

Comparación de dos esquemas de comercialización de productos forestales en la región Atlántico Norte de Costa Rica

Efecto del esquema en el precio pagado al productor

Carlos Rodríguez¹, Guillermo A. Navarro Monge², German Obando³, Carlos Porras⁴, Juan Robalino²

Resumen

La rentabilidad de las inversiones forestales es un criterio de eficiencia que explica las razones económicas por las cuales los propietarios de predios rurales invierten en plantaciones forestales y manejo forestal. Esta investigación ofrece un análisis de los efectos del esquema tradicional de comercialización de madera en el Atlántico Norte de Costa Rica, en comparación con el esquema de subasta de madera en pie desarrollado por Fundecor. El análisis se centró, en particular, en la determinación del precio a pagar al productor. Para ello se caracterizaron los actores involucrados, así como los factores que influyen en la cadena de comercialización de la madera en rollo o troza. Se analizaron las diferencias entre el esquema tradicional y el esquema de subasta de madera; así se identificaron los principales factores que afectan el precio de la madera en pie que se paga al productor y se evaluó su incidencia en la formación del precio. El estudio evidenció que el productor forestal de madera en pie se encuentra en gran desventaja respecto a los intermediarios de la comercialización en aspectos como el conocimiento de la actividad, asignación de precio y capacidad de negociación. Cuando se reducen estas desventajas por medio del esquema de comercialización de subasta de madera en pie, se generan incrementos en el precio cercanos a 77% en bosque natural y 105% en plantaciones forestales y, en consecuencia, se genera un impacto positivo en la rentabilidad de la inversión.

Palabras clave: Madera; trozas; valor de la madera en pie; comercialización; subastas; precio al productor; plantación forestal; productos forestales; bosque primario.

Abstract

Comparison of two schemes of forest products marketing in the Costa Rican North Atlantic region; effect of the schemes on the price paid to producers. The profitability of forestry investments is an efficiency criterion to explain the economic reasons why rural landowners invest in forest plantations and forest management. This research analyses the effects of a traditional scheme of wood commercialization in the North Atlantic Region in Costa Rica, in comparison to the stumpage auction scheme developed by Fundecor. The analysis focused in particular in determining the price payable to the producer. As such, stakeholders were characterized, and factors influencing the marketing chain of roundwood were determined. The differences between the traditional timber market and the auction scheme were analyzed, identified the main factors affecting the price of standing timber paid to producers, and assessed their impact on price formation. The study showed that the forest standing timber producer is in great disadvantage to marketing intermediaries in areas such as expertise, cost allocation and negotiation skills. Fundecor scheme helped in the reduction of weaknesses; in consequence, prices increased close to 77% and 105% in natural forest and forest plantations respectively, and therefore a positive impact on investment profitability was obtained.

Keywords: Wood; logs; stumpage value; commercialization; auctions; producer prices; forest plantations; primary forests.

¹ ONF Andina. carodriguezplazas@gmail.com. Autor para correspondencia

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica

³ Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

⁴ Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Fundecor), San José, Costa Rica



INTRODUCCIÓN

Desde el año 2000 en Costa Rica se ha observado un marcado desinterés de los propietarios de predios rurales por la inversión en plantaciones forestales, lo cual se refleja en una tasa de reforestación decreciente. Según Fonafifo (2011), entre 1990 y 1996 la tasa de reforestación rondaba las 9000 ha por año, en tanto que para el 2010 llegaba apenas a 4000 ha por año, a pesar de que el Estado costarricense ha asignado recursos financieros al Programa de pago por servicios ambientales (PSA) para cubrir unas 6000 ha anuales. Esto está generando un déficit en el abastecimiento de madera nacional por unos 843.665 m³ anuales de madera en rollo (Arce y Barrantes 2006).

Los productores forestales han manifestado su inconformidad por la baja rentabilidad de las inversiones forestales, debido principalmente a factores relacionados con la comercialización -altos márgenes de intermediación, falta de opciones organizativas que apoyen a los pequeños reforestadores para acceder al mercado de madera, falta de información de precios y mecanismos innovadores de comercialización-. Esto ha hecho que su interés se centre en los mecanismos de

comercialización de la madera (ONF 2007).

En Costa Rica existen mecanismos de comercialización de madera en pie que aun no son ampliamente empleados o difundidos. Uno de ellos es la subasta de madera, impulsado por la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Fundecor), una ONG costarricense encargada de promover la conservación y uso racional de los recursos forestales en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. Mediante este mecanismo de comercialización se pone en competencia a los compradores de madera a través de pujas que permiten a los vendedores obtener mejores precios. El acompañamiento de Fundecor representa ventajas para el productor en asesoría técnica y legal, agilidad en los trámites, mejores precios, acuerdos de venta favorable, garantía de calidad y cumplimiento, gestión administrativa, supervisión especializada y gestión de cobro.

El presente artículo analiza las ventajas que ofrece la subasta de madera a los productores forestales del cantón de Sarapiquí, Heredia, y del Área de Conservación de Tortuguero (ACTo) (Figura 1).

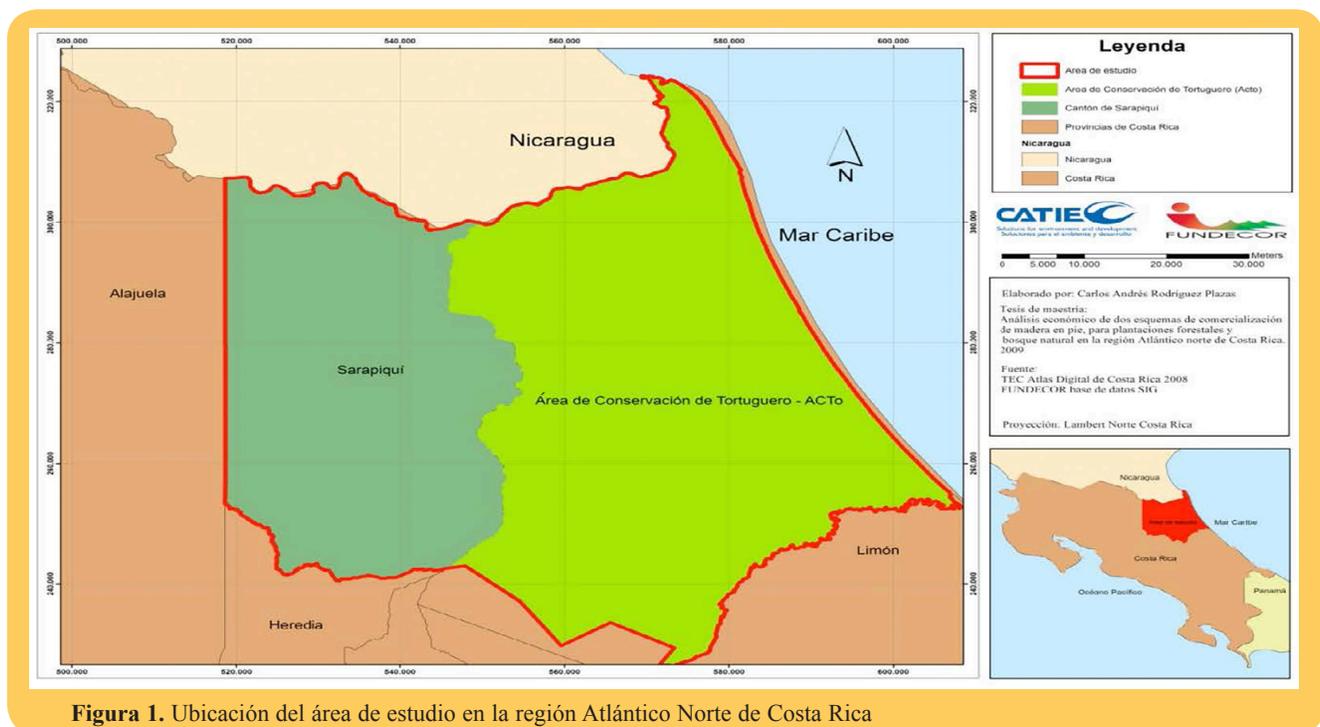


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la región Atlántico Norte de Costa Rica

Caracterización de los esquemas de comercialización de madera en pie

Con base en información secundaria, se caracterizó el área de estudio para determinar el contexto en que se presentan los esquemas de comercialización de madera, para diferenciarlos y compararlos a través del estudio. Para hacer esta comparación se emplearon tres instrumentos: entrevistas semiestructuradas con actores clave de instituciones, encuestas a productores de madera de plantaciones forestales y bosque natural y entrevistas semiestructuradas con informantes clave de la cadena forestal.

Con el fin de obtener información acerca de la forma en que se comercializa la madera en pie en el área de estudio se entrevistó a actores clave de Fundecor, la Oficina Nacional Forestal (ONF), la Cámara Costarricense Forestal (CCF) y la Universidad Nacional (UNA). También se indagó acerca de los factores que podrían generar diferencias entre los esquemas de comercialización. Esta información fue útil para el diseño y ajuste de la encuesta a los productores y la entrevista semiestructurada a los actores de la cadena de comercialización de madera en el área de estudio.

Encuesta a productores de madera de plantaciones forestales y bosque natural

La población encuestada correspondió a los vendedores de madera legal en el período 2006 a 2009, identificados a partir de 306 contratos de regencia forestal para aprovechamiento. El análisis no pretende establecer comparaciones entre plantaciones forestales y bosque natural, dado que en ambos aparecen los mismos actores. El análisis se limitó al período mencionado pues algunas de las preguntas exigían que el productor recordara con precisión aspectos de la comercialización, como el precio de venta y la forma de pago.

Para seleccionar la muestra a encuestar se consideró la procedencia de la madera (plantación forestal o bosque natural) y forma de venta legal (subasta de madera en pie de Fundecor o venta

tradicional), ya que no hay proporciones similares en la ocurrencia de estos eventos.

Para definir la muestra de productores que comercializaron a través del esquema tradicional, se tomó la población total de 306 contratos de regencia forestal y se separaron por plantaciones forestales (219) y bosque natural (87). A continuación se sustrajeron los contratos correspondientes a la muestra de productores que comercializaron en subastas de madera en pie de Fundecor (12). Del número restante se seleccionaron aleatoriamente 28 contratos: 14 de bosques y 14 de plantaciones forestales, a los cuales se sumaron los 12 productores que comercializaron por subasta. Así se obtuvo una muestra de 40 contratos de regencia forestal; 38 productores fueron encuestados personalmente y dos vía telefónica. Las encuestas fueron aplicadas directamente por el investigador a las personas responsables de la negociación de la madera.

Para el procesamiento de la información se usó un modelo de bloques generalizados, donde los sistemas productivos: bosque natural (BN) y plantaciones forestales (P) fueron los bloques, cada uno de ellos con dos tratamientos: forma tradicional (T) y subasta (S). De esta forma se obtuvieron cuatro tratamientos con la siguiente estructura factorial: (S-BN, S-P, T-BN, T-P).

Entrevistas semiestructuradas con informantes clave de la cadena forestal

Se elaboró un modelo de entrevistas semiestructuradas para cada tipo de informante clave: madereros, sierreros, transportistas de madera y regentes forestales, seleccionados aleatoriamente y que accedieron a ser entrevistados. Estas entrevistas permitieron recopilar información de la forma en que se comercializa la madera en pie, precios pagados al productor, costos de transporte y aprovechamiento. Esta información se empleó para caracterizar la cadena de comercialización y sus actores y para comprender cómo funcionan los esquemas de comercialización caracterizados.

Metodología para el análisis del precio de la madera en pie

Una vez caracterizados los esquemas de comercialización, se identificaron varios factores preliminares que influyen en la asignación del precio de la madera en pie. En esta investigación se reconoce que los precios de los bienes y servicios responden teóricamente a las funciones de oferta y demanda, pero también se consideran los factores macroeconómicos que afectan a ambos esquemas de comercialización. Por eso, los esfuerzos se enfocaron en indagar acerca de los factores adicionales que contribuyen a la conformación de dicho precio. Para la investigación se empleó el precio de la madera en pie que se obtuvo directamente de los productores.

Se emplearon las técnicas de análisis de varianza (anova) y el test de Fisher. El anova permite determinar los factores individuales y las interacciones que influyen en el precio de la madera en pie pagado al productor, junto con su respectivo nivel de significancia. El test de Fisher determina las diferencias mínimas significativas (DMS) para cada factor individual y para las

interacciones. Toda la información se procesó con el *software* para análisis estadístico *Infostat*®, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), donde la variable de respuesta fue el precio de la madera en pie pagado al productor; todas las variables explicativas fueron de tipo categórico.

Los factores preliminares que se consideraron importantes en la asignación del precio de la madera en pie en el área de estudio se determinaron a partir de información bibliográfica y las entrevistas semiestructuradas (Cuadro 1). Con esos factores se elaboró el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = m + D_i + C_j + S_k + G_l + CS_{jk} + SD_{ki} + SG_{kl} + CD_{ji} + CG_{jl} + DG_{il} + e_{ijkl}$$

donde:

m = media general

Y_{ijkl} = variable respuesta

e_{ijkl} = término de error aleatorio supuestamente distribuido normal e independiente con media cero y varianza constante

El factor denominado ‘graduación de madera de ONF’ corresponde a una clasificación de maderas por categorías, desde la menos hasta la más cos-

Cuadro 1. Factores de variación, variables del modelo y valores posibles para la variable

Variables	Factores de variación	Valores posibles para la variable
Factores individuales		
D_i	i-ésima categoría diamétrica	Mayor , menor
C_j	j-ésimo tipo de comercialización	Tradicional, subasta de madera en pie
S_k	k-ésimo tipo de sistema productivo	bosque natural, plantación forestal
G_l	l-ésima graduación de la madera de ONF	formaleta, semiduro, semiduro clasificado
Factores de interacción		
CS_{jk}	Tipo de comercialización y tipo de sistema productivo	Sistema productivo x esquema comercial
SD_{ki}	Sistema productivo y la categoría diamétrica	Sistema productivo x categoría diamétrica
SG_{kl}	Sistema productivo y clasificación ONF	Sistema productivo x clasificación ONF
CD_{ji}	Tipo de comercialización y categoría diamétrica	Esquema comercial x categoría diamétrica
CG_{jl}	Tipo de comercialización y clasificación ONF	Esquema comercial x clasificación ONF
DG_{il}	Categoría diamétrica y clasificación ONF	Categoría diamétrica x clasificación ONF

tosa: formaleta, semiduro y semiduro clasificado. Esta clasificación fue desarrollada por la CCF y depende de la especie y su dureza (ONF 2005). Para las especies no clasificadas se consultó con funcionarios de Fundecor, quienes las ubicaron en alguna de las categorías dependiendo de su valor en el mercado local.

Finalmente se promediaron los precios de la madera en pie pagados al productor por la madera de las especies cultivadas en plantaciones forestales en el área de estudio. Tales especies se agruparon a partir de los factores que más afectan el precio, con base en el criterio de la significancia. Se usaron precios actualizados al mes de abril 2009, según la inflación de Costa Rica. Los resultados se presentan y analizan en colones constantes de ese mes. Los precios se procesaron en colones (₡) y el volumen de las trozas fue cubicado con el método de “mecate” sin pulgada de castigo en pulgadas madereras ticas (pmt). Los factores de conversión empleados fueron los siguientes: tasa de cambio ₡570,61 por dólar estadounidense; 365 pmt por metro cúbico.

Esquemas de comercialización de madera en pie en la región Atlántico Norte de Costa Rica

La cadena de comercialización de la madera en la zona de estudio está conformada por varios eslabones, cada uno de ellos con un actor

determinante que le da nombre a su respectivo eslabón, desde la venta en pie por parte del productor forestal, hasta el consumidor final de los productos de madera (Figura 2). Aunque se caracterizó toda la cadena de comercialización, los resultados de la investigación solo hacen referencia a los actores más cercanos al productor, dado que estos son los que toman decisiones en forma directa sobre el precio de la madera en pie que se paga al productor.

Las características y el rol de cada uno de estos actores de la cadena se describen a continuación:

- **Productor de madera en pie:** en el área de estudio, el tamaño promedio de plantación forestal o área de bosque es de 10 hectáreas. Se encontraron productores con diferentes características en cuanto a tamaño de finca, ocupación, actividades desarrolladas en la finca y área empleada para cada actividad. Por lo general, la actividad económica principal no se relaciona con el sector forestal sino con el sector comercio, servicios profesionales o sector primario; la actividad principal en finca es la ganadería para carne. Este productor comercializa su madera en forma tradicional (madera en pie). Aquellos cuya actividad económica principal sí se relaciona con el sector forestal venden su madera con un nivel adicional de transformación directamente al aserradero

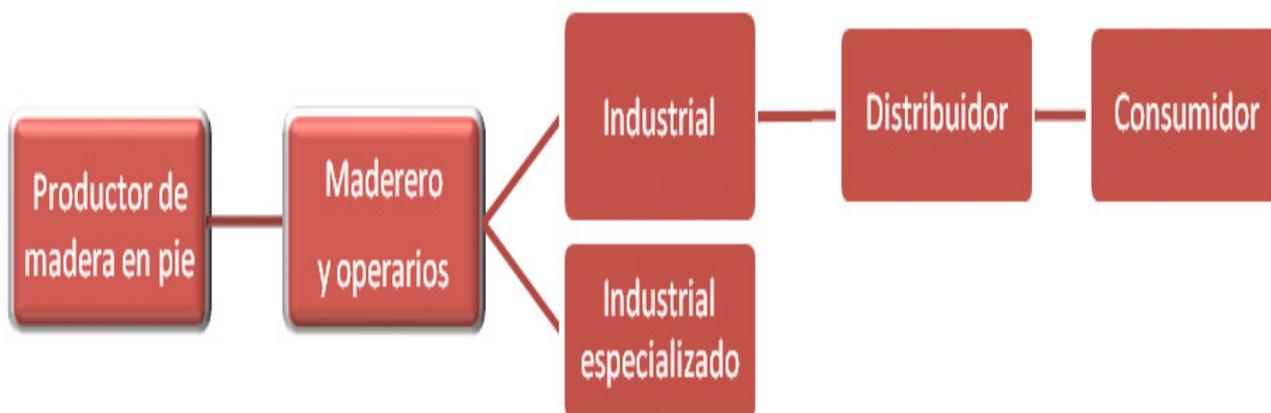


Figura 2. Cadena de comercialización de la madera en troza en la región Atlántico Norte de Costa Rica.

o a los distribuidores. Algunos cuentan con maquinaria propia para dimensionar la madera, o pagan por el servicio de aserrado. Esta forma de comercializar se considera como venta especializada de madera. La mayor parte de los productores entrevistados no perciben la venta de madera como un ingreso principal y, por ello, no están dispuestos a invertir recursos (tiempo y dinero) en el manejo forestal, promoción, negociación, medición, supervisión y gestión de cobro del aprovechamiento. En este contexto es que funcionan los esquemas actuales de incentivos a la reforestación, como el PSA. Tales esquemas dejan al productor desprotegido, pues incentivan el establecimiento y manejo durante los primeros años, pero en el momento culminante de la inversión, el propietario no cuenta con la asesoría necesaria para recuperarla. Según Sage y Otárola (2000), esta es una de las principales causas por las que la tasa anual de reforestación no alcanza el nivel que permita el autoabastecimiento de madera en Costa Rica.

- **Maderero:** es el enlace entre el productor forestal y la industria forestal. Esencialmente cumple un papel de intermediario: compra y vende madera, se encarga de los trámites administrativos para el aprovechamiento forestal y transporte de madera hasta la

industria. Algunos de ellos tienen plantaciones forestales o bosque natural propio para su aprovechamiento. El maderero define el costo de mano de obra para el aprovechamiento por unidad efectivamente producida en pulgadas madereras ticas según los precios promedio en la región; no se toman en cuenta las condiciones topográficas, ni el grado de dificultad para el aprovechamiento, ya sea en plantaciones forestales o bosque natural (Cuadro 2). El precio de mano de obra depende, más que todo, de la demanda de madera y del precio de los combustibles. Los madereros realmente no pagan por la madera en pie, sino por la madera transformada en trozas comerciales puestas en el camión. Lo que se entiende por ‘troza comercial’ también es definido por el maderero. Esta forma de comercializar la madera no incentiva el aprovechamiento eficiente; cualquier pérdida o ineficiencia en el aprovechamiento o comercialización se traslada al productor.

- **Operarios para el aprovechamiento forestal:** son contratados por el maderero para las actividades de aprovechamiento forestal y transporte y son pagados por unidad producida (Cuadro 2). Por lo general, los operarios tienen su equipo propio. Los operarios son, básicamente, el sierrero o motosierrista y su ayudante, el

Cuadro 2. Precios de mercado a abril 2009 de la mano de obra para aprovechamiento forestal y transporte, por unidad producida

Servicios	Costos		
	(¢/pmt)	(¢/m ³)	(US\$/m ³)
Aserrado	10	3650	6
Tractor (transporte menor y carga al camión)	40	14.600	26
Transporte al mercado más cercano (zona rural de Sarapiquí, aserradero en Sarapiquí)	30	10.950	19
Total	80	29.200	51

tractorista y el transportista. Ellos se encargan de cortar, descopar, desramar, enganchar las trozas, jalar la madera enganchada hasta el patio seco, trozar en el momento de cargar al camión, cargar la madera y, finalmente, transportar la madera hasta el mercado o hasta la industria. En un análisis de la cadena de valor de la madera en el ACTo, Sage (2006) encontró una composición de operarios y de tareas similares.

En el área de estudio, no hay diferencia en los costos de aprovechamiento en bosque natural o plantación forestal. Tales costos se asignan por unidad producida en pulgadas madereras ticas, con base en precios de mercado de la mano de obra. Según Sage (2006), las plantaciones forestales tienen mejores condiciones de accesibilidad, lo que reduce el costo de aprovechamiento; sin embargo, los madereros prefieren usar un costo único que puede ser insuficiente al aprovechar bosque en sitios difíciles. Si bien su margen de utilidad puede ser bajo en condiciones de bosque natural, se compensa en las plantaciones forestales.

El mecanismo de comercialización en el área de estudio es muy similar al de otros países latinoamericanos. En Bolivia, Sandoval (2006) reporta que hay intermediarios, llamados contratistas o madereros, quienes se encargan de localizar las plantaciones o bosques, negociar precios y condiciones de venta con los propietarios. En el rodal, el contratista selecciona los árboles a comprar (dap mínimo de 40 cm), los derriba y los troza en las dimensiones requeridas por el cliente, y los transporta hasta la industria compradora.

En el Cuadro 3 se presentan las actividades, actores y características fundamentales de los esquemas de comercialización analizados: subasta de madera en pie de Fundecor y comercialización tradicional. Estos esquemas de comercialización presentan características diferentes en cada una de las actividades.

A continuación se analizan las diferencias con mayor detalle.

En cuanto a la estimación del volumen en pie

Para la subasta de madera en pie, Fundecor ha desarrollado una metodología propia con un error de muestreo de $\pm 5\%$, con respecto a la madera en trozas efectivamente comercializada. Esto representa una gran ventaja para el productor, ya que le da certeza acerca del volumen de madera que puede vender; entonces, sin necesidad de mayores mediciones podría aceptar ofertas de compra en “bloques”. Esta metodología de estimación se diferencia de otras empleadas con este mismo fin en lo siguiente:

- Incluye un levantamiento topográfico del área efectiva a aprovechar.
- Se efectúa un muestreo sistemático, cada (n) líneas o (n) árboles; donde (n) representa un 6% del área efectiva del sistema productivo.
- En campo se hacen estimaciones del volumen en trozas diferenciado en dos categorías diamétricas.

En cuanto al mecanismo de ‘subasta Fundecor’

Este mecanismo busca generar competencia entre los madereros para que el productor logre el precio más alto por su madera. El mecanismo consta de tres fases:

- Publicación de la oferta de madera en pie: se incluye la lista de especies, número y volumen por aprovechar; la información se envía a los madereros de la zona, especialmente de Guápiles y Sarapiquí. Los interesados pueden constatar la existencia de la madera marcada, el plan de manejo y la autorización del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae).
- Recepción de ofertas: los potenciales compradores anotan el monto que ofrecen para cada producto de la lista y envían su oferta a las oficinas de Fundecor en sobre cerrado.
- Adjudicación de madera: se abren los sobres ante notario público y se hace una primera adjudicación; se abre un periodo de pujas, de tal forma que los compradores hacen sus mejores ofertas, hasta que el propietario acepta una de ellas. Para la adjudicación final se firma un contrato en donde se detallan todas las condiciones de la venta.

Cuadro 3. Comparación del esquema de comercialización tradicional con el de la subasta de madera en pie de Fundecor

Actividad	Subasta de madera en pie		Esquema tradicional	
	Actor	Característica	Actor	Característica
Iniciativa	Propietario, *promotor de ventas	El propietario busca a Fundecor, o el *promotor de ventas busca al propietario.	Maderero / propietario (baja proporción)	Se negocia la madera; el maderero puede entregar un adelanto. El propietario entrega un poder al maderero para hacer trámites.
Contratación de regencia para elaborar plan de manejo	Propietario, *regente forestal	Asesoría técnica y comercial; si decide comercializar, el propietario entrega un poder para trámites ante Fundecor.	Maderero, regente forestal	El maderero contrata al regente, quien usualmente no tiene mucho contacto con el propietario.
Elaboración del plan de manejo, estimación del volumen en pie	*Regente forestal	Estimación de volumen aprovechable convertido a trozas, con un error inferior a 5%.	Regente forestal	Estimaciones a volumen comercial bruto, error aproximado de 20%. Ocasionalmente se contrata a Fundecor para que efectúe las mediciones y los trámites.
Aprobación de la licencia	*Facilitador del proceso	Agilidad adicional en el proceso por comunicación constante con la AFE.	Maderero, regente forestal	Plazo de 76 días (Navarro et al. 2006)
Subasta u oferta abierta	*Promotor de ventas	Esquema de subasta: - Publicación de la oferta - Recepción de ofertas - Adjudicación de madera	NA	El propietario no puede aceptar más ofertas por su madera, debido al compromiso y el adelanto recibido.
Acuerdo de venta	*Asesor jurídico	Contrato escrito que especifica precio, forma de medir, forma de pago, depósito en caso de incumplimiento y tiempo límite para aprovechar.	Propietario y maderero	Acuerdo verbal, eventualmente escrito si el maderero entregó adelanto. No se especifican detalles de medición, pagos posteriores, tiempo límite para aprovechar.
Garantía de calidad y cumplimiento	*Aseguradora	Depósito en caso de mala calidad o incumplimiento.	NA	El maderero entrega un adelanto al propietario para asegurar el precio de la madera.
Contrato de regencia forestal, inicio de corta, certificado de origen y guías de transporte	Maderero, *regente forestal	Se saca toda la madera con diámetro desde 4" en el tiempo definido para cortar y pagar.	Maderero	Se saca la madera desde 6" o 7", dependiendo de la especie. No se establecen tiempos límite para aprovechar.
Supervisión del aprovechamiento y medición de trozas	*Regente forestal	Un funcionario capacitado supervisa la corta, carga y pago de madera, en los términos del contrato.	Propietario / empleado	El propietario paga una suma adicional por la supervisión por parte de un empleado o de un familiar, pero no hay garantía de capacitación o corrupción.
Gestión de cobro	*Supervisor de cobro en campo	El maderero debe pagar antes de sacar la madera de la finca y de la forma estipulada en el contrato.	Propietario	Dado que no hay un documento escrito de la transacción, es posible que el maderero no pague el último o los últimos viajes.

*Todos estos roles responden directamente a Fundecor.

En cuanto al acuerdo de venta

En el esquema tradicional es usual que el maderero entregue un adelanto al productor y que se firme un documento donde se especifica el precio de la madera, el monto del adelanto y el monto adeudado, pero no se especifican los detalles de la forma de venta, forma de medir (y si se va a medir), fecha límite para hacer el aprovechamiento y el pago. En contraste, estas especificaciones forman parte del contrato en el esquema de subasta Fundecor.

En cuanto a la garantía de calidad y cumplimiento

En el esquema tradicional no existe ningún mecanismo de control por garantía y cumplimiento; en el caso de la subasta, el maderero debe hacer un depósito en dinero, previo al inicio del aprovechamiento, que se cobra si el maderero incumple alguna de las partes del contrato. Esto es útil especialmente si se incumple con las fechas límite para efectuar el aprovechamiento, dado que en el esquema tradicional es común la práctica de dar un adelanto al productor y aprovechar la madera uno o varios años después, lo que va en detrimento del ingreso del productor.

En cuanto a la gestión de cobro

En el esquema de subasta, Fundecor se encarga de cobrar al maderero, antes de sacar la madera del predio, con el fin de evitar el no pago de algún viaje de madera por parte del maderero, o como suele llamarse a esta práctica, “viaje de gracia”.

Factores que afectan el precio de la madera en pie

Con base en los resultados del análisis de varianza (anova) y el test de Fisher fue posible identificar los factores que afectan el precio de la madera en pie en el área de estudio. Debe notarse, sin embargo, que se trabajó con datos de precio de la madera en pie bastante limitados. Para el sistema productivo bosque natural solo se encontraron datos del 2008, y para el 2009 no se presentaron observaciones en el esquema de comercialización de subasta de madera en pie.

Para efectos de esta investigación se consideró que cada venta de cada especie representa una observación para el precio. Solo se presentó un contrato de regencia forestal de aprovechamiento en bosque natural comercializado por medio de la subasta Fundecor pero, puesto que cada especie se vende a un precio diferente, cada precio representa una observación. Entonces, el número total de observaciones de la muestra fue de 170 ($n=170$), con un R^2 de 0,78 (R^2_{aj} de 0,76) y un coeficiente de variación de 26,37. Estos datos indican que el modelo se encuentra bastante cercano a la explicación del comportamiento del precio de la madera en pie, lo que permite obtener conclusiones con un buen nivel de certeza y hacer inferencias de la muestra a la población (Cuadro 4). El modelo empleó 14 grados de libertad que corresponden a cuatro fuentes de variación principal y seis interacciones (diez fuentes de variación total), lo que deja 155 grados de libertad para el error; esto indica que aunque el modelo tiene en cuenta un número importante de fuentes de variación, incluyendo sus interacciones, la muestra ($n=170$) es adecuada para el modelo. Los factores o fuentes de variación principal incluidas en el modelo afectan la variable precio actual en pie, pero no con el mismo nivel de significancia.

Los factores sistema productivo, esquema comercial, categoría diamétrica y sistema productivo x esquema comercial tienen un alto nivel de significancia ($p < 0,0001$), lo que indica claridad en la forma que afectan al precio (Cuadro 4). En contraste, el factor clasificación ONF y sus interacciones con sistema productivo, esquema comercial y categoría diamétrica afectan en forma significativa al precio, pero no con la misma claridad ($0,05 < p > 0,0051$). Las interacciones de la categoría diamétrica con el sistema productivo y con el esquema comercial no fueron significativas (Cuadro 4), debido a que la categoría diamétrica es independiente del sistema productivo y del esquema en que se comercializa.

Factores individuales que afectan el precio de la madera en pie pagada al productor

Para el análisis de resultados del test de Fisher se empleó la diferencia mínima significativa (DMS) que se identifica con las letras, A, B, C, D; como referencia se toma la media más pequeña y se hace un análisis comparativo en porcentaje. En el Cuadro 5 se observan diferencias significativas en el precio de venta de la madera dependiendo del sistema productivo. En promedio, el precio de

venta de madera en pie del bosque natural es 119% más alto que el de plantaciones forestales. Esto se debe a que en el bosque natural se encuentran más especies y de mayor valor en el mercado y con diámetros mayores que en una plantación forestal. Por otra parte, el factor categoría diamétrica no aplica para ambos sistemas productivos, como se puede deducir del Cuadro 4, dado que la categoría de diámetro menor solo aplica para plantaciones forestales; en bosque natural por lo general no se

Cuadro 4. Análisis de la varianza (SC tipo I) del precio de la madera en pie comercializado por medio de la subasta Fundecor

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor	S
Modelo	4.69.084,06	14	33.506,00	38,89	<0,0001	
Fuentes de variación principal						
Sistema productivo	196.443,20	1	196.443,20	228,03	<0,0001	**
Esquema comercial	98.628,64	1	98.628,64	114,49	<0,0001	**
Categoría diamétrica	108.113,07	1	108.113,07	125,50	<0,0001	**
Clasificación ONF	9395,03	2	4.697,52	5,45	0,0051	*
Interacciones						
Sistema productivo x esquema comercial	19.472,34	1	19.472,34	22,60	<0,0001	**
Sistema productivo x categoría diamétrica	1.443,21	1	1.443,21	1,68	0,1975	-
Sistema productivo x clasificación ONF	12281,22	2	6.140,61	7,13	0,0011	*
Esquema comercial x categoría diamétrica	193,06	1	193,06	0,22	0,6366	-
Esquema comercial x clasificación ONF	13.446,62	2	6.723,31	7,80	0,0006	*
Categoría diamétrica x clasificación ONF	9.667,65	2	4.833,83	5,61	0,0044	*
Error total (principales e interacciones)	133.528,79	155	861,48			
Total	602.612,85	169				

SC = Suma de cuadrados

F = Valor estadístico en test de Fisher

S = Significancia

gl = grados de libertad

p-valor = Probabilidad

* Diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

CM = Cuadrado medio del error

** Diferencias altamente significativas

hace diferencia en precio por diámetros menores.

En el esquema de comercialización tradicional, la categoría diamétrica menor no inicia en 4” (como en el esquema de subasta) sino en 6” o 7”. En consecuencia, la madera de diámetros menores no siempre hace parte de la negociación inicial en el esquema tradicional (Cuadro 4). Así que la asignación de categoría diamétrica que se empleó en la base de datos no depende de un rango fijo de pulgadas, sino de lo que se vendió con precio de diámetro mayor o menor en el momento de la negociación. Para efectos de la base de datos, cuando se presentaron casos en que el maderero no pagó la madera de categoría diamétrica menor, aunque la hubiese tumbado, se asignó un precio de cero “0”.

Los rangos de diámetro “mayor” o “menor” en el esquema de comercialización tradicional, los establece el maderero en el momento de la negociación de la madera o incluso cuando se ha iniciado el aprovechamiento. En contraste, el esquema de subasta de madera en pie cuenta con rangos predefinidos (Cuadro 6).

En las plantaciones forestales, la categoría diamétrica es un factor muy determinante en el precio de la madera en pie; en promedio, la madera de diámetro mayor alcanza hasta tres veces el precio que la madera de diámetro menor (Cuadro 7). Esto se debe a que en la industria de transformación forestal convencional de Costa Rica, la madera de diámetro mayor se puede transformar en más productos de mayor valor que la madera de diámetros menores.

Con respecto a la clasificación de la ONF, contrariamente a lo que se esperaba, el test de Fisher no arrojó diferencias significativas entre las categorías de clasificación de la madera; es de suponer que los precios de la madera semidura clasificada sean significativamente más elevados que los de formaletas y semiduros (Cuadro 7). Esto demuestra que el factor clasificación de la ONF sí afecta al precio (con base en el anova), pero no es claro su efecto al interior de las categorías. En cuanto al factor esquema de comercialización, se encontró que hay diferencias altamente significativas de precio al comercializar

Cuadro 5. Test de Fisher comparando sistemas productivos

Sistema productivo	Media (¢/pmt)	Media (¢/m³)	Media (US\$/m³)	%	n	Significancia
Bosque	139	50.823	89	119	83	A
Plantación forestal	64	23.207	41	base	87	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); DMS=8,89487; US\$1 = ¢570,61; 1 m³ = 365 pmt.

Cuadro 6. Categorías diamétricas empleadas por los esquemas de comercialización evaluados

Subasta de madera en pie de Fundecor		Esquema tradicional	
Menos de 4”	No es comercial	Menos de 6”	No es comercial
4” a 7”	Diámetro menor	Desde 6” hasta diámetro mayor	- No es comercial - Diámetro menor
Más de 7”	Diámetro mayor	7” y más 8” y más 9” y más 10” y más	Diámetro mayor

a través del esquema de subasta: hasta un 63% superior (Cuadro 9).

Finalmente, en todas las interacciones del factor sistema productivo x esquema comercial se encontraron diferencias significativas; el esquema

de comercialización representa un efecto muy importante sobre el precio de la madera en pie, con una mejora de 77% en bosque natural y 105% en plantaciones forestales (Cuadro 10).

Cuadro 7. Test de Fisher por categoría diamétrica de madera proveniente de plantaciones forestales

Categoría diamétrica	Media (€/pmt)	Media (€/m ³)	Media (US\$/m ³)	%	n	Significancia
Mayor	126	45.881	80	308	128	A
Menor	31	11.246	20	base	42	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); DMS=9,57577; US\$1 = €570,61; 1 m³ = 365 pmt.

Cuadro 8. Test de Fisher para la graduación de la madera según la ONF

Clasificación ONF	Media (€/pmt)	Media (€/m ³)	Media (US\$/m ³)	n	Significancia
Semiduro	91	33.058	58	78	A
Formaleta	90	32.905	58	67	A
Semiduro clasificado	85	30.912	54	25	A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); DMS= 11,51076; US\$1 = €570,61; 1 m³ = 365 pmt.

Cuadro 9. Test de Fisher para el esquema de comercialización

Esquema comercial	Media (€/pmt)	Media (€/m ³)	Media (US\$/m ³)	%	n	Significancia
Subasta	113	41.249	72	63	85	A
Tradicional	69	25.342	44	base	85	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); DMS= 8,89363; US\$1 = €570,61; 1 m³ = 365 pmt.

Cuadro 10. Test de Fisher para la interacción entre sistema productivo y esquema de comercialización

Sistema productivo	Esquema comercial	Medias (€/pmt)	Medias (€/m ³)	Medias (US\$/ m ³)	%	n	Significancia
Bosque	Subasta	196	71.478	125	77	23	A
	Tradicional	111	40.493	71	base	60	B
Plantación forestal	Subasta	85	31.175	55	105	62	C
	Tradicional	42	15.239	27	base	25	D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); DMS= 13,25905; US\$1 = €570,61; 1 m³ = 365 pmt.

Asignación de precios y costos de operaciones

Con respecto a la asignación de precios de la madera en pie y costos de operaciones para el aprovechamiento forestal, en este estudio se obtuvieron resultados que pueden considerarse contrarios a la teoría desarrollada por Murillo et al. (2004). Según los autores, el valor comercial de una plantación forestal depende del valor real de la madera y de un factor de aprovechamiento. El valor real depende de la calidad de la especie y la edad de la plantación; el factor de aprovechamiento depende de la escala de operaciones, acceso dentro de la finca, distancia a la industria, topografía y pendiente, densidad de plantación, malezas y pedregosidad.

Sage (2006), por su parte, considera que el precio de la madera en pie depende de factores como las condiciones de la finca (topografía, existencia de caminos internos y densidad de madera comercial por unidad de superficie); de la distancia y condiciones de transporte de la finca al aserradero y del tamaño, forma y condiciones de los árboles.

Las consideraciones de Murillo et al. (2004) y de Sage (2006) aplican adecuadamente a operaciones forestales con un fuerte encadenamiento entre producción e industria, donde el margen de especulación de precios entre cada eslabón de la cadena es mínimo. Sin embargo, este no es el caso de los productores que comercializan la madera en pie de forma tradicional.

De acuerdo con la ONF, los precios de la madera varían con la región geográfica, las condiciones especiales que se presenten al realizar el aprovechamiento, las características de la madera (calidad y diámetro) y la disponibilidad de la especie en el mercado (Barrantes y Salazar 2008). Según ONF (2005) y Sedjo (1983), es posible estimar el precio de la madera en pie si al precio de la madera puesta en el patio de aserradero se le restan los costos de aprovechamiento y transporte. Sin embargo, en el comercio de madera en troza es común que se subestime el volumen real, o que se apliquen castigos al precio por calidad y diámetro. Las fórmulas matemáticas usadas para determinar el volumen en pie por lo general no toman en cuenta la forma tradicional en que se comercializa la madera y, entonces, los castigos y subestimaciones hacen que se reduzca la rentabilidad calculada (Moya 2003).

Los resultados de este estudio se asemejan a las afirmaciones de Moya (2003). En el área de estudio, los precios de las actividades de aprovechamiento se pagan por unidad producida puesta en el camión, sin importar el nivel de dificultad ni el sistema productivo (bosque o plantación). En el esquema de comercialización tradicional, la estrategia que emplean los madereros para ofrecer un precio por la madera en pie y evitar estimaciones complejas relacionadas con la pendiente, densidad de madera o caminos es ofertar el precio más bajo posible, argumentando

costos adicionales en el aprovechamiento debido a los factores mencionados por Murillo et al.(2004) y Sage (2006). Esta reducción en el precio a pagar al productor es, en gran parte, especulativa y generalmente a favor del maderero.

En la subasta de madera en pie es más probable que los factores considerados por Murillo et al. (2004), Sage (2006) y Barrantes y Salazar (2008) sean tomados en consideración por los madereros al decidir el precio de oferta. En promedio, los precios pagados por la madera en pie bajo el esquema Fundecor fueron un 77% y un 105% más altos para bosque natural y plantación forestal que bajo el esquema tradicional. Es evidente, entonces, que el esquema de comercialización empleado sea uno de los factores más determinantes del precio de la madera en pie.

Otro factor que influyó fuertemente en el precio fue el sistema productivo. Por la madera de bosque natural se pagó más del doble que por la madera de plantación forestal (119%), debido a que es de mayor diámetro y son especies más “finas” y con mayor demanda.

En el caso de las plantaciones forestales, la categoría diamétrica tuvo un efecto en el precio: el diámetro mayor se pagó hasta tres veces más (308%) que la madera de diámetro menor. Por otra

parte, la madera de diámetro mayor tiene mayor rendimiento al aserrarla y se puede transformar en más productos con un mayor valor que la madera de diámetros menores. En el esquema tradicional de comercialización, la madera de diámetros menores procedente de plantaciones forestales se paga a muy bajo precio. Moya (2007) afirma que en la industria de transformación forestal primaria convencional de Costa Rica se manejan equipos (máquinas) para dimensiones de trozas superiores a los 35 cm de diámetro, normales en los bosques naturales; en plantaciones forestales, sin embargo, una gran proporción de la madera no alcanza este diámetro en el ciclo de rotación. Esto quiere decir que la industria no está preparada para procesar madera de dimensiones pequeñas.

Con respecto al factor de clasificación de la ONF, se determinó que aunque sí incide en el precio de la madera, no es claro el efecto entre las categorías; o sea que la oferta y demanda de un determinado grupo de maderas o especies afecta más el precio que dicha clasificación. Finalmente, ni los madereros ni los industriales consideraron el factor calidad de la madera -entendida como la ausencia de nudos y defectos relacionados con el manejo forestal y la calidad genética- como un factor importante para definir el precio en el mercado tradicional.

Agradecimientos

Este trabajo fue patrocinado por el proyecto Verifor, la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Fundecor) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Agradecemos la valiosa colaboración de todos aquellos que aportaron su tiempo y experiencia para explicar la forma en que se comercializa la madera en Costa Rica y su efecto en las inversiones forestales.

Literatura citada

- Arce, H.; Barrantes, A. 2006. La madera en Costa Rica: situación actual y perspectivas. San José, Costa Rica, Fonafifo/ONF. 23 p.
- Barrantes, A.; Salazar, G. 2008. Precios de referencia de la madera en Costa Rica 2008 (en línea). San José, Costa Rica, ONF. Consultado 30 oct., 2008. Disponible en: <http://www.oficinaforestalcr.org/>
- Fonafifo (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2011. Distribución de hectáreas contratadas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales, por año y por modalidad (en línea). 1 p. Consultado 27 feb. 2012. Disponible en: <http://www.fonafifo.go.cr/psa/estadisticas/gePSA-HectareasContratadas.pdf>.
- Moya Roque, R. 2003. Consideraciones industriales y de comercialización en la selección de especies para reforestación. 13 p. Disponible en: http://www.researchgate.net/profile/Roger_Roque/publication/237363177_Consideraciones_industriales_y_de_comercializacin_en_la_seleccin_de_especies_para_reforestacin/links/00b49527b-877ba4ced000000.pdf
- Moya, R. 2007. Industrialización y comercialización de madera proveniente de plantaciones forestales en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente 49-50: 154-162.
- Murillo, O.; Meza, A.; Cabrera, J.M. 2004. Estimación del valor real y del valor del mercado en pie de la plantación forestal. Agronomía Costarricense 28(1): 47-55.
- Navarro, G.; Vieto, R.; Bermúdez, G. 2006. Proyecto fortalecimiento institucional para la ejecución de la estrategia nacional de control de la tala ilegal de recursos forestales en Costa Rica: costos de acceso a la legalidad, cadenas y actores de mercado de la madera legal e ilegal. San José, Costa Rica, SINAC/FAO. 76 p.
- ONF (Oficina Nacional Forestal). 2005. Usos y aportes de la madera en Costa Rica: Estadísticas 2004. San José, Costa Rica. 32 p.
- ONF (Oficina Nacional Forestal). 2007. Diagnóstico de necesidades detectadas por las organizaciones forestales en el tema forestal (en línea). San José, Costa Rica. 14 p. Consultado 23 oct., 2008. Disponible en: http://onfcr.org/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/BoletinOficialONFCostaRicaForestal02-2007ii27118.pdf
- Sage, L.F. 2006. Conservación del bosque y desarrollo sostenible en las zonas de amortiguamiento en el Caribe Norte de Costa Rica (Cobodes): análisis de la cadena de valor de la madera en el ACTo. San José, Costa Rica, Minae-Sinac. 42 p.
- Sage, L.F.; Otárola, M. 2000. Análisis financiero del proyecto Mitigación de gases con efecto invernadero por medio de la actividad forestal en terrenos de propiedad privada en Costa Rica. San José, Costa Rica, Proyecto Ecomercados.
- Sandoval, E. 2006. Consideraciones económicas sobre plantaciones de serebó. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Proyecto Fomabo. 40 p. (Documento científico Proyecto Fomabo No. 3).
- Sedjo, R. 1983. The comparative economics of plantation forestry: a global assessment. Washington DC, US, Resources for the Future. 161 p.