



ARTÍCULO

Efecto de protecciones individuales en el crecimiento inicial de liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*)

Verónica Löewe Muñoz^{1*} & Marta González Ortega²

¹ Instituto Forestal, sede Metropolitana; Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera (CENAMAD), Pontificia Universidad Católica de Chile. veronica.loewe@infor.cl

² Instituto Forestal, sede Biobío. marta.gonzalez@infor.cl

*Autor para correspondencia

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2023.579>

Recibido: 13.12.2022; Aceptado 11.01.2023

RESUMEN

El crecimiento del sector forestal se ha basado en el cultivo de dos especies (pino radiata y eucalipto) establecidas como monocultivo. Existe cada vez mayor conciencia sobre la necesidad de diversificar la actividad forestal, tanto en cantidad de especies como en los modelos productivos. En este marco resulta interesante la utilización de especies madereras de alto valor en plantaciones forestales, así como la aplicación e implementación de técnicas que permitan mejorar el crecimiento y la calidad de la madera. Este artículo presenta resultados de una plantación de liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), de 3 años, establecida con distintos tipos de protecciones individuales. Liquidambar es una de las especies de alto valor considerada en el proyecto "Silvicultura de especies no tradicionales, una mayor diversidad productiva", financiado por el FIA y ejecutado por INFOR, donde se analizó el efecto de distintos tipos de protecciones sobre el crecimiento inicial de la especie. Las protecciones probadas corresponden al tradicional (*Tubex*) y a dos protectores artesanales de bajo costo, contruidos con material de desecho.

Palabras clave: Diversificación forestal, *Liquidambar styraciflua*, shelters

SUMMARY

The growth of the forestry sector has been based on the cultivation of two species (radiata pine and eucalyptus) established as monoculture. There is a growing awareness of the need to diversify the forestry activity, both in terms of the number of species and productive models. In this framework, the use of high-value timber species in forest plantations is interesting, as well as the application and implementation of techniques that allow improving the growth and quality of wood. This article presents the results of a 3-year-old sweetgum (*Liquidambar styraciflua*) plantation established with different types of individual protections. Liquidambar is one of the high-value species included in the project "Forestry of non-traditional species, greater productive diversity", funded by the FIA and executed by INFOR, analyzing how different types of protections affect the initial growth of the species. The tested protections correspond to the traditional shelter (*Tubex*) and two built with waste material, with the aim of reducing costs.

Key words: forest diversification, shelters, *Liquidambar styraciflua*

INTRODUCCIÓN

La Especie

Liquidambar es un árbol longevo, originario de Estados Unidos, que alcanza diámetros de 60 a 70 cm, incluso de hasta 150 cm en buenos sitios (Collingwood & Brush, 1962), y alturas entre 30 y 45 m (Schlaegel, 1984; Webb *et al.*, 1984). Su nombre científico se debe al botánico sueco Carl von Linne, y hace referencia al líquido balsámico, fragante y amarillento que exuda desde la corteza (Collingwood &

Brush, 1962). En sectores abiertos liquidámbaar desarrolla una copa piramidal muy simétrica, con ramas horizontalmente a lo largo del fuste; en bosques densos se produce poda natural, quedando el tronco limpio de ramas, con una copa alargada y estrecha (Grimm, 1962). Es una especie típica de sectores húmedos y fondos de río, pero crece mejor en terrenos elevados, húmedos y fértiles, siendo tolerante a suelos de texturas medias a pesadas, alcalinos a neutros y húmedos, y con algún grado de salinidad (Webb *et al.*, 1984).

Se adapta bien tanto a climas fríos como subtropicales (Carnevale, 1955), considerándose como resistente al frío; necesita plena luz solar (Gordon y Rowe, 1982). En su rango de distribución natural, las temperaturas mínimas fluctúan entre -20 y -4°C, las máximas del mes más cálido entre 25 y 36°C, las mínimas del mes más frío entre -11 y 5°C, y la temperatura media anual entre 8 y 20°C (Webb *et al.*, 1984); los días libres de heladas fluctúan entre 180 y 320 al año (Fowells, 1965). La precipitación media anual fluctúa entre 1.000 a 1.500 mm, y en la estación de crecimiento alcanza 500 a 600 mm (Fowells, 1965; Webb *et al.*, 1984), con hasta 5 a 6 meses secos por año. Resiste el viento en cerros y laderas de suelos arenosos, desarrollando un sistema radicular pivotante fuerte (Turner, 1937 cit. por Fowells, 1965). También es tolerante a vientos salinos y a heladas (Webb *et al.*, 1984).

El liquidámbaar es uno de los árboles de mayor importancia maderera en el sudeste de Estados Unidos (Grimm, 1962), tanto para pulpa como para chapas, con una madera pesada, dura y densa, poco resistente que se comercializa como sustituto del nogal en muebles y ebanistería, terminaciones de interiores, cajas y artesanías. Las plantaciones realizadas con esta especie son principalmente con fines ornamentales y de sombra, ya que es un árbol muy hermoso, tanto por su forma como por su follaje, que en otoño adquiere un color rojo intenso (Bilan, 1974).

En Chile, la especie fue considerada en un estudio realizado en la provincia de Arauco, cuyo objetivo fue diversificar la masa boscosa del país; se ensayaron varias especies, con resultados poco favorables, tal vez debido a las técnicas de cultivo empleadas. Posteriormente, en los años 1959/60 en el marco del Plan Chillán se establecieron plantas en Colcura, que a los cinco años presentaban escaso desarrollo (Bay-Schmith, 1965); desgraciadamente, no existen evaluaciones posteriores de dicha experiencia. Actualmente se encuentra en calles, avenidas y parques de ciudades, principalmente con fines ornamentales.

Técnicas de Cultivo

Uno de los problemas más serios que se enfrenta al realizar una plantación forestal es la presencia de fauna silvestre, que daña las plantas por diferentes causas (ramoneo, descortezado, escodado, roeduras y restrigüe), con efectos que pueden alcanzar una magnitud significativa de la producción (Van Lerberghe, 2014). Por lo mismo, es necesario minimizar los daños, sobretodo en plantaciones a baja densidad. Entre los sistemas de protección, existen algunos que consideran toda la superficie plantada, conocidos como de *protección total* (cercos), y otros a nivel de árbol individual, entre los que se encuentra la aplicación de productos repelentes, y la instalación de *protecciones individuales* (mallas plásticas o metálicas, o tubos protectores) alrededor de cada planta. Los tubos protectores industriales o *shelters*, elaborados con polipropileno con diferente forma y color según el fabricante, se diseñan según las necesidades del cultivo o para facilitar su transporte.

Su instalación debe ser cuidadosa, dejándolos fijos en posición vertical por medio de un tutor bien enterrado para evitar defectos en las plantas. En suelos muy arcillosos no se deben dejar muy enterrados, para evitar que se acumule agua en su interior, la que sofocaría la planta afectada. Los tubos pueden ser utilizados en muchas especies, tanto latifoliadas como coníferas, mostrando buenos resultados tanto con especies de rápido crecimiento, cuyo desarrollo inicial supera rápidamente la altura del tubo, como también en especies de crecimiento lento, a las que protege de la competencia de malezas. También se pueden usar protecciones individuales para proteger la regeneración natural, en el caso de siembra directa, se usan tubos pequeños (30-40 cm de altura). Para especies como cerezo, robles y fresno, apetecibles por muchos animales, es indispensable el uso de este tipo de protecciones, dependiendo su altura del tipo de animal (existen de hasta 250 cm de largo, empleados cuando hay vacunos o ciervos en las inmediaciones) (Figura 1) (Buresti, 1992; 1993).



Figura 1. Empleo de shelters largos para proteger las plantas del ramoneo de ganado mayor (vacuno) y de la aplicación de herbicidas. Francia. (Fotografía: V. Löewe).

Además de proteger contra la fauna, los tubos presentan un efecto positivo en el desarrollo inicial de las plantas, reduciendo la competencia de las malezas. También facilitan la visualización de las plantas en terreno y mejoran el rendimiento en la aplicación de herbicidas en condiciones de mucha maleza, de modo que los herbicidas no dañan a las plantas (**Figura 2**); si se hace un control mecánico, reducen el impacto de los golpes, evitando heridas severas en el fuste. También se ha mencionado un “efecto psicológico” que los tubos tienen sobre el operador, ya que, si una planta es golpeada, siendo bastante visibles, está obligado a reinstalarlos, operación que implica gran pérdida de tiempo, por lo que se esmera en evitar alcanzarlos.

El mayor crecimiento inicial de las plantas con shelters se debería al microclima interno, especie de “efecto invernadero” debido a la mayor humedad, temperatura y concentración de CO₂, protección del viento y reducción del movimiento del fuste (Sestini, 1995), lo que activaría la fotosíntesis. Sin embargo, el incremento de temperatura en su interior podría resultar dañino en climas mediterráneos muy secos y con especies sensibles.

En términos generales, e independientemente de las especies y de los sitios, el crecimiento de los árboles se puede separar en tres fases: crecimiento rápido al interior de los tubos, seguido de una disminución de crecimiento luego de la emergencia, y una estabilización posterior (crecimiento normal). Por ejemplo, en plantaciones de cerezo común (*Prunus avium*) a baja densidad con protecciones individuales, con una altura inicial de 50 a 83 cm (según el sitio), el primer año las plantas crecieron entre 76 y 138 cm, y el segundo entre 80 y 95 cm; en cambio una plantación de la misma especie sin protección individual las plantas crecieron 21 cm el primer año y 14 cm el segundo en situaciones similares (CEMAGREF, 1994). De todas las especies ensayadas, cerezo presenta una altura superior los primeros años de la plantación, seguida por arce (*Acer pseudoplatanus*) y nogal híbrido (*Juglans regia* x

J. nigra). Estas especies, al salir de los tubos al tercer año, disminuyen su crecimiento. No obstante, el fresno (*Fraxinus sp*) y el nogal común (*Juglans regia*) todavía se beneficiaban al tercer año, por la influencia del efecto invernadero dentro del tubo.

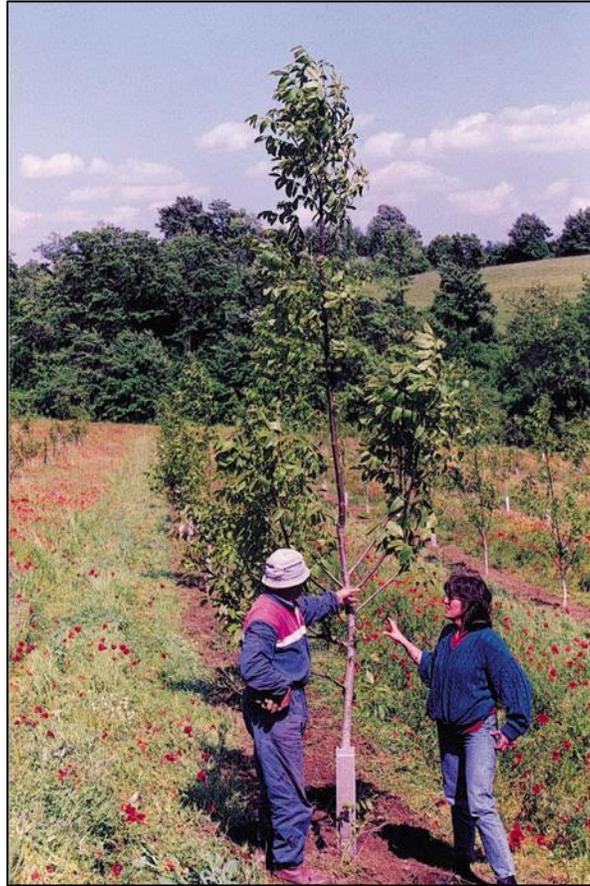


Figura 2. Empleo de shelters para proteger plantas de cerezo y nogal para madera, tanto de la fauna silvestre como de la aplicación de herbicidas. Italia. (Fotografía: V. Löewe).

Cabe notar que en muchas plantaciones realizadas en Francia no se consideran cercos, de modo de permitir la libre circulación del ganado, por lo que protegen los árboles los primeros años con shelters plásticos de 1,2 m a 2,5 m de altura, que también cumple el papel de invernadero (**Figura 3**). Si la protección individual se usa principalmente para proteger del ganado bovino, debe acompañarse de un plan de pastoreo adecuado, para evitar daños a los tubos, lo que puede deberse al uso de tubos y tutores demasiado cortos (tubo < a 2,5 m y tutor < a 2,3 m), y también a una carga animal o a una frecuencia de pastoreo demasiado elevada.



Figura 3. Vista general de plantación de especies latifoliadas para producción de maderas valiosas en Francia, con shelters para evitar cercar el cuartel, favoreciendo la circulación de fauna silvestre (Fotografía: V. Löewe).

El uso de protecciones individuales requiere poda de formación, ya que favorecen el desarrollo de ramas laterales verticales que compiten con el ápice, las que se deben eliminar antes que salgan del tubo, intervención que requiere levantar el protector (Löewe & Pelissou, 2003).

En general, cuando no hay presencia de ganado o de daños ocasionados por ciervos, los árboles no necesitan protecciones individuales. Pero las ventajas de su uso son notorias, incluyendo un menor costo respecto a un cerco; queda disponible para el ganado una mayor superficie de pradera; se protegen las plantas contra los daños del ganado y de las condiciones climáticas adversas; el efecto invernadero interior aumenta el crecimiento juvenil de la planta respecto a una plantación sin protecciones; y facilita el control de malezas, pudiéndose utilizar sin riesgo herbicidas sistémicos como el glifosato (Figura 4) (Löewe & Pelissou, 2003).

En Córcega, el Centro Regional de la Propiedad Forestal (CRPF), la Oficina Nacional de los Bosques Franceses (ONF) y la Dirección Provincial de la Agricultura (DDA) implementaron una recuperación de sectores montañosos (ONF, 1995). Para ello, entre 1980 y 1994 se plantaron 1.000 ha con procedencias seleccionadas o clones de las especies *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*, *Castanea sativa*, *Tilia grandifolia* y nogal híbrido. Los árboles se podaron hasta 4-6 metros y protegieron con protecciones individuales (marca Tubex) para prevenir daños de animales (caprinos, ovinos, bovinos y cerdos), con resultados positivos.



Figura 4. Empleo de shelters en plantas de nogal para madera de calidad asociado con trigo, para proteger de la aplicación de herbicidas y disminuir riesgos derivados del uso combinado del suelo. Francia. (Fotografía: V. Löewe).

Para evaluar si es conveniente usar cercos o protecciones individuales (tubos o shelters) existe una fórmula, (1), basada en el índice de superficie crítica (Sestini, 1995).

$$I = C_m \times P / N \times C_1 \quad (1)$$

Donde;

- C_m : Costo del cerco (por metro lineal)
- C_1 : Costo de la protección individual, incluyendo instalación
- P : Largo del cerco
- N : Número de árboles a proteger.

Si el índice es superior a 1, la protección individual representa la solución más económica; de lo contrario, el cerco resulta más conveniente.

Existen tubos de sección cuadrada, circular, triangular y hexagonal, lo que no influye en su eficacia (Sestini, 1995). Los largos disponibles en el mercado varían desde 60 cm a 180 cm (60, 70, 120, 150, 180 o más). El uso de una medida u otra depende de las necesidades de protección de las plantas (si hay pequeños roedores bastará con el de 60 cm, y donde hay ciervos se requerirá el de 180 cm o más). En la parte inferior de algunos modelos se incluyen perforaciones para aumentar la circulación interna del aire (Buresti 1993; Buresti & Sestini, 1994).

Respecto al color, existen tubos blancos, verde y café, lo que tiene efectos estéticos y de crecimiento. En Italia, Sestini (1995) demostró que los tubos blancos, seguidos por los de color café, son los que más estimulan el crecimiento (Buresti *et al.*, 1993), por lo que se aconseja evaluar la luminosidad del sitio, dado que los tubos interceptan parte de la luz que llega a la planta.

En Francia se usan tubos de protección principalmente de marca Akiplant, Correx Plus, Delta, Someford y Tubex, siendo esta última la preferida en agroforestería porque su forma redonda resiste mejor el pisoteo de animales, porque poseen cintas plásticas exteriores que no aprietan el fuste, y porque su

parte superior más ancha no daña el árbol; se comercializan en varias dimensiones (75, 120, 180 y 225 cm de altura) adaptadas a ovinos, bovinos u otros, y se estabilizan con tutores para resistir los roces frecuentes de los animales. En Italia se usan protecciones de marca Acudam, Celtiplas, Samex, Tubex, Viscoret y Zoccarato (Bidini, 2008).

Entre las desventajas de los tubos se menciona la estética, y la contaminación ya que después de algún tiempo se rompen y permanecen los restos en el terreno, recomendándose recoger los residuos una vez finalizado el periodo de uso (Löewe & González, 2001). Ciertos aspectos negativos de las protecciones plásticas han sido observados en algunos sitios, entre ellos modificaciones fisiológicas, como atraso en el crecimiento diamétrico y un alargue del periodo vegetativo (efecto invernadero) que puede provocar defectos de conformación del árbol (CEMAGREF, 1994). Los tutores, a pesar de estabilizar el tubo y dar una protección complementaria contra el ganado, aumentan la sensibilidad del árbol contra el viento a causa de su rigidez. Los problemas fisiológicos detectados en algunos ensayos llevaron al INRA a estudiar el microclima dentro del tubo y sus efectos sobre el crecimiento del árbol (Dupraz & Bergez, 1991; Bergez, 1993), concluyendo que una perforación en la base del tubo permite mejorar la circulación del aire, aumentando la disponibilidad de CO₂ y reduciendo la temperatura dentro del tubo, lo que mejora el crecimiento. El menor diámetro del primer año en relación al crecimiento en altura, se recupera progresivamente desde que los árboles salen del tubo y pueden fotosintetizar correctamente, observándose entre el primero y el quinto año una modificación del coeficiente de Altura/Diámetro de 140 a 100, cifra que corresponde a árboles estables (CEMAGREF, 1994).

La duración de las protecciones depende del tipo de material y la intensidad de radiación del sitio; en Inglaterra su duración media es de 5 años, en Francia se degradan a los 5-7 años, edad a la cual el árbol no necesita más protección (Löewe & Pelissou, 2003). En Italia la duración de los protectores es mayor, ya que son tratados contra radiaciones UV para aumentar su vida útil. En todo caso deben dejarse instalados por más de 3 años (Löewe & González, 2001).

Este estudio evaluó el impacto de distintos tipos de protecciones (tradicional (*Tubex*) y dos construidos con material de desecho para reducir costos), en el crecimiento inicial de una plantación de liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) realizada en la región de la Araucanía, Chile en el año 1998.

MATERIAL Y MÉTODO

Se estableció un ensayo de plantación en el predio Campamento, comuna de Freire, región de la Araucanía (38° 55' S y 72° 31' O) en julio de 1998 con un distanciamiento de 3 x 3 m, con un diseño en bloques completamente al azar, parcelas de 40 plantas y los siguientes tratamientos (**Figura 5**):

- Botellas plásticas transparentes de color verde¹
- Botellas plásticas transparentes de color blanco¹
- Tubos importados de polipropileno de color rosáceo
- Testigo.

La preparación del suelo consistió en la eliminación de desechos, control químico de malezas pre plantación, y holladura. Posteriormente se fertilizó con una dosis mínima de macronutrientes en zanjas semicirculares alrededor de las plantas y podas de formación, desyemes y control de malezas.

Para el análisis estadístico, se ajustó un modelo general lineal completamente aleatorizado, expresión (2), donde las diferentes protecciones individuales ensayadas corresponden a los tratamientos. Como variables respuesta se definió el crecimiento en altura y en diámetro de cuello de las plantas.

$$Y_{ij} = \mu + P_i + E_{ij} \quad (2)$$

¹ Botellas desechables de bebida, de dos litros de capacidad, cortadas y unidas con huincha plástica transparente

Donde;

Y_{ij} = Variable dependiente;
 μ = Constante;
 P_i = Tratamiento (Protección);
 E_{ij} = Error experimental.



Figura 5. Protecciones individuales construidas con material de desecho (botella plástica transparente verde (izq.), botella plástica transparente blanca (centro) y protección individual tradicional (shelter de polipropileno marca Tubex). (Fotografías: V. Löewe).

RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a la evaluación realizada al tercer año post-plantación (tres años de edad). Los valores de altura se presentan en el **Cuadro 1**, observándose que la protección individual con mejores resultados es la botella blanca, con una altura media de 1,06 m, en comparación con el tratamiento testigo que alcanzó 0,82 m, que corresponde a la menor altura de todos los tratamientos. La comparación múltiple de medias de tratamiento (procedimiento de mínimas diferencias significativas de Fisher), realizada para determinar medias con diferencias significativas (**Cuadro 2**) evidenció que solo 2 pares de medias (Botella blanca–Shelters, y Botella verde–Shelters) no presentan diferencias estadísticamente significativas con un 95 % de nivel de confianza.

Cuadro 1. Altura de plantas de liquidámbar de tres años de edad con distintos medios de protección individual

| Protección | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|----------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------|
| Botella blanca | 1,07 ^a | 0,21 | 0,55 | 1,44 |
| Shelters | 1,00 ^{ab} | 0,19 | 0,49 | 1,39 |
| Botella verde | 0,94 ^b | 0,24 | 0,16 | 1,47 |
| Testigo | 0,82 ^c | 0,22 | 0,22 | 1,40 |
| Media | 0,93 | 0,24 | 0,16 | 1,47 |

Letras diferentes en la columna promedio indica diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos

Cuadro 2. Contrastes de valores medios de altura por pares de tratamientos.

| Contraste | Diferencia | +/- Límites |
|--------------------------------|------------|-------------|
| Botella blanca - Botella verde | *0,130751 | 0,0762796 |
| Botella blanca - Shelters | 0,0653151 | 0,0771269 |
| Botella blanca - Testigo | *0,249118 | 0,0676836 |
| Botella verde - Shelters | -0,0654361 | 0,075338 |
| Botella verde - Testigo | *0,118367 | 0,0656379 |
| Shelters - Testigo | *0,183803 | 0,0666206 |

Los valores de DAC (**Cuadro 3**) indican que el tratamiento testigo tuvo el mayor DAC medio (1,43 cm), y la protección de botella verde, el menor DAC (1,25 cm). La comparación múltiple de medias de tratamiento (**Cuadro 4**) evidenció que solo un par de medias (Botella verde-Testigo) presentan diferencias estadísticamente significativas con un 95% de nivel de confianza. En la **Figura 6** se observa la evolución del crecimiento del ensayo para la altura y el DAC. Se observa que, hasta el segundo año, el shelter fue la protección que permitió la mayor altura de las tres protecciones evaluadas.

Cuadro 3. Diámetro de cuello de plantas de liquidámbar de tres años de edad con distintos medios de protección individual.

| Protección | Promedio | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
|----------------|--------------------|---------------------|--------|--------|
| Testigo | 1,43 ^a | 0,36 | 0,40 | 2,50 |
| Shelters | 1,35 ^{ab} | 0,26 | 0,65 | 1,95 |
| Botella blanca | 1,35 ^{ab} | 0,23 | 0,815 | 1,93 |
| Botella verde | 1,25 ^b | 0,33 | 0,31 | 1,92 |
| Media | 1,36 | 0,32 | 0,31 | 2,50 |

Letras diferentes en la columna promedio indican diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos

Cuadro 4. Contrastes de valores medios de diámetro de cuello por pares de tratamientos.

| Contraste | Diferencia | +/- Límites |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Botella blanca - Botella verde | 0,0985674 | 0,109273 |
| Botella blanca - Shelters | -0,00149206 | 0,110487 |
| Botella blanca - Testigo | -0,0810482 | 0,0969592 |
| Botella verde - Shelters | -0,100059 | 0,107924 |
| Botella verde - Testigo | *-0,179616 | 0,0940286 |
| Shelters - Testigo | -0,0795562 | 0,0954364 |

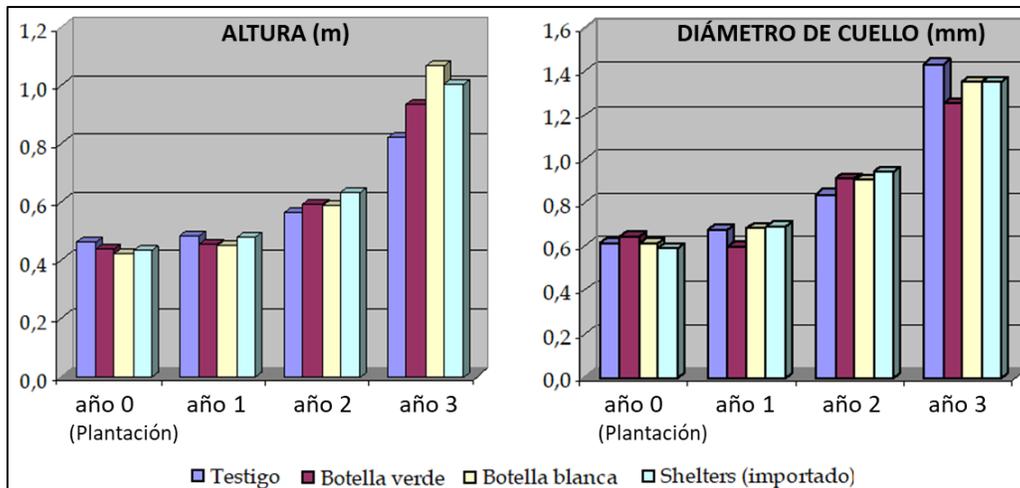


Figura 6. Evolución de altura y diámetro de cuello de liquidámbaar con distintos tipos de protección en ensayo Freire.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se ha reportado que el uso de shelters puede tener efectos diferentes en especies distintas y en ambientes contrastantes, llegando en algunos casos incluso a reducir el estrés hídrico (Kjeldren *et al.*, 2000).

El tratamiento (protección individual) tuvo un efecto positivo y significativo en el crecimiento en altura de liquidámbaar, especialmente la botella blanca y el shelter, resultados que coinciden con experiencias obtenida en Italia (Sestini, 1995), donde se ha verificado en los primeros años de la plantación un aumento de la altura en los individuos protegidos con tubos respecto a los sin protección. Contrariamente a lo observado para la altura, las protecciones tuvieron un efecto negativo y significativo en el DAC, presentando el mayor valor el testigo sin protección. Coincidentemente, CEMAGREF (1994) también reportó un atraso en el crecimiento diamétrico de los árboles con protecciones individuales.

Kjeldren *et al.* (1997) encontraron que shelters blancos permitían un 25% más de penetración de la radiación, incrementando la temperatura del aire en 2 a 4°C y el déficit de presión de vapor entre 0,5 y 1 kPa respecto a shelters de color café. No obstante, no reportaron diferencias en el crecimiento ni en el intercambio gaseoso entre shelters de ambos colores.

El aumento sostenido de la altura en todos los tratamientos coincidiría con la fase de desarrollo inicial de los árboles (Löewe & González, 2001). Por su parte, el diámetro hasta el segundo año (Figura 6) fue mayor en los árboles con protecciones individuales, situación que cambia en el año 3, cuando el testigo sin protección supera el diámetro de todos los demás tratamientos evaluados. Lo anterior coincide con lo señalado por el CEMAGREF (1994) ya que, en términos generales, e independientemente de las especies y sitios, el crecimiento de los árboles dentro de los tubos de protección se puede separar en tres fases más o menos marcadas: un crecimiento rápido inicial seguido de una disminución de crecimiento a la salida del tubo y una estabilización posterior (crecimiento normal), lo que explicaría los resultados obtenidos en la plantación estudiada.

AGRADECIMIENTOS

Los análisis se efectuaron en el marco del programa “Desarrollo y aportes para la utilización de especies forestales y fruto forestales de alto valor para Chile”, financiado por el Ministerio de Agricultura de Chile, y por ANID BASAL FB210015 (CENAMAD).

REFERENCIAS

- Bay-Schmith, T. (1965).** Algunas observaciones sobre ensayos de especies forestales en la Provincia de Arauco. INFOR. Boletín Informativo N° 10. Pp: 4-14.
- Bergez, J.E. (1993).** Influence des protections individuelles á effet de serve sur la croissance de jeunes arbres. Université de Montpellier II – INRA Equipe d’Agroforesterie, 159 p. (Thèse de doctorat).
- Bidini, C. (2008).** Shelter, ficha técnica. T&P N° 44. Pp: 15-20.
- Bilan, M.V. (1974).** Rooting of *Liquidambar styraciflua* cuttings. New Zealand Journal of Forestry Science, 4(2): 177-180.
- Buresti, E. (1992).** La coltivazione del noce e del ciliegio. Convegno Ass. Nazionale Dottori in Scienze Forestali, Bologna, 7/2/1992.
- Buresti, E. (1993).** Arboricoltura di pregio. Agricoltura Ricerca, N° 147/148. Pp: 67-76.
- Buresti, E., Frattegiani, M. & Sestini, L. (1993).** The use of tree shelters in Mediterranean environment: tests on different shelters type. Poster presentado al EC Technical Workshop: Silvicultural implications for the establishment and early maintenance of new woodlands. Edimburgh.
- Buresti, E. & Sestini, L. (1994).** Effetti delle protezioni individuali su giovani piante di farnia (*Quercus robur*). Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo. Vol. 22. Pp: 227-239.
- Carnevale, J.A. (1955).** Arboles forestales. 689 p.
- CEMAGREF. (1994).** Résultats des essais de plantations sur prairies chez deux propriétaires privés (érable, merisier, frêne, noyer commun, noyer hybride). 4 p.
- Collingwood, G.H. & Brush, W.D. (1962).** Knowing Your Trees. The American Forestry Association. Washington. EEUU. 321p.
- Dupraz C. & Bergez J.E. (1991).** Amélioration des protection individuelles d’arbres á effet de serve. Montpellier, INRA, 58 p.
- Fowells, H.A. (Comp). (1965).** Silvics of Forest Trees of the United States. Washington U.S.D.A. Forest Service. Agriculture Handbook N° 271. Pp: 248-254.
- Gordon, A.G. & Rowe, D.C.F. (1982).** Seed Manual for Ornamental Trees and Shrubs. Forestry Commission Bulletin N° 59. London. England. 128 p.
- Grimm, W.D. (1962).** The Book of Trees. Pennsylvania. EE.UU. 461 p.
- Kjeldren, R., Chapman, N. & Rupp, L.A. (2000).** Tree seedling establsuhemnt with protective shelters and irrigation scheduling in three naturalized landscapes in Utah. J. Environ. Hort., 18(4): 238-246. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-18.4.238>
- Kjeldren, R., Montague, D.T. & Rupp, L.A. (1997).** Establishment in treeshelters II : effect of shelter color on gas exchange and hardiness. Hort Science, 32(7): 1284-1287. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.7.1284>
- Löewe V. & González, M. (2001).** Nogal común (*Juglans regia* L.), una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR-FIA. 165 p.
- Löewe V. & Pelissou, F. (2003).** Producción de maderas de alto valor en Francia. La arboricultura y la agrolignicultura. En: Löewe, V. (Ed). Perspectivas para el desarrollo de la arboricultura para producción de madera de alto valor en Chile. INFOR-FIA. Pp: 124-167.
- ONF Direction Régionale Pyrénées-Atlantiques. (1995).** L’agroforesterie: un enjeu pour demain. Béarn, Pays Basque. ONF, 4 p.
- Sestini, L. (1995).** Difendere le piantine dalla fauna selvatica: gli shelter. Sherwood, N° 2. Pp: 13-22.

Schlegel, B.R. (1984). Sweetgum Volume and Weight Tables. Research Paper SO-204. U.S.D.A. Forest Service. 14 p. <https://doi.org/10.2737/SO-RP-205>

Van Lerberghe, P. (2014). Proteger los árboles contra los daños de la fauna cinegética. Los protectores de malla. CNPF-IDF. Francia. 66 p.

Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J.P. & Henman, G.S. (1984). A Guide to Species Selection for tropical and Sub-Tropical Plantations. Tropical Forestry Papers N° 15. Oxford, UK. 256 p.