



Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 6 (17), 2009

## ACTUALIDAD

---

### Alternativas para el raleo de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.)

William Ladrach<sup>1</sup>

#### Resumen

Se revisan y discuten los principios del raleo forestal y los métodos desarrollados para determinar la intensidad y momento de ejecución de esta intervención silvicultural. Se argumenta que lo más importante es planear las entresacas a edades tempranas para eliminar los árboles de baja calidad no aptos para aserrío, de modo que los árboles residuales puedan disponer de un mayor espacio de crecimiento diamétrico. Se discute que, debido a la tendencia de la teca a producir brotes epicórmicos en el tronco después de la entresaca, es conveniente hacer los raleos temprano para minimizar el costo de eliminación de los brotes. La primera entresaca puede hacerse tan pronto como la plantación alcance una altura mayor al largo de la primera troza de 5 m (más el tocón), es decir cuando alcanza los 6 m. Lo que es importante es definir la primera entresaca con base en la altura, en lugar de la edad de la plantación. Se muestra el efecto comparativo en la producción de volumen al realizar la primera entresaca (45% del número de árboles) a tres edades diferentes (3, 5 y 7,5 años de edad), y un segundo raleo (55% del número de árboles) a los 7, 9 y 12 años de edad respectivamente, para dejar 250 en la cosecha final. La alternativa 1 (entresacas a los 3 y 7 años) tiene una producción de madera aserrada 50% mayor que la alternativa 3 (entresacas a los 7,5 y 12 años). El raleo debe aprovechar el IMA máximo del volumen de la plantación, que se alcanzará entre los 7 y los 12 años de edad para estas especies. Se argumenta que para turnos de menos de 25 años, dos entresacas pueden ser todo lo que se necesita para lograr árboles de buen tamaño en la cosecha final y un óptimo retorno sobre la inversión en plantaciones de teca. Lo importante es dejar un tiempo suficiente después del último raleo para que los árboles aprovechen el espacio adicional y produzcan mayores réditos para el propietario forestal. Una regla simple y efectiva es siempre hacer la última intervención antes de la edad media del turno de la plantación.

**Palabras clave:** raleo, entresaca, manejo, plantaciones, teca

#### Abstract:

Thinning principles and development of methods to determine its intensity and frequency are discussed. It is argued that, the most important is thinning planning in early stages, in order to quickly eliminate low quality non merchantable trees, in order to liberate more growing space for the remaining trees. Due to teak tendency in promoting stem branching sprouts after thinnings, it is more convenient early thinnings in order to reduce pruning costs. First thinning could be executed as soon as tree reaches around 6m tall. It is important that thinning timing be determined by total height criteria but no tree age. It is shown comparative effects of 45% intensity first thinnings at ages 3, 5 and 7,5 years-old and, a second 55% intensity thinning at ages 7, 9 and 12 years-old, leaving 250 trees for final harvest. Alternative I (thinning at ages 3 and 7 years), produces 50% more sawmill lumber volume than alternative III (thinning at ages 7,5 and 12 years). Thinnings must account maximal MAI volume, which is reached between ages 7 and 12 years. It is argued that teak plantations under rotation age at 25 years, need only two early thinnings in order to obtain a

---

<sup>1</sup> Zobel Forestry Associates, Inc. [www.zfaforestry.com](http://www.zfaforestry.com)

maximal investment return. What is really important is leaving enough time between last thinning and final harvest, in order to promote a considerable new growth in remaining trees. A simple rule of thumb and always effective is to execute last thinning before mid rotation length.

**Key words:** thinning, teak, plantations, forest management

## INTRODUCCIÓN

Existe una larga historia sobre la plantación de teca (*Tectona grandis* L.) en Asia, más que todo en la India, Birmania e Indonesia. En el 2002 había 307 000 ha de plantación de teca en Birmania (Myanmar) (Swe Swe Aye, 2003). La teca fue introducida a las Américas por Trinidad y Tobago en 1913, utilizando fuentes de semilla de Birmania (Streets, 1962). En el 2000, había un total de 5,7 millones de hectáreas de plantación, por lo que el tres por ciento de las plantaciones existentes en el mundo han sido establecidas con teca (FAO, 2001).

En el siglo XIX imperaba una filosofía forestal conservadora, desarrollada en los países europeos, la cual contemplaba turnos muy largos de manejo, debido en gran parte a la pérdida de grandes extensiones de bosque natural en Europa durante los siglos anteriores. Los alemanes fueron reconocidos como expertos en el manejo forestal durante esa época. Inclusive, a principios del siglo XX, se contrataba a los alemanes como catedráticos y fueron ellos quienes iniciaron las primeras escuelas forestales en los Estados Unidos.

En 1856, los británicos, quienes tenían como colonias a la India y Birmania, contrataron los servicios del alemán Dr. Dietrich Brandis, para que trabajara como superintendente de los bosques de teca en Birmania. Durante su estadía, Brandis desarrolló el plan de manejo de los bosques naturales de teca al que se le llamó BSS (*Brandis Selection System*, o *Burma Selection System*). En la actualidad hay variaciones del BSS que siguen siendo utilizadas para el manejo de la teca en Asia. Además, Brandis inició el sistema agroforestal llamado *taungya* para que la teca fuese plantada por los campesinos. En 1863, Brandis fue trasladado a la India y nombrado Inspector General de Bosques de ese país, donde formuló la legislación forestal y fundó la escuela forestal de Dehra Dun, una reconocida institución a nivel mundial. Los turnos iniciales establecidos para las plantaciones de la teca en India y Birmania fueron de entre 80 y 120 años, según la calidad de sitio. La primera prioridad en el manejo de los bosques fue la de cultivar árboles en plantaciones para obtener trozas grandes de tamaños similares a las cosechadas en los bosques naturales, con el fin de asegurar una oferta estratégica y continua de la madera de teca para la construcción de naves, además de paneles decorativos y muebles finos. Consideraciones económicas sobre el manejo forestal con turnos muy largos fueron de menor importancia.

## DASONOMÍA E INVENTARIOS

Para el inventario de los bosques templados y tropicales de esa época, la medición de los diámetros ( $d$ ) fue de primera importancia. El área basal ( $m^2/ha$ )<sup>2</sup> fue utilizada para definir las prácticas de manejo, junto con observaciones del cierre de los doseles de los bosques, tanto en plantaciones como en bosques naturales. El método de medición de la altura de los árboles utilizando la trigonometría era conocido, pero no era común medir las alturas durante los inventarios porque era muy trabajoso y demorado. El método más común era estimar la altura comercial y calcular el volumen de los árboles con base en cuadros desarrollados a partir de árboles previamente cosechados. A menudo, se utilizó la fórmula de Smalian [ $V = \pi (r^2 + R^2) \text{largo}/2$ ] para calcular el volumen de las trozas comerciales y sumar tales valores para obtener el volumen del árbol.

A finales del Siglo XIX, el Dr. Karl Schenk (Alemania), quien participó en el inicio de la escuela forestal de Biltmore, desarrolló la *vara biltmore* utilizando los conceptos de triángulos similares. Fue un instrumento simple que podía ser elaborado por estudiantes de ingeniería forestal, utilizando una vara de madera y marcándola con escalas de triangulación para medir los diámetros y las alturas de los árboles. Hoy en día se continúa utilizando este dispositivo en Estados Unidos para hacer los inventarios comerciales, pero no es muy preciso, comparado con otros instrumentos modernos que están disponibles en el mercado actual.

El desarrollo de instrumentos para la medición precisa de la altura de los árboles se inició con la adaptación del nivel Abney, instrumento inventado en Inglaterra en la década de 1870 para medir la pendiente de la topografía (Gurley, 1893) y adaptado a su uso para medir la altura de los árboles a principios del Siglo XX. Otros instrumentos para la medición de la altura de los árboles fueron desarrollados en Europa más tarde, a mediados del Siglo XX, como el altímetro Haga, el hipsómetro Blume-leiss, el Relaskopio y el clinómetro Suunto. No obstante, hasta hace muy pocos años, tales instrumentos estaban fuera del alcance del personal de inventario forestal, especialmente en el trópico.

A su vez, las mediciones metódicas del crecimiento de los árboles y los cálculos del crecimiento han sido más bien escasas para muchas especies forestales. En los bosques naturales mixtos, el cálculo del volumen se dificulta debido a la necesidad de tener muchas fórmulas o cuadros para cada especie en particular y la falta de fórmulas o cuadros de volumen para muchas de ellas.

El uso del área basal, como parámetro para definir alternativas de raleos, fue iniciado a principios del Siglo XX para su uso en los países del norte (particularmente en Alemania y Austria) y en los bosques naturales mixtos donde los turnos son de décadas, donde hay grandes variaciones de diámetros entre árboles y antes de la invención del computador. Al conocer el área basal, no era necesario calcular fórmulas de volumen y fue posible calcular el área basal para varias especies en un rodal como un solo valor. Por tales razones, la medición del área basal ha sido un estándar común para la evaluación del estado y el crecimiento de los bosques naturales y de las plantaciones con turnos largos, tales como la teca plantada en Asia.

## LOS ÍNDICES PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL RODAL COMO BASE PARA LA ENTRESACA

En los lugares en donde no había estudios del crecimiento y rendimiento de volumen para bosques mixtos o para plantaciones con turnos largos, los técnicos forestales han creado índices para estimar la densidad del rodal como método para definir la época óptima para ralear el bosque.

---

<sup>2</sup> El área basal es la suma de todas las áreas de las secciones de los fustes con corteza a la altura del  $d$  (1,3 m sobre el suelo) en una hectárea.

Existen varios índices de la densidad del rodal forestal (Brack, 2009):

1. El *número de árboles/ha* y el *d* incluyen el índice de Reineke (1933), que se utiliza extensivamente en Estados Unidos. Sin embargo, según Ferguson y Leech (1976), este índice tiene varias fuentes de variación que pueden afectar los estimados de la densidad del rodal.
2. El *área basal* es un índice utilizado ampliamente, ya que es fácil de medir, es una base natural que se utiliza para calcular el volumen del rodal y en la mayoría de los casos, existe una correlación entre el incremento del área basal y el incremento del volumen.
3. El *factor de competencia en el dosel (CCF ó crown competition factor)* fue creado en Australia por Leech (1984), quien mostró que el ancho de la copa de árboles de *Pinus radiata* que se desarrollan sin competencia, tiene una relación lineal con el *d*. El mismo autor propone que el CCF es una variable útil para estudios de crecimiento de *P. radiata*, ya que es independiente de la edad y la calidad de sitio.
4. El *índice de densidad del rodal* incorpora el número de árboles y el *d* a través de la relación del diámetro de la copa y el *d*. Otro índice similar es el de la cobertura del dosel, es decir, la relación entre el área horizontal del dosel y el área superficial. Este índice es útil para uso en los inventarios que se hacen por aerofotos y fotos satélites, donde se utiliza el área del dosel para estimar el área basal del bosque.
5. El *índice Hart* es la relación entre la altura dominante de un rodal uniforme y el espaciamiento entre árboles. También se conoce como el *índice Hart-Becking* ó el *índice Wilson* (Vanclay 1994, Wilson 1951). Se utiliza este índice más que todo para plantaciones:

$$HSR = H/S, \text{ o sea, } S = H/HSR$$

donde:

HSR = índice de altura a espaciamiento

H = altura del rodal (Ej.: altura predominante)

S = espaciamiento medio entre los árboles.

6. El *volumen del rodal* ( $m^3/ha$ ) es una expresión de la densidad del rodal. Sin embargo, es difícil de medir y no es independiente de la edad y la calidad de sitio. Es decir, un sitio de alta calidad puede sostener un mayor volumen en pie que un sitio de baja calidad. Igualmente, entre mayor la edad, el rodal puede mantener mayor volumen en pie que un bosque joven.
7. La *densidad por puntos* es un método que es útil para evaluar los efectos de la competencia alrededor de un solo árbol (Spurr, 1952). Está basado en la teoría de muestreo por puntos de Bitterlich (Kohl, 1993), cuya fórmula es:

$$\text{Densidad por puntos (m}^2/\text{ha)} = [0.25(0.5(d_1/l_1)^2 + 1.5((d_2/l_2)^2 + \dots + (n-0.5)(d_n/l_n)^2)]/n$$

donde:

$d_1 = d$  (cm) del árbol blanco

$l_1 =$  distancia (m) entre el árbol 2 y el árbol blanco

$n =$  número total de árboles de competencia medidos.

En bosques naturales o en plantaciones en la zona templada, donde los turnos son muy largos y pueden ocurrir grandes variaciones entre los diámetros de los árboles, índices como los descritos arriba pueden ser útiles como apoyo para definir la época cuando hacer entresacas de un bosque. El concepto de la *densidad por puntos de Bitterlich* es útil para definir el área basal de los árboles de mayor tamaño en bosques heterogéneos. No obstante, en plantaciones tropicales, con turnos

más cortos, donde los árboles son de tamaños homogéneos, el muestreo por puntos de Bitterlich se vuelve, en efecto, un muestreo de una parcela circular, ya que los árboles más cercanos al punto central están dentro de la parcela y los más lejanos están por fuera. Es decir, el concepto de *área basal* es válido para bosques heterogéneos, pero en plantaciones homogéneas, un inventario por el número de árboles y por clases diamétricas es igualmente eficaz pero con una mayor facilidad de aplicación en el campo.

Además, cuando se hacen cálculos del área basal, el técnico forestal necesariamente tiene que convertir tal información al número de árboles por hectárea para poder marcar el rodal para la entresaca. Por tanto, en una plantación tropical con árboles de tamaños homogéneos es más fácil definir la entresaca con base en el número de árboles de una vez.

Pérez y Kanninen (2005) calcularon varios índices para el crecimiento de la teca en Costa Rica. Sin embargo, los índices de la máxima utilización del sitio (MSO) y el índice de densidad de Reineke (RDI) indicaron hacer entresacas cada 2 años, lapsos que los autores concluyeron que fueron demasiado frecuentes. En su lugar, los autores plantearon escenarios con raleos cada 4 o 5 años, según la calidad de sitio, pero sin explicar claramente en su informe la justificación para dichos intervalos.

Es importante tomar en cuenta el incremento medio anual (IMA) de la plantación cuando se plantean escenarios de entresacas. Si se hacen las entresacas durante el período en que la curva del IMA está en aumento, habrá más oportunidad de producir mayores diámetros en los árboles residuales que cuando se hacen las entresacas más tarde durante el período descendente de la curva del IMA. Por tanto, es importante tener información respecto a las curvas de crecimiento de las plantaciones, para definir correctamente un régimen de entresacas. Los índices mencionados arriba no contemplan el IMA del rodal, son índices útiles para evaluar el comportamiento de un rodal forestal, pero no son indicativos de la edad más efectiva para hacer las entresacas.

## ¿CUÁNDO HACER LAS ENTRESACAS?

El objetivo de la entresaca debe ser aumentar el tamaño del árbol para aserrío más bien que producir madera de dimensiones inferiores a edades tempranas (Bennett, 1965). La entresaca es una inversión financiera, es decir, un costo que se recupera en la forma de árboles de mayores diámetros y, por ende, las trozas son de mayor valor en la cosecha final. Por tanto, cuando los árboles tienen un mayor número de años y están en condiciones de libertad para crecer (sin competencia y obstáculos), tendrán mayores diámetros de la troza base y por consiguiente un mayor valor comercial. Un plan de entresacas se define con base en este paradigma. Como regla general, la troza basal (de 5 m de largo) de un árbol en plantación, contiene aproximadamente el 70% del valor de las trozas para aserrío, ya que es la troza de mayor diámetro y con una mayor proporción de madera clara, sin nudos (Ladrach, 2010).

En Trinidad y Tobago, las mediciones de crecimiento durante más de 20 años mostraron que el IMA del volumen de la teca culmina entre los 7 y 12 años de edad, según la calidad de sitio (Miller, 1969). A pesar de su manejo con turnos muy largos en Asia, se puede decir que la teca es una especie de rápido crecimiento cuando se refiere a turnos de menos de 25 años.

Los IMA de algunos pinos tropicales son bastante similares a los de la teca y permiten hacer los análisis comparativos. En estudios de *Pinus patula* en Colombia, la culminación del IMA se ubicó entre 12 y 13 años (Ladrach, 1986; Osorio y Uribe, 1994). En un estudio con un diseño de bloques al azar y con tres repeticiones, se hicieron entresacas a diferentes edades de una plantación de *P. patula*; el volumen de trozas para aserrío fue significativamente mayor cuando se hizo la primera entresaca temprana, a los 6 años, que cuando se hizo la primera entresaca más tarde, a los 11 años (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Estudio de entresacas de *Pinus patula* en Colombia con base en el número de árboles (Ladrach, 1986).

Edad (años)	Testigo, sin ralear			Entresaca temprana, 50%				Entresaca tardía, 50%			
	total (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/a)	aserrío (m <sup>3</sup> /ha)	total (m <sup>3</sup> /ha)	eliminado (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/a)	aserrío (m <sup>3</sup> /ha)	total (m <sup>3</sup> /ha)	eliminado (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/a)	aserrío (m <sup>3</sup> /ha)
6	49,3	8,2		60,0	7,4	10,0		71,3		11,9	
8	137,2	17,2		127,1		15,9		175,6		22,0	
10	215,7	21,6		191,1		19,1		233,2		23,3	
11	246,1	22,4	48,0	236,8	71,8	21,5	80,0	247,5	47,2	22,5	50,0
12	288,0	24,0	71,0	209,1		23,4	88,9	256,7		25,3	64,2
14	327,8	23,4	72,1	244,1		22,6	112,0	291,4		20,8	80,2

**Notas:**Volúmenes en m<sup>3</sup> sin corteza.

Diámetro mínimo para aserrío de 20 cm sin corteza.

En los sitios en Sudáfrica donde no existe un mercado cercano para la madera de pequeñas dimensiones, una alternativa es la de hacer la entresaca precomercial a los cuatro años, bajando la densidad inicial de 1111 árboles/ha a 640 árboles/ha (Haigh, 1989). Luego se hace una entresaca comercial para aserrío a los 13 años, dejando una densidad de 400 árboles/ha para la cosecha final a los 25 años (Haigh, 1990).

Según Haigh (1989), las ventajas de ese sistema son:

- Se requiere una sola entresaca comercial (para aserrío) en vez de 2 ó 3.
- La entresaca comercial producirá trozas de mayores diámetros que las entresacas múltiples, iniciadas a partir de los 8 años (sistema tradicional).
- Hay menos árboles en la cosecha final, pero con mayores diámetros y son de mayor valor.
- Los costos de la cosecha son menores que cuando se hacen varias entresacas comerciales.
- Se requiere la poda de menos árboles.
- Cuando se hace una sola entresaca comercial, hay un menor costo para el mantenimiento de los caminos y para la administración.

El autor de este artículo ha creado programas en MS Excel para calcular la producción de madera aserrada en plantaciones forestales de rápido crecimiento (Ladrach, 1998). Aplicando los datos del IMA de la teca en Trinidad y Tobago por clase de sitio 1 (Miller, 1969), se pueden comparar las variaciones de la producción de madera aserrada entre tres escenarios de manejo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Tres alternativas para las entresacas de teca (densidad inicial de plantación de 1100 árboles/ha).

Resumen silvicultural	Alternativas de manejo/años		
	I	II	III
<b>Edad de la primera entresaca<sup>1/</sup> (años)</b>	<b>3,0</b>	<b>5,5</b>	<b>7,5</b>
Densidad cuando se hace la 1 <sup>a</sup> entresaca (árboles/ha)	990	990	990
IMA a la edad de la 1 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha/año)	13,8	20,7	24,4
Volumen inicial, edad de la 1 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha)	41,4	113,9	183,0
Arboles eliminados (n/ha)	440	440	440
Arboles residuales en pie (n/ha)	550	550	550
Volumen cortado en la 1 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha)	14,7	40,5	65,1
Volumen residual en pie (m <sup>3</sup> ssc/ha)	26,7	73,4	117,9
<b>Edad de la segunda entresaca (años)</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Densidad cuando se hace la 2 <sup>a</sup> entresaca (árboles/ha)	550	550	550
IMA a la edad de la 2 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha/año)	24,9	24,1	23,7
Volumen inicial, edad de la 2 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha)	159,6	176,4	219,3
Arboles eliminados (n/ha)	300	300	300
Arboles residuales en pie (n/ha)	250	250	250
Volumen cortado en la 2 <sup>a</sup> entresaca (m <sup>3</sup> ssc/ha)	78,3	86,6	107,7
Volumen residual en pie (m <sup>3</sup> ssc/ha)	81,2	89,8	11,7
<b>Edad de la cosecha final (años)</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
Densidad cuando se hace la cosecha final (árboles/ha)	250	250	250
IMA a la edad de la cosecha final (m <sup>3</sup> ssc/ha/año)	16,5	16,5	16,5
Altura dominante, cosecha final (m)	21,2	21,2	21,2
Diámetro mínimo para trozas de aserrío (cm ssc)	15,0	15,0	15,0
Largo de las trozas de aserrío (m)	4,0	4,0	4,0
Volumen Inicial, cosecha final (m <sup>3</sup> ssc/ha)	253,4	219,4	173,8
Diámetro promedio, cosecha final (cm)	39,9	37,1	33,1
Volumen aserrado, mil pies tablares (mbf/ha)	42,8	37,7	28,2
<b>Volumen aserrado, metros cúbicos (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>101,0</b>	<b>89,0</b>	<b>66,5</b>

**Notas:**

Plantación inicial de 1100 árboles/ha.

<sup>1/</sup>se asume una mortalidad inicial del 10%.

ssc = sólido sin corteza.

mbf = mil pies tablares.

En el ejemplo del Cuadro 2, la alternativa 1 (entresacas a los 3 y 7 años) tiene una producción de madera aserrada 50% mayor que la alternativa 3 (entresacas a los 7,5 y 12 años), esto con la misma capacidad de sitio en ambos casos.

También el programa estima la producción de trozas de aserrío según el plan de manejo. En el Cuadro 3 se puede observar que con las entresacas más tempranas (alternativa 1) hay un mayor número de trozas y de mayores diámetros.

**Cuadro 3.** Producción de trozas de teca de 4 m de largo según tres alternativas manejo

Diámetro mínimo sin corteza (cm)	Alternativas de manejo (trozas/ha)		
	I	II	III
<b>Menos de 20</b>	114	145	223
<b>20-25</b>	185	185	202
<b>25-30</b>	162	169	145
<b>30-35</b>	107	109	74
<b>35-40</b>	121	88	19
<b>40-45</b>	31	10	-
<b>Más de 45</b>	5	-	-
<b>Total de trozas para aserrío</b>	<b>725</b>	<b>706</b>	<b>663</b>

En la alternativa I resultan 36 trozas mayores de 40 cm, mientras que en la alternativa 3 no hay ninguna.

Por lo general, el costo de la madera de la entresaca es entre el 30% y 50% mayor por metro cúbico que la madera cosechada con tala rasa (Ladrach, 2010)<sup>3</sup>. Existen varias razones para esto:

- La madera de entresacas proviene de plantaciones más jóvenes, las cuales contienen árboles con diámetros menores. Como consecuencia, para producir un metro cúbico de madera en trozas, es necesario que la mano de obra y las máquinas manipulen un mayor número de tallos.
- Debido a que la entresaca produce menos madera/ha, la mano de obra y la maquinaria de la cosecha toman más tiempo desplazándose entre los árboles a cosechar y, por tanto, más tiempo para procesar un volumen dado de madera.
- Durante la entresaca es importante asegurarse de no hacer daños a los árboles residuales, no se les deben hacer raspaduras o quitarles la corteza o hacerles cualquier otro daño, este cuidado toma tiempo, más del que se requiere para hacer la cosecha a tala rasa.
- Durante la entresaca se presenta el riesgo adicional de que los árboles cortados se queden colgados de las copas de los árboles adyacentes; esto resulta en demoras adicionales y un mayor costo por metro cúbico para la extracción.

En algunos escenarios de la teca de Costa Rica, Pérez y Kanninen (2005) plantean hacer la última entresaca apenas 4 ó 5 años antes de la cosecha final. En realidad parece muy poco tiempo para que los árboles residuales puedan responder. Además, es dudable que logren acumular mayor volumen para justificar el costo adicional de una entresaca tan tarde.

La teca tiene una tendencia a producir brotes epicórmicos (“chupones”) en el fuste después de una poda o un raleo, como resultado del ingreso mayor de luz. Para producir madera libre de nudos, es necesario eliminar estos brotes después del raleo, aunque dicha actividad represente un costo adicional de manejo. Si se hacen las entresacas a edades tempranas, es posible eliminar los brotes cuando los árboles son jóvenes y el costo de mano de obra es menor que cuando tienen una mayor edad. Por este motivo, es mejor hacer los raleos a edades tempranas y dejar que el dosel se cierre para minimizar la producción posterior de brotes epicórmicos en los árboles de la cosecha final.

<sup>3</sup> Un gerente de una empresa forestal importante en Argentina, le contó al autor que la madera de la entresaca en sus plantaciones le costaba 80% más por metro cúbico que la madera de tala rasa.



También es importante tomar en cuenta el efecto de la compactación de los suelos causada por maquinaria, especialmente cuando el suelo es blando, como durante la época de lluvias o en sitios húmedos. La compactación causa daños a las raicillas alimenticias de los árboles, así como una reducción de la capacidad del suelo para mantener niveles adecuados de humedad y oxígeno para las raíces; además, reduce la tasa de crecimiento de los árboles en pie. Cuando se hacen entresacas de árboles en plantaciones de mayor edad y cuando se hacen extracciones de trozas de mayor dimensión y peso, se requieren equipos más pesados que producirán una mayor compactación del suelo y mayores riesgos de daños y raspaduras a las bases de los árboles residuales.

## CONSIDERACIONES FINALES

A diferencia de las extensas plantaciones que tienen las grandes empresas de celulosa y papel, las plantaciones para productos sólidos son, más bien, manejadas en propiedades particulares y a escalas menores. Por tanto, los dueños de plantaciones de teca no son, por lo general, expertos en los conceptos técnicos del manejo forestal y dependen de los técnicos y asesores forestales para ayudarles a hacer un manejo adecuado y producir los más altos réditos por su inversión. Los inversionistas pueden entender fácilmente los conceptos del mercadeo de la madera, cuando los técnicos les expliquen sus recomendaciones en términos de metros cúbicos de madera, número de árboles por hectárea y diámetros comerciales de las trozas. También son conscientes de los costos de la extracción y la entrega de madera hasta un puesto de venta.

No obstante, si el consultor forestal le habla a un propietario o inversionista sobre conceptos tales como la relación de área basal y la altura, los índices de Reineke o Hart, o factores de competencia en el dosel, al propietario le podría costar más esfuerzo entender cómo semejantes conceptos se relacionan con el manejo óptimo de sus plantaciones y la producción de réditos económicos. Además, es obligación del consultor forestal hacer entender al propietario cual es el manejo óptimo de sus plantaciones. Pero no que el propietario tenga que hacer esfuerzos para entender a su asesor forestal y aún quedar con dudas sobre su inversión.

Como ya se ha explicado, es factible definir el manejo de plantaciones homogéneas de teca, con turnos cortos, con base en el número de árboles y las entresacas por lo bajo. No hay necesidad de entrar en teorías que se han desarrollado para el manejo de bosques heterogéneos con turnos largos en los países templados. Lo que sí es importante es obtener información con respecto a las curvas del incremento medio anual de la teca y definir el manejo, en particular las entresacas, con base en las tasas de crecimiento. Esto requiere que las agencias de investigación forestal hagan las mediciones de plantaciones en forma continua y que se produzca información útil para los propietarios e inversionistas forestales. Igualmente, se requieren estudios de investigación a largo plazo para definir las mejores alternativas de manejo con entresacas para plantaciones en las diferentes regiones y países. Mientras no exista la información local, se debe evaluar la información disponible y adaptar las curvas de otros sitios que se asemejan a las condiciones de calidad de sitio de las plantaciones en cuestión.

Lo más importante es planear las entresacas a edades tempranas para eliminar los árboles de baja calidad no aptos para aserrío y, para que los árboles residuales que quedan en pie puedan disponer de un mayor espacio que les va a permitir aumentar sus diámetros. Debido a la tendencia de la teca a producir brotes epicórmicos en los tallos de los árboles después de la entresaca, es conveniente hacer las entresacas tempranas para minimizar el costo de la actividad y para minimizar el costo de la eliminación de los brotes. Para muchos técnicos forestales el concepto de la *entresaca precomercial* equivale a la *entresaca no comercial*, pero no hay nada más lejos de la verdad. La primera entresaca puede hacerse tan pronto como la plantación alcance una altura mayor del largo de la primera troza de 5 m (más el tocón), es decir cuando alcanza los 6 m. Lo que es importante es definir la primera entresaca con base en la altura, en lugar de la edad de la plantación.

El número de intervenciones a hacer depende de muchos factores, como ya se ha explicado, pero para turnos de menos de 25 años, dos entresacas pueden ser todo lo que se necesita para lograr árboles de buen tamaño en la cosecha final y un óptimo retorno sobre la inversión en las plantaciones de teca. Lo importante es dejar un tiempo suficiente después del último raleo para que los árboles aprovechen el espacio adicional y produzcan mayores réditos para el propietario forestal. Una regla simple y efectiva es siempre hacer la última intervención antes de la edad media del turno de la plantación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bennett, FA. 1965. Thinning slash pine. A guide to loblolly and slash pine plantation management in Southeastern USA. Georgia Forest Research Council Report No. 14. Georgia, US. p. 111-118.
- Brack, CL. 2009. Silviculture course notes. Waiariki Institute of Technology. Rotorua, NZ. p.irr.
- Ferguson, IS; Leech, JW. 1976. Stand dynamics and density in radiata pine plantations. N.Z.J. For. Sci. 6(3):443-454.
- FAO, 2001. Global Forest Resources Assessment 2000, FAO, Forestry Department, Main report 140, Rome.
- Gurley, LE. 1893. A Manual of the principal instruments used in American engineering and surveying. New York, US, Troy. 228 p.
- Haigh, H. 1989. Super silviculture. 1989. Bulletin 6/89. Pietermaritzburg, ZA, Natal Forestry Branch, Dept. of Environment Affairs. 23 p.
- Haigh, H. 1990. Wide row spacing for pines.. Pietermaritzburg, ZA, Forestry Extension Service, Dept. of Environment Affairs. 4 p.
- Köhl, M. 1993. Forest inventory. In L. Tropical forestry handbook. Ed. L. Pancel. Berlin, GE, Springer-Verlag. Vol 1. p 243-332.
- Ladrach, W. 2010. Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtropico. Cartago, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 784 p.
- Ladrach, W. 1998. Modelos para calcular la producción de madera aserrada y madera para enchapes en plantaciones forestales de rápido crecimiento. In Congreso Latinoamericano IUFRO (1er, Valdivia, CH). Actas. Valdivia, CH., 10 p. (CD-ROM).
- Ladrach, W. 1986. Entresacas de *Pinus patula* por hileras y por lo bajo, resultados a los catorce años. Informe de investigación 86. Cartón de Colombia, S. A., Cali, CO. 12 p.
- Leech, JW. 1984. Estimating crown width from diameter at breast height for open-grown radiata pine trees in South Australia. Australian Forest Research. 14(4):333-337.
- Miller, AD. 1969. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Port to Spain, TT, Government Printery. 21 p.
- Osoño, LF; Uribe, A. 1994. Análisis de un estudio de espaciamiento de *Pinus patula* a los 13 años de edad. Informe de Investigación Forestal, Smurfit Cartón de Colombia, S. A. Cali, CO. 14 p.
- Pérez, D; Kanninen, M. 2005. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. Forest Ecology and Management. (210):425-441.
- Reineke, LH. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agriculture Research. 46:627-638.
- Spurr, SH. 1952. Forest Inventory. New York, US, Ronald Press. 476 p.
- Streets, RJ. 1962. Exotic trees of the British Commonwealth. Oxford, UK, Clarendon Press. 765 p.
- Swe Swe Aye; DK. 2003. Burna. Solid Wood Products. Annual 2003. GAIN Report #BM3015. Washington, US, Foreign Agricultural Service, USDA. 28 p.
- Vanclay, JK. 1994. Modeling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests. Wallingford, UK, CABI International. 312 p.
- Wilson, FG. 1951. Control of stocking in even-aged stands of conifers. Journal of Forestry. 49:692-695.