones analíticas. Se determinó el volumen de aceite extraído mediante destilación por arrastre con vapor de agua a partir de 600 g de muestra. En el aceite se determinó el contenido de cineol y se identificó el resto de los principales componentes por cromatografía en fase gaseosa. Para ello, se utilizó un equipo Varian 2700 con detector de ionización de llama y una columna de Carbowax 20 M al 3% en Chromosorb G Acid Washed DMCS 100/120 mesh de 2 m de largo x 1/8".

Para el análisis foliar se recolectaron hojas del tercio medio, en la misma fecha en que se efectuó el primer corte en la plantación de 1988 y el segundo, de la plantación de 1987. En estas muestras se determinaron los contenidos de N-P-K-Ca-Mg-Zn-Cu-Mn y Fe, según técnicas descritas (González y otros, 1983).

Se realizó un análisis de variancia considerando como fuentes principales el riego, la fertilización y

el número de cortes realizados en cada parcela, estableciéndose como significativo un nivel de probabilidad $\leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se encuentran los resultados, promedio, correspondientes a fitomasa, cantidad de aceite y porcentaje de cineol obtenidos para las parcelas testigo, y, en el Cuadro 2, se encuentran los resultados obtenidos para las mismas variables en las parcelas sometidas a fertilización.

El factor riego tuvo un efecto significativo sólo en la variable fitomasa ($P \leq 0,05$). El riego con repetición al 30% de humedad aprovechable produce un aumento cercano al 15%, en promedio, en las parcelas testigo, en ambos cortes. En las parcelas sometidas a fertilización se observa, en cambio, un incremento importante, principalmente en el segundo corte, fluctuando entre un 10% en el sistema NPK 100-100-70 y un 60% en el sistema NPK 200-200-140. La cantidad de aceite extraíble se ve afectada sólo por el número de cortes ($P \leq 0,001$). Así, en el segundo corte se obtiene, en promedio, un 26% más de aceite por unidad de peso, no produciéndose variaciones significativas por efecto de la fertilización o el riego. El factor número de cortes también afecta significativamente la obtención de fitomasa ($P \leq 0,001$). Esta, prácticamente se duplica tanto en las parcelas testigo como en aquellas fertilizadas.

CUADRO 1. Efecto del riego en la fitomasa, en la cantidad de aceite y en la concentración de cineol en las parcelas testigo

TABLE 1. Irrigation effect in phytomass, oil quantity and cineol concentration in control plots

		Fitomasa		Aceite		% cineol en el aceite
		kg/parcela	Toneladas/ha ¹	ml/600 g	L/ha	
Siembra 1987, segundo corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	14,106	26,8	6,4	288	65,5
	σ_{n-1}	4,711	8,9	0,5	108	1,2
30% humedad aprovechable	\bar{x}	16,356	31,1	5,6	276	64,7
	σ_{n-1}	6,390	12,1	1,4	85	3,8
Siembra 1988, primer corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	6,624	12,6	5,1	107	66,9
	σ_{n-1}	0,872	1,7	0,5	16	1,9
30% humedad aprovechable	\bar{x}	7,581	14,4	4,8	116	65,7
	σ_{n-1}	1,343	2,6	0,5	30	1,6

¹Para el cálculo de fitomasa y litros de aceite por hectárea, se utilizó como superficie útil 6.840 m², el resto de la superficie corresponde a senderos y caminos.

CUADRO 2. Efecto del riego y fertilización en la fitomasa, en la cantidad de aceite y en la concentración de cineol en las parcelas

TABLE 2. Irrigation and fertilization effect in phytomass, oil quantity and cineol concentration in plots

		Fitomasa		Aceite		% cineol en el aceite
		Kg/parcela	Tone-ladas/ha	ml/600 g	L/ha	
Siembra 1987, segundo corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	21,994	41,8	6,5	446	65,9
NPK 100-100-70	$\sigma n-1$	8,208	15,6	1,5	177	2,4
30% humedad aprovechable	\bar{x}	24,012	45,6	6,1	459	66,9
NPK 100-100-70	$\sigma n-1$	4,516	8,6	0,3	85	4,8
Marchitez permanente	\bar{x}	21,994	41,8	6,2	422	67,2
NPK 200-200-140	$\sigma n-1$	7,831	14,9	0,6	128	3,1
30% humedad aprovechable	\bar{x}	35,725	67,9	6,3	705	67,3
NPK 200-200-140	$\sigma n-1$	7,976	15,2	0,8	125	5,2
Siembra 1988, primer corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	10,783	20,5	5,0	171	66,6
NPK 100-100-70	$\sigma n-1$	1,838	3,5	0,3	36	1,8
30% humedad aprovechable	\bar{x}	11,188	21,3	4,9	173	67,8
NPK 100-100-70	$\sigma n-1$	1,203	2,3	0,3	13	2,0
Marchitez permanente	\bar{x}	11,588	22,0	4,9	179	66,3
NPK 200-200-140	$\sigma n-1$	2,142	4,1	1,0	34	3,2
30% humedad aprovechable	\bar{x}	12,462	23,7	4,8	190	66,4
NPK 200-200-140	$\sigma n-1$	1,415	2,7	0,4	11	2,6

La fertilización con NPK tuvo un importante efecto de incremento de la fitomasa, obteniéndose diferencias significativas a un nivel de $P \leq 0,001$. Se estableció también una interacción significativa ($P \leq 0,05$) con el número de cortes. En relación con las parcelas testigo, el sistema NPK 100-100-70 produce un aumento de un 50% de la fitomasa, en tanto que el sistema 200-200-140 produce un aumento de aproximadamente un 90%, en promedio, todo ello en el segundo corte de la plantación. En el primer corte se obtienen aumentos de 55 y 70%, respectivamente.

En relación con la calidad de los aceites obtenidos, no se observó una influencia significativa de ninguno de los tratamientos en estudio, encontrándose promedios que siempre superaron el 65% V/V, en cuanto a la concentración de cineol.

En el Cuadro 3 se presentan las concentraciones foliares promedio de los macronutrientes en las parcelas testigo y en el Cuadro 4, se entregan las mismas para las parcelas sometidas a fertilización. No se presentan los resultados de micronutrientes, pues fueron estudiados sólo con el fin de detectar posibles deficiencias.

A través del análisis de variancia se estableció una interacción significativa ($P = 0,001$) entre fertilización y número de cortes en las concentraciones foliares de los tres nutrientes involucrados en los distintos tratamientos. En el primer corte, se produce un notable aumento en la absorción de N respecto a los testigo; sin embargo, al duplicar las dosis de este nutriente estos incrementos son de menor magnitud. En el segundo corte, los niveles se mantienen o tienden a un descenso, especialmente frente a un riego con repetición al 30% de humedad aprovechable; cabe recordar que, en este sistema de riego es donde se obtienen los mayores rendimientos en fitomasa, tenidas en cuenta todas las variables estudiadas. Por otra parte, en el segundo corte se encuentran las diferencias más apreciables en los niveles de P y K, entre las parcelas testigo y aquellas fertilizadas. Los descensos de éstos se producen posiblemente como consecuencia de la gran producción obtenida. La misma interacción se produce para los niveles de Ca ($P \leq 0,05$) y en cuanto a los niveles de Mg, sólo se puede describir un efecto significativo del factor número de cortes ($P = 0,001$), apreciándose este último con gran claridad en las parcelas testigo.

CUADRO 3. Efecto del riego en la concentración de macronutrientes (%) en las parcelas testigo**TABLE 3. Irrigation effect in macronutrients concentration (%) in control plots**

		N	P	K	Ca	Mg
Siembra 1987, segundo corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	1,18	0,12	0,81	1,39	0,23
	σ_{n-1}	0,21	0,02	0,05	0,09	0,02
30% humedad aprovechable	\bar{x}	1,64	0,16	0,93	1,37	0,23
	σ_{n-1}	0,22	0,04	0,10	0,14	0,01
Siembra 1988, primer corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	1,30	0,09	0,97	1,19	0,20
	σ_{n-1}	0,28	0,01	0,07	0,16	0,02
30% humedad aprovechable	\bar{x}	1,31	0,09	0,92	0,95	0,18
	σ_{n-1}	0,24	0,00	0,05	0,11	0,02

CUADRO 4. Efecto del riego y fertilización en la concentración de macronutrientes (%) en las parcelas fertilizadas**TABLE 4. Irrigation and fertilization effect in macronutrients concentration (%) in fertilized plots**

		N	P	K	Ca	Mg
Siembra 1987, segundo corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	1,23	0,10	0,64	1,27	0,23
NPK 100-100-70	σ_{n-1}	0,35	0,02	0,12	0,25	0,03
30% humedad aprovechable	\bar{x}	1,16	0,09	0,69	1,22	0,24
NPK 100-100-70	σ_{n-1}	0,25	0,02	0,14	0,03	0,01
Marchitez permanente	\bar{x}	1,35	0,08	0,70	1,18	0,22
NPK 200-200-140	σ_{n-1}	0,60	0,01	0,05	0,09	0,02
30% humedad aprovechable	\bar{x}	1,02	0,08	0,75	1,14	0,22
NPK 200-200-140	σ_{n-1}	0,03	0,01	0,20	0,09	0,01
Siembra 1988, primer corte						
Marchitez permanente	\bar{x}	1,74	0,10	0,96	1,20	0,21
NPK 100-100-70	σ_{n-1}	0,39	0,02	0,08	0,17	0,03
30% humedad aprovechable	\bar{x}	1,95	0,10	1,09	1,24	0,22
NPK 100-100-70	σ_{n-1}	0,34	0,01	0,10	0,20	0,03
Marchitez permanente	\bar{x}	2,15	0,10	1,02	1,11	0,20
NPK 200-200-140	σ_{n-1}	0,10	0,01	0,08	0,08	0,01
30% humedad aprovechable	\bar{x}	2,25	0,11	1,00	1,18	0,18
NPK 200-200-140	σ_{n-1}	0,20	0,01	0,10	0,42	0,01

En resumen, se puede concluir que es posible efectuar dos cortes dentro del año y medio, después de efectuada la plantación, produciéndose una elevada fitomasa, principalmente, mediante una fertilización nitrogenada. La adición de P y K a la

fórmula de fertilización, es apropiada para sustentar la elevada producción lograda en base al impulso nutricional en los primeros estadios de la plantación. La calidad del aceite no se ve alterada por los distintos tratamientos.

RESUMEN

Se estudia el efecto de la nutrición mineral sobre la producción y calidad del aceite esencial de *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*, en plantaciones de alta densidad (aproximadamente 1.000.000 de plantas/hectárea). Se ensayaron dos sistemas de fertilización y dos en riego, empleando un diseño factorial en parcelas divididas con cuatro repeticiones, relacionándolos con producción de fitomasa y aceite, así como con la calidad de este último.

El estado nutricional de las plantas se evaluó mediante análisis foliar, y la concentración de cineol

en el aceite de *Eucalyptus* fue determinada por cromatografía de gases.

Se establecieron las mejores condiciones, entre las ensayadas, para implementar un interesante modelo de explotación basado en la producción de una elevada fitomasa para la obtención del aceite esencial sin variar su calidad.

Palabras claves: nutrición mineral, *Eucalyptus globulus*, aceite esencial.

LITERATURA CITADA

GONZALEZ O., CESAR; RODRIGUEZ M., MANUEL; BAEZ C., MARIA; WYLIE W., ANTHONY y SOLE B., JOSE. 1973. La nutrición mineral de los vegetales. El análisis foliar y de savia. Metodologías y Objetivos. Universidad Católica, 124 p.

SANCHEZ H., JUAN y WRANN H., JOHANNES. 1988. Adaptación, crecimiento y rendimiento de especies de *Eucalyptus* para producción de aceites esenciales. IV Acta Simposio Manejo silvícola del género *Eucalyptus*. Viña del Mar, 9 y 10 junio. 22 p.