

I.1. Criterios de Poda y Raleo en Eucalyptus grandis en Shell C.A.P.S.A.

Por Ing. Ruben Kolln ¹

1.- Introducción

Shell comienza su actividad en el rubro forestal ya en la década del 70 y pese a que en sus inicios pensaba en plantaciones de Eucalyptus para producción de pulpa de madera; en la década del 90 comienza a vislumbrar el negocio de la madera sólida siempre a partir del mismo genero, de la que están cultivadas la mayor parte de sus bosques implantados en varios países del mundo.

En el Norte de Corrientes comienza su actividad a fines del año 1997 con la compra de propiedades y al año siguiente comienzan las plantaciones de Eucalyptus fundamentalmente, con el objetivo final de obtener madera sólida libre de nudos.

Ese objetivo fijado a partir del Eucalyptus hace que el desafío sea mayor, ya que la base de sustento técnico de toma de decisiones de manejo no tiene los estudios y ensayos como en el caso de Pinus o de Eucalyptus para pulpa.

2.- Aspecto Técnico: Plan de Manejo para obtener madera de calidad

Como en toda producción que se precie de económica, se tiende a maximizar monetariamente los productos que salen del bosque y en este caso el mayor valor estará dado con el mayor volumen de madera libre de nudos que se produzca.

¿Cómo maximizar la producción de madera libre de nudos? Esta en directa relación con la edad de rotación, con el diámetro de los arboles y con la densidad final de arboles por hectárea que se cosecharan en esa instancia. Pero también hay una verdad forestal que no podemos evitar: la calidad no va de la mano de la cantidad. Es decir, si se quiere lograr calidad de madera debemos resignar algo de cantidad y viceversa, si se quiere lograr cantidad de madera debemos resignar algo de calidad. No podemos maximizar los dos aspectos.

La edad de rotación en realidad es una decisión que combina la producción física con la financiera, donde entran a jugar factores intrínsecos como extrínsecos de la plantación pero debemos admitir que es una de las decisiones más importantes ya que determina el crecimiento anual de la plantación y con ello la tasa anual de retorno de la empresa forestal.

En la obtención de madera de calidad libre de nudos hay tres aspectos básicos a tener en cuenta:

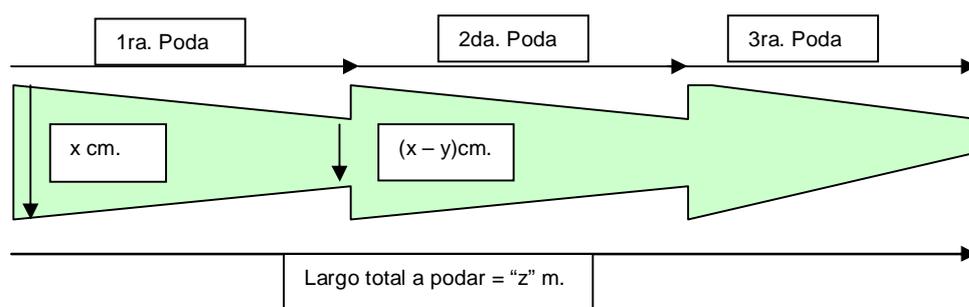
2.1.- Cilindro central con defectos que se desea obtener

Es el cilindro central con defecto que siempre se pretende que sea mínimo pero que de alguna manera hay que compatibilizar con la periodicidad de las podas. Cuanto mayor es la cantidad de veces que ingresamos a podar un mismo árbol tanto mayor es el costo. En cuanto a la periodicidad de podas seria bueno que sea una sola operación ingresando una sola vez a podar la altura total deseada y con ello lograr el objetivo planteado de obtención de madera sólida de calidad.

¹ Desarrollo Técnico empresa SHELL – CAPSA Corrientes Arg. e.mail ruben.kolln@scapsa.shell.com

Pero por supuesto esto se contrapone con el diámetro que tendrá nuestro cilindro central defectuoso demasiado grande, como para permitir optimizar la producción de madera de calidad. A su vez el propio árbol tiene una conicidad que impide que el cilindro central pueda ser uniforme, sino que el mismo tiene la misma conicidad que la del árbol y que en nuestro caso del *Eucalyptus grandis* y para edades entre 1 a 3 años la conicidad promedio es de un centímetro por metro.

Por lo tanto en realidad el llamado cilindro central defectuoso en un árbol apeado tiene una forma como la siguiente:



Esto nos indica en nuestro manejo que cuando intervenimos con cada poda un rodal que tiene en promedio " $x-1$ " cm de d.a.p. en realidad en la base tiene por lo menos " x " centímetros o algo más y a la altura tope de poda el diámetro es de " $x-y$ " cm. siendo " y " el coeficiente de conicidad multiplicado por la altura de poda.

Este cilindro central también tiene que absorber la curvatura que puede llegar a tener el tronco, por lo que recién después de: " $x + cicatrización + curvatura del fuste$ " podemos comenzar a hablar de madera libre de nudos.

Podemos decir que hablar de 12 cm. de cilindro central defectuoso como objetivo es probable y que es un valor mínimo que se podría alcanzar en condiciones óptimas. Normalmente se puede suponer un cilindro defectuoso de unos 15 cm. como aceptable, tendiendo siempre a minimizarlo.

Merece por otro lado un párrafo aparte el hecho de que esta efficientización del aspecto silvicultural debe ir acompañada en el mismo sentido por el sector industrial, ya que de nada vale poner todo el empeño posible en obtener madera de calidad si luego ésta se pierde en el proceso industrial.

2.2.- El largo y costo de la troza libre de nudos que se desea

El segundo factor a tener en cuenta y que por supuesto está interrelacionado con los demás es el largo de troza (" z ") que deseamos obtener de madera libre de nudos y que significará una altura de poda a alcanzar más un plus para prever pérdidas de corte en la base del árbol o diferencias de medidas.

Este largo de troza también involucra la cantidad de operaciones que queremos o tenemos que realizar para alcanzar la altura " z " (" $1ra$ ", " $2da$ " y " $3ra$ " intervención). Aquí están involucrados tanto costos de la operación como valor como la cantidad del producto que se desea obtener al final del turno.

	Año	\$/ha.	\$/ha.	\$/ha.	\$/ha.	Factor
Costo de la(s) poda(s)	0	50	100	200	300	
Valor capitalizado al 8 %	9	100	200	400	600	2,0
Valor capitalizado al 8 %	14	147	294	587	881	2,9
Valor capitalizado al 8 %	18	200	400	799	1199	4,0
Valor capitalizado al 8 %	21	252	503	1007	1510	5,0
Valor capitalizado al 8 %	23	294	587	1174	1761	5,9

En la tabla adjunta se puede observar que el costo de la poda se duplica a los nueve años, se triplica a los 14 años, se cuadruplica a los 18, se quintuplica a los 21 años y se sextuplica a los 23 años en una capitalización al 8% anual y ese valor también depende del costo que tengamos de las podas realizadas. Una cosa es tener un costo de podas de 50 \$/ha y otra totalmente distinta es tener un costo de 300 \$/ha..

En otras palabras para estar seguro de realizar una poda debemos estar convencidos que la madera que obtendremos a partir de esa operación tenga un precio tal que compense la poda. En el supuesto anterior y suponiendo que obtendremos 100 m³/ha de madera de calidad, si la poda nos costó 50 \$/ha y hacemos la tala final 14 años después de realizada la misma; con un sobreprecio de 1.50\$/m³ se estará cubriendo la erogación por la poda, en cambio si la poda nos costó 300 \$/ha necesitamos que ese plus de precio sea de 9\$/m³.

2.3.- El volumen de madera de calidad a alcanzar en la cosecha final

El volumen de una troza esta dado por el diámetro al cuadrado multiplicado por un factor y por la altura de la troza podada. Pero para pasar el volumen individual a volumen por hectárea de madera de calidad, multiplicamos el volumen individual por la cantidad de arboles por hectárea que existen en el rodal.

El diámetro que se desea alcanzar en el momento de tala final es importante y esta relacionado con la especie, la calidad de sitio, la edad de rotación y el manejo que de la plantación se realice.

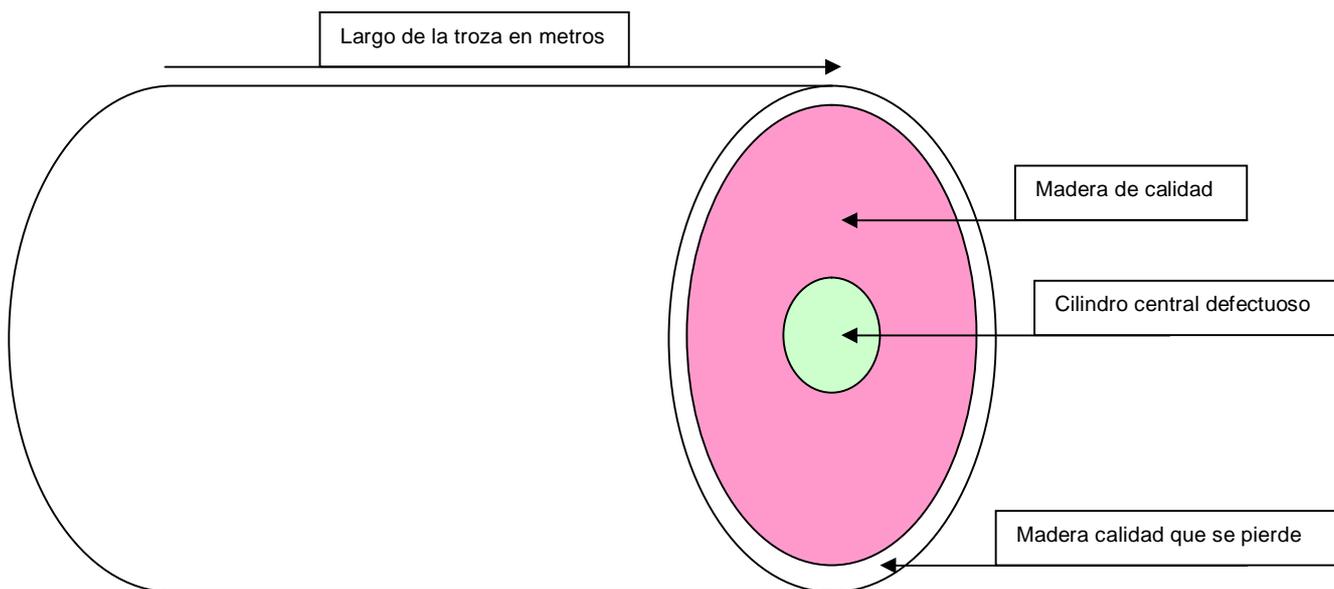
Debemos considerar en este punto que todas las especies tienen una capacidad de crecimiento en Area basal máxima y como lo que estamos buscando es calidad de madera y sabiendo que ella se logra con el diámetro de las trozas multiplicado por el numero de arboles por ha. del rodal, debemos encontrar el equilibrio entre el menor numero de arboles por hectárea posible que me dé el mayor area basal por ha. posible:

	Area Basal por ha.				
d.a.p.	25	30	35	40	45
45	157	189	220	252	283
40	199	239	279	318	358
35	260	312	364	416	468
30	354	424	495	566	637
25	509	611	713	815	917

Este cuadro nos indica que podemos llegar a tener un mismo área basal con distinta cantidad de arboles por ha.. Si tomamos por ejemplo 35 m² de Area Basal por hectárea (un área basal

objetivo a alcanzar en el momento de la cosecha final) lo podemos lograr con 220 arboles de diámetro cuadrático promedio de 45 cm., o con 279 arboles de 40 cm, o con 364 de 35 cm, etc.. Por supuesto que para nuestro caso el objetivo debiera ser tener solo 220 arboles por ha de 45 cm de diámetro cuadrático medio que pasaremos a desarrollar mas adelante.

Para terminar el análisis de la formación de madera de calidad en un rodal, debemos considerar el aspecto industrial del negocio, donde, tomando como ejemplo la madera para debobinar, la forma de determinar el volumen total de madera libre de calidad es así:



Del volumen total que los silvicultores generamos hay tres partes que los industriales consideran en definitiva para hacer sus análisis de rendimiento.

El cilindro central defectuoso: ya considerado y que para efectos industriales tiene valor cercano a cero.

La madera de calidad: dentro de esta debemos diferenciar dos tipos:

La aprovechable industrialmente: que es la que se señala en el dibujo de arriba y la que le dá el valor industrial al producto y la que en definitiva produce el retorno económico tanto al industrial como al productor.

La desaprovechada industrialmente: es la madera de calidad superior correspondiente al cilindro exterior limite con la corteza y que producto del proceso industrial, de la conicidad de la troza, de la curvatura y excentricidad de cada troza, esa madera se pierde. Esta perdida puede ser tan poca como tan solo una pulgada de diámetro o tanto como dos o tres pulgadas de diámetro dependiendo de los procesos industriales y de la calidad de los mismos. Los industriales dicen que esa madera también tiene un valor cercano a cero.

Es decir que en realidad desde el punto de vista industrial debemos maximizar la madera de calidad aprovechable industrialmente, como se muestra en la tabla adjunta, donde se trata de describir el comportamiento :

d.a.p.	arb/ha	Volumen teórico (m3/ha)	Cilindro defectuoso (cm.)	Volumen Cil defectuoso (m3/ha)	Volumen perdido Industrialmente (m3/ha)	Volumen neto (m3/ha)	% respecto a 45 cm d.a.p. y 12 cm cil.def.
45	220	250	18	44,8	28,5	176,2	-12%

45	220	250	16	35,4	28,5	185,6	-8%
45	220	250	14	27,1	28,5	193,9	-4%
45	220	250	12	19,9	28,5	201,1	0%
d.a.p.	arb/ha	Volumen teórico (m3/ha)	Cilindro defectuoso (cm.)	Volumen Cil defectuoso (m3/ha)	Volumen perdido Industrialmente (m3/ha)	Volumen neto (m3/ha)	% respecto a 45 cm d.a.p. y 12 cm cil.def.
45	220	250	10	13,8	28,5	207,2	3%
40	279	246	18	56,7	31,7	157,4	-22%
40	279	246	16	44,8	31,7	169,3	-16%
40	279	246	14	34,3	31,7	179,8	-11%
40	279	246	12	25,2	31,7	188,9	-6%
40	279	246	10	17,5	31,7	196,6	-2%
35	364	241	18	74,1	35,7	131,4	-35%
35	364	241	16	58,5	35,7	146,9	-27%
35	364	241	14	44,8	35,7	160,6	-20%
35	364	241	12	32,9	35,7	172,5	-14%
35	364	241	10	22,9	35,7	182,6	-9%
30	495	235	18	100,8	40,8	93,3	-54%
30	495	235	16	79,6	40,8	114,5	-43%
30	495	235	14	61,0	40,8	133,2	-34%
30	495	235	12	44,8	40,8	149,3	-26%
30	495	235	10	31,1	40,8	163,0	-19%

Esta tabla muestra como varia el volumen neto a obtener de la plantación comparada con un caso base resaltado en negrita y que considera un cilindro central defectuoso de 12 cm., un largo de troza fijo de ocho metros de madera podada y una perdida industrial de madera de calidad de una pulgada para todos los casos, un coeficiente de conicidad de 0.85 cm. por metro (valor calculado para un muestreo de nuestras plantaciones de 16 años de edad). Las variables consideradas son: el diámetro medio, los arboles por hectárea y el cilindro central con defectos que se desea obtener.

Esta tabla muestra claramente que las plantaciones de mayores diámetros, con la menor cantidad de arboles por hectárea y un cilindro central defectuoso menor son los que generan la mayor cantidad de madera de calidad.

Cuanto menor sea el cilindro central defectuoso, mayor el diámetro medio cuadrático y menor el numero de arboles, tanto mayor es la cantidad de madera industrialmente aprovechable que podemos obtener, manteniendo el nivel de Area Basal en 35 m2 para la cosecha final.

3.- Experiencia en Shell

Las plantaciones que se comenzaron a cultivar en 1998 tuvieron un distanciamiento inicial de cuatro metros en la melga y dos metros entre arboles, con un densidad de 1.250 plantas por hectárea.

En las plantaciones del año 1998, vimos con sorpresa que las necesidades de poda comenzaban ya a los 14-16 meses de edad, momento en que el diámetro a la altura de pecho promedio de los 600 arboles dominantes tiene entre 7-8 cm. y con una altura de entre 7 y 8 metros y donde en la base comienzan a observarse ramas secas. Con ello comienza la preocupación por definir los diámetros del cilindro central defectuoso en donde con los valores que estamos manejando esperamos definirlo en unos 12 cm.

Tomando los criterios descritos arriba, se definió un plan de manejo tentativo para las plantaciones de Shell que se describe:

La plantación con 1000-1200 plantas por hectárea se mantiene hasta los 15 a 18 meses de edad, dependiendo del sitio. Cuando los 600 arboles dominantes de la plantación alcanzan unos 7 a 8 cm de diámetro a la altura de pecho se realiza la primer poda hasta una altura de unos 3 metros y en forma inmediata el primer raleo a desecho quitando todos los arboles mal formados con un peso de unos 200 a 300 arboles por hectárea.

A los 21-24 meses de edad y cuando las mismas plantas tienen unos 10 a 11 cm de d.a.p. se procede a un segundo levante de poda hasta una altura de 5.70 metros que se realiza a unos 500 arboles por hectárea y luego a los 27 a 30 meses de edad se procede a un tercer levante de poda hasta una altura de unos 8.40 metros y a unos 400 ejemplares por ha.. Luego de este tercer levante de podas se pretende hacer un segundo raleo, primero comercial, con destino al mercado de maderas finas, extrayendo entre 150-250 arboles por hectarea.

En cuanto a las próximas intervenciones, estamos dependiendo de la evolución de la masa forestal, con estimaciones de un raleo a los 5-6 años y la tala final a los 15 años, aunque tenemos la esperanza en que se puedan acortar los turnos de corta.

Actividad	Edad (meses)	Arboles/ha.	d.a.p. (cm.)	Poda (m.)
Plantación	0	1000-1200		
1ra. Poda	15-18	600	7-8	3
1er. Raleo (extraídos)	16-19	200-300		
2da. Poda	21-24	500	10-11	5.7
3era. Poda	27-30	400	13-14	8.4
2do. Raleo (extraídos)	28-31	150-250		
3er. Raleo (extraídos)	60-72	150-200		
Tala final	180	250-300		

Dentro de cada actividad a desarrollar se determinan las acciones silvícolas a realizar y con ello también el aspecto de seguridad a tener en cuenta. Tenemos un Area encargada específicamente de analizar las operaciones y garantizar por la seguridad de las mismas, haciendo recomendaciones para que el trabajo realizado sea ergonómico, seguro y eficiente. Cada operación es analizada detectando los riesgos y calificándolos a fin de tomar las medidas precautorias para su mitigación.

Una de las medidas tomadas en cuanto a la poda específicamente es la de tomar recaudos en el trabajo en altura, ya que se determino que la mejor herramienta es la tijera de podar tanto manual como electrónica y esto lleva consigo el problema de solucionar el trabajo en altura del operario.

Es por ello que se construyó un carro de poda tirado por un tractor donde los operarios van sobre una plataforma elevada podando los arboles a ambos lados de la melga. Asimismo se están haciendo evaluaciones para determinar la forma más conveniente de hacer el trabajo con escaleras tratando de mitigar los riesgos que envuelve la operación.

En la primera poda el operario se ayuda con un pequeño banco-escalera de unos 80 centímetros que apoya contra la planta para alcanzar la altura de tres metros. En la segunda y tercera poda se utilizan el carro de podar y las escaleras para alcanzar la altura de 5.70 metros. En todas las operaciones la herramienta utilizada es la tijera que puede ser manual, electrónica o hidráulica. Esto se determinó en función a la cicatrización en el fuste que presenta esta

herramienta comparada con el serrucho, que desgarrar la corteza, especialmente en operaciones en altura y trabajando desde nivel del suelo.

4.- Conclusiones:

4.1.- Técnicas:

Si bien el análisis ha sido hecho a partir de un diámetro cuadrático medio, sin considerar las implicancias que tiene un análisis poblacional real, con distribuciones diamétricas de los arboles de la plantación; las conclusiones son completamente validas:

- **Para obtener madera de calidad tenemos que buscar los mayores diámetros posibles de las trozas al final del turno.**
- **Esto se logra buscando un numero de arboles mínimo que garantice alcanzar el objetivo sin perder producción volumétrica de la plantación en demasía.**
- **Cuanto menor sea el cilindro central defectuoso mayor es el volumen de madera de calidad obtendremos.**
- **El largo de la troza podada determina en gran parte el volumen a obtener de madera de calidad por lo que es fundamental hacer un análisis de costo beneficio, para determinar el beneficio adicional que se logrará y compararlo con el costo de una poda adicional.**
- **Intervernir la plantación en menor cantidad de operaciones posibles a los efectos tender a optimizar los beneficios silvícolas y los costos de las operaciones.**

4.2.- De la experiencia de Shell:

- **Buscamos maximizar la producción de madera de calidad por hectárea, minimizando el cilindro central defectuoso, haciendo raleos fuertes para permitir el crecimiento diamétrico de la masa con el fin de acortar la edad de rotación.**
- **Sabemos que como tratamos con seres vivos que están sujetos a interrelaciones entre el genotipo, el ambiente y el tratamiento o manejo a aplicar, ninguna verdad es absoluta.**
- **La empresa ha sido propuesta para obtener la certificación FSC (Forest Stewardship Council) de manejo forestal sustentable de sus bosques. Esto nos permitirá mantenernos en lugares de vanguardia con respecto a la compatibilización entre aspectos productivos, ambientales y sociales.**
- **Toda empresa tiene ventajas y desventajas, fortalezas y debilidades y sobre ella ciernen las oportunidades y las amenazas del entorno; pero sabemos que solo triunfan aquellas que tienen ventajas y fortalezas por sobre las desventajas y debilidades. Siempre la oportunidad estará mas a la mano de la empresa que tiene fortalezas internas aun por encima de las amenazas que hoy en día son muchas y fuertes en el sector forestal.**
- **Estamos en camino a consolidarnos como productores de madera sólida libre de nudos, sabemos que hay mucho para aprender y por lo tanto abiertos a nuevas ideas y sugerencias a aplicar en ensayos que nos permitan mejorar nuestro manejo tendientes a lograr ese objetivo.**

Por: Ruben F. Kolln: Desarrollo Técnico de Shell C.A.P.S.A. Forestal

Agradezco la colaboración de los integrantes del staff de la compañía:

William Davidson: Operaciones Silviculturales

Alberto Andueza: Cosecha

Alfredo Gutierrez: Administración y Finanzas
Harald Hansen: Asesor Ambiental

Posadas, 10 de octubre de 2000