

## **PLANTACIONES MIXTAS: UN SISTEMA AGROECOLÓGICO PRODUCTIVO, RENTABLE Y SUSTENTABLE**

**Verónica Loewe M.<sup>1</sup>; Marta González O.<sup>2</sup>**

**Dirección autores:** Instituto Forestal de Chile (INFOR). Huérfanos 554, Santiago, Chile.

**Palabras Clave:** Plantaciones mixtas, sistemas agroecológicos, sustentabilidad, maderas valiosas.

### **INTRODUCCIÓN**

Una silvicultura sustentable y rentable que aumente la biodiversidad y estabilidad de los sistemas puede basarse en la asociación de especies forestales o plantaciones mixtas, orientadas a la producción de madera de alto valor y de otros productos agrícolas o no madereros.

Las plantaciones mixtas corresponden a modelos que asocian especies principales que generan productos de alto valor al final de la rotación (madera aserrada y foliable), posibles de ser comercializados en el mercado internacional, y especies secundarias o acompañantes con productos como postes, polines, frutos u otros, a obtener en el transcurso de la rotación. Estas especies secundarias favorecen el crecimiento de la especie principal, mejorando además su forma, lo que conduce a una mejor calidad de productos.

Las plantaciones mixtas, si son realizadas adecuadamente, permiten diversificar la producción, disminuir los riesgos fitosanitarios, facilitar y disminuir las intervenciones culturales (sobre todo las podas y limpiezas), mejorar la calidad de la madera, mejorar el paisaje y aumentar la producción de la plantación (Buresti, 1994). En el caso de ciertas especies principales asociadas con otras especies fijadoras de nitrógeno se registran incrementos en diámetro y altura superiores en un 50-70% respecto a las plantaciones puras de la especie.

---

<sup>1</sup> Ing. Forestal (Univ. de Chile, Chile). INFOR, Instituto Forestal, Huérfanos 554. Santiago, Chile; Especialización Producción Maderas Nobles (Univ. Bologna, Italia); MPA (Univ. Harvard, EE.UU.). [vloewe@infor.cl](mailto:vloewe@infor.cl)

<sup>2</sup> Ing. Forestal (Univ. de Chile, Chile). INFOR, Instituto Forestal, Sede Bio-Bio, Camino a Coronel Km. 7.5, Concepción, Chile. [mgonzale@infor.cl](mailto:mgonzale@infor.cl)

El trabajo expone resultados obtenidos con la aplicación de este modelo en diferentes situaciones de Chile; una evaluación económica de las situaciones pura y mixta para nogal común (*Juglans regia L.*), especie de madera de muy alto valor en el mercado europeo (US\$ 300-2.500/m<sup>3</sup>), mediante la técnica de la arboricultura en plantación mixta, demostrándose la validez técnica y financiera del modelo productivo propuesto en el contexto chileno, aplicable en otras realidades de América.

## **DESARROLLO**

La diversificación de especies y de formas de cultivo, entre ellas las plantaciones mixtas, tiene importantes impactos desde el punto de vista social (incorporación de nuevos actores), de mercado (posibilitar el acceso a nuevos segmentos o nichos de mercado, y permite enfrentar las fluctuaciones cíclicas de precios que presenta el mercado maderero), ambientales (una mayor diversidad disminuye el riesgo de daños bióticos y abióticos) y económicos (permite producir productos de alto valor que presentan precios significativamente más altos que los tradicionalmente transados y cuya demanda es interesante en la actualidad).

Con el objeto de dimensionar los beneficios de las plantaciones mixtas se considera, para efectos de la evaluación económica, la diferencia de ingresos obtenidos mediante la aplicación de un sistema forestal tradicional (puro) y uno mixto, considerando en ambos casos como especie principal al nogal (*Juglans regia*), que es una de las de mayor valor a nivel mundial; estos beneficios corresponden a la mayor productividad y calidad que presenta una plantación mixta respecto a una plantación pura de la especie.

Para la evaluación económica de nogal en plantación pura se optó por considerar una con objetivos forestales y arboricultura intensiva (proceso tecnológico para producir madera de alta calidad, con riego y con control de malezas y podas y raleos) y precios internacionales.

Para evaluar la situación de plantación mixta, se considera una asociación de nogal y olivo de bohemia (*Elaeagnus angustifolia*); estudios realizados indican que esta asociación resulta benéfica para nogal, el que presenta crecimientos en diámetro y altura superiores en un 80% en comparación a una plantación pura (Buresti y Frattegiani, 1995).

Para efectos de esta evaluación económica, no se consideraron productos derivados de la especie asociada, ni un mejoramiento de los suelos por el nitrógeno fijado por la especie acompañante (aproximadamente 50 kg de N/ha/año, citado por Buresti *et al.*, 1993), pero sí de la calidad de la madera, debido a la mejor forma y arquitectura de los árboles; asimismo, se reducen los costos asociados a faenas tales como podas y fertilización.

En plantación pura se asumen crecimientos medios anuales en DAP de 1,1 cm; se considera una densidad inicial de 1.100 árboles/ha y un volumen a cosechar a los 35 años de 200 m<sup>3</sup>/ha. En plantación mixta se asumen crecimientos medios anuales en DAP de 1,5 cm; la densidad inicial en esta caso es de 550 plantas/ha de nogal y 550 plantas/ha de olivo de bohemia; el volumen a cosechar a los 25 años es de 200 m<sup>3</sup>/ha.

La estructura de precios<sup>3</sup> en el escenario internacional considerado es la indicada en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presenta la distribución de productos de la cosecha final para los modelos propuestos (plantación pura y mixta). Los esquemas de manejo establecidos para los modelos propuestos corresponden a los indicados en la Tabla 3.

La Tabla 4 presenta los flujos de los ingresos para los modelos de plantación considerados. Estos modelos no consideran los ingresos productos de la bonificación forestal de la ley 19.561 (ex DL 701), ni los ingresos derivados de la producción frutal, ni los productos derivados de la especie secundaria acompañante en el caso de la plantación mixta. En la Tabla 5 se adjuntan los costos de plantación y manejo de los dos modelos propuestos, plantación pura y mixta de nogal. La Tabla 6 presenta los resultados de las evaluaciones económicas para ambos modelos.

## CONCLUSIONES

Las plantaciones mixtas permiten:

- ✓ Entregar alternativas productivas al sector agrícola, por medio de la incorporación de la componente forestal;
- ✓ Incorporar terrenos que actualmente presentan baja rentabilidad al ser utilizados como predios ganaderos o con agricultura extensiva;

---

<sup>3</sup> Estos precios son puestos en Italia y se les descontó el valor por transporte de Chile a Italia que corresponde a 40 US\$/m<sup>3</sup>

- ✓ Desarrollar sistemas forestales sustentables y de elevada productividad y valor;
- ✓ Desarrollar sistemas productivos con importantes beneficios socio ambientales;
- ✓ Establecer cultivos de manejo más simplificado y con mejores perspectivas económicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buresti E. 1994. Il bosco torna in pianura; le prospettive dopo 15 anni di esperienze. Atti Consorzio della Bonifica Reno Palata. 26 p.

Buresti E.; Frattegiani M. 1995. Alcune considerazioni sull'arboricoltura da legno. Sherwood Nº 1: 11-16.

Buresti E.; Frattegiani M.; Sestini L. 1993b. Le consociazioni in arboricoltura da legno: primi risultati di impianti sperimentali con latifoglie pregiate. Arboricoltura da legno e politiche comunitarie. Tempio Pausania, 22-23 giugno 1993. Pp. 173-180.

## TABLAS

Tabla 1. Estructura de precios internacionales por producto considerado

Producto	Observaciones	US\$/m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>
Trozas foliables	> 2 m largo y > 40 cm diámetro	800	520.000
Trozas aserrables Categoría I	> 1,5 m largo y > 30 cm diámetro	600	390.000
Trozas aserrables Categoría II		450	292.500
Trozas aserrables Categoría III		300	195.000
Trozas aserrables ramas y tronquitos	> 1 m largo y > 22 cm diámetro	150	97.500
Leña		16,5	10.740

Tabla 2. Porcentaje de madera de los productos a obtener de los modelos propuestos

Modelos propuestos	Trozas foliables	Trozas aserrables			Ramas y tronquitos	Leña
		I	II	III		
Plantación pura	10	20	30	20	10	10
Plantación mixta	15	25	20	20	10	10

Tabla 3. Esquemas de manejo considerados en la evaluación económica desarrollada

Periodo	Plantación Pura	Periodo	Plantación Mixta
Año	Actividad	Año	Actividad
1	Control de malezas pre-plantación trabajo al suelo, aradura, hoyo de plantación, plantación 1.100 arb/ha	1	Control de malezas pre-plantación trabajo al suelo, aradura, hoyo de plantación, plantación 1.100 arb/ha
2-4	fertilización	2-3	fertilización
2-10	riego (1 vez/mes por 5 meses)	2-10	riego (1 vez/mes por 5 meses)
2-5	poda de formación y desyeme	2-4	poda de formación y desyeme
6-9	poda de levante y desyeme	5-8	poda de levante y desyeme
8	raleo	6	raleo
18	raleo (26 m <sup>3</sup> /ha)	12	raleo (26 m <sup>3</sup> /ha)
35	cosecha (dap 38-40 cm)	25	cosecha (dap 38-40 cm)

Tabla 4. Flujo de Ingresos (US\$) para los Modelos de Plantación Pura y Mixta

Modelos propuestos	trozas foliables	trozas aserrables			ramas y tronquitos	leña
		I	II	III		
Plantación pura	16.000	24.000	27.000	12.000	3.000	330
Plantación mixta	24.000	30.000	18.000	12.000	3.000	330

Tabla 5. Costos de las actividades de plantación y manejo en los modelos propuestos

Actividad	Plantación Pura Costo (US\$/ha)	Plantación Mixta Costo (US\$/ha)
Control de malezas pre-plantación		
Mano de obra	36,9	36,9
Subsolado con tractor agrícola	46,2	46,2
Plantación		
Mano de obra	35,1	35,1
Plantas nogales	1.015,4	507,7
Plantas olivos		84,6
Fertilización		
Mano de obra	14,5	14,5
Fertilizantes (NPK)	44,0	44,0
Control de malezas		
Mano de obra	36,9	36,9
Materiales	76,9	76,9
Riego	15,4	15,4
Poda de formación	43,2	43,2
Desyeme	24,7	24,7
Poda levante	82,3	82,3
Raleo a desecho	27,0	27,0
Raleo comercial desecho	280,0	280,0
Cosecha	2.461,5	2.461,5
Transporte y envío (exp)	7.200,0	7.200,0

Tabla 6. Indicadores económicos para los dos modelos considerados (US\$/ha)

	Plantación Pura	Plantación Mixta
VAN (10%)	590,5	5.639,4
TIR	10,9	17,9