Evaluación del crecimiento inicial de Roble rojo americano (*Quercus rubra*), Encino (*Quercus robur*), Cerezo (*Prunus avium*) y Castaño (*Castanea sativa*) en plantaciones mixtas y pura orientadas a la producción de madera de alto valor en el sur de Chile en un periodo de siete años

Verónica Loewe M[1]. y Marta González O[2].

XIII° Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina, Octubre 2009

INTRODUCCIÓN

El sector forestal chileno ha mostrado un desarrollo sostenido, con una producción creciente y una exportación diversificada que en el 2008 alcanzó US$ 5.452 millones. La industria forestal es concentrada en términos geográficos, silviculturales (dos especies de rápido crecimiento bajo monocultivo), y económicos (tres grandes empresas).

La diversificación de especies y de técnicas de cultivo es un fenómeno deseable con importantes impactos socioeconómicos y ambientales.

La técnica de la arboricultura de calidad para producir madera de alto valor opera con varios modelos productivos: plantaciones puras, mixtas, en hileras, sistemas agroforestales y cortinas.

Las plantaciones mixtas son modelos que asocian especies principales y especies secundarias o acompañantes que favorecen el crecimiento de las especies principales y mejoran su forma, obteniendo productos de mejor calidad. Si se realizan en forma apropiada, permiten diversificar la producción, disminuir los riesgos fitosanitarios, facilitar el cultivo, mejorar la calidad de la madera, embellecer el paisaje e incrementar la productividad de la plantación.



OBJETIVO

Evaluar el crecimiento inicial (primeros 7 años) de plantaciones puras y mixtas de las siguientes especies principales: cerezo común (*Prunus avium*), castaño (*Castanea sativa*), encino (*Quercus robur*), roble rojo americano (*Quercus rubra*); asociadas a las especies arbóreas secundarias: aliso negro (*Alnus glutinosa*), avellano chileno (*Gevuina avellana*) y notro (*Embothrium coccineum*); y al arbusto piche (*Fabiana imbricata*), establecidas en la región de Los Rios, Chile.

METODOLOGÍA

Se realizaron análisis de los 7 primeros años de una plantación experimental establecida en el Predio Ainilebu, comuna de Los Lagos, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile. Los tratamientos correspondieron a cada una de las asociaciones (pura, 8 mixtas), con tres repeticiones: T1: Cerezo (CE); T2: Roble (RO); T3: Castaño (CA); T4: Encino (EN); T5: CE-RO-CA-EN; T6: CE-RO-CA-EN-Aliso negro (AL); T7: CE-RO-CA-EN-Avellano (AV); T8: CE-RO-CA-EN-Notro (NO); T9: CE-RO-CA-EN-Piche (PI); T10: CE-RO-CA-EN-AL-PI; T11: CE-RO-CA-EN-AV-PI; T12: CE-RO-CA-EN NO-PI.

Los análisis realizados consideran:

- Análisis de parámetros dasométricos (dap y altura) de cada especie principal en estudio.
- Análisis de parámetros cualitativos, relacionados con la calidad (bifurcación y rectitud).
- Análisis fitosanitarios de plagas y enfermedades presentes en el arco de un año calendario.
- Análisis de sobrevivencia.

Los análisis se realizaron con Modelos Estadísticos Lineales Mixtos, utilizando el Software SAS, para atender el no cumplimiento de supuestos clásicos de los análisis tradicionales. Para ello se consideraron, para cada individuo y parámetro dap y altura, siete mediciones consecutivas en el tiempo (año 1 a 7), conocido como Análisis Longitudinal. Este análisis permite identificar tanto el efecto medio del tratamiento (tipo de plantación), el efecto del tiempo, y la interacción tiempo tratamiento. El modelo de análisis corresponde a: $Y = \mu + T + t + (T * t) + B + (B * T) + E$

Donde: μ= Constante, T=Tratamiento, t=Tiempo, B=Bloque y E=Error.

Para el análisis de parámetros cualitativos y fitosanitarios se usaron datos binarios; se construyeron tablas de contingencia de frecuencias absolutas y relativas. El análisis de sobrevivencia se realizó con el Test de Sobrevida de Kaplan Meier, que estudia la sobrevida en función de una variable independiente dicotómica (vivo o muerto); valores significativos indican que al menos una de las curvas de sobrevida es distinta.

RESULTADOS

Análisis de Parámetros Dasométricos

Cerezo: para la altura, existen diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento 12 y todos los demás, siendo significativamente inferior. Respecto al Dap no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, aunque hay dos que parecen superiores al resto, y que corresponden a la mezcla de las principales y al mixto con Aliso.

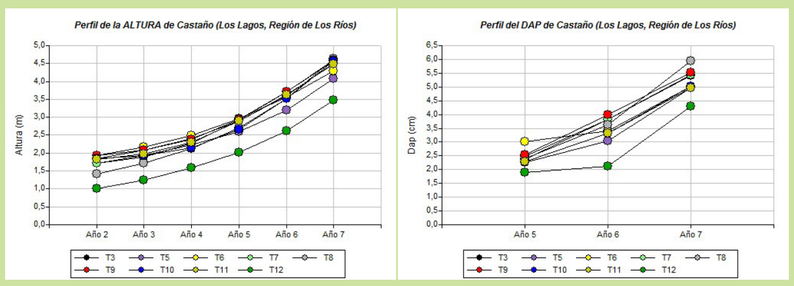
Roble rojo: para la altura existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 9 y 2, 5, 6, 8, 10 y 11, siendo mejor el 9; y entre el 12 y 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11 (mayor en el tratamiento 12). Respecto al Dap, existen diferencias estadísticas significativas sólo entre los tratamientos 9 y 2, siendo superior el primero; y entre el 12 y 2, 6, 8 y 10. Los menores crecimientos en Dap se presentan en la plantación pura de la especie.

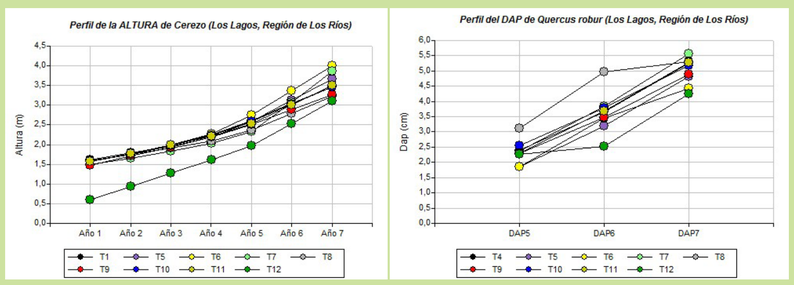
Castaño: para la altura existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 12 y 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 (inferior el 12), que se mantienen a través del tiempo. En cuanto al Dap, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 9 y 5 (mixto de especies principales), siendo superior el primero; el T12, que es inferior a los tratamientos 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

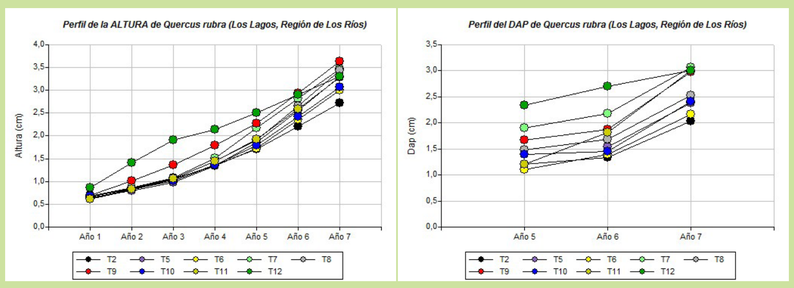
Encino: no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos respecto al crecimiento en altura. Respecto al Dap, existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 5, inferior a T7 y T8; 6, inferior a T7 y T8; y 12, inferior a los tratamientos 4 (puro), 7, 8, 9 y 11.

Análisis de Parámetros Cualitativos

Para las especies evaluadas no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos; un porcentaje elevado de los árboles de los diferentes tratamientos fueron rectos.







Análisis Fitosanitario

Cerezo: se analizaron dos plagas, chape (*Caliroa cerasii*), cáncer bacteriano (*Pseudomonas syringae* pv. Mors-prunorum), y la presencia de daño mecánico. Para el caso de chape, casi el 100% de los árboles de cerezo fueron atacados, siendo T7 el que presentó más árboles sanos, existiendo diferencias significativas. Respecto al ataque de cáncer bacteriano y daño mecánico, menos del 10 % de los árboles fue afectado, por lo que no existieron diferencias significativas.

Roble rojo: se analizó sólo la presencia de daño mecánico por cuanto se trata de una especie con muy buen estado sanitario en la zona, no existiendo diferencias estadísticamente significativas.

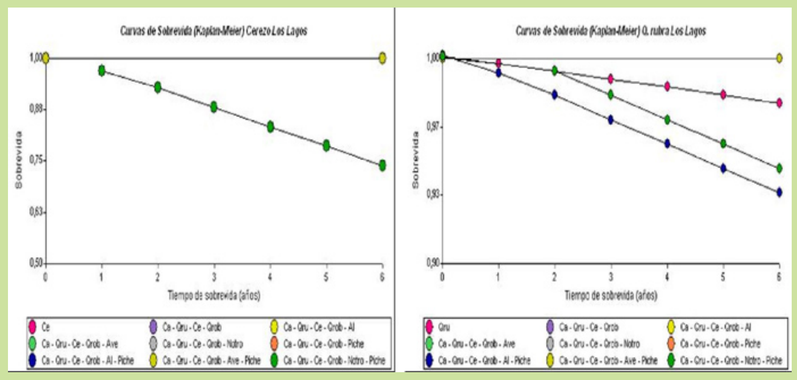
Castaño: se analizó sólo la presencia de daño mecánico por cuanto se trata de una especie con muy buen estado sanitario en la zona. Existen diferencias estadísticamente significativas de los diferentes tratamientos evaluados, siendo T10 y T12 los que presentan más ejemplares con daño.

Encino: no presentó plagas o enfermedades relevantes.

Análisis de Sobrevida

Cerezo: existen diferencias significativas entre tratamientos. La mortalidad mayor de los cerezos se observó en el tratamiento mixto con notro y piche, a contar del año 2.

Roble rojo: existen diferencias significativas entre tratamientos. La mayor mortalidad en el tiempo de los Roble rojos se presentó en los tratamientos puro, y mixtos con aliso y piche, y notro y piche.



Castaño: el 100% de los individuos se mantuvo vivo.

Encino: existen diferencias significativas entre tratamientos; la mayor mortalidad en el tiempo se presentó en el tratamiento mixto con aliso y piche.

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran que algunas de las asociaciones estudiadas presentan efectos positivos o negativos significativos sobre algunos de los parámetros evaluados. El impacto obtenido por especie en los diferentes análisis realizados muestra que:

- **Cerezo:** su altura se ve disminuida cuando se asocia al arbusto Piche; asimismo, la mayor mortalidad, con significancia estadística, se presenta en el mismo tratamiento, concluyéndose que la asociación de Cerezo con Piche es negativa. El T7 (principales con avellano) es la asociación que mayor protección otorga contra el Chape, enfermedad común en la especie. Solo en el tratamiento puro y en la mezcla con notro se presentaron casos de ataque de cáncer bacteriano.
- **Roble Rojo Americano:** los tratamientos T9 (principales y piche) y T12 (principales, notro y piche) favorecen significativamente su crecimiento en altura; varias de las asociaciones favorecen el crecimiento diamétrico, y la plantación pura presenta el menor crecimiento.
- **Castaño:** el T12 (principales, notro y piche) determina un menor crecimiento, tanto en altura como en diámetro en la especie. El T9 (principales y piche) es el mejor respecto a incremento diamétrico. Los tratamientos 10 (con aliso y piche) y 12 (con notro y piche) presentan mayor daño mecánico.
- **Encino:** los T7 (principales con avellano) y T8 (principales con notro) presentan mayores incrementos diamétricos; la mayor mortalidad se verifica en la asociación con aliso y piche.

Modelos naturales pueden ser reproducidos con éxito en plantaciones artificiales para la producción de madera de calidad, donde tanto la calidad como la cantidad pueden ser incrementadas por medio de asociaciones con especies que favorecen el desarrollo y vigor de la especie.

Si se emplean en forma adecuada, las plantaciones mixtas permiten diversificar la producción; mejorar la calidad del fuste de las especies principales; y en general otorgan mayor resistencia a enfermedades. Paralelamente, pueden simplificar las técnicas de cultivo en los primeros años después de la plantación.



1 Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Metropolitana. Sucre 2397. Ñuñoa, Santiago. vloewe@infor.gob.cl

2 Ing. Forestal (U. de Chile). Ingeniero de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Bio-Bio. Camino a Coronel Km. 7,5. San Pedro de la Paz. Concepción. mgonzale@infor.gob.cl