

EFFECTO DE ALGUNAS VARIABLES SILVICULTURALES SOBRE LA RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE *Populus x euramericana* cv. I - 214 EN LA COMUNA DE COLTAUCO, PROVINCIA DE CACHAPOAL, VI REGION.

Alvarez, P.¹, Bown, H.¹ y Magni, C.²

RESUMEN

Se realizó un estudio en plantaciones de *Populus x euramericana* cv. I - 214, ubicadas en una zona preferentemente agrícola, en la Comuna de Coltauco, Provincia de Cachapoal, VI Región. Se midieron tres rodales con diferentes densidades iniciales de plantación (950 árb/ha, 625 árb/ha y 400 árb/ha) y edades próximas a la cosecha (11, 13 y 10 años).

En cada rodal se construyeron tablas de rodal, analizándose el comportamiento de las distribuciones diamétricas según densidad. Se confeccionaron tablas de volumen en las que se determinó la influencia de la densidad de plantación y de la aplicación o no de podas en los rendimientos por clase diamétrica y tipo de producto.

Para cada rodal se construyeron flujos de caja para determinar el Valor Presente del Suelo (VPS) y así analizar cómo la rentabilidad del cultivo es afectada por la longitud de rotación, la densidad de plantación y la aplicación de podas a distintas alturas (4 y 8 m).

Con este estudio se determinó que en las plantaciones analizadas, como es dable esperar, existe una fuerte relación entre la densidad de plantación y la distribución de árboles por clase diamétrica. A menor densidad, los individuos son de mayores dimensiones y se concentran en las clases diamétricas superiores.

Se encontró que la densidad inicial influye sobre los rendimientos por tipo de producto al final de la rotación. Para el escenario de mercado analizado, una mayor densidad inicial de plantación, aumenta el volumen de trozas aserrables y de polines por hectárea, mientras que el volumen debobinable disminuye. Al contrario, a menor densidad los volúmenes de trozas aserrables y de polines por hectárea son menores y el volumen debobinable mayor. Además, los volúmenes individuales también son afectados por la densidad. En rodales espaciados, los individuos son de mayores dimensiones y poseen mayor volumen que en rodales más densos.

Por otra parte, la longitud de rotación que maximiza los retornos financieros depende de la densidad de plantación. De esta manera, bajo el escenario de mercado analizado, en rodales más densos la longitud de rotación se acorta, y en rodales más espaciados se alarga.

La rentabilidad del cultivo también es afectada por la densidad de plantación y el esquema de poda que se utilice. Al aumentar la intensidad de la silvicultura (menor densidad de plantación y mayor altura de poda) la rentabilidad del cultivo también aumenta al obtener una mayor proporción de madera de alta calidad.

La intensidad de la silvicultura depende del escenario de mercado y del objetivo de producción. Bajo un escenario de mercado orientado a producir trozas aserrables de pequeñas dimensiones, se recomienda plantar a alta densidad (950 árb/ha) y no efectuar ninguna poda. En cambio, si el objetivo es producir madera debobinada y aserrada de alta calidad, se recomienda una baja densidad de plantación (400 árb/ha) y una poda a mayor altura (8 m).

Palabras claves: *Populus x euramericana* cv. I - 214, longitud de rotación, densidad de plantación, poda.

¹ Académicos Departamento de Manejo de Recursos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

² Académico Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

SUMMARY

In the area of Coltauco, Province of Cachapoal, VI Region, a study was developed to analyze the cultivation of poplars in a preferentially agricultural area, where three stands of *Populus x euramericana* cv. I - 214 were measured. These stands had different densities (950 trees/ha, 625 trees/ha and 400 trees/ha) and ages close to harvesting (11, 13 and 10 years).

Stand tables were built for each stand at different ages and the behavior of the diameter distributions according to initial stand density analyzed. Yield by diameter class and product type was estimated to assess the influence of various plantation densities and pruning conditions.

Tables of costs and cash flows were built for each stand in order to determine the Soil Expectation Value (SEV) analyzing how profitability is affected by rotation length, plantation density and whether or not pruning at different heights was applied (4 and 8 m).

A strong relationship between plantation density and the distribution of trees by diameter class was found. The smaller the density the higher the frequency in the larger diameter classes.

The influence of the density on yield assortments was also analyzed. As plantation density increases, the sawlogs and poles yield per hectare grows, while the veneerlogs yield decreases. In contrast, as it would be expected, as plantation density decreases the sawlogs and poles yield diminishes while veneerlogs volume increases.

Individual yields are also affected by plantation density. Thus, in spaced stands trees become larger than in higher stocked stands.

Rotation length, from a financial standpoint, was also influenced by density. Thus, under the market scenario analyzed, rotation length shortens as plantation density increases and viceversa.

The profitability of the crop is also affected by plantation density and pruning height. Thus, as the intensity of silviculture increases (more spaced stands and higher pruning) the profitability of the crop also increases due to a higher proportion of high quality wood.

The intensity of silviculture depends on the market scenario and production objectives. Under a small sawlog oriented market, a regime with high initial density (950 trees per hectare) and no pruning is recommended. On the other hand, for a market oriented to high quality veneerlogs and sawlogs, a well spaced regime (400 trees per hectare) and pruning to 8 meters height is recommended.

Key words: *Populus x euramericana* cv. I - 214, rotation length, initial stocking, pruning.

INTRODUCCION

En plantaciones forestales, la aplicación de prácticas silviculturales como podas y raleos, permite mejorar la calidad y rendimientos de trozas de alto valor, aprovechando de mejor forma el potencial del sitio. Es importante señalar que de un bosque manejado se pueden obtener productos de mayor calidad y precio de mercado, lo que se traduce en mayores retornos financieros en rotaciones más cortas, representando interesantes perspectivas económicas tanto para grandes empresas como para pequeños propietarios.

Por esto, en especies de rápido crecimiento como los álamos, es importante desarrollar un programa de intervenciones que brinden condiciones propicias para el desarrollo inicial de los árboles, que permitan asegurar el crecimiento futuro y obtener un producto de alta calidad.

Por otra parte, el álamo ha adquirido una creciente importancia en el país debido a que existe un área considerable que presenta condiciones edáficas y climáticas propicias. Por este motivo, la utilización del álamo como una alternativa de diversificación forestal conlleva no sólo la apertura de nuevos mercados, sino la obligación de avanzar de manera sólida respecto del conocimiento de su manejo y silvicultura.

Entre las zonas importantes para el cultivo de alamos, se encuentra la Caja del río Cachapoal, VI Región, la cual actualmente es la mayor abastecedora de madera de álamo de Santiago, y puede llegar a ser una de las principales zonas productoras en el país. La zona se caracteriza por presentar suelos aluviales livianos, una abundante disponibilidad de agua a lo largo de todo el año y una condición de alta luminosidad. Debido a lo anterior, se hace necesario estudiar el efecto de la silvicultura sobre la producción de madera de alta calidad y rentabilidad del cultivo.

MATERIAL

El sistema en estudio corresponde a plantaciones de *Populus x euramericana* cv. I - 214 ubicadas en la Comuna de Coltauco,

Provincia del Cachapoal, VI Región. En dicha comuna, existe una gran superficie plantada con distintos tipos de *Populus*, ya sea en plantaciones, deslindes o como cortinas cortaviento. Los álamos que más destacan son *Populus nigra*, *Populus x euramericana* cv. I - 154, cv. I - 488 e I - 214; siendo este último el más frecuente. Estas pertenecen mayoritariamente a pequeños propietarios agrícolas que no centran sus ingresos en éstas, por lo que generalmente no realizan intervenciones silviculturales a lo largo de la rotación.

El clima de la zona de Coltauco es del tipo templado mediterráneo semiárido. El régimen térmico presenta temperaturas que varían entre una máxima de 28,3°C (enero) y una mínima de 6,2°C (julio). El período libre heladas es de 339 días y en promedio presenta una helada al año. A pesar de tener un régimen benigno de heladas, en los fondos de quebradas el riesgo puede ser mayor. La precipitación media anual es de 503 mm, con un déficit hídrico de 969 mm y un período seco de 8 meses (Santibañez, 1993).

Los suelos que se encuentran en la zona poseen una capacidad de uso preferentemente agrícola. Además, una característica importante lo constituye el alto nivel de la napa freática que oscila entre 60 y 90 cm bajo el nivel superficial, lo que en cierta medida sustenta el alto requerimiento hídrico de los álamos (Bravo, 1995).

Según el mismo autor, las plantaciones de álamo se ubican en suelos con capacidades de uso II con riego hasta VII. El drenaje de estos suelos va desde el imperfecto hasta excesivo, con inundaciones frecuentes y en algunos casos por períodos prolongados.

Se realizó un reconocimiento de las plantaciones de álamo en la zona de Coltauco para obtener antecedentes de espaciamiento, altura, edad y manejo. Con estos datos se determinaron las situaciones más comunes de la zona; entre las cuales se eligió tres rodales de distintas densidades, creciendo bajo similares condiciones de sitio. Lo anterior permitió realizar comparaciones.

Cuadro 1. Descripción de rodales seleccionados para el estudio

Características	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
Edad (años)	11	13	10
Superficie aprox. (ha)	7	5	5
Espaciamiento (m)	3x3,5	4x4	5x5
Densidad (árb/ha)	950	625	400
Riego	Con riego	Con riego	Con riego
Muestreo destructivo (árboles)	21	25	-

Los rodales fueron seleccionados considerando que se encontrarán próximos a la edad de cosecha, y fueron caracterizados mediante inventario y muestreo destructivo.

METODO

En cada rodal elegido se midieron parcelas convencionales de inventario de 200 m². La intensidad de muestreo fue de 1 parcela cada 5 ha. En cada parcela se registró: DAP, altura total, calidad de los individuos, espaciamiento, altura de poda y condición de riego. Con esta información se construyeron tablas de rodal, que fueron la base para la selección de árboles en el muestreo destructivo.

Muestreo Destructivo

En dos de los tres rodales se realizó muestreo destructivo, volteando árboles de todas las clases diamétricas para la extracción de rodelas. Al tercer rodal se le extrajeron tarugos de incremento para la construcción de tablas de rodal a distintas edades debido a que no fue posible realizar muestreo destructivo.

Se voltearon 46 árboles, extrayendo secciones de fuste a 0,3 m y de ahí en adelante cada 3,2 m hasta alcanzar la altura total de los árboles.

En cada sección de fuste se midió el crecimiento entre anillos, con el fin de restituir el crecimiento en diámetro y altura a lo largo de la vida del rodal.

Con esta información se pudo reconstruir las distribuciones diamétricas y de altura a distintas edades, lo cual proporcionó los antecedentes base para la predicción de rendimientos por tipo de producto.

Rendimientos Volumétricos por Producto

Para estimar los rendimientos por tipo de producto a distintas edades se ajustaron modelos de ahusamiento basados en la información del muestreo destructivo. Dichos modelos fueron aplicados al árbol medio de cada clase diamétrica considerando la especificación de productos dada para el estudio, siendo agregados posteriormente al nivel de la hectárea.

En el escenario hipotético analizado, la producción se orienta al mercado nacional considerando trozas debobinables, aserrables y polines, bajo el supuesto que se comercialicen trozas de este último tipo o que ellas son destinadas a otros usos. Las dimensiones y precios de las trozas utilizadas para obtener cada uno de dichos productos se especifican en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Especificaciones de productos y precios para un escenario orientado al mercado nacional

Producto	Diám. Máx. (cm)	Diám. Mín. (cm)	Largo (m)	Precio (\$/m³)
Trozas debobinables	72	35	3,6	20.000
Trozas aserrables	-	16	3,2	14.000
Trozas pulpables	-	8	2,44	3.000

Fuente: Loewe et al., 1996; Cabrera, 1997.

Evaluación Financiera

Con datos de costos e ingresos, obtenidos de productores de la zona y de otros estudios en álamo, se construyeron flujos de caja, calculando el Valor Presente del Suelo (VPS) que se utilizó como indicador de rentabilidad. Este valor corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho suelo, bajo un determinado esquema de manejo, a partir de un terreno baldío (Chacón, 1995). Es decir; este indicador evalúa infinitas rotaciones, lo que permite comparar la rentabilidad de distintas rotaciones.

Para determinar la rotación que maximice la rentabilidad del cultivo, se calculó el Valor Presente del Suelo para los tres rodales desde rotaciones de 7 años hasta la edad que presentaba cada rodal. La rotación óptima corresponde a la edad en la cual se maximiza el VPS.

Para analizar la influencia de la densidad inicial sobre la rentabilidad del cultivo, se compararon los VPS de cada rodal, con lo que se determina la relación entre densidad de plantación y rentabilidad.

El efecto de podas se evaluó comparando el Valor Presente del Suelo (VPS) para situaciones con poda (4 y 8 m) y sin poda, con lo que se pudo determinar la conveniencia o no de desarrollar dicha actividad según su influencia

en la rentabilidad. Un supuesto del estudio es que no existen pérdidas de crecimiento o que ellas son despreciables al realizar esta actividad, debido a que los rodales no presentaban una altura de poda homogénea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las densidades de las plantaciones en la Comuna de Coltauco, son por lo general superiores a 1.000 árb/ha, siendo las más comunes 3x2 m (1.666 árb/ha), 2x4 m (1.250 árb/ha) y 3x3 m (1.111 árb/ha). Esto confirma la idea de los propietarios de que al maximizar el volumen, con mayores densidades, se obtendrán más ganancias monetarias, situación no siempre válida y que muestra la falta de un enfoque orientado al producto. Sin embargo, en plantaciones más jóvenes se observa la tendencia a disminuir la densidad, y así realizar cultivos intercalares, principalmente de maíz, que entregan retornos intermedios.

Los rodales en estudio presentan diferencias en los parámetros dasométricos como resultado de las densidades iniciales. A los 10 años de edad, el área basal para los rodales de 950, 625 y 400 árb/ha es de 64, 52 y 41 m²/ha, mientras el volumen bruto alcanza valores de 564; 472 y 393 m³/ha respectivamente como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Caracterización de rodales en estudio a los 10 años de edad

Atributo	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3
Nha (árb/ha)	950	625	400
Area Basal (m ² /ha)	64	52	41
DCM (cm)	29	33	36
Volumen (m ³ /ha)	564	472	393

DCM : Diámetro cuadrático medio (cm)

En la Figura 1 se muestra las distribuciones diamétricas de los rodales estudiados. Se

aprecia, un desplazamiento de ellas a la derecha en la medida que disminuye la densidad.

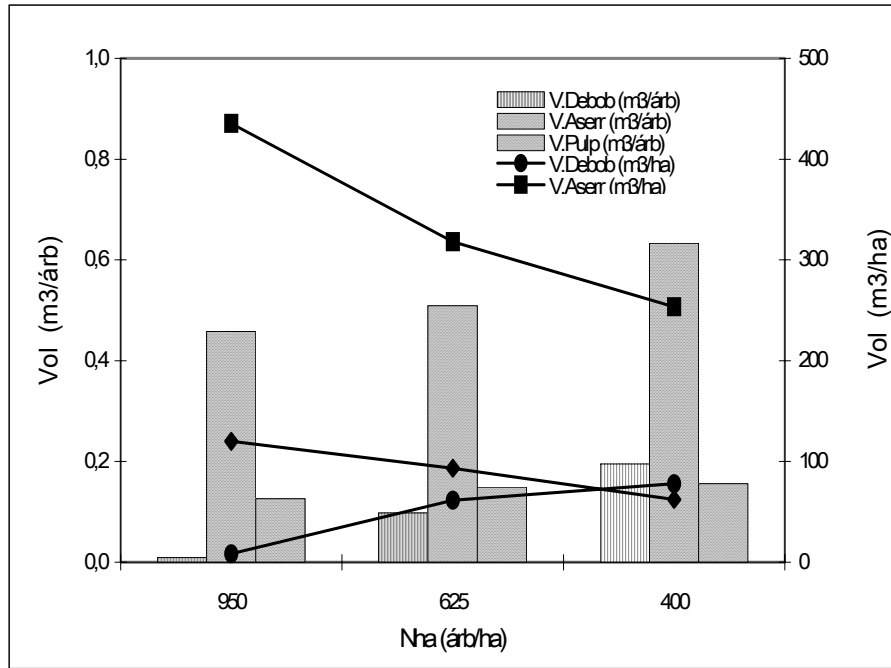
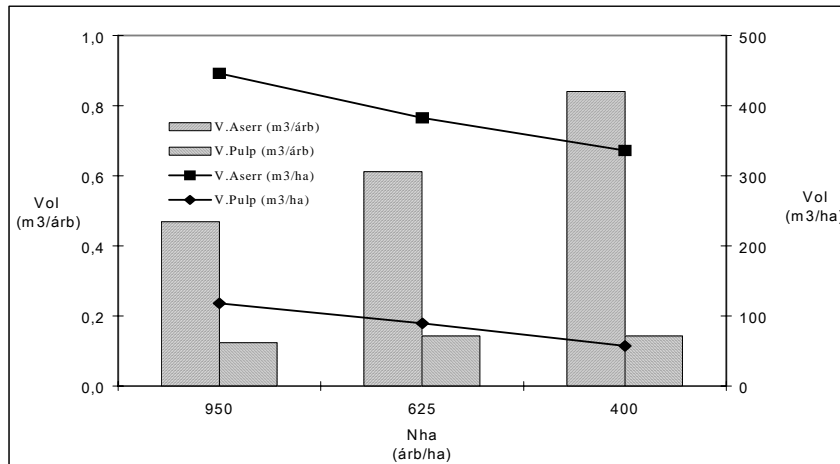


Figura 1. Distribuciones diamétricas de los rodales estudiados a los 10 años de edad

Rendimientos por tipo de producto

Se estimó los volúmenes por tipo de producto a los 10 años, para tres densidades iniciales de plantación (950, 625 y 400 árb/ha), considerando además tres escenarios de poda: (i) sin poda, (ii) con poda a 4 m, y (iii) con poda a 8 m. Se asumió que no existen pérdidas significativas en crecimiento como resultado de la poda.

Sin poda. En un escenario sin poda, los volúmenes por tipo de producto varían con la densidad de plantación (Figura 2). Se aprecia que los volúmenes por hectárea, tanto aserrables como pulpables, crecen al aumentar la densidad, mientras que los volúmenes individuales presentan una tendencia inversa a la anterior.



Tipo de Producto	Rodal 1 (950 árb/ha)		Rodal 2 (625 árb/ha)		Rodal 3 (400 árb/ha)	
	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)
Aserrable	446	0,469	383	0,612	336	0,840
Pulpable	118	0,124	89	0,143	57	0,143

Figura 2: Rendimiento por producto para los tres rodales a los 10 años en la alternativa de manejo sin poda

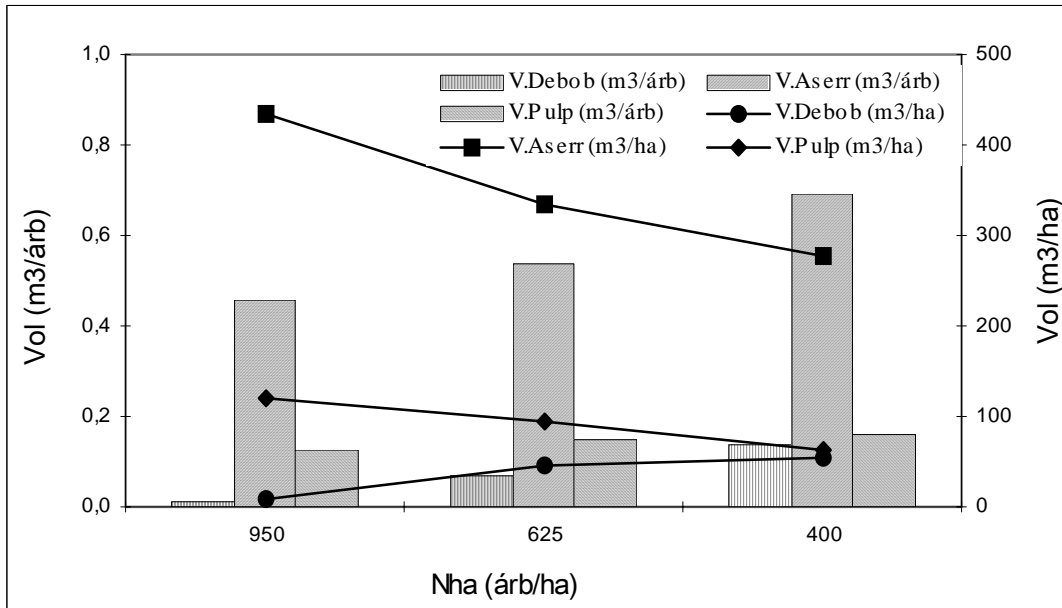
La proporción de volumen aserrable y pulpable tanto por hectárea como por árbol también se ve afectada por la densidad. El rodal 1 (950 árb/ha) presenta un 79% de volumen aserrable y un 21% de volumen pulpable. El rodal 2 (625 árb/ha) un 81% de volumen aserrable y un 19% de volumen pulpable. El rodal 3 (400 árb/ha) presenta un 85% de volumen aserrable y un 15% de volumen pulpable.

A menor densidad es mayor la proporción de volumen aserrable y menor la de volumen pulpable ya que los árboles son más grandes y se concentran en las clases diamétricas superiores. Al contrario, al aumentar la densidad, aunque la cantidad de árboles sea mayor, éstos son más pequeños y se concentran en las clases diamétricas inferiores,

lo que produce una mayor proporción de volumen pulpable.

Con poda. Hasta los 4 m. Bajo este esquema de poda los rodales 2 y 3 (400 y 625 árb/ha respectivamente) producen volumen debobinable a partir de los 8 años; mientras que el rodal 1 (950 árb/ha) lo hace 2 años más tarde. Esto evidencia que a menor densidad los individuos alcanzan antes mayores dimensiones por lo que califican para productos de mayor calidad.

La Figura 3 muestra los rendimientos a los 10 años para los tres rodales bajo un escenario con poda hasta los 4 m. Los volúmenes aserrables y pulpables se comportan de modo similar al caso sin poda.



Tipo de Producto	Rodal 1 (950 árb/ha)		Rodal 2 (625 árb/ha)		Rodal 3 (400 árb/ha)	
	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)
Debobinable	9	-	45	0,071	54	0,136
Aserrable	435	0,458	334	0,535	276	0,690
Pulpable	120	0,126	94	0,150	63	0,158

Figura 3: Rendimiento por producto para los tres rodales a los 10 años en un escenario con poda hasta los 4 m

Según lo anterior, con poda hasta los 4 m, la densidad de plantación y el volumen por producto están relacionados. Se puede observar que a mayor densidad aumenta el volumen aserrable y pulpable por hectárea debido al mayor número de árboles, mientras que el volumen aserrable y pulpable por árbol es menor ya que los individuos son más pequeños.

En cambio el volumen debobinable disminuye al aumentar la densidad. Esto se explica ya que al plantar a mayor densidad los árboles no alcanzan a satisfacer los requerimientos de dimensión para este producto.

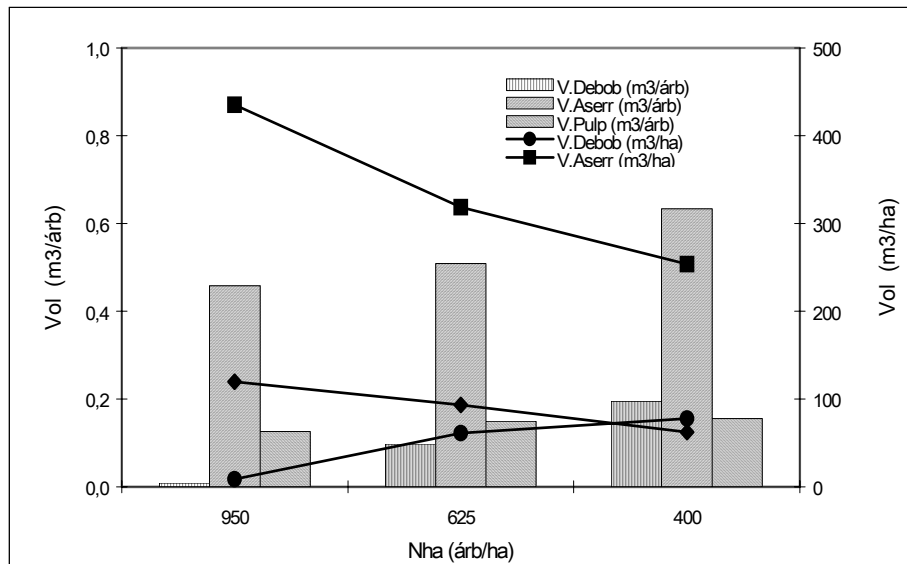
Además, la proporción de volumen de los distintos productos tanto por hectárea como

árbol también es afectada por la densidad de plantación. El rodal 1 (950 árb/ha) tiene un 2% de volumen debobinable, un 77% de volumen aserrable y un 21% de volumen pulpable. El rodal 2 (625 árb/ha) tiene un 9% de volumen debobinable, un 71% de volumen aserrable y un 20% de volumen pulpable. El rodal 3 (400 árb/ha) tiene un 14% de volumen debobinable, un 70% de volumen aserrable y un 16% de volumen pulpable.

Así la densidad influye en la proporción de volumen de los productos. A mayor densidad disminuye la proporción de volumen debobinable; sin embargo, la de volumen aserrable y pulpable crece. La diferencia con el caso sin poda, se debe a que al realizar una poda hasta 4 m, parte del que era volumen aserrable pasa a debobinable, y a menor densidad es mayor el volumen debobinable que se puede obtener porque los individuos son de mayores dimensiones. Por otra parte, el

volumen pulpable se comporta igual al caso sin poda ya que es independiente del volumen debobinable que se pueda obtener al realizar una poda.

Con poda hasta los 8 m. Bajo este escenario el rodal 1 (950 árb/ha) no presenta diferencias en los volúmenes de ningún producto con relación al caso anterior; es decir aunque se aumente en 4 metros la poda no se puede obtener más volumen debobinable ya que no se alcanza a agregar ninguna troza al no cumplir con las restricciones de dimensión para la obtención de dicho producto. En cambio los rodales 2 y 3 (625 y 400 árb/ha respectivamente) sólo a los 7 y 8 años mantienen los volúmenes de la situación anterior; para el resto de las edades el volumen debobinable se incrementa fuertemente. Es decir, al aumentar la altura de poda en 4 metros se obtienen más trozas que cumplan con las restricciones de dimensión para este producto.



Tipo de Producto	Rodal 1 (950 árb/ha)		Rodal 2 (625 árb/ha)		Rodal 3 (400 árb/ha)	
	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)	(m³/ha)	(m³/árb)
Debobinable	9	-	61	0,098	78	0,195
Aserrable	435	0,458	318	0,509	253	0,633
Pulpable	120	0,126	93	0,149	63	0,156

Figura 4. Rendimiento por producto para los tres rodales a los 10 años en la alternativa de manejo con poda hasta los 8 m

En un manejo con poda hasta los 8 m existe una fuerte relación entre la densidad y el rendimiento por producto. Al igual que en los casos anteriores se observa que en plantaciones densas aumenta el volumen aserrable y pulpable por hectárea por el mayor número de árboles. Pero el volumen individual (aserrable y pulpable) es menor ya que los individuos son de menores dimensiones. Además, en el caso del rodal más denso los volúmenes aserrable y pulpable no cambiaron respecto al caso con poda hasta los 4 m.

También se puede señalar que el volumen debobinable disminuye tanto por hectárea como por árbol al aumentar la densidad. Además, en el rodal más denso el volumen debobinable no varió al realizar una mayor altura de poda.

A los 10 años la proporción de volumen debobinable, aserrable y pulpable tanto por hectárea como por árbol individual también se ve afectada por la densidad de plantación, al igual que en los casos anteriores. Así, el rodal 1 tiene un 2% de volumen debobinable, un 77%

de volumen aserrable y un 21% de volumen pulpable. El rodal 2 tiene un 13% de volumen debobinable, un 67% de volumen aserrable y un 20% de volumen pulpable, mientras que el rodal 3 tiene un 20% de volumen debobinable, un 64% de volumen aserrable y un 16% de volumen pulpable.

Efecto de la longitud de rotación sobre la rentabilidad. Para ilustrar el efecto de la longitud de rotación sobre la rentabilidad del cultivo, se analizará la situación con poda hasta los 4 m para los tres rodales, ya que los resultados son similares para las situaciones sin poda y con poda hasta los 4 y 8 m.

La Figura 5 muestra, la evolución del VPS en el tiempo, con una tasa de descuento del 8%. Se puede apreciar que a partir de los 8 años la rentabilidad se hace positiva para los tres rodales. A partir de los 8 y hasta los 10 años se genera un fuerte crecimiento en el valor de la plantación para las tres situaciones bajo estudio.

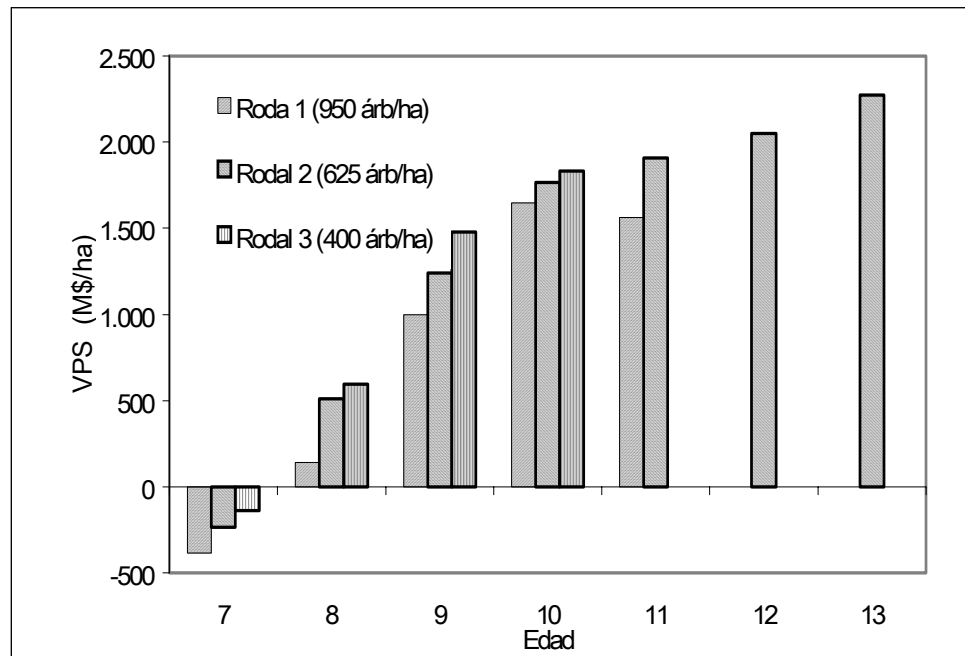


Figura 5. Evolución del VPS (8%) a través del tiempo para los tres rodales en la alternativa de manejo con poda hasta los 4 m.

Para el rodal con una densidad inicial de 950 árb/ha y un esquema de poda hasta los 4 m, la mayor rentabilidad se alcanza a los 10 años con un VPS de 1.646 M\$/ha, por lo que se alcanza la rotación financiera para esta condición.

Para el rodal con una densidad inicial de 625 árb/ha y un esquema de poda hasta los 4 m, la mayor rentabilidad se alcanza a los 13 años con un VPS de 2.274 M\$/ha. Sin embargo, esta es la edad que tenía el rodal al momento de la toma de datos en terreno, por lo cual no es posible determinar la rotación que maximiza la rentabilidad, concluyendo que es superior a ella.

Para el rodal con una densidad inicial de 400 árb/ha y un esquema de poda hasta los 4 m, la mayor rentabilidad se alcanza a los 10 años con un VPS de 1.833 M\$/ha. Sin embargo, esta es la edad que tenía el rodal al momento de la toma de datos en terreno, por lo cual no es posible determinar la rotación que maximiza la rentabilidad, concluyendo que es superior a ella.

Se puede concluir que la longitud de la rotación

está afectada por la densidad de los rodales.

Entre los 8 y 10 años de edad, la rentabilidad del rodal 3 (400 árb/ha) es superior a la del rodal 2 (625 árb/ha) y a la del rodal 1 (900 árb/ha), en ese orden.

Efecto de la densidad de plantación sobre la rentabilidad del cultivo. Si se comparan los rodales bajo estudio a los 10 años de edad, se aprecia que la rentabilidad del cultivo se ve afectada por la densidad inicial de plantación y por el esquema de poda. Bajo un escenario sin poda, se observa que la mayor rentabilidad (1.783 M\$/ha) se obtiene con una densidad inicial de 950 árb/ha. Bajo un escenario con poda hasta los 4 m, se aprecia que la rentabilidad aumenta al disminuir el espaciamiento, culminando con un VPS de 1.833 M\$/ha para una densidad inicial de 400 árb/ha. Finalmente, bajo un escenario con poda hasta los 8 m, se observa la misma tendencia que en el caso anterior, culminando la rentabilidad en 1.921 M\$/ha para una densidad inicial de 400 árb/ha.

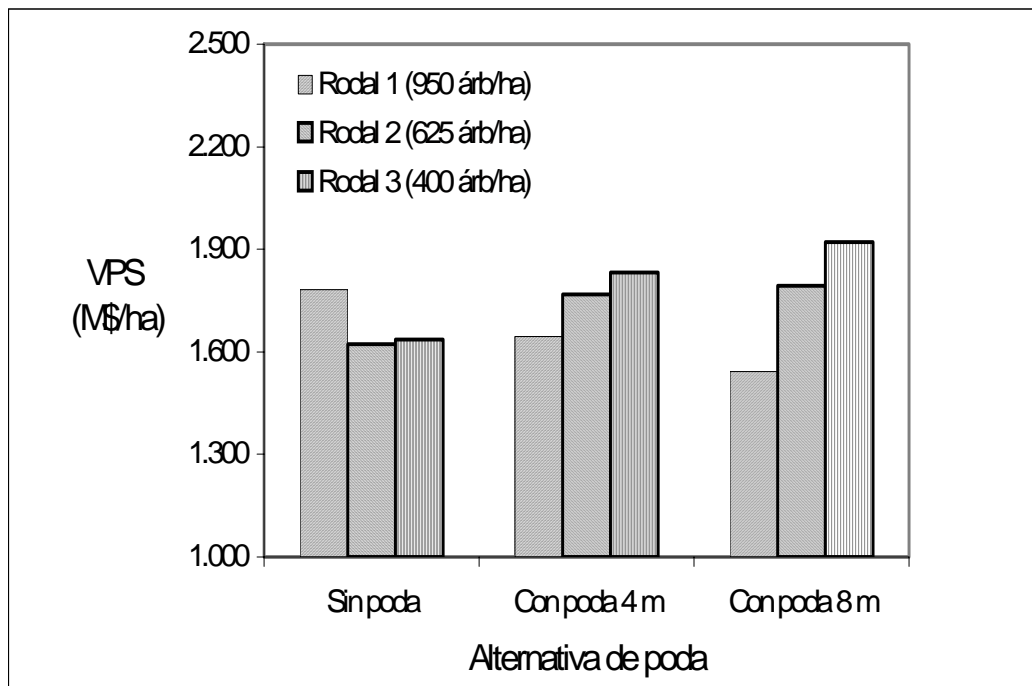


Figura 6. Rentabilidad del cultivo a los 10 años para tres densidades iniciales de plantación y tres esquemas de poda.

El análisis anterior puede ser reforzado al reorganizar la información de la figura 6, con el

objetivo de explorar el efecto de la poda sobre la rentabilidad del cultivo (Figura 7). De esta forma,

si se comparan los rodales bajo estudio a los 10 años de edad, para las distintas densidades iniciales de plantación, se observa que los esquemas de poda de mayor rentabilidad son diferentes. Para una densidad inicial de 950 árb/ha la mayor rentabilidad se obtiene con el esquema sin poda que alcanza un valor de

1.783 M\$/ha. Para una densidad inicial de 625 árb/ha la mayor rentabilidad se obtiene con poda hasta los 8 metros, alcanzando un valor de 1.794 M\$/ha. Para una densidad inicial de 400 árb/ha la mayor rentabilidad se obtiene con poda hasta los 8 metros, alcanzando un valor de 1.921 M\$/ha.

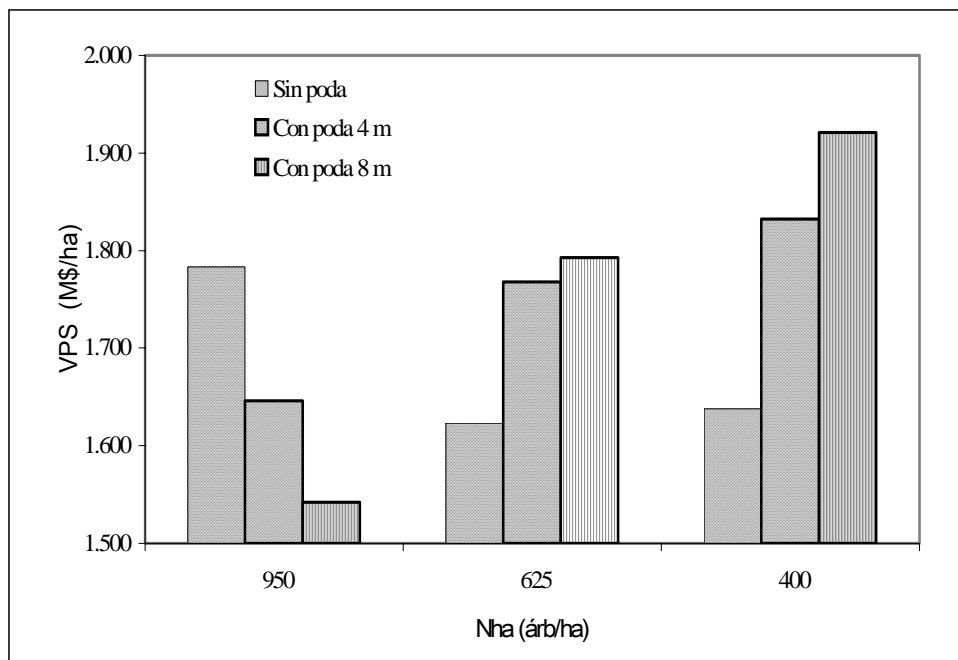


Figura 7. Rentabilidad del cultivo a los 10 años para tres densidades iniciales de plantación y tres esquemas de poda.

DISCUSIÓN FINAL

Con los resultados obtenidos, se obtienen criterios técnicos y financieros que permitirán guiar el cultivo del álamo y aprovechar las ventajas de esta zona de crecimiento.

De acuerdo a los resultados anteriores se puede señalar que la longitud de la rotación financiera depende de la densidad de plantación. De esta manera, para el escenario planteado, al aumentar la densidad inicial se tiende a acortar la rotación financiera. Así, al rodal 1 (950 árb/ha) se le calculó una rotación de 10 años para los tres esquemas de poda y una tasa de descuento del 8%.

El rodal 2 (625 árb/ha) hasta los 13 años no presenta un máximo valor de VPS; por lo tanto,

la longitud de rotación es mayor de 13 años. Sin embargo, la variación de VPS en los últimos años es del orden del 15%, por lo que la decisión de cortar puede adelantarse de acuerdo al criterio del tomador de decisiones.

El rodal 3 (400 árb/ha) tampoco presenta un máximo valor de VPS hasta los 10 años, por lo que su edad de rotación es mayor a esa edad para los tres esquemas de poda.

Por otra parte, el efecto de la densidad de plantación sobre la rentabilidad del cultivo depende de la realización o no de poda.

La conveniencia de realizar o no podas va a depender de la densidad de plantación que se esté ocupando. El rodal 1 (más denso, con 950 árb/ha) presenta la mayor rentabilidad para el caso sin poda, y al ir aplicando poda la

rentabilidad va disminuyendo. Por el contrario, en los rodales 2 y 3 (625 árb/ha y 400 árb/ha respectivamente) se presentan los mayores valores de VPS para la situación con poda hasta los 8 m y al ir disminuyendo la intensidad de la poda la rentabilidad va decreciendo.

Según lo señalado anteriormente es claro que la rentabilidad del cultivo está influenciada por la longitud de rotación, la densidad de plantación y el hecho de realizar o no podas.

Se puede señalar que si el objetivo de producción solamente es madera aserrable y pulpable, el rodal más denso (950 árb/ha) presenta la mayor rentabilidad entre los tres rodales a los 10 años. Sin embargo, si al rodal de 625 árb/ha se le aplica una rotación de 13 o más años, éste presentaría un VPS mayor para esta alternativa de producción.

Por otra parte, si el objetivo es producir madera de alta calidad, la alternativa de plantación a una densidad de 400 árb/ha y con poda hasta los 8 m presenta la mayor rentabilidad hasta los 10 años (edad a la cual se pudieron comparar los tres rodales). Además, es presumible que a mayor edad, siga siendo la mejor alternativa para la producción de madera debobinable, aserrable y pulpable. Finalmente, esta última alternativa (400 árb/ha y poda hasta los 8 m) genera las mayores ganancias económicas al compararla con los otros rodales y objetivos de producción.

El análisis realizado se ha basado en un escenario de mercado y precios particular; por lo cual el cambio en las condiciones puede modificar el análisis financiero realizado. Además se trata de una locación geográfica particular no pudiendo extrapolarse los resultados a otras áreas geográficas debido a que las condiciones de crecimiento, de estructura de costos y de mercado variarán. Lo anterior enfatiza la necesidad de desarrollar esquemas silviculturales particulares para

distintas áreas geográficas, considerando un enfoque integrado del sistema bosque-industria-mercado.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, P. 2000. Análisis del efecto de algunas variables silviculturales sobre la rentabilidad del cultivo de *populus x euramericana* cv. I - 214 en rodales de la zona de Coltauco, Provincia del Cachapoal, VI Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 71 p.
- Bravo, P. 1995. Estudio para plantaciones de álamo (*Populus spp.*) en la Caja del río Cachapoal, VI Región, Chile. Informe Práctica Profesional para optar al Título de Técnico Forestal. CONAF Sexta Región. 35 p.
- Cabrera, J. 1997. Antecedentes económicos del álamo. Exposición presentada en el Curso sobre Cultivo del Álamo organizado por la Comisión del Álamo que preside CONAF. Osorno. 8 p.
- Chacón, I. 1995. Decisiones económico financieras en el manejo forestal. Universidad de Talca. Chile. 248 p.
- Loewe, V., Toral, M., Fernández, P., Pineda, G. y López, C. 1996. Monografía de álamo: *Populus spp.* En: Potencialidad de Especies y sitios para una diversificación Silvícola Nacional. INFOR: Proyecto financiado por CONAF. Santiago. 111 p.
- Santibañez, F. 1993. Atlas Agroclimático de Chile: Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Ministerio de Agricultura. Fondo de Investigación Agropecuaria. CORFO. 99 p.