

EFFECTO DEL RIEGO EN EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTACIÓN DE *Eucalyptus globulus* (Labill) REALIZADA EN PRIMAVERA

Rómulo Santelices¹
Juan Carlos Bobadilla¹
Soledad Valenzuela¹

INTRODUCCIÓN

Los *Eucalyptus*, particularmente el *E. globulus*, son especies que suscitan gran interés para la forestación en Chile. Esto se debe, principalmente, a que se distribuyen en una amplia gama de climas y suelos, a sus buenas aptitudes para la fabricación de papel de calidad y a su rápido crecimiento.

La mayor parte de las plantaciones con estas especies se está realizando en terrenos de aptitud forestal, incluyendo aquellos que se encuentran desgastados y erosionados producto del prolongado mal uso que se les dio en la agricultura. Por la alta rentabilidad de su cultivo, también se está forestando en algunos suelos agrícolas en el Valle Central. En diciembre de 1994 había en Chile 238.312 ha plantadas con especies del género *Eucalyptus*, es decir, 31.601 ha más que el año anterior (INFOR, 1994; INFOR, 1995).

El *E. globulus* es la especie que consigue más interés y con la que se tiene la mayor superficie de plantaciones, desde la Quinta hasta la Décima Región. Gracias a su rápido crecimiento, se han realizado numerosas investigaciones cuyos resultados se ven reflejados en la práctica de una silvicultura muy intensiva, sobre todo en el establecimiento de plantaciones.

Con un manejo silvícola intensivo, utilizando el método de plantación conocido como SIPCO (Sistema Integral de Plantaciones Coordinadas), desarrollado en la empresa Agrícola y Forestal Monte Águila S.A., se han observado en la VIII Región, después de un año, crecimientos medios en altura de 1 cm diario y un 99% de sobrevivencia (CONAF, 1993). La plantación se efectuó en el mes de diciembre y fueron considerados factores como el riego, el control de la competencia y la fertilización.

Con la implementación del método SIPCO, se espera superar los crecimientos obtenidos bajo condiciones de una silvicultura más bien extensiva, con la que se han registrado incrementos medios anuales de hasta 44 m³/ha en el sur de la zona costera de la VIII Región (INFOR, 1986).

El éxito de las plantaciones primaverales se basa en la mayor temperatura que tiene el suelo en esa época, al compararlo con el otoño o el invierno, lo que permite a las raíces de las plantas tener un desarrollo más rápido, situación que finalmente también se manifiesta en la biomasa aérea.

Diversos estudios indican que el nivel de temperatura mínimo para la formación de nuevas raíces y para el crecimiento de las existentes es variable. Para el

¹ Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Ingeniería de Ejecución Forestal. Casilla 617, Talca.

Pinus ponderosa, en California, es de alrededor de 10° C (DANIEL et al., 1982), en cambio para otras especies de zonas templadas, como la *Picea abies* y el *Larix decidua*, el óptimo está entre los 20 y 25° C (KOSLowski et al., 1991).

Junto con aumentar la temperatura en primavera, también se produce un descenso en la humedad disponible, es decir, en la porción de agua del suelo que está en condiciones de ser absorbida por las plantas en desarrollo (DANIEL et al., 1982). Es por ello que, necesariamente, debe considerarse el riego como un factor indispensable. En las plantaciones de la VIII Región es suficiente, para asegurar el crecimiento y la sobrevivencia antes mencionados, regar con 1 litro de agua por planta junto con la aplicación de un gel hidratante.

No se tienen conocimientos de los requerimientos de riego para la zona mesomórfica de Chile. Comparativamente, en la Región del Maule se registran en primavera y verano temperaturas más altas que en la Región del Bío Bío y un período seco muy marcado en el cual raramente hay precipitaciones. Por esta razón, y también producto de la mayor evapotranspiración, podría ser necesario al efectuar plantaciones en primavera, aumentar la frecuencia y la cantidad de agua en el riego.

A través de esta investigación se pretende diseñar un método de plantación orientado a propietarios de pequeños predios (muchos con suelos descubiertos, desgastados y erosionados), que no posean grandes recursos económicos, de fácil aplicación, y que permita obtener tasas de crecimiento para trabajar con rotaciones cortas. Para ello se evalúa la influencia del riego en la

sobrevivencia y desarrollo inicial de una plantación de *E. globulus* realizada en primavera.

MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se instaló en el predio Costa Azul, de propiedad de la Universidad Católica del Maule, que se encuentra ubicado en la zona costera de la Comuna de Constitución.

Características climáticas del lugar del ensayo

El área se caracteriza por presentar entre los meses de junio y agosto, época en la que habitualmente se efectúan las plantaciones forestales, temperaturas medias alrededor de los 9,5 °C y la más alta concentración de la pluviometría (75%) (LOPEZ, 1994). En esas condiciones las plantas se ven favorecidas por la disponibilidad de humedad, pero no por la temperatura, que es, en este caso, el factor climático limitante para el crecimiento.

En el mes de octubre, período en el cual se instaló el ensayo, los valores medios de la temperatura y la precipitación son de 13,5 °C y 48,87 mm, respectivamente (LOPEZ, 1994). En esta época de primavera, y contrariamente a lo que sucede en invierno, las plantas disponen de una temperatura adecuada para su desarrollo, pero tienen como factor limitante la baja disponibilidad de humedad. En el lapso transcurrido desde la instalación hasta la evaluación del ensayo, no se presentaron precipitaciones en la zona.

Diseño experimental

El ensayo se planteó con un arreglo factorial y un diseño en bloques completamente

aleatorizados de 2*2. Se efectuaron cuatro repeticiones y la unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de 16 plantas dispuestas en una hilera. La densidad de plantación establecida fue de 2*3 m.

Los factores analizados y sus respectivos niveles fueron los siguientes:

Riego al momento de efectuar la plantación (A):

- a₁: 2l de agua
- a₂: 3l de agua

Riego en un período crítico (B):

- B₁: 0l de agua
- B₂: 2l de agua

En las plantaciones primaverales de la VII Región, es indispensable regar por lo menos con 1 l de agua por planta para obtener las tasas de crecimiento y sobrevivencia antes mencionadas. Tomando en cuenta que en la VII Región las condiciones climáticas en ese período son más críticas, por presentarse mayores temperaturas y menores precipitaciones, se optó por regar como mínimo con 2 l de agua por planta.

Se consideró como período crítico a mediados del mes de enero, por presentar el mayor índice de aridez (LOPEZ, 1994).

Instalación del ensayo

El ensayo fue instalado durante la tercera semana del mes de octubre de 1993, cuando el suelo tenía una temperatura media, a nivel de las raíces de las plantas, del orden de los 13,50 c.

Las plantas utilizadas fueron del tipo 1/0,

producidas en macetas, y en promedio tenían 0,14 cm de diámetro de cuello y 12 cm de altura. Como contenedor se usaron bolsas plásticas que, por su forma, favorecen el espiralamiento de las raíces, lo que puede conducir a la estrangulación y torcedura del cuello. Esta malformación persiste en la plantación con los consiguientes problemas de anclaje del sistema radical (MOLINA et al., 1992). No se dispuso de plantas especialmente preparadas para el ensayo, por lo cual se tuvieron que usar aquellas remanentes de las plantaciones efectuadas en el invierno anterior.

Dos meses antes de efectuar la plantación se realizaron surcos en el suelo de aproximadamente 5 cm de profundidad y 40 cm de ancho, por medio de un arado tirado por bueyes. Con ello se delimitaron las líneas de plantación, se pudo controlar la aparición de malezas y se dejó el suelo más suelto para facilitar la posterior faena de plantación. El surco es un tratamiento que ha resultado fundamental para lograr una buena sobrevivencia y desarrollo de las plantas de *Eucalyptus globulus* en la zona semi árida de Chile (PRADO y ROJAS, 1987).

Se realizó el laboreo del suelo en una superficie de 30*30 cm y 20 cm de profundidad y posteriormente se efectuó, al centro de ella, un hoyo de un volumen algo mayor que el de las raíces. Despues se aplicó 1 g/planta del hidrogel de nombre comercial Viterra, el que fue repartido homogéneamente en el hoyo y luego mezclado al suelo con medio litro de agua, formando una solución barrosa. Inmediatamente después en esta solución fue colocada una planta, para que se produjera rápidamente una fuerte unión entre el suelo y las raíces. Luego se aplicó la diferencia de agua, de acuerdo a los

tratamientos establecidos, procurando incorporarla al suelo lentamente.

Después de la plantación, se efectuó una fertilización de apoyo con 21,7 g de superfosfato triple (4,4 g de P) y 56 g de salitre potásico (8,4 g de N y 6,5 g de K), en tres hoyos equidistantes a 15 cm de cada planta. Además se colocó un «mulch» de plástico negro de 70*90 cm (bolsas para depositar basura), el que fue cubierto con tierra para evitar su prematura degradación.

El riego en el período crítico, con 2 litros de agua por planta, se realizó a mediados del mes de enero de 1994. La incorporación del agua al suelo se realizó de una sola vez y en forma gradual.

El desarrollo de la plantación fue evaluado a mediados de mayo de 1994.

Al finalizar ese período y antes de levantar el ensayo, se midió en todas las plantas la altura total y el diámetro de cuello a 2 cm del suelo.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas en la interacción de los factores estudiados, riego al momento de efectuar la plantación y riego en un período crítico, el análisis de ellos se realizó en forma individual.

Sobrevivencia

Al evaluar la sobrevivencia de las plantas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los factores analizados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del riego en la sobrevivencia de las plantas

Tratamiento	Sobrevivencia (%)
Riego al establecimiento:	
2 l de agua	97 a
3 l de agua	93 a
Riego período crítico:	
0 l de agua	96 a
2 l de agua	94 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas iguales no difieren entre sí (según ANDEVA) con un nivel de confianza del 95 %.

a alta tasa de sobrevivencia alcanzada, en promedio un 95 %, indica que la cantidad de agua con la cual se regó fue suficiente, considerando que en el lugar donde se instaló el ensayo no se registraron precipitaciones en

primavera y verano.

Sin el riego suplementario en el período crítico se obtiene una tasa de sobrevivencia de un 96 %, por lo cual se puede prescindir de

este tratamiento, pudiéndose disminuir el costo de establecimiento.

Es probable que al reducir la dosis de riego en el establecimiento, por ejemplo a 1l/planta como se usa en la VIII Región, se puedan obtener resultados similares. En consecuencia, sería recomendable probar otras dosis hasta llegar al nivel mínimo requerido por las plantas, sin que se afecte la sobrevivencia, y de esta forma también disminuir el costo de la plantación.

El 70 % de las plantas fueron atacadas por el insecto chicharra (*Tettigades sp.*), que se manifestó en un daño entre la corteza y la zona cambial del tallo. Esto pudo afectar la sobrevivencia, por lo cual en otras condiciones, con la ausencia del insecto, podrían obtenerse tasas más altas.

La competencia de las malezas por agua en los períodos críticos del balance hídrico, por nutrientos, en lo cual son muy eficientes, y por luz, tiene un efecto negativo en la sobrevivencia y crecimiento de los cultivos (KOGAN et al., 1992). *Eucalyptus globulus* es particularmente sensible a la interferencia ejercida por las malezas (PRADO, 1989), por lo cual al analizar la tasa de sobrevivencia obtenida se puede pensar que, con la aradura del suelo y con la colocación del «mulch» de plástico negro, se produjo un adecuado control de ellas.

Crecimiento inicial

No hubo diferencias estadística mente significativas en el crecimiento diametral inicial de las plantas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del riego en el crecimiento diametral.

Tratamiento	Diámetro (cm) en los años		
	1993	1994	Incremento
Riego al establecimiento:			
2 l de agua	0,14 a	1,13 a	0,98 a
3 l de agua	0,14 a	1,18 a	1,04 a
Riego periodo crítico:			
0 l de agua	0,14 a	1,13 a	0,98 a
2 l de agua	0,14 a	1,18 a	1,04 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas iguales no difieren entre sí (según ANDEVA) con un nivel de confianza del 95%.

A pesar de que las plantas utilizadas en el ensayo no eran de buena calidad (fueron aquellas que se rechazaron en la plantación del invierno anterior), tuvieron un incremento diametral de más de siete veces.

En promedio llegaron a tener, después de un período vegetativo, más de 1 cm de diámetro de cuello.

Como no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en diámetro, sería suficiente regar con sólo 2 l de agua por planta para asegurar un crecimiento similar al de los otros tratamientos. De esta forma se incurría en un menor costo de operación, ya que se necesitaría menor cantidad de agua a transportar y no sería

necesario volver a regar en el período crítico. Al analizar el desarrollo en altura de las plantas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos probados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del riego en el crecimiento en altura.

Tratamiento	Altura (cm) en los años		
	1993	1994	Incremento
Riego al establecimiento:			
2 l de agua	11,7 a	79,8 a	65,7 a
3 l de agua	12,3 a	78,6 a	68,8 a
Riego período crítico:			
0 l de agua	12,1 a	77,9 a	65,7 a
2 l de agua	11,9 a	80,5 a	68,9 a

Nota: Los valores promedios representados por letras minúsculas iguales no difieren entre sí (según ANDEVA), con un nivel de confianza del 95%.

Después de la plantación, las plantas estuvieron siete meses antes de evaluar el desarrollo del ensayo durante el período de receso vegetativo. En ese lapso tuvieron un incremento promedio en altura de 5,6 veces más y llegaron a tener casi 80 cm de altura.

Si bien el crecimiento no fue tan espectacular como el que señala CONAF (1993) obtenido con el método SIPCO en la VIII Región, debe recordarse que en el mismo lugar del ensayo se intentó establecer durante dos años consecutivos, en la época invernal, una plantación con resultados de no más de un 25% de sobrevivencia. Las plantas que lograron sobrevivir no tuvieron un buen desarrollo y fueron sobrepasadas en altura por las del ensayo, lo que permite

suponer que el método de plantación primaveral propuesto puede implementarse con éxito a mayor escala.

Sería recomendable regar sólo con 2 l/planta al momento de efectuar la plantación por ser el tratamiento más eficiente. De esta forma se obtendría un incremento en altura similar al de los otros tratamientos, pero con un menor costo de establecimiento.

Para estimar el desarrollo en biomasa aérea, se combinaron las variables diámetro a la altura del cuello (DAC) al cuadrado y la altura (H) de las plantas (Cuadro 4).

Cuadro 4: efecto del riego en el crecimiento en biomasa.

Tratamiento	DAC ^{2*} H (cm ³) en los años		
	1993	1994	Incremento
Riego al establecimiento:			
2 l de agua	0.27 a	135.7 a	135.4 a
3l de agua	0.25 a	141.6 a	141.4 a
Riego periodocrítico:			
0 l de agua	0.27 a	130.4 a	130.1 a
2 l de agua	0.25 a	146.9 a	146.6 a

Nota: los valores promedios representados por letras minúsculas iguales no difieren entre si (según ANDEVA) con un nivel de confianza del 95 %.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento en biomasa. Con todos los tratamientos se registró un incremento promedio de más de 532 veces.

Se puede recomendar el tratamiento 2 l/planta al establecimiento, igual que para las variables diámetro de cuello y altura de las plantas, por ser el más eficiente.

Al mejorar ciertos aspectos, relacionados principalmente con las plantas utilizadas, es posible superar el crecimiento obtenido en el ensayo. La calidad de la planta es uno de los factores gravitantes para obtener un buen desarrollo y, probablemente, haber ocupado aquellas que fueron rechazadas en otras plantaciones haya sido una limitante en el desarrollo inicial.

A pesar de que no se contó con un material vegetal de buena calidad, el 10% de las plantas tuvieron incrementos medios superiores a 1,5 cm en diámetro de cuello y 100 cm en altura, esto podría ser un indicador del potencial de crecimiento que se puede tener. Si se pudiera contar con material de

alto valor genético, los resultados podrían mejorarse aun más.

Al efectuar la medición final del ensayo se apreció un problema de malformación de las raíces que, de acuerdo a lo descrito por MOLINA et al (1992), pudo ser originado por el tipo de contenedor usado. Esto se manifestó en árboles volteados por el viento debido a la poca capacidad de sostén de sus raíces, y es probable que también por ello el crecimiento se haya visto limitado.

Uno de los contenedores más usados para el cultivo de plantas de *Eucalyptus globulus* es aquel de tipo individual, de paredes de plástico rígido y una cavidad de 94 cc, que es conocido en el mercado nacional como tubete. Con su utilización se evitarían los problemas, en el sistema radical, causados por la bolsa de plástico y de este modo se podrían mejorar las tasas de crecimiento en la plantación.

La fertilización que se realizó fue de apoyo, por lo cual si se aumenta la dosis, también podrían mejorarse los índices de crecimiento.

Se midió el coeficiente de esbeltez, es decir el cuociente entre la altura y el diámetro de cuello de las plantas, al inicio y al final del ensayo, obteniéndose valores medios iguales a 86,4 y 70,8 respectivamente. Del análisis comparativo de éstas cifras se puede desprender que se produjo mayor crecimiento en diámetro que en altura, lo que indicaría, junto con la tasa de supervivencia, que no hubo una interferencia significativa por parte de las malezas y en consecuencia se logró un adecuado control de ellas.

Al analizar las variables de crecimiento y la supervivencia de las plantas, se puede recomendar regar con 2 l/planta en el momento de efectuar la plantación. Con este tratamiento se obtiene un desarrollo similar al de los demás, pero con un costo de operación menor. Sería necesario estudiar con mayor profundidad la dosis adecuada de riego, es decir, debería minimizarse la cantidad de agua manteniendo las tasas de supervivencia y crecimiento.

Los elementos requeridos para realizar una plantación primaveral, como la que se ha propuesto, están al alcance de pequeños propietarios y la ejecución del método debiera ser sencilla para ellos. Ello permite suponer que, junto con las tasas de supervivencia y crecimiento obtenidas, se podrían establecer bosques que podrían ser manejados con rotaciones cortas, de modo de satisfacer algunas necesidades propias y también generar algunos productos, como postes y madera para la fabricación de pulpa, que pueden ser comercializados en el mercado nacional.

El método propuesto también está acorde con la protección del ambiente, ya que, además de generar un bosque, no se emplean elementos

químicos en el control de malezas, obteniendo resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

Después de haber transcurrido un período vegetativo, desde que se realizó la plantación, se pueden obtener en términos preliminares y generales las siguientes conclusiones:

Es posible efectuar plantaciones primaverales en la zona costera de la Comuna de Constitución. Para ello debe considerarse el riego, la utilización de un gel hidratante y el control de la competencia.

Es suficiente regar con 2 l/planta para obtener resultados satisfactorios en sobrevivencia y crecimiento inicial. Este tratamiento es el más eficiente, por emplearse la menor cantidad de agua.

Al mejorar ciertos aspectos, relacionados principalmente con la calidad de las plantas, debieran obtenerse tasas de crecimiento y supervivencia más altas.

Este método de plantación, realizado en la primavera, es de fácil implementación y puede ser adoptado por propietarios de predios pequeños, para generar bosques de los cuales podrían obtenerse recursos para su autoconsumo o comercialización.

Una forma limpia de controlar las malezas puede ser la combinación del surco efectuado con un arado y la colocación de un «mulch» alrededor de las plantas. De esta forma se protege el ambiente de substancias tóxicas, pudiendo ser una alternativa a los herbicidas químicos.

BIBLIOGRAFIA

- CONAF, 1993. Sistema integral de plantaciones coordinadas: lo asombroso de lo obvio. Chile Forestal 211: 27-28.
- DANIEL, P.W.; HELMS, U.E.; y BAKER, F.S. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. México. 492 p. INFOR, 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Instituto Forestal de Chile. Santiago, Chile. 168 p.
- INFOR, 1994. Estadísticas forestales 1993. Boletín estadístico N° 35. Instituto Forestal de Chile. Santiago, Chile. 97p.
- INFOR, 1995. Estadísticas forestales 1994. Boletín estadístico N° 40. Instituto Forestal de Chile. Santiago, Chile. 113 p.
- KOGAN, M.; FUENTES, P.; Y ESPINOZA, N. 1992. Biología de malezas, herbicidas y estrategias de control en el sector forestal. Fundación Chile y Universidad Católica de Chile. Concepción, Chile. 195 p.
- KOZLOWSKI, T.; KRAMER, P.; and PALLARDY, S. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, inc. San Diego, USA. 657 p.
- LOPEZ, E. 1994. Caracterización bioclimática de la estación meteorológica de la Universidad Católica del Maule. Informe Taller de Habilitación Profesional Técnico Forestal, Universidad Católica del Maule. Talca, Chile. 45 p.
- MOLINA, M.P.; BARROS D.; e IPINZA, R. 1992. Análisis de distintos contenedores para la producción de plantas de *Eucaliptus globulus* Labill. Ciencia e Investigación Forestal 6 (2): 169-193.
- PRADO, J.A. Y ROJAS, P. 1987. Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semi árida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 1 (1): 17-27.
- PRADO, J.A. 1989. Establecimiento de plantaciones. En: Prado, J. A. Y Barros, S. (ed) *Eucalyptus principios de Silvicultura y Manejo*. Instituto Forestal de Chile. Santiago, Chile: 57-58.