

## ESTIMACIÓN DEL VALOR REAL Y DEL VALOR DE MERCADO EN PIE DE LA PLANTACIÓN FORESTAL<sup>1</sup>

*Olman Murillo<sup>2/\*</sup>, Alejandro Meza\*, José Manuel Cabrera\*\**

**Palabras clave:** Plantaciones forestales, valoración forestal, potencial de aprovechamiento forestal, valor en pie, pilón, *Hieronyma alchorneoides*.

**Keywords:** Forest plantations, forest appraisal, logging potential, standing value, pilón, *Hieronyma alchorneoides*.

### RESUMEN

Se presenta una metodología para la estimación del valor de plantaciones forestales en pie, basada en el valor real y el de mercado. El valor real lo constituyen el volumen, la calidad, la edad y la especie. El volumen se descompone en clases diamétricas y categorías de calidad. El valor real descuenta un 10% por cada disminución en la categoría de calidad de la troza o árbol. Así también, se descuenta al valor real la categoría de tamaño de la troza (efecto en el porcentaje de rendimiento en aserrío en relación con la clase diamétrica). Finalmente, a las plantaciones menores a 10 años se les descuenta el factor edad (calidad de su madera). El valor de mercado se ajusta al valor real con base en 7 parámetros que definen su potencial de aprovechamiento y transporte del producto de la plantación: 1) escala de la plantación; 2) distancia al sitio de transformación de la madera; 3) acceso a la plantación dentro de la finca; 4) topografía y pendiente; 5) pedregosidad; 6) malezas y 7) densidad de la plantación. Se presenta un ejemplo real de valoración de una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) ubicada en Sarapiquí, Heredia.

### ABSTRACT

**Estimation of the forest plantation standing real value and market value.** A methodology for the forest plantation standing real value and market value estimation is presented. The real value is estimated on the basis of: a) the distribution of the standing volume; b) lumber potential quality for the first four logs; c) plantation age (wood quality); and d) the tree species. Volume is distributed in a two way matrix integrated by diameter classes and four quality classes. Real value is reduced 10% for each reduction in quality class. Diameter class reduces the log value in an logarithmical function as well. Plantations less than 10 years old are deducted another 10% in all its standing values (wood quality). The market value is estimated on the basis of seven harvesting and transportation parameters: 1) plantation scale; 2) distance to the nearest industry; 3) plantation access inside the property; 4) slope and topography of the plantation; 5) presence of rocks and stones in the soil; 6) weeds; 7) plantation density. A real example from a pilón (*Hieronyma alchorneoides*) plantation in Sarapiquí, Heredia, is presented.

1/ Recibido el 15 de octubre de 2003. Aceptado el 22 de enero de 2004.

2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: omurillo@itcr.ac.cr

\* Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

\*\* Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo. México, México.

## INTRODUCCIÓN

La actividad de peritajes y avalúos ha sido ampliamente desarrollada en el campo agronómico nacional, principalmente en el sector financiero, de crédito, de seguros y de obras públicas. El Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, ha establecido un programa de formación-capacitación de peritos en este campo, para poder atender la demanda de servicios profesionales de este tipo en el sector agropecuario nacional. Hasta la fecha, los peritajes y avalúos en el campo forestal han sido realizados sin una guía sistematizada o procedimiento científico, que determine objetivamente el valor real y de mercado de las plantaciones forestales. Con el desarrollo de la metodología de evaluación en pie de la calidad de plantaciones forestales (Camacho 1995, Murillo *et al.* 1996, Murillo y Camacho 1998, Quirós 1999, Rojas y Murillo 2000, Murillo 2000), se abre una gran posibilidad para lograr una mejor estimación del valor real basado, no solo en el volumen y dimensiones de los árboles, sino también en su potencial de producción de madera comercial. El valor de la madera en pie, sufre entonces un nuevo ajuste basado en el efecto de la edad (madurez de la madera). Es bien conocido que con los años el árbol inicia la formación de madera adulta; se inicia también la aparición del duramen. Las características de la madera de los árboles plantados varían conforme el individuo madura (Zobel y van Buijtenen 1989). Estos factores son clave en la calidad y precio de la madera comercial. ¿A qué edad ocurren estos cambios en el árbol?, es una pregunta con respuestas diferentes según la especie.

Con el valor real de la plantación en pie, es fundamental analizar las posibilidades reales de poder aprovechar y transportar ese producto hasta su sitio de transformación. La experiencia costarricense ha sido que el finquero designa los peores sitios y más alejados dentro de su propiedad, para el establecimiento de las plantaciones forestales. Esto trae consigo, un aumento considerable de los costos de manejo y cosecha de la plantación. Estos costos adicionales, deben ser considerados a la hora de valorar una plantación forestal.

El propósito del presente trabajo, es mostrar una metodología que logra incorporar todos los elementos mencionados, para obtener una estimación del valor real y de mercado de una plantación forestal. En las pasadas Jornadas de Reforestación de Costa Rica se presentó una primera versión de esta metodología, que ha sido mejorada en esta oportunidad (Murillo *et al.* 2003). Se le hacen ajustes a la asignación del descuento al valor de la madera en pie, con base en su clase diamétrica. Así también se reconsidera el descuento en algunos de los criterios del potencial de aprovechamiento y transporte de la madera. Se considera que esta metodología contiene suficientes argumentos y validez para su utilización en el país. Como todo proceso metodológico, con su utilización sufrirá refinamientos y revisiones posteriores, que la irán enriqueciendo para el bien de nuestro sector forestal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en varias fincas de los asociados de la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), ubicadas en la zona de Sarapiquí, zona norte del país.

Se utilizaron parcelas circulares de 200 m<sup>2</sup> (radio de 7,98 m) con una intensidad de muestreo entre 1,5 y 2%, ubicadas en forma sistemática en fajas cada 50 metros, según el procedimiento estándar propuesto por Murillo y Camacho (1997). Dentro de la parcela se midió a cada uno de los árboles las siguientes variables: altura total (m), DAP (cm), rectitud del fuste, ángulo de las ramas, presencia de bifurcaciones, presencia de reiteraciones, presencia de grano en espiral, presencia de gambas, inclinación del fuste, estado fitosanitario y las variables generales de calidad de cada una de las primeras 4 trozas (2,5 m de largo) y del árbol completo.

La variable calidad del árbol completo o calidad de cada una de las primeras 4 trozas, toma en cuenta todas las variables cualitativas específicas mencionadas. El principio se basa en poder determinar en pie, el potencial del individuo o de sus trozas, para producir madera de aserrío, en una escala de 1 a 4 (Murillo y Camacho 1998, Murillo 1999).

El volumen de cada una de las trozas y del fuste hasta 10 m de largo, se obtuvo como sigue:

$$V = \left( \frac{D+d}{2} \right)^2 * \pi / 4 * L$$

donde:

D = Diámetro mayor

d = Diámetro menor

L = Longitud (2,5 m para cada troza)

En caso de no contarse con funciones de conicidad para poder estimar el diámetro a los 10 m de altura, se puede utilizar un coeficiente de reducción diamétrica de 1,05 cm por cada metro de fuste lineal (Murillo y Camacho 1998).

### Estimación del valor real en pie

Para la estimación del valor real en pie de una plantación forestal, se debe determinar la distribución del volumen según sus dimensiones (clases diamétricas), la distribución del volumen según su calidad, la edad y la especie.

Valor Real en pie = Especie + Edad + Calidad + Volumen (clase diamétrica) (1)

**Precio de la pulgada maderera en pie (PMT) según la especie.** El mercado nacional diferencia los precios según la especie, o por la densidad de la madera en suaves, semiduras y duras (Boletín de la Cámara Costarricense Forestal -CCF- 2003). De 3-4 veces al año, la CCF publica los precios de la pulgada maderera tica (PMT) en pie, para las principales especies y regiones comerciales del país. Este estimado de precio es el punto de partida en la valoración de la plantación en pie. Con los datos del inventario en m<sup>3</sup> se convierten a PMT (1 m<sup>3</sup>=326 PMT) y se multiplican por el estimado de precio en pie.

**Ajuste del valor en pie por la edad del árbol.** El mercado de la madera tiende a pagar un mejor precio por la madera adulta (mayor peso específico y propiedades) y con duramen, que por la madera juvenil y con albura. En trabajos coníferas y otras especies se ha encontrado, que para una gran

cantidad de especies forestales plantadas (con excepción del *Bombacopsis quinata*), el árbol inicia la transición hacia la formación de madera adulta a los 7-10 años (Murillo 1988, Zobel y van Buijtenen 1989). Se propone entonces ajustar el valor real en pie con base en la edad como sigue:

Valor real inicial \* 1 (si es mayor a 10 años de edad)

Valor real inicial \* 0,8 (si la plantación es menor a 10 años de edad)

Así, se obtiene un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por la edad.

**Ajuste del valor en pie por la calidad del árbol-troza.** A pesar de que el mercado de la madera costarricense aún no tiene claramente definido el pago de un mejor precio según la calidad de la madera, lo cierto es, que los defectos en la troza si tienen una repercusión directa en la industria primaria de transformación de la madera. Las piezas rectas, libres de nudos y poca conicidad, tienen sin duda un mayor porcentaje de transformación que las piezas con defectos.

La estimación del valor real inicial se ajusta ahora según la calidad de los árboles-trozas en pie:

Valor real inicial \* 1,0 (para todos los individuos-trozas de calidad 1)

Valor real inicial \* 0,9 (para todos los individuos-trozas de calidad 2)

Valor real inicial \* 0,8 (para todos los individuos-trozas de calidad 3)

Valor real inicial \* 0 (para todos los individuos-trozas de calidad 4). A menos que exista algún mercado de leña y postes en la región.

Se obtiene entonces un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por su calidad.

**Ajuste del valor en pie por dimensiones del árbol-troza.** El porcentaje de rendimiento en aserrío que se obtiene de una troza de madera, está

principalmente, en función de su calidad y dimensiones. Por lo tanto, una plantación con 32600 PMT (100 m<sup>3</sup>) en pie, cuyos diámetros oscilan de 10 a 20 cm, no podrá tener el mismo valor que una plantación con el mismo volumen, pero con árboles de 30 a 40 cm de diámetro.

Con base en un estimado general del porcentaje de rendimiento en aserrío vs. dimensiones de la troza, desarrollado por el proyecto COSEFORMA (Corrales 1996), se realizó un ajuste al modelo, donde se estima que los precios actuales del mercado de la madera en pie de plantaciones, se basan en trozas de poco más del  $\frac{1}{2}$  turno, es decir de unos 25 cm de DAP. Por lo tanto, este será el diámetro de troza que se utilizará como referencia de descuento. Aquellas trozas con diámetros menores a 25 cm, deberán entonces ser ajustadas en su valor con un descuento de -10%, -27% y -52%, para las piezas que se ubiquen dentro de las clases diamétricas de 20 (17,51-22,5 cm) 15 (12,51-17,5 cm) y 10 (<12,51 cm), respectivamente. Así también, las piezas con diámetros mayores a 25 cm, deberán ser ajustadas en su valor con un +4%, +6%, +8%, +9% y +10%, para las piezas ubicadas en las clases diamétricas con un valor central de 30, 35, 40, 45 y 50 cm, respectivamente. En un futuro, el diámetro de referencia de precio de la madera en pie del mercado se irá aproximando a los diámetros de 40 cm.

El ajuste por clase diamétrica se realiza entonces como sigue:

Valor inicial \* 1,0 (para todos los individuos-trozas diámetro 22,5 y < 27,5 cm)

Valor inicial \* 0,90 (para todos los individuos-trozas diámetro < 22,5 y 17,5 cm)

Valor inicial \* 0,73 (para todos los individuos-trozas diámetro < 17,5 y 12,5 cm)

Valor inicial \* 0,48 (para todos los individuos-trozas diámetro < 12,5 cm)

Valor inicial \* 1,04 (para todos los individuos-trozas diámetro 27,5 y < 32,5 cm)

Valor inicial \* 1,06 (para todos los individuos-trozas diámetro 32,5 y < 37,5 cm)

Valor inicial \* 1,08 (para todos los individuos-trozas diámetro 37,5 y < 42,5 cm)

Valor inicial \* 1,09 (para todos los individuos-trozas diámetro 42,5 y < 47,5 cm)

Valor inicial \* 1,10 (para todos los individuos-trozas diámetro 47,5 cm)

Se obtiene entonces el valor real en pie de la plantación, con base en la sumatoria de todos los valores generados.

En algunos casos como con melina y teca, el valor de mercado asigna el precio de la pulgada en pie según una clase diamétrica definida. Podrá entonces utilizarse la figura 1 para ubicar ese precio en la clase diamétrica correspondiente, que será el nuevo valor de referencia.

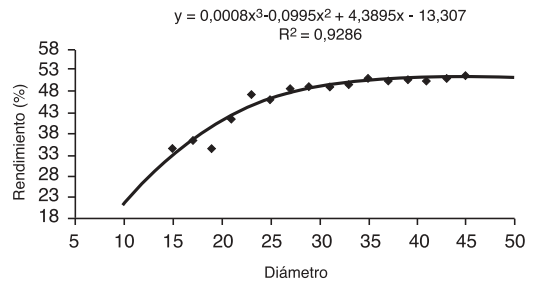


Fig. 1. Relación porcentaje de rendimiento en aserrío vs. diámetro medio de la troza (Adaptado y ajustado después de Corrales, 1996).

### Ajuste del valor real en pie por el potencial de aprovechamiento y transporte

El valor comercial en pie de la plantación está basado en el valor real de la plantación en pie ajustado por el potencial de aprovechamiento y transporte de la madera hasta su sitio de transformación más cercano. Una plantación forestal podría presentar excelentes características volumétricas, cualitativas y de edad (valor real en pie). Sin embargo, su ubicación dentro de la finca, el acceso a la finca y otras condiciones, podrían hacer que su valor comercial disminuya sensiblemente. Hasta el punto extremo inclusive, de determinar que una plantación reduce su valor comercial en un 50%.

### ¿Cuáles son entonces estos criterios de mercado que pueden afectar al valor real de la plantación forestal?

De acuerdo con la experiencia de más de 5 años del proyecto REDES en el Pacífico Sur y Central de Costa Rica, así como la experiencia generada por más de 15 años en el manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales en la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se ha determinado que los siguientes son los criterios de mayor importancia en la determinación de los costos de aprovechamiento y transporte de la madera de plantaciones forestales.

Potencial de aprovechamiento y transporte =  
 escala de operaciones + acceso dentro de finca +  
 distancia a industria + topografía y pendiente +  
 densidad de plantación + malezas + pedregosidad  
 (2)

**Escala de operaciones o tamaño de la plantación.** El tamaño de la plantación influirá decididamente en su valor por efecto en los costos de manejo y aprovechamiento. A mayor escala de producción menores costos de aprovechamiento. Se propone entonces la siguiente escala de valoración:

Escala 1, plantaciones < a 5 ha (60% del valor real)

Escala 2, plantaciones de 5–20 ha (80% del valor real)

Escala 3, plantaciones > a 20 ha (100% del valor real).

**Acceso a la plantación.** Sin duda el acceso a la plantación dentro de la finca, es uno de los criterios que influyen significativamente en el costo de aprovechamiento. La valoración se hace con una escala de 1 a 3 como sigue:

*Acceso 1:* Son aquellas plantaciones con acceso todo el año con vehículos livianos hasta el borde mismo. Los camiones pueden llegar hasta el borde mismo de la plantación para efectuar la carga de la madera. Se le otorga un 100% del valor real.

*Acceso 2:* Son aquellas plantaciones que requieren labores leves de acondicionamiento de caminos en

una distancia menor a un 1 km desde la entrada de la finca. Se le asigna un 65% del valor real.

*Acceso 3:* Son las plantaciones que requieren de movimientos grandes de tierra y apertura de caminos en una distancia mayor a 1 km. Se le asigna un 30% del valor real de la plantación.

**Distancia al sitio de transformación.** La distancia hasta la industria de transformación de la madera afecta sensiblemente los costos y estrategia de transporte requerido. Este criterio se analiza e interpreta como sigue:

*Distancia 1:* de 0-25 km. Se le asigna un 100% del valor real.

*Distancia 2:* de 25–100 km. Se le asigna un 80% del valor real.

*Distancia 3:* > 100 km. Se le asigna un 60% del valor real.

**Pedregosidad.** La pedregosidad excesiva en una plantación provoca la reventadura de muchos árboles durante su aprovechamiento. Estos individuos pierden entonces su valor económico. Este criterio es, sin embargo, de menor peso en la valoración total de la plantación y se califica como sigue:

*Pedregosidad 1:* con ausencia de pedregosidad que afecte el aprovechamiento y cause daños mecánicos a los árboles raleados. Se le asigna el 100% del valor real.

*Pedregosidad 2:* con afloramientos rocosas grandes que puedan causar daños mecánicos o reventaduras a los árboles cortados. Se le asigna el 85% del valor real.

**Densidad de la plantación.** Las plantaciones con una alta densidad de individuos por hectárea aumentan considerablemente los costos y rendimientos de aprovechamiento. El aumento en la frecuencia de árboles que no caen fácilmente y se apoyan en otros, los que se sostienen con lianas, los que se acumulan encima de otros, es el resultado inmediato. La calificación entonces es como sigue:

*Densidad 1:* aquellas plantaciones con menos de 500 árboles ha<sup>-1</sup>. Se le asigna un 100% del valor real.

*Densidad 2:* aquellas plantaciones con más de 500 árboles ha<sup>-1</sup>. Se le asigna un 85% del valor real.

**Presencia de malezas.** Las plantaciones con excesiva maleza no permiten un aprovechamiento rápido y eficiente. Los obreros tienen que invertir tiempo en la limpieza de cada uno de los árboles a tumar. Por lo tanto, este criterio se califica como sigue:

*Malezas 1:* cuando las malezas del terreno no impiden el aprovechamiento de manera significativa y se puede transitar libremente por la plantación sin necesidad de abrirse paso. Se le asigna un 100% del valor real.

*Malezas 2:* cuando es necesario hacer labores de limpieza para poder hacer el aprovechamiento. Se le asigna un 85% del valor real de la plantación.

**Topografía y pendiente.** Este es quizá uno de los criterios que mayor influencia tienen en los costos y estrategia de aprovechamiento de plantaciones forestales. El criterio se evalúa y se describe a continuación:

*Topografía y pendiente 1:* son aquellos sitios con pendientes ligeras de 0–15%, o lomas largas con ausencia de muchos obstáculos (zonas fangosas o cañadas muy pronunciadas). Se le asigna un 100% del valor real.

*Topografía y pendiente 2:* son aquellas plantaciones con pendientes del 15-30% o lomas cortas y pronunciadas. Se le asigna un 65% del valor real.

*Topografía y pendiente 3:* son aquellas plantaciones donde se encuentran pendientes mayores

al 30%, hay presencia de zonas fangosas o riachuelos entre el acceso más cercano para su extracción, se presentan lomas cortas y abruptas. Se le asigna un 30% del valor real.

El cuadro 1 muestra en forma resumida los criterios que determinan el potencial de aprovechamiento y transporte de una plantación forestal.

### Determinación del valor de mercado de la plantación en pie

El último paso es la determinación del valor de mercado. Este valor busca ajustar el valor real en pie a las condiciones objetivas de aprovechamiento y transporte de la madera de la plantación. Recordemos que la ecuación final de valor de mercado de la plantación es la siguiente:

Valor de mercado = Valor real \* (Potencial de aprovechamiento y transporte) (3)

Los criterios que califican el potencial de aprovechamiento y transporte no tienen el mismo peso en la ecuación global. Con base en la experiencia de campo generada, se propone una distribución del peso de cada criterio como sigue:

Tenemos entonces que la ecuación (3) se expresa de la siguiente manera:

Valor Comercial = (Valor Real) \* (Criterio 1\*0,15 + Criterio 2\*0,15 + Criterio 3\*0,2 + Criterio 4\*0,05 + Criterio 5\*0,10 + Criterio 6\*0,05 + Criterio 7\*0,3) (4)

Cuadro 1. Distribución del peso y calificación de cada uno de los criterios que determinan el potencial de aprovechamiento y transporte de una plantación forestal, para la obtención de su valor de mercado.

| Criterio de evaluación               | Peso en la ecuación global (%) | Calificación de cada uno de los criterios (%) |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| Escala de operaciones                | 15                             | 100, 80 y 60                                  |
| Acceso a la plantación               | 15                             | 100, 65 y 30                                  |
| Distancia al sitio de transformación | 20                             | 100, 80 y 60                                  |
| Pedregosidad                         | 5                              | 100 y 85                                      |
| Densidad                             | 10                             | 100 y 85                                      |
| Malezas                              | 5                              | 100 y 85                                      |
| Topografía y pendiente               | 30                             | 100, 65 y 30                                  |
| <b>Total</b>                         | <b>100</b>                     |   |

Puede notarse que si una plantación recibiera la peor calificación en los 7 criterios del potencial de aprovechamiento y transporte, el valor de mercado reduciría el valor real en pie hasta un máximo de un 51%. En este tipo de situaciones, procede la toma de decisiones sobre el futuro de la plantación. Podría analizarse cuáles de los 7 criterios del potencial de aprovechamiento y transporte podrían ser mejorados con el tiempo: acceso, malezas, densidad y escala de operaciones. Con este modelo de valoración es posible determinar con precisión, donde deben invertirse los recursos para lograr incrementar el valor comercial en pie de una plantación forestal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de la determinación del valor comercial de una plantación de pilón de la zona de Sarapiquí, zona norte. El cuadro 2 muestra la distribución del volumen de las trozas  $\text{ha}^{-1}$  en las 4 categorías de calidad.

Como primer paso se debe pasar el volumen de  $\text{m}^3$  a PMT, donde  $1 \text{ m}^3=325 \text{ PMT}$ .

Del cuadro 3 tenemos la distribución de las PMT por clase diamétrica y categoría de calidad. Se procede entonces a utilizar el valor promedio de la pulgada en pie de pilón ( $\text{¢}30 \text{ PMT}^{-1}$ ) para la zona norte del país, para las maderas semiduras comunes (CCF 2003).

Como paso siguiente se debe proceder a ajustar el valor asignado a la madera, según su clase diamétrica y categoría de calidad. Debe

recordarse que el valor de la madera deberá ser ajustado para cada troza en su respectiva clase diamétrica. También, las trozas de calidad 2 y 3 descuentan en un 10 y 20%, respectivamente, su valor real. La edad no se utilizó como ajuste en el valor de la madera en este caso, dado que la plantación cuenta con más de 10 años al momento de la evaluación.

Puede notarse que las trozas registradas en la categoría de calidad 4 no presentan ningún valor real, ya que en la zona norte, no hay un mercado importante para leña o postes. El valor real en pie de la plantación  $\text{ha}^{-1}$  disminuyó entonces de un valor real inicial  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{¢} 997035$  (Cuadro 4) a un valor real  $\text{ha}^{-1}$  de  $\text{¢} 644912$  (que equivale a una disminución del 35,5%) (Cuadro 5).

El paso siguiente es proceder a realizar el ajuste del valor real con base en cada uno de los criterios de evaluación del potencial de aprovechamiento y transporte de la madera. El cuadro 6 muestra la calificación que obtuvo la plantación investigada en campo.

Con base en la información del cuadro 6 se procede a construir la ecuación final como sigue:

Valor comercial = (Valor Real en pie) \* (Potencial de aprovechamiento y transporte)

Calificación de cada uno de los criterios del potencial de aprovechamiento y transporte = Escala\*0,8 + Acceso\*1 + Distancia\*0,8 + Pedregosidad\*1 + Densidad\*1 + Malezas\*1 + (Topografía y pendiente)\*1

Cuadro 2. Distribución del volumen ( $\text{m}^3$ ) de trozas  $\text{ha}^{-1}$  según su clase diamétrica y categoría de calidad en una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) de la zona de Sarapiquí, Heredia.

| Clase de DAP (cm)                      | Calidad 1    | Calidad 2    | Calidad 3    | Calidad 4    | Total general |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 16-20                                  | 1,27         | 1,08         | 1,10         | 1,04         | <b>4,50</b>   |
| 20-24                                  | 8,99         | 11,13        | 6,95         | 8,71         | <b>35,79</b>  |
| 24-28                                  | 10,48        | 7,91         | 9,64         | 8,48         | <b>36,51</b>  |
| 28-32                                  | 4,72         | 1,93         | 4,54         | 4,67         | <b>15,86</b>  |
| 32-36                                  | 2,58         | 0,00         | 0,00         | 1,81         | <b>4,3</b>    |
| 36-40                                  | 1,63         | 0,00         | 1,40         | 2,19         | <b>5,2</b>    |
| <b>Total (<math>\text{m}^3</math>)</b> | <b>29,67</b> | <b>22,05</b> | <b>23,63</b> | <b>26,90</b> | <b>102,2</b>  |

Cuadro 3. Distribución del volumen (PMT) de trozas ha<sup>-1</sup> según su clase diamétrica y categoría de calidad en una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) de la zona de Sarapiquí, Heredia.

| Clase de DAP (cm)  | Calidad 1      | Calidad 2      | Calidad 3      | Calidad 4      | Total general   |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 16-20              | 412,75         | 351,00         | 357,50         | 338,00         | 1462,50         |
| 20-24              | 2921,75        | 3617,25        | 2258,75        | 2830,75        | 11631,75        |
| 24-28              | 3406,00        | 2570,75        | 3133,00        | 2756,00        | 11865,75        |
| 28-32              | 1534,33        | 625,95         | 1475,50        | 1517,75        | 5154,50         |
| 32-36              | 838,50         | 0,00           | 0,00           | 588,25         | 1426,75         |
| 36-40              | 529,75         | 0,00           | 455,00         | 711,75         | 1693,25         |
| <b>Total (PMT)</b> | <b>9642,75</b> | <b>7166,25</b> | <b>7679,75</b> | <b>8742,50</b> | <b>33234,50</b> |

Cuadro 4. Distribución del valor real en pie (colones=€30 PMT) de las trozas ha<sup>-1</sup> según su clase diamétrica y categoría de calidad en una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) de la zona de Sarapiquí, Heredia.

| Clase de DAP (cm) | Calidad 1     | Calidad 2     | Calidad 3     | Calidad 4     | Total general |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 16-20             | 12382         | 10530         | 10725         | 10140         | 43875         |
| 20-24             | 87652         | 108517        | 67762         | 84922         | 348952        |
| 24-28             | 102180        | 77122         | 93990         | 82680         | 355972        |
| 28-32             | 46030         | 18778         | 44265         | 45532         | 154635        |
| 32-36             | 25155         | 0             | 0             | 17647         | 42802         |
| 36-40             | 15892         | 0             | 13650         | 21352         | 50797         |
| <b>Total (€)</b>  | <b>289282</b> | <b>214987</b> | <b>230392</b> | <b>262275</b> | <b>997035</b> |

Cuadro 5. Distribución ajustada del valor real final en pie (colones=€30 PMT) de las trozas ha<sup>-1</sup> según su clase diamétrica y categoría de calidad, en una plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) de la zona de Sarapiquí, Heredia.

| Clase de DAP (cm) | Calidad 1     | Calidad 2     | Calidad 3     | Calidad 4 | Total general |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|---------------|
| 16-20             | 10030         | 7676          | 6950          | 0         | 24656         |
| 20-24             | 78887         | 87899         | 48789         | 0         | 215575        |
| 24-28             | 102180        | 69410         | 75192         | 0         | 246782        |
| 28-32             | 47871         | 17577         | 36828         | 0         | 102276        |
| 32-36             | 26664         | 0             | 0             | 0         | 26664         |
| 36-40             | 17164         | 0             | 11794         | 0         | 28958         |
| <b>Total (€)</b>  | <b>282796</b> | <b>182562</b> | <b>179553</b> | <b>0</b>  | <b>644912</b> |

Cuadro 6. Potencial de aprovechamiento y transporte de la plantación de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) de Sarapiquí, Heredia.

| Criterios del potencial de aprovechamiento y transporte | Información de la plantación                 | Calificación de la plantación |
|---|--|-------------------------------|
| Escala de operaciones                                   | Plantación de 8,7 ha                         | 2                             |
| Acceso a la plantación                                  | Buenos caminos para acceder a la plantación  | 1                             |
| Distancia al sitio de transformación                    | Aproximadamente 30 km                        | 2                             |
| Topografía y pendiente                                  | Lomas cortas con pendientes ligeras de 0-15% | 1                             |
| Pedregosidad  | Nula   | 1                             |
| Densidad de la plantación                               | Aproximadamente de 294 arb ha <sup>-1</sup>  | 1                             |
| Malezas   | No significativa                             | 1                             |
| Edad  | Establecida en 1992 >10 años                 | 1                             |



Calificación de los criterios del potencial de aprovechamiento y transporte, utilizando el peso en la ecuación global =

$$(Escala*0,8)*0,15 + (Acceso*1)*0,15 + (Distancia*0,8)*0,2 + (Pedregosidad*1)*0,05 + (Densidad*1)*0,1 + (Malezas*1)*0,05 + [(Topografía y pendiente)*1]*0,3$$

Potencial de aprovechamiento y transporte = 0,93

$$\text{Valor comercial} = \text{€ } 644912 * 0,93 = \text{€ } 599768 \text{ ha}^{-1}$$

## CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Puede notarse que el procedimiento propuesto para determinar el valor de una plantación forestal es simple y objetivo. El aporte de una metodología de este tipo es de gran valor para el desarrollo de un nuevo campo profesional, el avalúo y tasaje de plantaciones forestales. El auge en las transacciones al nivel de plantaciones podrá mejorarse significativamente.

Esta metodología, sin embargo, debe refinarse en sus criterios e indicadores. Un paso esperado a seguir es, verificar si es viable la utilización de criterios específicos para las especies forestales de mayor valor comercial, como la teca y la melina. Otro aspecto por mejorar, se refiere al peso asignado a cada una de los 7 criterios del potencial de aprovechamiento y transporte. Es probable que los criterios puedan ser utilizados con reducciones o ajustes aún más drásticos, hasta un valor porcentual mínimo de un 40% para la peor de las calificaciones. De esta manera, el valor comercial de una plantación podría verse disminuido hasta un máximo de 50% de su valor real.

El tema es prolífico en posibles aplicaciones. Proyecciones a futuro del valor de la plantación, es sin duda uno de los de mayor importancia. Este nuevo campo de la valoración de las plantaciones forestales, traerá sin duda grandes beneficios al sector y al desarrollo de la profesión del Ingeniero Forestal.

## LITERATURA CITADA

- CÁMARA COSTARRICENSE FORESTAL (CCF). Desde el bosque. Junio, 2003. San José, Costa Rica.
- CAMACHO P. 1995. Evaluación de plantaciones forestales en la región Huetar Norte de Costa Rica. COSEFORMA. Documento de Proyecto N°43. Alajuela, Costa Rica. 75 p.
- CORRALES O. 1996. Informe del estado de la industria forestal en la zona norte de Costa Rica. Proyecto COSEFORMA. Ciudad Quesada, Alajuela. 46 p.
- MURILLO O. 1988. Natural variation in wood specific gravity of *Pinus greggii*, *P. leiophylla* and *P. pringlei*. CAMCORE. Boletín de Forestería Tropical. No. 5. School of Forest Resources. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina, USA. p. 24.
- MURILLO L.F., HERNÁNDEZ X, MURILLO O. 1996. Evaluación de la calidad de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en el valle de El Guarco, Cartago, Costa Rica. Agronomía Costarricense 20(1): 17-23.
- MURILLO O., CAMACHO P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones recién establecidas. Agronomía Costarricense 21 (2): 189-206.
- MURILLO O., CAMACHO P. 1998. Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de Apoyo Académico No. 27. Cartago, Costa Rica. 56 p.
- MURILLO O. 1999. Evaluación de la calidad en plantaciones forestales. Tatascán (Honduras) vol 11(1): 22-36.
- MURILLO O. 2000. Índices de calidad para la reforestación en Costa Rica. Agronomía Costarricense 24(2): 41-48.
- MURILLO O., MEZA A., CABRERA J.M. 2003. ¿Cuánto vale una plantación en pie?. In: I Jornadas de reforestación en Costa Rica. 19-20 junio del 2003. San José Costa Rica.
- ROJAS O., MURILLO O. 2000. Calidad de las plantaciones de teca en la península de Nicoya, Costa Rica. Agronomía Costarricense 24(2): 65-76.
- QUIRÓS M. 1999. Evaluación de la calidad de las especies forestales nativas utilizadas en reforestación en la zona norte de Costa Rica. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. 90 p.
- ZOBEL B., VAN BUIJTENEN. 1989. Wood variation. Its causes and control. Springer Series in Wood Science. Springer. Alemania. 363 p.

