

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Área Académica Agroforestal

Programa de Maestría en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción

**Determinación del momento óptimo de cosecha final en una plantación de
Tectona grandis de la zona norte de Costa Rica**

Tesis sometida al Tribunal del Área Académica Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para optar por el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción

Ing. Ernesto González Prado

Campus Cartago, 2014

“Determinación del momento óptimo de cosecha final en una plantación de *Tectona grandis* de la zona norte de Costa Rica”

Ernesto González Prado¹

Resumen

Con el objetivo de brindar información a productores de teca que no poseen una base suficiente de datos históricos de costos operativos y administrativos de referencia, que les permita dar sustento a evaluaciones financieras y toma de decisiones, se desarrolló un método operativo que permite tomar decisiones informadas sobre el momento óptimo de cosecha final en plantaciones de *Tectona grandis*. El análisis se desarrolló en una plantación de primera rotación establecida en San Carlos, zona norte de Costa Rica, con datos de crecimiento desde los 10 a 18 años de edad.

Los datos proveniente de una red de 14 parcelas permanentes de 530 m² con mediciones 2006 - 2014 I fueron procesados en el programa de calidad y valuación de plantaciones (Murillo y Badilla 2006) Se obtuvo el volumen y el valor individual de cada troza comercial y de cada árbol, basado en el precio de mercado actual según la categoría diamétrica de cada troza. Esto permitió eliminar el efecto de la inflación en el precio. Con el conjunto de árboles se obtuvo el volumen por parcela y por ha para cada año de medición. El análisis anual de los datos permitió obtener un valor de la plantación para cada año, con el que se realizó una comparación entre la tasa interanual (ICA) de crecimiento en valor versus la tasa básica pasiva en términos reales y la tasa activa del sector industrial, ambas dadas por el Banco Central de Costa Rica.

Para productores independientes y de bajo recurso económico se propuso realizar el aprovechamiento final de la plantación (turno de corta), en el momento en que la tasa básica pasiva otorgada por el BCCR fuese superior a la tasa interanual de crecimiento en el valor de la plantación. Mientras que para empresas productoras de teca con mayor capacidad económica, se estableció el turno de corta en el momento en que la tasa activa dada por la actividad industrial, fuese superior a la tasa de crecimiento interanual en el valor de la plantación.

Adicionalmente se realizó un análisis financiero tradicional utilizando el Valor Actual Neto (VAN) y Valor Esperado de la Tierra (VET) como indicadores financieros para determinar la edad óptima de corta final (turno económico) a la edad en que se maximizaron sus rendimientos. Finalmente, se compararon los resultados de turno económico obtenido por ambos métodos. También se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) con el fin de establecer la rentabilidad del proyecto. Para la elaboración del flujo financiero del proyecto se realizó una reconstrucción completa de costos/ha para el establecimiento y manejo de una plantación de teca, clasificada como de crecimiento moderado

¹ González, P. E. (2014). Determinación del momento óptimo de cosecha final en una plantación de *Tectona grandis* de la zona norte de Costa Rica. (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, CR.

El incremento máximo en el valor se obtuvo en el 2009, cuando alcanzó un 15,5% muy superior a la tasa activa promedio de los últimos 9 años del BCCR. En el 2010 el incremento anual en el valor de la plantación cae a 8,12%, valor inferior a la tasa activa del BCCR, por lo que durante ese año resultó más rentable invertir el dinero en otra actividad financiera. En los años posteriores la plantación recuperó levemente su tasa de incremento interanual del valor pero no logró alcanzar los niveles del 2009. A pesar de lo anterior en el 2011, la plantación experimenta un aumento en su tasa de incremento del valor y logra llegar al 10,39% en el año 2012. Esto es producto del incremento diamétrico de la plantación y de que nuevas trozas ingresan en categorías diamétricas de mayor precio, que se refleja en un mayor valor de la plantación. Este año alcanza nuevamente su máximo valor, que está por encima de la tasa activa del sector industrial, por lo que se considera que la plantación alcanzó el turno económico para la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A.

Para los resultados obtenidos del VAN y el VET, calculados con base en la tasa básica pasiva se concluye que el VAN maximiza sus rendimientos a los 20 años de edad de la plantación mientras que el VET lo realiza a los 12 años de edad. Con respecto al VAN y el VET calculados con base en la tasa activa para el sector industrial, se obtiene el máximo beneficio a los 12 años para ambos indicadores.

Según la metodología propuesta basada en la tasa de incremento interanual en valor de la plantación, se estableció un turno económico de cosecha final de 13 años.; Sin embargo, el análisis financiero tradicional determinó el turno para el año 12. Ambas metodologías dan como resultado un turno económico más temprano que lo normalmente propuesto. Del análisis se deriva que para un pequeño productor, cuya tasa de oportunidad en términos reales es la tasa básica pasiva, es rentable dejar la plantación en pie esperando que los diámetros alcancen mayores precios de mercado. Mientras que para una empresa debe decidir si se cosecha o se vende la plantación una vez que esta llegue a su turno económico, con el fin de obtener mayores ingresos invirtiendo el dinero en otras actividades más rentables.

Palabras Clave:

Análisis financiero, Inflación, Tasa activa, Tasa básica pasiva, *Tectona grandis*, Teca, Turno económico, Valor Actual Neto (VAN), Valor Esperado de la Tierra (VET), Valuación.

Dedicatoria

A mi hija, Mariel González Quesada, por ser la fuente de mi inspiración.

A mi esposa, Lupita Vargas Fonseca, por todo su amor, comprensión y por ser una excelente compañera de vida.

A mi madre, Maritza Prado Vargas, por su apoyo incondicional y constante.

A mis hermanos Amanda, Esteban, Alejandro y Daniela quienes siempre han sido una motivación.

Agradecimientos

A mi esposa Lupita Vargas Fonseca, por impulsarme a continuar con mis estudios.

A Olman Murillo y a Rodolfo Canessa, por su confianza, apoyo y guía en la elaboración de este trabajo.

A Stefan Proestler, por creer en el estudio planteado y facilitar información para la elaboración de este.

A Ronald Guerrero, Guillermo Alvarado y Greddy Fernández y a todas las personas que colaboraron técnicamente en la elaboración de este trabajo.

A todos mis compañeros de clase, en especial a Tania, Roberto y Natalia con quienes trabajé prácticamente en todos los cursos.

**Trabajo final de graduación sometido al Tribunal del Área Académica
Agroforestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para
optar por el grado de Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de
Producción.**

Olman Murillo Gamboa, Ph. D.
Director de Tesis

Rodolfo Canessa Mora, M.Sc.
Lector

Roel Campos Rodríguez, Ph. D.
Presidente del Tribunal

Ing. Ernesto González Prado
Sustentante

2014

Índice general

Resumen.....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Lista de cuadros.....	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de anexos.....	ix
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Inventario forestal	4
2.2. Parcelas permanentes de medición, tamaño e intensidad de muestreo.....	5
2.3. Análisis financiero.....	6
2.4. Costos variables y costos fijos	7
2.5. Indicadores financieros	8
2.6. Valor actual neto (VAN)	8
2.7. Tasa interna de retorno (TIR).....	8
2.8. Valor esperado de la tierra (VET).....	9
2.9. Tasa básica pasiva	9
2.10. Tasa real de descuento.....	10
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.....	11
3.1. Ubicación espacial.....	11
3.2. Inventario y valoración forestal	12
3.3. Análisis financiero.....	15
3.4. Flujo financiero	17
3.5. Análisis estadístico	24
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. Tasa de crecimiento anual del valor de la plantación.....	25
4.2. Análisis financiero.....	27
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS.....	35

Lista de cuadros

Cuadro 1. Intensidad de muestreo y número de parcelas por hectárea para un inventario forestal con parcelas circulares de 200 m ² (radio = 7.98) y de 500 m ² (radio = 12.62 m) (Murillo y Badilla, 2002).	6
Cuadro 2. Categorías diamétricas y precios de mercado utilizados en la valuación de la plantación de teca perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014 (Tasa de cambio 1 US \$ = ¢545).	15
Cuadro 3. Tasa básica pasiva, Tasa de inflación y Tasa activa para el sector industrial dada por el Banco Central de Costa Rica desde el 2006 hasta el 2014 (BCCR 2014).	16
Cuadro 4. Actividades y sus rendimientos en el establecimiento, manejo y mantenimiento de plantaciones forestales, utilizadas en la elaboración de los costos de la finca Javillos.	18
Cuadro 5. Costos de establecimiento, mantenimiento, manejo y aprovechamiento de una plantación de teca a lo largo de 20 años, utilizados en el flujo financiero.	19
Cuadro 6. Valor final del costo total a los 20 años de la plantación de Javillos.	21
Cuadro 7. Precios de la madera en pie, utilizados para la valoración de la plantación una vez alcanzado el dap mínimo de 16 cm.	22
Cuadro 8. Modelo de crecimiento de una plantación promedio de <i>Tectona grandis</i> en la Zona Norte de Costa Rica. Posibles ingresos producto de la venta de la madera de raleos, en pie y cosecha final.	23
Cuadro 9. Tasa de crecimiento anual del valor de la plantación de <i>Tectona grandis</i> de Javillos, San Carlos, empresa Puro Verde Paraíso Forestal.	25
Cuadro 10. Valores de VAN y VET obtenidos anualmente para la elaboración del flujo financiero de una plantación de <i>Tectona grandis</i> con un crecimiento moderado y de 20 años de edad.	28

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la plantación de <i>Tectona grandis</i> perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A. San Carlos, Zona Norte, Costa Rica.	12
Figura 2. Parcelas permanentes de medición establecidas en la plantación de <i>Tectona grandis</i> perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.	13
Figura 3. Valores de VAN y VET calculados con base en la Tasa básica pasiva y la Tasa activa del sector industrial para 20 años de edad de una plantación de <i>Tectona grandis</i> con crecimiento moderado, ubicada en Javillos, Zona Norte de Costa Rica. ..	29

Lista de anexos

Anexo 1. Valores dasométricos promedio por parcela, antes del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2006 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.....	35
Anexo 2. Valores dasométricos promedio por parcela, después del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2006 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.....	35
Anexo 3. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2007 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	36
Anexo 4. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2008 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	36
Anexo 5. Valores dasométricos promedio por parcela, antes del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2009 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.....	37
Anexo 6. Valores dasométricos promedio por parcela, después del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2009 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.....	37
Anexo 7. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2010 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	38

Anexo 8. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2011 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	38
Anexo 9. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2012 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	39
Anexo 10. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2013 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	39
Anexo 11. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2014 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014. .	40
Anexo 12. Valuación anual (2006 – 2014) de una plantación de <i>Tectona grandis</i> perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal, ubicada en el distrito de Javillos, cantón San Carlos, Zona Norte de Costa Rica, 2014.....	41

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La teca es la especie de madera tropical de alto valor más cultivada en el mundo y ha gozado de una excelente demanda, durante siglos, debido a la calidad de su duramen y a sus cualidades ambientales aceptables. Si se cultiva mediante buenas prácticas de manejo, la amenaza de erosión del suelo es mínima ya que su manejo silvicultural es bien entendido (Keogh, 2013).

Mundialmente y en la actualidad, el total de madera comercial de teca proveniente de plantaciones forestales es de unos 2,5 millones de metros cúbicos anuales que sumados a 0,5 millones de metros cúbicos provenientes de los bosques naturales de Myanmar, conforman un gran mercado con una producción anual de 3 millones m³ (Keogh, 2013).

El futuro, a largo plazo, de la demanda de teca se entiende mejor en el contexto de la oferta y la demanda de maderas duras tropicales de calidad superior, entre las que la teca es la número uno. En términos generales, la teca satisface solo una pequeña parte de la demanda total de maderas duras tropicales de alto valor (unos 3 millones de metros cúbicos de un total de 90 millones m³). La mayor parte de las maderas duras provienen de fuentes no sostenibles; entonces, para asegurar su futuro deben ser sustituidas por maderas provenientes de fuentes alternativas (Keogh, 2013).

En Costa Rica, en el 2010, se tenían contabilizadas 31500 ha de teca plantadas y en la región solamente es superado por Panamá (55000 ha), Ecuador (45000 ha) y Brasil (65000) (de Camino, 2013).

Gracias al incremento de la demanda de madera de teca, en los últimos años, ha surgido la discusión sobre la elección del mejor momento de cosecha.

Una vez que las plantaciones han alcanzado un diámetro medio mayor a 20-25 cm, la estructura de precios internacionales de teca ejerce presión sobre el productor, quien no cuenta con información suficiente para decidir si desecha o continúa con el cultivo.

Los precios de la madera de teca siguen una función de incrementos en forma escalonada, según la clase de circunferencia de la troza. Mientras que el incremento en volumen comercial sigue una función continua, que va disminuyendo paulatinamente conforme envejece. Esto origina que ambas tasas de incremento tengan comportamientos diferentes y causen confusión en la decisión del momento de cosechar.

Los dueños de plantaciones de teca de primera rotación, establecidas con semilla sin mejoramiento genético y pobre tecnología de manejo, se encuentran ante la disyuntiva de esperar a que el diámetro medio alcance una nueva clase de circunferencia y precio, o cosechar e iniciar con la mejor semilla y tecnología disponible actualmente.

La mayoría de los productores de teca no poseen una base de datos de costos operativos y administrativos de referencia, que les permita dar sustento a evaluaciones financieras y tomar decisiones informadas sobre cuándo cosechar o cuánto esperar para cosechar.

Con el objetivo de aportar información sobre el tema, se investigó una plantación establecida en San Carlos, Zona Norte de Costa Rica, con datos de crecimiento desde los 10 a los 18 años de edad.

1.1. Objetivo general

- Desarrollar un método operativo que permita tomar decisiones informadas sobre el momento óptimo de cosecha final en plantaciones de *Tectona grandis*.

1.2. Objetivos específicos

- Comparar la tasa de crecimiento del valor de la plantación con la Tasa básica pasiva y la Tasa básica activa reportada por el Banco Central de Costa Rica, durante los últimos 9 años.

- Determinar escenarios de rentabilidad de la inversión en una plantación de *Tectona grandis* de edad avanzada.
- Proponer la metodología utilizada en este estudio de caso, como un método válido para la toma de decisiones informadas sobre el mejor momento de cosecha final.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Inventario forestal

Un inventario forestal es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y el aprovechamiento forestal. El inventario para el manejo de plantaciones debe concentrarse en recopilar información por tipos de bosque (rodal), calidad del sitio (IS), densidad de la plantación, edad y distribución diamétrica de los árboles, clasificados según estado sanitario, calidad y tipos de productos que se desea obtener (Ortiz, 2002).

Una de las variables más importantes para el manejo de las plantaciones es la densidad del rodal, la cual mide el grado de competencia a que están sometidos los árboles. Esta variable se maneja para lograr objetivos específicos, tales como maximizar la tasa de crecimiento para lograr muchos árboles delgados en un tiempo corto para aprovecharlos como biomasa, leña, postes pequeños u otros usos. Por el contrario, la densidad del rodal también se puede manejar para obtener pocos árboles, por hectárea, de alta calidad para la producción de madera aserrada, postes de gran tamaño, chapas, etc. La densidad del rodal se puede evaluar utilizando varios criterios; entre ellos, área basal (G), índice de espaciamiento relativo, (%S) e índice de densidad del rodal (IDR). Para generar raleos o aclareos es importante generar tres tipos de información: una o varias medidas de la densidad del rodal, una evaluación de la calidad de los árboles y una cuantificación de los productos esperados (Ortiz, 2002).

Por lo tanto, todo inventario debe planificarse con el objetivo de definir cada una de sus fases, un procedimiento de ejecución lógico, sensato y eficiente que permita obtener la información requerida al menor costo y con la mayor precisión posible (Ortiz, 2002).

Adicionalmente, el inventario permite conocer la calidad actual de la plantación forestal, el potencial productivo y su valor futuro, lo cual se convierte, entonces, en un insumo vital para la toma de decisiones oportunas (Murillo y Badilla, 2010).

Estos mismos autores indican que el concepto de calidad puede resultar ambiguo si no se define con claridad el modelo de plantación por seguir; ya sea de producción de volumen por árbol o de volumen por unidad de área (biomasa). En el caso de plantaciones de alta calidad y valor, la calidad se fundamenta en árboles sanos y de fustes con alto potencial de aprovechamiento industrial, con especial énfasis en la industria de aserrío o desenrollado.

Una plantación de alta calidad es aquella que reúne al menos 400 individuos/ha de calidad 1 y 2, quienes constituirán los árboles por cosechar en el último raleo y en la cosecha final (Murillo, 2000; Murillo y Badilla, 2010).

2.2. Parcelas permanentes de medición, tamaño e intensidad de muestreo

Las parcelas permanentes de medición (PPM) son dispositivos de investigación a largo plazo, debidamente establecidas y periódicamente medidas (Ortiz, 2002).

En plantaciones forestales se ha encontrado una óptima relación entre eficiencia de muestreo y costos cuando la parcela incluye entre 15 y 20 árboles (Akca, 1993. Citado por Murillo y Badilla, 2010).

Con base en este principio, se ha generalizado la utilización de parcelas de 200 m² para plantaciones jóvenes (recién establecidas) o con más de 750 árboles/ha (N); y parcelas de 500 m² para plantaciones con menos árboles y de mayor edad. Se asume que conforme se ralea la plantación, disminuye la variabilidad diamétrica y, por lo tanto, se requiere de un menor número de observaciones para lograr la misma precisión o error muestral.

Cuadro 1. Intensidad de muestreo y número de parcelas por hectárea para un inventario forestal con parcelas circulares de 200 m² (radio = 7.98) y de 500 m² (radio = 12.62 m) (Murillo y Badilla, 2002).

Tamaño efectivo del estrato o lote (ha)	Intensidad de muestreo (% del área total)	Número de parcelas por ha	
		200 m ²	500 m ²
1 a 6	3 a 5	2 a 3	1
6,1 a 20	3	1,5	0,6
20,1 a 100	2	1	0,4
> 100,1	1	0,5	0,2

2.3. Análisis financiero

El análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores que reflejan el punto de vista o interés privado, es decir, de los individuos o las empresas. Además, proporciona información sobre cuándo se necesitarán los fondos y cuándo se esperan recibir los ingresos (en análisis ex-ante) o muestra el momento en que se ejecutaron las actividades productivas y el flujo real de costos e ingresos, durante el período de análisis y el balance final (FAO, 2000).

Tradicionalmente, para tomar la decisión de invertir, el propietario privado se apoya en criterios de orden financiero, buscando la alternativa que le genere el mayor beneficio de acuerdo con los indicadores que él utilice y que le permitan alcanzar sus objetivos (Alfaro, 1990).

Se tienen que dar tres condiciones básicas para que una inversión sea rentable (Rose y Blin 1987; citado por Ladrach, 2010):

- Los beneficios deben ser mayores que los costos de un proyecto, después de que los flujos de caja hayan sido ajustados con el tiempo.
- Cada componente de un proyecto debe aportar beneficios iguales o mayores que sus gastos, con el ajuste de los flujos de caja que se hacen con el tiempo.
- No existe otra alternativa de menor costo para lograr los mismos resultados.

La evaluación financiera trabaja los flujos de ingresos y egresos con los precios vigentes en los mercados y, según el objetivo de los análisis, puede ajustarse para eliminar los efectos de la inflación sobre dichos precios. Típicamente, se toma como criterio de selección el Valor actual neto (VAN), también llamado Valor presente neto (VPN), la Tasa interna de retorno (TIR) y el Período de recuperación de la inversión (Mokate, 1998).

2.4. Costos variables y costos fijos

Los costos totales se subdividen en dos categorías: costos variables y costos fijos. Los primeros corresponden a todos aquellos gastos que se realizan en actividades que varían en proporción directa con el nivel de producción, es decir, con el área de plantación o con el volumen de aprovechamiento de productos forestales. Entre estos costos están la mano de obra, los materiales y los servicios utilizados en las actividades de establecimiento, manejo, aprovechamiento y comercialización de productos de las PF (plantaciones forestales) y SAF (sistemas agroforestales) (FAO, 2000). Mientras que los costos fijos son aquellos que no varían con el nivel de producción, en el corto plazo, porque derivan de inversiones fijas, como caminos, maquinaria, equipo, etc. (FAO, 2000).

2.5. Indicadores financieros

Para el análisis financiero de plantaciones forestales es necesario recurrir a los indicadores basados en relaciones de los costos y beneficios actualizados, debido a los plazos largos de los análisis, en los cuales se experimentan cambios importantes en el valor del dinero a través del tiempo. Estos cambios implican necesariamente la actualización del flujo de costos e ingresos, para calcular los indicadores financieros, como el Valor actual neto (VAN), la Relación beneficio/costo (B/C), la Tasa interna de retorno (TIR) y el Valor esperado de la tierra (VET), entre los más utilizados (CATIE 1989).

2.6. Valor actual neto (VAN)

Este valor refleja la suma de los beneficios netos actualizados, es decir, la sumatoria de los beneficios actualizados menos los costos actualizados. Se calcula utilizando la siguiente fórmula (CATIE 1989):

$$VAN = \frac{Bn - Cn}{(1 + i)^n}$$

Donde:

Bn = Beneficios netos

Cn= Costos netos

i = Tasa de descuento

n = # de años

2.7. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa interna de retorno es un indicador del rendimiento financiero de la inversión analizada, que se puede comparar con el costo de oportunidad del dinero o con el rendimiento financiero promedio de otras alternativas de inversión a las que se tiene acceso.

VAN = 0, es decir:

$$\frac{Bn - Cn}{(1 + i)^n} = 0$$

Las inversiones son rentables cuando el VAN es mayor que cero, la relación beneficio/costo es mayor que uno y la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital (CATIE, 1989).

2.8. Valor esperado de la tierra (VET)

El Valor actual neto de una serie futura de rotaciones a intervalos regulares es llamado VET o Valor económico de la tierra. Este indicador puede ser usado para comparar proyectos cuando se asume que el mejor uso de la tierra es bajo una plantación forestal en perpetuidad y que cada rotación poseerá costos e ingresos idénticos. Es calculado con base en una serie de rotaciones en perpetuidad. Matemáticamente puede ser calculado con base en el VAN de la primera rotación de la siguiente manera (Pearse, 1990):

$$VET = VAN = \frac{(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde n es la duración de la rotación en años.

2.9. Tasa básica pasiva

La Tasa básica pasiva es un promedio ponderado de las tasas de interés brutas de capital a plazo en colones, de los distintos grupos de intermediación financiera que conforman las Otras Sociedades de Depósito (OSD,) a plazos entre 150 y 210 días.

Este promedio se redondea al veinteavo de punto porcentual más cercano (BCCR, 2012).

2.10. Tasa real de descuento

Las variables para calcular esta tasa son la tasa nominal y la tasa de inflación, ambas se encuentran en la Web del Banco Central de Costa Rica. La fórmula es la siguiente (Zúñiga, 2011):

$$TRD = \left(\frac{(1 + Tn)}{(1 + Ti)} - 1 \right) * 100$$

Donde:

TRD = Tasa real de descuento

Tn = Tasa nominal = Tasa básica pasiva

Ti = Tasa de inflación

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

El estudio se realizó en una plantación de *Tectona grandis* de 18 años de edad, perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., adquirida en el año 2010 cuando tenía 14 años de edad. Esta plantación había sido previamente comprada por un grupo inversionista de la Zona Norte, a partir del año 2005, cuando registraba 9 años de edad. Al momento de la adquisición, Puro Verde Paraíso Forestal S.A. gestiona el traspaso de la información de las parcelas permanentes de crecimiento existentes y establecidas a partir del 2006. Por lo tanto, se cuenta con una base de datos de 9 años de medición continua, que se ha utilizado como base del análisis desarrollado en esta investigación.

3.1. Ubicación espacial

La plantación se encuentra ubicada en el caserío Javillos, en el distrito Javillos perteneciente al cantón de San Carlos, en la provincia de Alajuela; Zona Norte de Costa Rica. Las coordenadas geodésicas son: X: 438851- 440871, Y: 1148055- 1147529; sistema de coordenadas: CRTM05, Datum: CR05, Elipsoide: WGS84.

En la Figura 1 se observa la ubicación espacial de la plantación de *Tectona grandis* utilizada para la realización de este estudio.

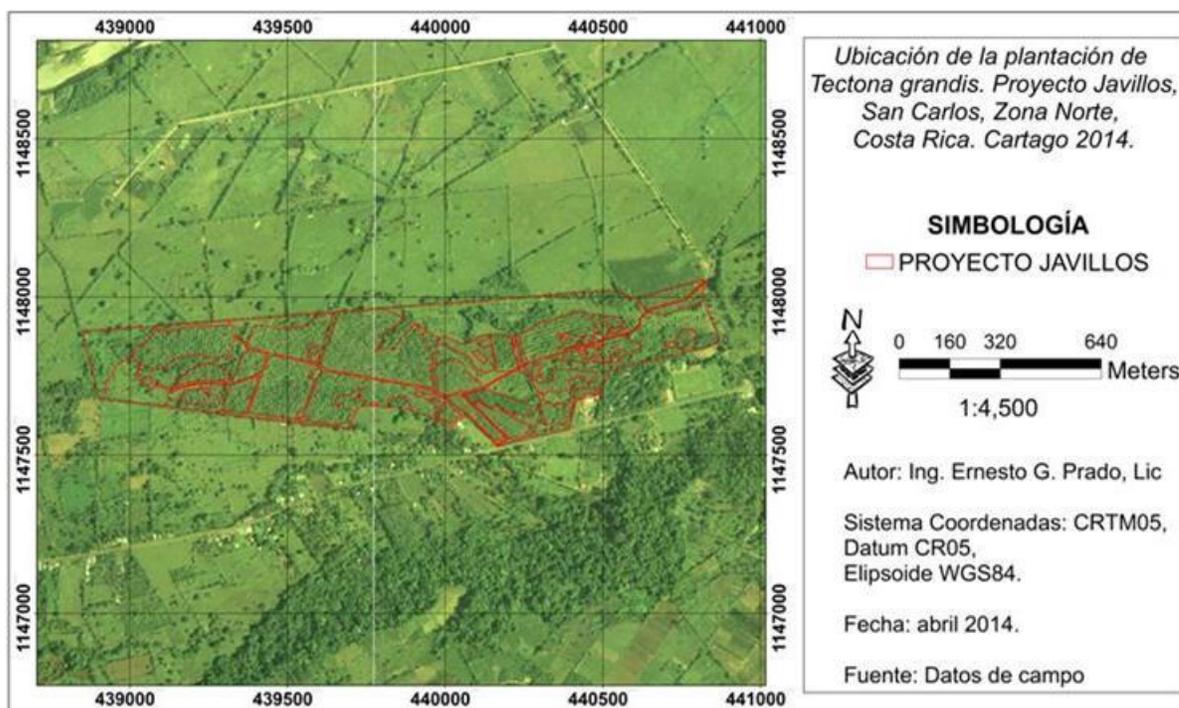


Figura 1. Ubicación de la plantación de *Tectona grandis* perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A. San Carlos, Zona Norte, Costa Rica.

3.2. Inventario y valoración forestal

El área total de la finca es de 61,64 ha de las cuales 30,71 ha se encuentran plantadas con la especie *Tectona grandis*.

Se establecieron un total de 14 parcelas permanentes de medición (PPM) de forma circular con un área de 530 m² (13 m de radio) cada una, con lo cual se obtuvo una intensidad de muestreo de 2,4% del área efectiva plantada. El establecimiento aleatorio de las parcelas permanentes se realizó con la ayuda de los sistemas de información geográfica, específicamente, con el programa ArcGis 8, en el 2006.

Con el programa ArcGis se asignó una malla de puntos sobre al área efectiva plantada, que cubrió toda el área por muestrear. Estos puntos se generaron a una distancia de 17,85 m uno del otro y fueron numerados respectivamente. La red de PPM se asignó

siguiendo un diseño estadístico de muestreo aleatorio, apoyado en la malla de puntos en el área por muestrear. Se procedió entonces a generar números aleatorios con ayuda de una calculadora y seguidamente se asignó la ubicación de la parcela permanente en la malla de puntos correspondiente, según el número aleatorio generado.

La información dasométrica tomada de cada uno de los árboles incluidos dentro de cada parcela permanente se fundamentó en la metodología propuesta por Murillo y Badilla (Calidad de la Plantación Forestal, 2010). Se midió el diámetro a 1,3 m de altura, se estimó el número de trozas comerciales de 2,5 m de largo y se le asignó a cada troza un valor de calidad para la producción de 1 a 4. En la Figura 2 se observa la distribución de las 14 parcelas permanentes de medición establecidas en la plantación.

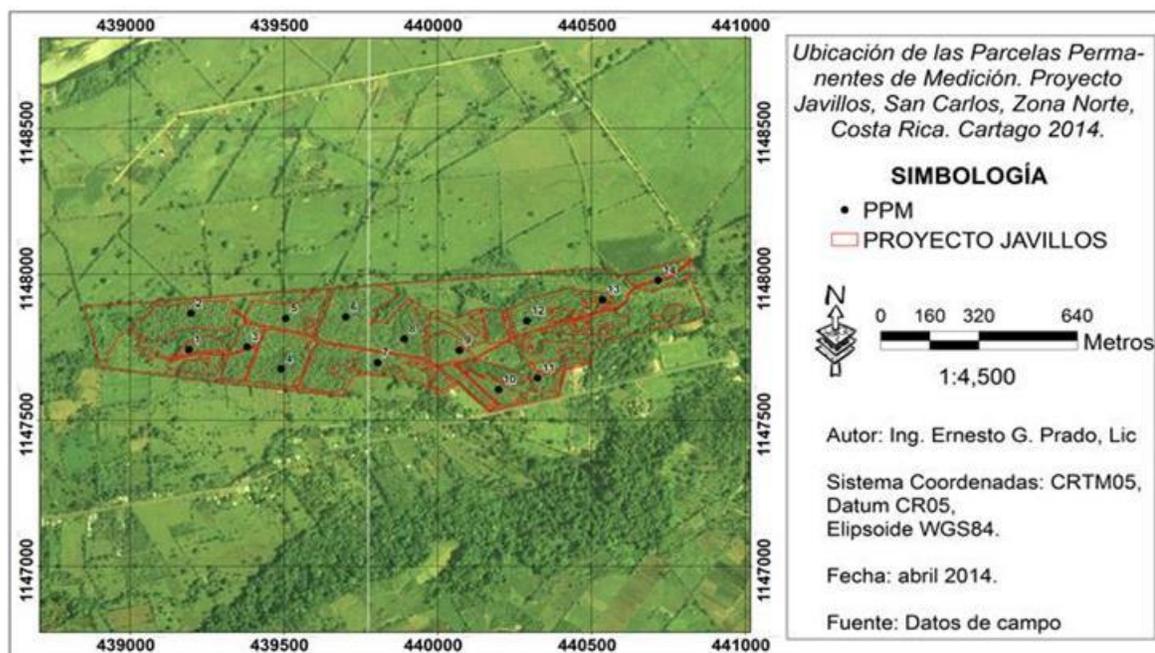


Figura 2. Parcelas permanentes de medición establecidas en la plantación de *Tectona grandis* perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Para el procesamiento y análisis de los datos recopilados en el campo y la valuación posterior de la plantación, se utilizó el programa de calidad y valuación de plantaciones desarrollado por la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ITCR, (Murillo y Badilla, 2006).

A partir de los datos de las parcelas permanentes, desde el 2006 hasta el 2014, se realizaron los cálculos de volumen comercial por troza utilizando la fórmula Hoppus (con castigo de 6 cm en circunferencia y 5 cm en el largo) y se clasificó por categoría diamétrica para poder asignarle un precio de mercado. Esto permitió obtener como resultado los estimados anuales de valuación de la plantación desde el 2006 a la fecha. La tasa de crecimiento del valor de la plantación se determinó como sigue:

$$TCV (\%) = \frac{ICAValor(i+1) (\$/ha)}{Valor Total (i) (\$/ha)} * 100 \quad (1)$$

Donde:

TCV = Tasa de crecimiento en valor de la plantación en porcentaje

ICAValor (i + 1) = Incremento corriente anual del valor en el año *i + 1*

Valor total = Valor total por hectárea (\$) en el año *i*

En el Cuadro 2 se muestran las categorías diamétricas utilizadas con su respectivo precio de mercado. Esta información fue facilitada por empresas dedicadas a la compra y venta de madera de teca en Costa Rica y corresponden a madera en troza cargada en el contenedor, medida al centro de cada pieza y con castigos de 6 cm en la circunferencia y de 5 cm en el largo.

Cuadro 2. Categorías diamétricas y precios de mercado utilizados en la valuación de la plantación de teca perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014 (Tasa de cambio 1 US \$ = ¢545).

Categoría diamétrica (cm)	Precio mercado (US\$/m ³)	Precio mercado (¢/m ³)
< 15	\$150	¢81798
15,1 - 25	\$244	¢133058,08
25,1 - 30	\$395	¢215401,4
30,1 - 40	\$521	¢284111,72
> 40	\$583	¢317921,56

Tipo de cambio: BCCR 4/9/2014 \$1 = ¢545.32

3.3. Análisis financiero

Los cálculos de volumen y la valuación de la plantación se realizó con las mediciones de cada año a partir del 2006 y hasta el 2014, con el fin de realizar una comparación entre la Tasa interanual (ICA) de crecimiento en valor de la plantación, con la Tasa básica pasiva y la Tasa activa del sector industrial dadas por el Banco Central de Costa Rica.

Los precios utilizados para la valoración de la plantación desde el 2006 hasta el 2014 son los precios actuales, con el fin de eliminar el efecto de la inflación y no tener que llevar los precios al año cero. Dado lo anterior, se realizó un ajuste en la Tasa básica pasiva para utilizarla en términos reales y no en términos nominales como la presenta el Banco Central de Costa Rica, mediante la fórmula:

$$TRD = \left(\frac{(1+Tn)}{(1+Ti)} - 1 \right) * 100 \quad (2)$$

TRD = Tasa real de descuento.

Tn = Tasa nominal (Tasa básica pasiva y Tasa activa sector industrial).

Ti = Tasa de inflación acumulada.

Para la selección de la Tasa básica pasiva y la activa, necesarias en la ecuación anterior, se realizó un promedio de los valores presentados por BCCR desde el 2005 hasta el 2014.

En el Cuadro 3 se observan los valores promedio anuales de la Tasa básica pasiva, Tasa activa para el sector industrial y la inflación de Costa Rica al mes de noviembre, presentada por el Banco Central de Costa Rica, para el periodo del 2006 hasta el 2014, utilizadas en la realización de este estudio.

Cuadro 3. Tasa básica pasiva, Tasa de inflación y Tasa activa para el sector industrial dada por el Banco Central de Costa Rica desde el 2006 hasta el 2014 (BCCR 2014).

Año	Tasa básica pasiva	Tasa activa industria	Inflación	Tasa real descuento	Tasa real activa
2006	13,62	20,28	9,42	3,83	9,92
2007	7,38	12,93	10,09	-2,46	2,58
2008	7,51	15,52	16,30	-7,55	-0,67
2009	10,94	19,18	2,57	8,16	16,20
2010	7,90	16,89	6,11	1,69	10,16
2011	7,48	16,31	4,56	2,80	11,24
2012	9,88	19,26	5,22	4,43	13,35
2013	6,67	14,76	3,44	3,12	10,94
2014	6,90	15,76	5,89	0,96	9,32
Promedio	8,70	16,76	7,07	3,57	9,23

Para productores independientes y de bajos recursos económicos se consideró apropiado proponerles realizar el aprovechamiento total de la plantación (Turno de corta), en el momento en que la Tasa básica pasiva otorgada por el BCCR fuese superior a la tasa de crecimiento en valor de la plantación. Mientras que, para empresas productoras de teca con mayor capital financiero y que pueden decidir colocar sus inversiones en otras actividades económicas, tales como las del sector industrial, se consideró establecer el turno de corta en el momento en que la Tasa

activa dada por la actividad industrial fuese superior a la Tasa de crecimiento en valor de la plantación.

Adicionalmente se realizó un análisis financiero tradicional utilizando el Valor actual neto (VAN) y Valor esperado de la tierra (VET) como los indicadores financieros que determinan la edad óptima económica de corta final (Rotación económica) una vez que estos ven maximizados sus rendimientos, con el fin de comparar los años de cosecha final obtenido por ambos métodos. También se calculó la Tasa interna de retorno (TIR) con el fin de establecer la rentabilidad del proyecto.

3.4. Flujo financiero

Para la elaboración del flujo financiero del proyecto se realizó una reconstrucción de los costos, por hectárea, que se deben incurrir para el establecimiento y manejo de una plantación de teca a lo largo de 20 años. Este flujo fue basado en los rendimientos y costos que la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A. ha generado a lo largo de su experiencia forestal en el establecimiento de plantaciones, en los ingresos que se han obtenido producto de los raleos y cosecha final de una plantación de teca clasificada como de crecimiento moderado y en los precios de la madera por categoría diamétrica anteriormente presentados. No se tomó en cuenta el valor de la tierra, el cual se consideró un activo que seguirá siendo aprovechado con el establecimiento de futuras plantaciones y que adquiere plusvalía año a año.

Para la reconstrucción de los costos por hectárea de la plantación se realizaron consultas a las personas encargadas del establecimiento y manejo de la teca de la finca Javillos, en 1996, con el fin de establecer las actividades que se llevaron a cabo.

Con esto se logró determinar que el establecimiento de la plantación se hizo con base en aspectos técnicos básicos, dejando por fuera la preparación del terreno, la utilización de estacas para plantar y la realización de chapias y rodajas en los primeros dos años.

Con base en lo anterior se estableció un escenario de costos donde se realizaron actividades básicas en el establecimiento, manejo y mantenimiento de una plantación de teca con 625 árboles por hectárea (Véase Cuadro 5).

En el Cuadro 4 se presentan los rangos, en cuanto a rendimientos utilizados por la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., de cada una de las actividades de mantenimiento y manejo de sus plantaciones. El rendimiento utilizado para el cálculo de los costos de la mano de obra en la elaboración de este estudio se encuentra dentro de estos márgenes.

Cuadro 4. Actividades y sus rendimientos en el establecimiento, manejo y mantenimiento de plantaciones forestales, utilizadas en la elaboración de los costos de la finca Javillos.

Actividad	Rendimiento
Chapia inicial	6 - 10 Jornal/ha
Ronda Corta Fuego (Inicial)	100 - 200 m/Jornal
Ronda Corta Fuego (Mantenimiento)	200 - 250 m/Jornal
Instalación de cerca (equipo 2 personas)	50 - 100 m/jornal
Mantenimiento de cercas (2 personas)	75 - 125 m/Jornal
Marcaje del terreno (Estaquillado)	2 - 5 Jornales/ha
Ahoyado	1 - 2 Jornales/ha
Distribución de plantas	0,75 – 1,5 Jornales/ha
Plantado	2 - 5 Jornales/ha
Encalado	1,5 – 2,5 Jornales/ha
Fertilización	1 - 2 Jornales/ha
Banda química	1 - 2 Jornales/ha
Deshija	1 - 2 Jornales/ha
Poda 1	2 - 3 Jornales/ha
Poda 2	2 - 3 Jornales/ha
Control de malezas (machete)	3 - 5 Jornales/ha
Apuntalamiento	2 - 3 Jornales/ha
I Raleo (equipo 2 personas)	250 - 350 árboles/jornal
II Raleo (equipo 2 personas)	175 - 250 árboles/jornal
III Raleo (equipo 2 personas)	100 - 150 árboles/jornal

En el Cuadro 5 se presentan los posibles costos de establecimiento, mantenimiento y manejo de la plantación de Javillos durante 20 años. Esta reconstrucción de datos se hizo con base en entrevistas. Los rendimientos expuestos en el cuadro anterior son los costos utilizados en el flujo financiero.

Cuadro 5. Costos de establecimiento, mantenimiento, manejo y aprovechamiento de una plantación de teca a lo largo de 20 años, utilizados en el flujo financiero.

Año	Actividad	Costo (¢/ha)	Costo (\$/ha)*
0	Establecimiento	¢573,079.53	\$1,050.91
1	Mantenimiento	¢308,303.45	\$565.36
2	Mantenimiento	¢280,324.85	\$514.06
3	Mantenimiento	¢178,610.36	\$327.53
4	Mantenimiento y manejo	¢208,453.90	\$382.26
5	Mantenimiento	¢159,538.89	\$292.56
6	Mantenimiento	¢153,181.73	\$280.90
7	Mantenimiento	¢153,181.73	\$280.90
8	Mantenimiento y manejo	¢181,813.20	\$333.41
9	Mantenimiento	¢140,467.42	\$257.59
10	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
11	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
12	Mantenimiento y manejo	¢143,670.27	\$263.46
13	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
14	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
15	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
16	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
17	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
18	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
19	Mantenimiento	¢102,324.49	\$187.64
20	Cosecha final	¢167,750.73	\$307.62
Total		¢3,569,296.46	\$6,545.32

- El costo considera mano de obra (jornal 8 horas) más insumos. El costo del jornal es de ¢12714.31 con cargas sociales incluidas. Tipo de cambio: 1\$ = ¢545.32

Para el cálculo del valor final del costo total se aplicó la siguiente fórmula a cada uno de los costos anuales:

$$\mathbf{V_nCT = C_{(n-1)} * (1 + i)^n + C \quad (3)}$$

Donde:

V_nCT = Valor del costo total

C = Costo calculado para cada año (actual)

$C_{(n-1)}$ = Costo del año anterior

i = Tasa de interés de oportunidad (8%)

n = Año que se desea calcular (futuro)

Con base en la fórmula anterior se calculó el valor del costo final total a los veinte años de la plantación de Javillos. Los datos se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Valor final del costo total a los 20 años de la plantación de Javillos.

Año	Costo anual (¢/ha)	Valor final costo total (¢/ha)
0	¢641,936.69	¢641,936.69
1	¢371,875.01	¢1,065,166.63
2	¢343,896.40	¢1,494,276.37
3	¢242,181.91	¢1,856,000.39
4	¢272,025.46	¢2,276,505.87
5	¢223,110.45	¢2,681,736.79
6	¢216,753.29	¢3,113,029.02
7	¢216,753.29	¢3,578,824.63
8	¢245,384.76	¢4,110,515.36
9	¢204,038.98	¢4,643,395.57
10	¢165,896.04	¢5,180,763.26
11	¢102,324.49	¢5,697,548.81
12	¢143,670.27	¢6,297,022.98
13	¢102,324.49	¢6,903,109.31
14	¢102,324.49	¢7,557,682.54
15	¢102,324.49	¢8,264,621.63
16	¢102,324.49	¢9,028,115.85
17	¢102,324.49	¢9,852,689.61
18	¢102,324.49	¢10,743,229.26
19	¢102,324.49	¢11,705,012.09
20	¢167,750.73	¢12,809,163.79

Para la determinación de los ingresos producto de los raleos y cosecha final de la finca Javillos, se elaboró un escenario de crecimiento de una plantación de teca con base en los datos históricos generados por la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., en plantaciones de teca en la Zona Norte de Costa Rica.

El escenario de crecimiento implementado describe una plantación con una densidad inicial de 625 árboles por hectárea (distanciamiento 4 m X 4 m) que recibe un total de 3 raleos (4, 8 y 12 años de edad, intensidad 25%, 33% y 33% respectivamente) y al momento del turno final de cosecha (20 años) presenta un volumen comercial de 78 m³/ha (Volumen Hoppus) con un total de 210 árboles por hectárea.

Durante los primeros 5 años se consideró que la plantación no poseía un valor maderable aunque su valor comercial estuviera dado por los costos de establecimiento, manejo y mantenimiento más una tasa de oportunidad del 8%. Una vez que la plantación alcanzó los 16 cm de dap (6 años de edad) adquirió un valor maderable y la plantación se valoró en pie. En el Cuadro 6 se muestran los precios de la madera en pie, utilizados para establecer los ingresos producto de una posible venta de la plantación.

Cuadro 7. Precios de la madera en pie, utilizados para la valoración de la plantación una vez alcanzado el dap mínimo de 16 cm.

Categoría Diamétrica (cm)*		Precio (\$/árbol)	Precio (¢/árbol)**
15,92	18,78	\$4	¢2,181.28
19,10	21,96	\$12	¢6,543.84
22,28	25,15	\$26	¢14,178.32
25,46	28,33	\$51	¢27,811.32
28,65	31,51	\$88	¢47,988.16
31,83	34,70	\$134	¢73,072.88
35,01	37,88	\$205	¢111,790.60
38,20	41,06	\$301	¢164,141.32
41,38	44,24	\$426	¢232,306.32
44,56	47,43	\$587	¢320,102.84
47,75	50,61	\$790	¢430,802.80
50,93	54,11	\$1,040	¢567,132.80

* Diámetro a 1.3 metros de altura

** Tipo de cambio: \$1 = ¢545.32

En los años 8 y 12 cuando se realizaron raleos comerciales, se consideró el valor de la madera en troza cargada en contenedor y al resto de la plantación se le valoró la madera en pie.

En el cuadro 7 se detallan los valores dasométricos de la plantación, los años de raleo y los posibles ingresos producto de los raleos y la venta de la madera en pie. A los 20 años (cosecha final) se consideró el valor de la madera en troza y cargada en el contenedor.

Cuadro 8. Modelo de crecimiento de una plantación promedio de *Tectona grandis* en la Zona Norte de Costa Rica. Posibles ingresos producto de la venta de la madera de raleos, en pie y cosecha final.

Edad Años	Variables dasométricas				Raleos			Ingresos raleos		Valor en pie Precio (€/m ³)	Costos (€/ha)	Valor plantación primeros 5 años	Valor en pie (€/ha)	Ingresos raleos (€/ha)	Ingresos totales €/ha
	Árboles (N/ha)	Dap (cm)	H. total (m)	A. Basal (m ² /ha)	Intensidad Raleo	Árboles (N/ha)	Vol. Comercial Hoppus (m ³ /ha)	Precio (€/m ³)	Total (€/ha)						
0	625										€573,079.53				
1	625	4.48	1.79	0.98							€308,303.45	€951,893.62			€951,893.62
2	625	5.11	3.66	1.28							€280,324.85	€1,330,795.95			€1,330,795.95
3	625	7.28	5.45	2.60							€178,610.36	€1,630,158.81			€1,630,158.81
4	625	11.57	7.14	6.58	25%	156	3.24	-----	-----		€208,453.90	€1,985,701.73			€1,985,701.73
5	469	14.04	8.71	7.26							€159,538.89	€2,316,859.86			€2,316,859.86
6	469	16.43	10.17	9.94						€2,181.28			€1,022,475.00		€3,339,334.86
7	469	18.16	11.52	12.14						€2,181.28			€1,022,475.00		€3,339,334.86
8	469	20.71	12.77	15.79	33%	155	14.37	€133,058.08	€3,912,486.09	€6,543.84			€3,067,425.00	€1,912,487.96	€7,296,772.83
9	314	22.15	13.92	12.10						€14,178.32			€4,452,878.63		€6,769,738.49
10	314	23.36	14.98	13.46						€14,178.32			€4,452,878.63		€6,769,738.49
11	314	24.28	15.96	14.54						€14,178.32			€4,452,878.63		€6,769,738.49
12	314	26.11	16.85	16.82	33%	104	19.59	€215,401.4	€4,218,770.02	€27,811.32			€8,734,492.69	€4,218,771.15	€15,270,123.70
13	210	26.55	17.68	11.65						€27,811.32			€5,852,110.10		€8,168,969.96
14	210	27.25	18.43	12.27						€27,811.32			€5,852,110.10		€8,168,969.96
15	210	28.12	19.12	13.07						€27,811.32			€5,852,110.10		€8,168,969.96
16	210	28.99	19.76	13.89						€47,988.16			€10,097,758.61		€12,414,618.47
17	210	29.86	20.34	14.73						€47,988.16			€10,097,758.61		€12,414,618.47
18	210	30.73	20.87	15.60						€47,988.16			€10,097,758.61		€12,414,618.47
19	210	31.60	21.36	16.50						€73,072.88			€15,376,132.42		€17,692,992.28
20	210	32.47	21.81	17.42	100%	210	78.381	€279,203.84	€22,268,896.76					€22,268,896.76	€24,585,756.62

3.5. Análisis estadístico

Para la evaluación de los parámetros estadísticos del inventario forestal se utilizó el programa de Calidad y Valuación de Plantaciones Forestales, del ITCR (Murillo y Badilla, 2005, versión mayo del 2014).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tasa de crecimiento anual del valor de la plantación

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las valuaciones anuales realizadas desde el 2006 hasta el 2014, el cálculo de la Tasa de crecimiento anual del valor de la plantación, la Tasa real de descuento y la Tasa activa que servirán de comparación para la determinación del turno final de corta.

Cuadro 9. Tasa de crecimiento anual del valor de la plantación de *Tectona grandis* de Javillos, San Carlos, empresa Puro Verde Paraíso Forestal.

Año	Edad (años)	Vol (m3/ha)	ICA Vol (m3/ha)	Valor (¢/ha)	ICA (¢/ha)	Tasa Crec. Valor (%)	Términos reales	
							T. Bas Pas	T. Activa
2006	10	57,60	-----	¢ 5,464,217.78	-----	-----	3,57	9,23
2007	11	52,98	3,20	¢ 5,207,477.53	¢ 433,214.52	7,93		
2008	12	57,06	4,08	¢ 5,735,293.90	¢ 527,816.37	10,14		
2009	13	63,84	6,77	¢ 6,624,205.40	¢ 888,911.50	15,50		
2010	14	65,94	4,42	¢ 6,931,166.04	¢ 537,575.89	8,12		
2011	15	69,95	4,01	¢ 7,579,627.29	¢ 648,461.25	9,36		
2012	16	74,62	4,67	¢ 8,367,412.92	¢ 787,785.63	10,39		
2013	17	78,60	3,98	¢ 9,015,430.02	¢ 648,017.11	7,74		
2014	18	82,38	3,78	¢ 9,604,094.12	¢ 588,664.10	6,53		
Promedio		67,00	4,37	¢ 7,169,880.56	¢ 632,555.80	9,46		

En el cuadro anterior se observa cómo la plantación, anualmente, experimentó un crecimiento importante de su valor como producto del incremento diamétrico de los árboles. Esto permitirá que, en algunos años, se dé un salto importante en las categorías diamétricas y, por lo tanto, un aumento en el precio de la madera. Este salto de categorías diamétricas se verá reflejado positivamente en el valor total de la plantación.

Según la Tasa de incremento anual, el valor de la plantación alcanzó su valor máximo de 15,5 % durante el 2009, valor que se encuentra por encima de la Tasa activa

promedio de los últimos 9 años del BCCR. Esto es un buen indicador de competitividad de la actividad y de que la empresa puede continuar con la inversión al menos un año más.

En el 2010, el incremento anual del valor de la plantación cayó a 8,12%, valor que se encontraba por debajo de la Tasa activa del BCCR, por lo que durante ese año resultó más rentable invertir el dinero de la plantación en otra actividad financiera.

A pesar de que existió un incremento importante en volumen, debido al crecimiento diamétrico de la plantación, este aumento no fue suficiente para que un buen número de individuos lograran alcanzar una nueva categoría diamétrica e incrementaran así el precio por metro cúbico.

En los años posteriores la plantación recuperó un poco el incremento en la Tasa anual del valor, pero, no logró alcanzar los niveles del 2009 y apenas logró estar por encima de la Tasa activa de la actividad industrial, por lo que se consideró que la plantación llegó a su turno económico durante ese año.

El grupo de inversionistas que fueron dueños de la plantación en el 2009, debieron haber realizado el aprovechamiento final de la plantación durante ese año con el fin de maximizar sus ganancias. La empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., que compró la plantación en el 2010, debió valorar la posibilidad de realizar la venta de la madera durante el mismo año que la compró.

A pesar de lo anterior, en el 2011, la plantación experimentó un aumento en su Tasa de crecimiento del valor y logró llegar al 10,39% en el año 2012. Esto fue producto del incremento diamétrico que tuvo la plantación. Entonces se empezaron a experimentar cambios importantes en las categorías diamétricas que se reflejaron luego en mejores precios por metro cúbico. Este año alcanzó, nuevamente, su máximo valor. Este estuvo por encima de la Tasa activa del sector industrial por lo que se consideró que durante ese año la plantación alcanzó el turno económico para la empresa Puro Verde

Paraíso Forestal S.A. No obstante, en los años posteriores, el incremento anual de la Tasa de valor volvió a caer a niveles por debajo de la Tasa activa del sector industrial.

4.2. Análisis financiero

En el Cuadro 10 se presenta el flujo financiero y el cálculo del VAN y el VET para la plantación de teca ubicada en Javillos, perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A. Se presentan dos cálculos ya que se tomó la Tasa básica pasiva y la Tasa activa del sector industrial, ambas en términos reales.

Los ingresos de la actividad se calcularon con base en las proyecciones de crecimiento de una plantación de teca con rendimientos moderados. Por otra parte, los costos fueron producto de la experiencia generada por la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., en el establecimiento, mantenimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales en la Zona Norte de Costa Rica. El modelo de costos fue complementado con la información suministrada por las personas encargadas del proyecto en sus etapas iniciales, esto para poder determinar el nivel técnico al que fue sometida la plantación.

Según los resultados obtenidos en el caso del VAN y el VET, calculados con base en la Tasa básica pasiva, se concluyó que ambos indicadores maximizaron su beneficio a los 12 años de edad de la plantación. De igual manera con el VAN y el VET calculados con base en la Tasa activa para el sector industrial, se obtuvo que el máximo beneficio se alcanzó a los 12 años para ambos indicadores.

Cuadro 10. Valores de VAN y VET obtenidos anualmente para la elaboración del flujo financiero de una plantación de *Tectona grandis* con un crecimiento moderado y de 20 años de edad.

Año	Ingresos	Costos	Balance	Tasa Básica Pasiva = 0.035		Tasa Activa Industria = 0.092	
				VAN-1	VET-1	VAN-2	VET-2
1	¢1,094,916.63	¢1,065,166.63	¢29,750.00	¢28,724.67	¢833,443.35	¢27,237.25	¢322,478.55
2	¢1,553,918.08	¢1,494,276.37	¢59,641.71	¢55,601.45	¢820,779.39	¢49,992.25	¢308,993.62
3	¢1,939,787.99	¢1,856,000.39	¢83,787.60	¢75,419.52	¢755,157.53	¢64,299.65	¢276,453.51
4	¢2,388,758.52	¢2,276,505.87	¢112,252.65	¢97,559.28	¢745,321.88	¢78,868.16	¢265,187.81
5	¢2,820,818.49	¢2,681,736.79	¢139,081.70	¢116,710.51	¢725,589.49	¢89,464.63	¢250,778.47
6	¢3,843,293.49	¢3,113,029.02	¢730,264.46	¢591,681.74	¢3,117,878.79	¢430,068.69	¢1,046,196.90
7	¢3,843,293.49	¢3,578,824.63	¢264,468.85	¢206,895.25	¢950,389.60	¢142,596.37	¢309,440.63
8	¢7,800,731.45	¢4,110,515.36	¢3,690,216.09	¢2,787,377.52	¢11,392,984.05	¢1,821,637.74	¢3,597,514.07
9	¢7,273,697.11	¢4,643,395.57	¢2,630,301.54	¢1,918,304.45	¢7,086,713.18	¢1,188,754.12	¢2,169,045.39
10	¢7,273,697.11	¢5,180,763.26	¢2,092,933.85	¢1,473,789.63	¢4,981,947.85	¢866,000.76	¢1,477,246.26
11	¢7,273,697.11	¢5,697,548.81	¢1,576,148.30	¢1,071,630.52	¢3,347,847.53	¢597,084.95	¢961,219.15
12	¢15,774,082.32	¢6,297,022.98	¢9,477,059.34	¢6,221,421.04	¢18,110,358.39	¢3,286,918.43	¢5,032,247.49
13	¢8,672,928.59	¢6,903,109.31	¢1,769,819.28	¢1,121,793.49	¢3,063,723.35	¢561,979.57	¢823,455.52
14	¢8,672,928.59	¢7,557,682.54	¢1,115,246.05	¢682,531.48	¢1,759,105.39	¢324,219.08	¢457,107.11
15	¢8,672,928.59	¢8,264,621.63	¢408,306.95	¢241,271.91	¢589,774.46	¢108,675.32	¢148,091.47
16	¢12,918,577.09	¢9,028,115.85	¢3,890,461.24	¢2,219,673.43	¢5,168,551.89	¢948,028.79	¢1,253,476.28
17	¢12,918,577.09	¢9,852,689.61	¢3,065,887.48	¢1,688,932.15	¢3,760,525.73	¢683,995.00	¢880,414.09
18	¢12,918,577.09	¢10,743,229.26	¢2,175,347.83	¢1,157,051.52	¢2,471,765.35	¢444,325.97	¢558,377.43
19	¢18,196,950.91	¢11,705,012.09	¢6,491,938.81	¢3,334,006.24	¢6,853,903.29	¢1,214,013.97	¢1,493,258.18
20	¢25,089,715.24	¢12,809,163.79	¢12,280,551.45	¢6,089,447.05	¢12,078,905.94	¢2,102,535.87	¢2,536,869.76

El Valor esperado de la tierra (VET) vio maximizado su beneficio cuando la plantación alcanzó los 12 años de edad tanto para el cálculo realizado con base en la Tasa básica pasiva como con la Tasa activa del sector industrial. Con base en lo anterior se estableció como turno económico de la plantación el año 2008, cuando la plantación cumplió los 12 años.

Esto presentó mucha similitud con los resultados obtenidos con el método anterior, ya que se alcanzó el turno económico de la plantación, en el 2009, cuando la plantación tenía 13 años y la tasa de crecimiento en el valor de la plantación alcanzó su máximo valor.

De igual forma el Valor actual neto (VAN) maximizó su beneficio cuando la plantación cumplió 12 años de edad y los resultados concordaron con los obtenidos por el VET; esto también tuvo mucha similitud con el turno económico obtenido mediante el método de la Tasa de crecimiento en el valor de la plantación.

En la Figura 3 se muestran gráficamente las fluctuaciones que presentan los valores del VAN y VET a lo largo del tiempo y para cada una de las tasas utilizadas. El ciclo económico es claramente marcado durante el año 12 de la plantación, cuando ambos indicadores ven maximizados sus rendimientos.

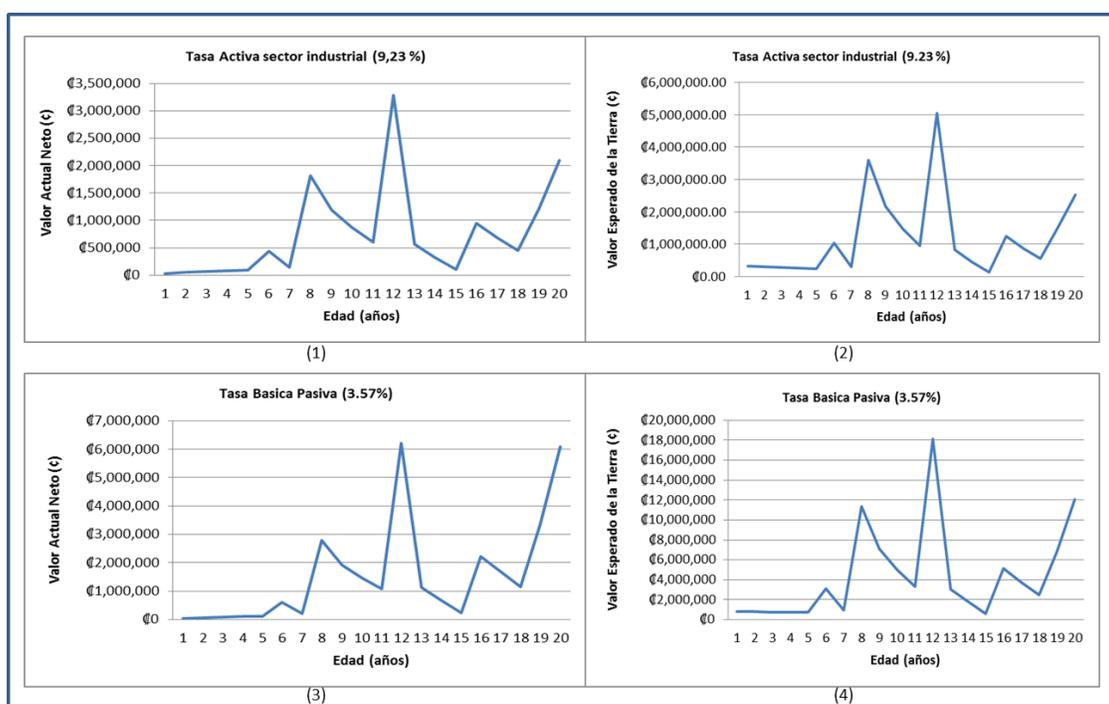


Figura 3. Valores de VAN y VET calculados con base en la Tasa básica pasiva y la Tasa activa del sector industrial para 20 años de edad de una plantación de *Tectona grandis* con crecimiento moderado, ubicada en Javillos, Zona Norte de Costa Rica.

En la Imagen 1 se observa el cálculo del VAN con base en la Tasa activa del sector industrial (8,9%) en términos reales. Mientras que la Imagen 2 corresponde al VET calculado con la misma tasa. Entre ambas tasas se observa una concordancia en

cuanto a que ambos indicadores obtuvieron su valor máximo a los 12 años de edad de la plantación (2008).

Las Imágenes 3 y 4 corresponden a los indicadores VAN y VET pero calculados con base en la Tasa básica pasiva en términos reales (2,27%). En el caso del VAN, este logró su valor máximo a los 20 años de edad, pero, es notable que obtuvo un valor alto e importante cuando la plantación tenía 12 años. Esto concordó con el máximo valor obtenido por el VET, calculado con esta misma tasa de oportunidad y con los resultados obtenidos con el cálculo de estos indicadores con base en la Tasa activa. Esto dio como resultado que el turno económico de la plantación fuera fijado a los 12 años de edad, es decir, en el año 2008.

Para la determinación de la rentabilidad del proyecto a los 20 años, se calculó la tasa interna de retorno en términos reales y se obtuvo un valor del 48%.

Lo anterior contrastó con los resultados obtenidos en la fijación del turno económico a los 12 años (Según flujo financiero) o 13 años (Según metodología propuesta), ya que la actividad siguió siendo rentable a pesar de que una empresa como Puro Verde Paraíso Forestal S.A., pudiera tener mayores réditos económicos invirtiendo el dinero en una actividad industrial una vez que la plantación cumpliera los 13 años de edad. Pero, para un pequeño productor esto resulta alentador ya que para él es muy rentable esperar mayores diámetros y mejor calidad de madera en su plantación y con esto acceder a mejores precios de mercado.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la plantación de Javillos se estableció un turno económico de cosecha final de 13 años según la metodología propuesta de la tasa de crecimiento en valor de la plantación. Pero según el análisis financiero tradicional este se determinó para el año 12.

La utilización de ambas metodologías dio como resultado un turno económico de cosecha final mucho más temprano que lo normalmente propuesto para una plantación de teca en el país, que oscila entre los 20 o 25 años de edad.

La empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A. adquirió en el 2010 una plantación que, según su turno económico, debió haber sido cosechada uno o dos años antes. A pesar de esto la plantación experimentó una recuperación en la tasa de crecimiento de su valor y se pudo fijar un segundo turno de cosecha a los 16 años de edad.

Para un pequeño productor, cuya tasa de oportunidad en términos reales es la tasa básica pasiva fijada por el BCCR, siempre es rentable dejar la plantación en pie esperando que los diámetros alcancen niveles de mercado mejor reconocidos económicamente. No obstante, la empresa Puro Verde Paraíso Forestal S.A., debe decidir si cosecha o vende la plantación una vez que esta llegue a su turno económico, con el fin de obtener mayores ingresos invirtiendo el dinero en otras actividades más rentables.

La implementación de buenas prácticas forestales como la compra de la finca, la preparación del terreno, la utilización de material genéticamente superior y las labores silviculturales adecuadas y oportunas (alto nivel técnico) hará que los rendimientos, en cuanto al crecimiento de las plantaciones, sean superiores y, por lo tanto, se logren mejores precios de mercado. Asimismo permitirá aumentar el turno económico de las plantaciones a pesar de que esto también signifique un aumento en los costos de producción.

Las empresas como Puro Verde Paraíso Forestal S.A. pueden aplicar anualmente esta metodología de la tasa de crecimiento en el valor de la plantación, con el fin de determinar su turno económico y determinar si continúan con la actividad o buscan una alternativa económica que brinde mejores réditos económicos. Esta actividad podría ser incluso el establecimiento de una nueva plantación.

REFERENCIAS

Banco Central de Costa Rica. (2014). *Tasas de Interés*. (en línea). Consultado el 8 junio. 2014. Disponible en http://www.bccr.fi.cr/indicadores_economicos_/Tasas_interes.html

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1986. *Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: resultado de cinco años de investigación*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 222p

De Camino, R. (2013). *La teca en América Latina*. En de Camino, R. & Pierre, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y Realidades*. (30-42). Turrialba: CATIE.

Alfaro, M., 1990. *Estudio de caso sobre la rentabilidad y uso óptimo de recursos en plantaciones forestales en Costa Rica*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 162.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación). 2000, *Situación actual del sector forestal de El Salvador*. Consultado en línea: 13 de mayo de 2014. <http://www.fonafifo.com/credito/proyecto%20FAO/finales/el%20proyecto%20TCP%20FA%20%cos%20066.pdf>.

Keogh, R. (2013). *La teca y su importancia en América Central*. En de Camino, R. & Pierre, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y Realidades*. (8-29). Turrialba: CATIE.

Ladrach, W., 2010. *Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtrópico*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. pp 660.

Lopes, M. *et al.* 2005. *Economía forestal*. Editorial UFV. Viscosa. Brasil. 2ed. pp. 178.

Murillo, Olman; Badilla, Yorlenny. 2004. *Calidad y valoración de plantaciones forestales*. Manual. Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. pp 51.

Murillo, Olman; Badilla, Yorlenny. 2010. *Calidad de la plantación forestal*. Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. pp 67 .

Murillo, Olman; Badilla, Yorlenny. 2005. *Software para la determinación de la calidad y del valor de la plantación forestal*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. CD.

Mokate, K., 1998. *Evaluación financiera de proyectos de inversión*. Impreandes Presencia. Santafé de Bogotá D.C., Colombia. pp 298.

Ortiz, E.; Carrera, F. (2002). *Estadística básica para inventarios forestales*. En Orozco,L. & Brumer, C. (Eds.), *Inventarios forestales para bosque latifoliados en América Central (69-98)*. Turrialba: CATIE.

Pearse, P.H. 1990. *Introduction to forestry economics*. University of British Columbia Press. Vancouver. Canadá. pp 226.

Zúñiga, C. 2011. *Guía # 2: Procedimientos para desarrollar flujos financieros con rubros forestales*. Universidad Autónoma de Nicaragua. León. Nicaragua. pp 11.

ANEXOS

Anexo 1. Valores dasométricos promedio por parcela, antes del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2006 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	29.56	27.81	22.10	21.53	24.75	26.69	25.23	22.34	23.15	26.89	24.40	21.46	22.94	22.88	24.41
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	111.05	87.10	86.46	81.38	95.42	127.58	108.98	135.66	89.27	119.88	90.72	75.65	163.82	119.26	106.59
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	144.58	131.90	117.81	104.46	128.99	143.01	147.99	183.27	125.06	150.78	115.20	98.22	200.80	152.21	138.88
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	65.79	51.63	44.85	39.73	53.85	71.63	61.13	70.15	47.76	68.55	48.81	36.35	83.94	62.19	57.60
Área Basal (m ² /ha)	14.35	11.82	11.34	10.50	12.23	15.39	14.35	17.67	12.11	15.45	11.56	9.62	21.71	15.65	13.84
Número de árboles (N/ha)	207.55	188.68	283.02	283.02	245.28	264.15	283.02	433.96	283.02	264.15	245.28	264.15	509.43	377.36	295.15
% Volumen Hoppus	59.24%	59.27%	51.87%	48.82%	56.44%	56.15%	56.10%	51.71%	53.50%	57.18%	53.80%	48.05%	51.24%	52.15%	53.97%

Anexo 2. Valores dasométricos promedio por parcela, después del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2006 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	29.70	27.81	22.69	21.78	24.75	27.78	25.49	24.38	23.28	27.65	24.40	21.47	25.31	23.28	24.98
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	102.63	87.10	70.06	72.57	95.42	116.88	95.44	92.17	76.69	107.30	90.72	71.60	109.10	79.84	90.54
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	135.04	131.90	109.68	93.87	128.99	130.16	128.23	114.48	110.74	136.45	115.20	89.47	130.33	96.45	117.93
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	60.89	51.63	37.64	35.84	53.85	66.96	53.47	49.29	41.43	62.22	48.81	34.18	58.94	41.77	49.78
Área Basal (m ² /ha)	13.17	11.82	9.56	9.31	12.23	14.19	12.67	11.70	10.60	13.93	11.56	8.94	14.42	10.53	11.76
Número de árboles (N/ha)	188.68	188.68	226.42	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	283.02	245.28	235.85
% Volumen Hoppus	59.33%	59.27%	53.72%	49.39%	56.44%	57.29%	56.02%	53.48%	54.02%	57.99%	53.80%	47.73%	54.03%	52.32%	54.63%

Anexo 3. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2007 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	30.43	29.14	23.55	22.38	25.25	28.30	26.35	24.95	23.59	28.13	24.72	21.89	25.66	23.70	25.58
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	108.03	96.69	74.04	77.30	101.75	118.70	103.39	99.26	80.01	111.76	92.45	70.96	114.15	83.92	95.17
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	143.00	147.12	115.67	98.75	136.48	132.37	136.99	121.16	113.29	143.57	118.04	86.41	135.43	102.70	123.64
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	63.94	58.27	40.73	38.83	58.42	68.58	58.77	53.92	43.38	65.43	49.89	35.03	62.70	43.83	52.98
Área Basal (m ² /ha)	13.83	12.99	10.23	9.86	12.75	14.73	13.51	12.26	10.89	14.45	11.87	9.31	14.84	10.90	12.32
Número de árboles (N/ha)	188.68	188.68	226.42	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	283.02	245.28	235.85
% Volumen Hoppus	59.18%	60.26%	55.01%	50.24%	57.42%	57.77%	56.85%	54.32%	54.22%	58.55%	53.97%	49.36%	54.93%	52.23%	55.31%

Anexo 4. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2008 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	30.92	31.42	24.21	24.02	25.84	28.98	27.27	26.14	24.65	28.78	25.38	23.08	26.22	24.22	26.51
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	111.42	100.32	77.90	86.64	107.74	125.97	112.20	102.13	89.23	114.10	93.80	80.05	119.63	87.00	100.58
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	147.95	153.38	122.61	106.94	145.54	139.45	149.88	126.17	125.50	145.13	120.90	97.37	141.37	104.74	130.49
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	68.08	62.46	43.58	46.40	62.68	73.50	65.25	56.23	49.55	66.42	51.48	41.08	66.37	45.83	57.06
Área Basal (m ² /ha)	14.29	13.36	10.78	11.35	13.36	15.44	14.47	13.42	11.89	15.07	12.51	10.38	15.49	11.40	13.09
Número de árboles (N/ha)	188.68	169.81	226.42	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	283.02	245.28	234.50
% Volumen Hoppus	61.10%	62.26%	55.94%	53.55%	58.18%	58.35%	58.15%	55.06%	55.53%	58.21%	54.89%	51.31%	55.48%	52.67%	56.48%

Anexo 5. Valores dasométricos promedio por parcela, antes del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2009 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	32.12	32.89	25.33	25.60	26.79	30.18	28.18	27.29	25.65	29.62	26.20	24.58	27.68	25.17	27.66
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	119.62	111.19	86.01	98.75	112.18	138.74	120.76	111.59	100.42	123.73	101.16	90.83	137.15	93.15	110.38
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	156.78	169.80	130.32	123.56	147.81	152.60	158.60	137.03	138.57	156.49	128.78	107.71	155.61	111.32	141.07
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	73.23	70.56	49.05	55.52	65.46	83.06	71.28	63.41	57.04	73.21	56.28	47.81	77.47	50.36	63.84
Área Basal (m ² /ha)	15.45	14.64	11.77	12.87	14.39	16.78	15.47	14.61	12.88	15.95	13.35	11.81	17.30	12.32	14.26
Número de árboles (N/ha)	188.68	169.81	226.42	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	245.28	226.42	245.28	245.28	283.02	245.28	234.50
% Volumen Hoppus	61.22%	63.46%	57.03%	56.22%	58.36%	59.86%	59.03%	56.82%	56.81%	59.17%	55.63%	52.64%	56.48%	54.07%	57.63%

Anexo 6. Valores dasométricos promedio por parcela, después del raleo, producto del inventario forestal realizado en el 2009 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	32.12	32.89	25.09	25.60	27.04	30.18	28.18	27.29	26.04	29.36	26.20	24.58	27.68	25.31	27.68
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	119.62	111.19	79.48	98.75	105.80	138.74	120.76	111.59	94.43	91.49	101.16	90.83	137.15	87.00	106.29
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	156.78	169.80	110.21	123.56	140.53	152.60	158.60	137.03	131.55	120.44	128.78	107.71	155.61	104.37	135.54
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	73.23	70.56	44.78	55.52	62.16	83.06	71.28	63.41	54.28	54.30	56.28	47.81	77.47	47.17	61.52
Área Basal (m ² /ha)	15.45	14.64	10.61	12.87	13.55	16.78	15.47	14.61	12.23	11.83	13.35	11.81	17.30	11.50	13.71
Número de árboles (N/ha)	188.68	169.81	207.55	245.28	226.42	226.42	245.28	245.28	226.42	169.81	245.28	245.28	283.02	226.42	225.07
% Volumen Hoppus	61.22%	63.46%	56.34%	56.22%	58.75%	59.86%	59.03%	56.82%	57.48%	59.35%	55.63%	52.64%	56.48%	54.22%	57.68%

Anexo 7. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2010 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	32.76	33.83	25.96	26.33	27.70	30.70	28.96	28.02	26.63	29.98	26.72	25.52	28.27	25.82	28.37
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	125.69	119.33	85.85	105.78	111.50	143.47	126.21	120.68	97.90	97.06	106.60	99.69	144.82	92.72	112.66
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	165.20	184.95	119.13	128.95	146.76	156.39	164.42	145.69	135.18	127.82	133.17	116.98	165.43	111.54	142.97
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	77.29	75.68	49.52	60.18	65.98	86.29	74.13	69.69	56.33	58.64	60.13	55.07	82.95	51.26	65.94
Área Basal (m ² /ha)	16.10	15.47	11.36	13.64	14.22	17.33	16.32	15.39	12.80	12.33	13.90	12.74	18.05	11.99	14.40
Número de árboles (N/ha)	188.68	169.81	207.55	245.28	226.42	226.42	245.28	245.28	226.42	169.81	245.28	245.28	283.02	226.42	225.07
% Volumen Hoppus	61.49%	63.42%	57.68%	56.90%	59.17%	60.15%	58.74%	57.75%	57.54%	60.41%	56.40%	55.25%	57.27%	55.29%	58.39%

Anexo 8. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2011 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	33.29	34.58	27.16	26.89	28.40	31.34	29.73	28.76	27.33	30.87	27.09	26.52	28.75	26.50	29.09
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	118.05	125.32	96.72	113.68	118.14	153.22	132.98	128.13	100.33	103.30	107.14	110.09	152.39	97.94	118.39
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	158.93	195.40	132.97	138.01	157.41	165.98	171.16	156.24	140.78	138.21	133.56	127.96	172.15	118.81	150.54
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	73.23	80.04	56.55	65.45	70.46	92.25	79.39	74.84	59.34	62.69	60.84	61.80	87.73	54.65	69.95
Área Basal (m ² /ha)	14.99	16.17	12.47	14.29	14.94	18.07	17.21	16.21	13.52	13.07	14.30	13.80	18.76	12.63	15.03
Número de árboles (N/ha)	169.81	169.81	207.55	245.28	226.42	226.42	245.28	245.28	226.42	169.81	245.28	245.28	283.02	226.42	223.72
% Volumen Hoppus	62.03%	63.87%	58.46%	57.57%	59.64%	60.21%	59.70%	58.41%	59.15%	60.68%	56.79%	56.14%	57.57%	55.80%	59.00%

Anexo 9. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2012 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	34.38	35.52	28.99	28.39	29.30	32.72	30.54	29.87	28.29	31.97	28.34	27.41	29.79	27.28	30.20
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	128.16	134.02	100.00	114.91	115.32	143.29	140.31	141.55	108.80	113.10	110.61	122.08	167.13	102.70	124.43
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	171.36	209.73	134.58	138.49	150.95	153.36	179.78	168.40	150.04	151.40	135.59	140.39	189.52	121.79	156.81
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	80.30	86.32	60.76	66.62	70.62	88.30	84.47	83.26	64.47	70.23	64.01	68.90	98.41	58.01	74.62
Área Basal (m ² /ha)	16.00	17.08	12.92	14.68	14.66	16.49	18.14	17.48	14.50	14.03	14.48	14.76	20.18	13.39	15.63
Número de árboles (N/ha)	169.81	169.81	188.68	226.42	207.55	188.68	245.28	245.28	226.42	169.81	226.42	245.28	283.02	226.42	215.63
% Volumen Hoppus	62.66%	64.41%	60.76%	57.97%	61.24%	61.62%	60.20%	58.82%	59.26%	62.10%	57.87%	56.44%	58.88%	56.48%	59.91%

Anexo 10. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2013 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	34.39	35.52	29.98	29.21	29.96	33.43	31.49	30.67	29.11	33.00	28.34	27.78	30.50	27.93	30.81
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	130.95	134.02	107.89	120.31	123.87	147.80	150.87	150.18	118.34	119.83	110.61	123.47	175.04	108.71	130.14
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	171.94	209.73	143.46	145.34	161.85	159.33	192.29	179.11	161.20	162.10	135.59	143.14	197.41	128.07	163.61
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	82.39	86.32	65.55	71.60	76.03	90.70	91.62	89.28	71.14	74.85	64.01	70.62	104.13	62.22	78.60
Área Basal (m ² /ha)	16.08	17.08	13.81	15.56	15.35	17.19	19.34	18.43	15.38	14.95	14.48	15.18	21.13	14.04	16.28
Número de árboles (N/ha)	169.81	169.81	188.68	226.42	207.55	188.68	245.28	245.28	226.42	169.81	226.42	245.28	283.02	226.42	215.63
% Volumen Hoppus	62.91%	64.41%	60.76%	59.51%	61.38%	61.36%	60.73%	59.45%	60.11%	62.46%	57.87%	57.20%	59.49%	57.24%	60.35%

Anexo 11. Valores dasométricos promedio por parcela, producto del inventario forestal realizado en el 2014 en la finca Javillos, San Carlos, Zona Norte, Costa Rica, 2014.

Parámetro	# de Parcela														Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Dap promedio (cm)	35.38	36.20	30.52	29.60	30.72	33.88	31.73	30.98	29.31	33.67	28.99	28.39	30.78	28.43	31.33
Volumen neto en trozas (m ³ /ha)	139.55	140.53	112.24	125.74	129.79	153.88	156.65	153.01	121.44	127.26	118.97	129.01	178.26	112.85	135.66
Volumen hasta diámetro mínimo (m ³ /ha)	181.01	221.07	149.23	150.61	169.63	164.30	199.02	181.70	164.47	172.60	146.13	147.03	199.34	132.05	169.87
Volumen Hoppus en troza (m ³ /ha)	88.12	90.48	69.50	75.00	80.30	95.78	95.45	90.81	72.94	79.85	69.37	74.67	106.35	64.75	82.38
Área Basal (m ² /ha)	17.04	17.72	14.32	16.00	16.11	17.64	19.64	18.80	15.62	15.58	15.17	15.85	21.55	14.57	16.83
Número de árboles (N/ha)	169.81	169.81	188.68	226.42	207.55	188.68	245.28	245.28	226.42	169.81	226.42	245.28	283.02	226.42	215.63
% Volumen Hoppus	63.15%	64.38%	61.92%	59.65%	61.87%	62.24%	60.93%	59.35%	60.06%	62.74%	58.31%	57.88%	59.66%	57.38%	60.68%

Anexo 12. Valuación anual (2006 – 2014) de una plantación de *Tectona grandis* perteneciente a la empresa Puro Verde Paraíso Forestal, ubicada en el distrito de Javillos, cantón San Carlos, Zona Norte de Costa Rica, 2014.

Parámetros	EDAD (años)										
	10 AR	10DR	11	12	13AR	13DR	14	15	16	17	18
Dap (cm)	24.41	24.98	25.58	26.51	27.66	27.68	28.37	29.09	30.20	30.81	31.33
IMA	2.53	2.59	2.40	2.28	2.19	2.03	1.94	1.86	1.81	1.75	1.68
ICA	-----	-----	0.59	0.93	1.15	-----	0.69	0.72	1.11	0.61	0.52
E. Estándar	1.17	1.13	1.17	1.16	1.21	1.21	1.24	1.30	1.36	1.39	1.43
Coef. Variación	10.35	9.93	10.14	9.89	9.52	9.39	9.19	8.84	8.45	7.93	8.08
G (m ² /ha)	13.84	11.76	12.32	13.09	14.26	13.71	14.40	15.03	15.63	16.28	16.83
IMA	1.43	1.22	1.16	1.12	1.13	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90
ICA	-----	-----	0.56	0.77	1.17	-----	0.69	0.63	0.60	0.66	0.55
E. Estándar	0.87	0.73	0.77	0.81	0.88	0.85	0.90	0.93	0.97	1.01	1.04
Vol (m ³ /ha)	57.60	49.78	52.98	57.06	63.84	61.52	65.94	69.95	74.62	78.60	82.38
IMA	5.97	5.16	4.97	4.90	5.05	4.51	4.50	4.47	4.48	4.45	4.42
ICA	-----	-----	3.20	4.08	6.77	-----	4.42	4.01	4.67	3.98	3.78
E. Estándar	3.64	3.13	3.33	3.57	3.99	3.86	4.12	4.37	4.65	4.90	5.13
Valor/ha (\$)	\$9,759.62	\$8,527.30	\$9,301.06	\$10,243.79	\$11,831.47	\$11,419.57	\$12,379.74	\$13,537.95	\$14,945.01	\$16,102.43	\$ 17,153.84
Valor Total (\$)	\$294,447.83	\$257,268.55	\$280,612.98	\$309,055.19	\$356,955.56	\$356,955.56	\$373,496.61	\$408,439.94	\$450,890.99	\$485,810.39	\$ 517,531.47