

# Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica

**Guillermo A. Navarro**  
CATIE. [gnavarro@catie.ac.cr](mailto:gnavarro@catie.ac.cr)

La fórmula de Faustmann, o de la voluntad de pago por la tierra adoptada para una rotación bajo las condiciones de mercado perfecto, es un instrumento microeconómico sólido y muy práctico para evaluar el efecto de los mecanismos monetarios de fomento forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas.

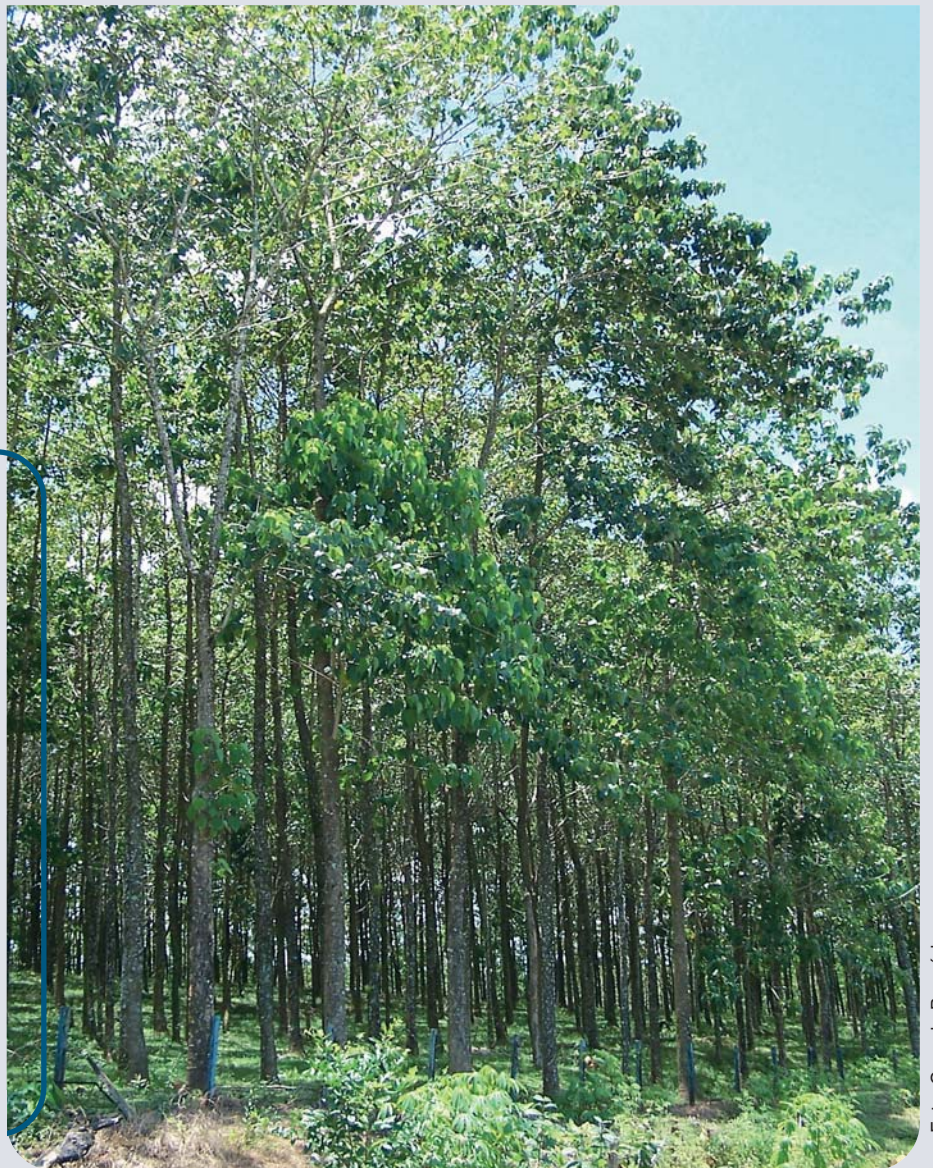


Foto: Gerardo Bermúdez

## Resumen

Esta investigación presenta una aplicación rigurosa de la fórmula del valor esperado de la tierra (VET) -comúnmente conocida como la fórmula de Faustmann<sup>1</sup>- la cual es un modelo económico simple pero teóricamente robusto, utilizado en la valoración y análisis económico de inversiones forestales. El primer producto del estudio es desarrollar un soporte teórico para la valoración de inversiones en plantaciones forestales y contabilizar correctamente mecanismos monetarios de fomento forestal como el certificado de abono forestal, el crédito subsidiado y el pago por servicios ambientales. Posteriormente, bajo cuatro premisas que definen las condiciones de equilibrio del mercado perfecto, se utiliza el VET como un modelo microeconómico que permite evaluar el efecto de los mecanismos monetarios de fomento forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas. El análisis inicial demuestra que los diferentes mecanismos monetarios de fomento forestal pueden afectar la decisión del inversionista sobre el turno de rotación de la plantación forestal y que, además, afectan la rentabilidad de la inversión forestal. Finalmente, se evalúan algunos factores de la producción forestal (precio de la tierra, precio implícito de la madera en pie y cambio de especie forestal) para ver su efecto sobre la rentabilidad de las inversiones forestales. Bajo condiciones específicas, inversiones de este tipo podrían traer más bien una pérdida en el valor del activo tierra.

**Palabras claves:** Plantaciones forestales; inversiones; incentivos forestales; servicios ambientales; rentabilidad; análisis económico.

## Summary

**Design and microeconomic analysis of the monetary mechanisms from promotion to the forest plantations in Costa Rica.** This research presents a rigorous application of the land expectation value formula (LEV) –commonly known as the Faustmann Formula- which is a simple yet robust economic model used in valuation and economic analysis of forestry investments. The first product of this study was to develop a technical support for valuing investments in forest plantations and to correctly account for the monetary mechanisms for forest promotion such as the forest bond, the subsidized credit and the payment of environmental services. Later, under the four explicit classical assumptions, which defines the perfectly competitive market equilibrium conditions, the LEV is used as a microeconomic model for evaluating the effect of such monetary incentives in the inter-temporal behavior of different types of forestry investors regarding the choice of when to cut the stand. This initial analysis shows that all monetary mechanism not only affect the investor's cutting decisions for their forest stand, but also affect the profitability of the forestry investment. Finally, some factors of the forest production cycle (land price, stumpage implicit price, and forest species) are evaluated in order to measure their influence in the profitability and optimal rotation age of the forest investments. It was found that under certain conditions, some forestry investments could bring a loss of land asset value.

**Keywords:** Forest plantations; investment; forest incentives; environmental services; profitability; economic analysis.

<sup>1</sup> O fórmula de la voluntad máxima de pago por la tierra (VPT).

Por más de dos décadas, el gobierno costarricense ha fomentado las plantaciones forestales con el fin de motivar al sector forestal privado para que invierta en esa actividad. La política estatal ha promovido especies de rápido crecimiento en áreas extensas para contrarrestar las políticas tradicionales de desarrollo que fomentaron la deforestación en el país. Sin embargo, muchos de los aspectos productivos, financieros y sociales de estas inversiones forestales fueron desatendidos, razón por la cual estas experiencias han sido poco exitosas; por otra parte, los productos forestales son de variada calidad debido a problemas con la selección de especies, falta de semilla certificada y manejo inadecuado o inexistente. El retorno de las inversiones no ha sido el esperado por el gobierno y los inversionistas privados. Además, los incentivos monetarios quedaron repartidos en finqueros y compañías grandes a quienes se les adjudicó el 72% del área incentivada (Watson *et al.* 1998).

En 1996, Costa Rica estrena un nuevo marco institucional para fomentar el desarrollo forestal y proteger los recursos forestales. Aparece el concepto del pago por servicios ambientales (PSA) que pretende crear un sistema de protección y fomento forestal basado en la remuneración a los dueños de los recursos forestales por aquellos que se benefician directa e indirectamente de sus servicios ambientales, tales como belleza escénica, protección de suelos y aguas, protección de la biodiversidad y secuestro de carbono atmosférico. Esta medida pretendía aumentar el valor de uso de la tierra forestal, propiciar cambios de uso de la tierra en beneficio de las plantaciones forestales y mantener bajo protección otros ecosistemas terrestres naturales.

Costa Rica cuenta con mucho capital público y privado invertido en plantaciones forestales. El Fondo

Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) tiene la política clara de fomentar la inversión en plantaciones forestales mediante el PSA y otros incentivos. Sin embargo, hasta ahora no se ha aplicado un modelo económico coherente, teóricamente sólido y a la vez práctico para valorar estas inversiones y que, a la vez, sirva para diseñar y evaluar las políticas y los mecanismos monetarios de fomento (MMF) a las plantaciones forestales.

Esta investigación buscaba encontrar un apoyo teórico para valorar las plantaciones forestales y evaluar el efecto de los MMF a las plantaciones forestales en el comportamiento de los inversionistas costarricenses. Por otro lado, se pretendía identificar las variables que afectan las inversiones forestales, con el fin de entender y fundamentar económicamente la política hacia los MMF forestal para mejorar la toma de decisiones tanto en el ámbito estatal como privado.

### **Condiciones generales del estudio**

Para este estudio se usó información silvícola y financiera de tres rodales pertenecientes a una plantación forestal con buen mantenimiento establecida en 1992 en la zona Atlántica de Costa Rica. El experimento de referencia fue un rodal de melina (*Gmelina arborea*), debido a que esta especie forestal fue la más utilizada en reforestación hasta 1996 con un 33% (SINAC 1996 citada por Heindrichs 1977). Otras dos especies forestales, también comunes en la reforestación costarricense laurel (*Cordia alliodora*) (12%) y teca (*Tectona grandis*) (11%) fueron analizadas para evaluar diferentes escenarios de inversión.

La proyección de la curva de producción forestal contempla los raleos, los cuales producen ciertas discontinuidades en el modelo de crecimiento aplicado. El cálculo de los ingresos por venta de madera

adapta precios diferenciados para madera de raleo y corta final. Además, se asume la comercialización de la madera bajo el sistema de cubicación del mecate en pulgadas madereras ticas (pmt) bajo el cual se proyecta dejar de percibir ingresos de 20-30% del volumen comercial llevado al mercado.

Este estudio pretende determinar la rentabilidad de la plantación forestal vista como un uso competitivo de la tierra, o al menos como centro de producción dentro de un sistema empresarial más complejo, pero que debe ser analizado y manejado para contribuir no solo con la producción sino también con la rentabilidad de la empresa. Es por eso que se considera el precio implícito de la madera en pie según Sedjo (1983), calculado a partir del precio de la madera puesta en el aserradero, menos el costo de transporte y aprovechamiento. Estas dos últimas actividades se manejan como centros de costos independientes, sobre todo para análisis a escalas tan pequeñas como en Costa Rica. Además, se hizo un sondeo de los precios de la madera en patio para las especies estudiadas de diferentes dimensiones y en varias zonas del país.

El estudio utiliza como moneda el colón (¢). Los precios y valores han sido actualizados a colones constantes de 1998. Como referencia, los resultados se pueden convertir a dólares americanos (\$) constantes de 1998 con una relación de conversión de ¢257 por dólar. Se prepararon estructuras de ingresos y egresos para las actividades de administración, establecimiento (preparación de sitio, siembra y mantenimiento del primer año), mantenimiento y manejo forestal (limpieza, medición de parcelas permanentes, raleos, podas y control de pestes y fuego). Se estructuraron también las actividades de aprovechamiento y transporte a precios de mercado.

El problema se estudia desde la óptica de la teoría de inversiones; como herramienta se usa uno de los criterios de eficiencia del método de valor presente neto. Este método utiliza el concepto de tasa de descuento para poder comparar flujos de caja que ocurren en diferentes momentos de un horizonte de producción muy extenso. Esta tasa de descuento es conocida también como la tasa mínima aceptable de retorno sobre el capital invertido (TMA). La TMA representa la tasa de retorno de la mejor alternativa de inversión a la que se renunció y su magnitud se usa para caracterizar las preferencias particulares del inversionista. Se utiliza el nivel de liquidez del inversionista como una medida de la preferencia por el presente. Se asume que todos los inversionistas tienen la misma afinidad y conocimiento de las inversiones forestales, y que todos tienen un comportamiento racional por maximizar ganancias y minimizar costos. Así, se definieron tres tipos de inversionistas:

1. El prestamista de capital nacional (PNC) es el dueño de tierra con capacidad de ahorro y con preferencia por ahorrar con certificados en colones a 24-meses plazo a una tasa real de 6,73% (1998).
2. El prestamista de capital internacional o nacional pero con mucha liquidez (PID) es el dueño de tierra con capacidad de ahorro y preferencia de ahorro con certificados similares en dólares a una tasa real de 4,32% (1998).
3. El arrendatario de capital (ANC) es el dueño del terreno pero sin capacidad de ahorro, por lo que, de dedicarse a una inversión de reforestación, tendría que solicitar un préstamo en colones para el sector agrícola con una tasa real de 9,9% (1998).

Los MMF a las plantaciones forestales que se evalúan en este estudio no son contemporáneos. Se evalúa el sistema de crédito subsidiado

(CS) que estuvo vigente entre 1988 y 1995 con un monto ¢132.000 nominales, que representa en colones constantes de 1998 un monto de ¢305.805/ha para las plantaciones beneficiadas en 1992. Se evalúa también un sistema de fondos no reembolsables (FNR). El certificado de abono forestal (CAF) vigente por el mismo periodo que el CS pagaba ¢120.000/ha. Para su beneficio en 1992, reporta un valor en colones constantes de 1998 de ¢226.132/ha. Finalmente, se analiza el pago de servicios ambientales (PSA) bajo la nueva legislación que pagó un monto de ¢154.000/ha en 1998 (SINAC-FONAFIFO 1998).

La tierra –entendida como un terreno limpio o con el suelo al descubierto– es el activo usado en las plantaciones forestales porque es el bien de capital que permitirá el ingreso futuro proveniente de la producción forestal a través del tiempo.

### Método del Valor Presente Neto

#### Valoración del terreno limpio con base en el ingreso esperado de una plantación forestal

La valoración es el procedimiento por el cual se calcula el valor que tiene un activo para un individuo. La tierra –entendida como un terreno limpio o con el suelo al descubierto– es el activo usado en las plantaciones forestales porque es el bien de capital que permitirá el ingreso futuro proveniente de la producción forestal a través del tiempo. Para el cálculo de este valor se utiliza una fórmula basada en el descuento de una estructura de cos-

tos e ingresos (flujo de caja) que se aplica para un uso específico de la tierra –en este caso la plantación forestal– durante un periodo de crecimiento de varios años, llamado rotación, con el fin de calcular un valor presente neto que representa la voluntad de pago, hoy, por el activo tierra para ser dedicada a esta actividad.

Además, existe un principio económico que define la ubicación de cada uso de la tierra en el paisaje, el cual dice que la actividad productiva de la tierra que produzca el mayor valor descontado podrá acceder al precio o la renta más alta; esta es la fuerza que determina el uso de la tierra (Duerr 1993). Por eso este estudio examina cómo los MMF forestal influyen la voluntad de pago de los inversionistas forestales para dedicar ciertos terrenos a la producción de plantaciones forestales.

El valor descontado a utilizar en este estudio es el que calcula el valor esperado de la tierra (VET) conocido también como la fórmula de Faustmann. Esta fórmula calcula el valor presente de un rodal en relación con el valor del mercado del terreno limpio. Klemperer (1996) llama a esta fórmula la voluntad de pago por el terreno limpio, asumiendo todas las rotaciones a perpetuidad y considerando las preferencias particulares del inversionista ( $VPT_{\infty}$ ). O sea que la voluntad de pago es el máximo que un inversionista puede ofrecer por la tierra limpia para dedicarla a una plantación forestal y ganar al menos el retorno sobre el capital invertido a la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) del inversionista por una serie infinita de rotaciones. La fórmula (1) es conocida como la fórmula de Faustmann o  $VPT_{\infty}$ .

$$VPT_{\infty} = \frac{D_{H_T} + \sum_{t=1}^{T-1} D_{M_t} q_h^{T-t} - C_{A_T} q_h^{T-1}}{q_h^T - 1} + \frac{D_A}{r_h} \quad (1)$$

$VPT_{\infty}$  está en función del ingreso neto ( $D_H$ ), proveniente de la venta de la madera en el patio del aserradero a la edad de rotación ( $T$ ), menos los costos de aprovechamiento y transporte. Seguidamente, la sumatoria de los ingresos periódicos netos de las actividades de manejo provenientes de raleos, podas y otras actividades de mantenimiento ejecutados en cualquier año  $t$  de la rotación ( $D_M$ ), menos los costos de aforestación en el año 1 ( $C_{Af}$ ). Todo este flujo de caja periódico entre el año 1 y el año  $T-1$  se capitaliza hasta la edad de rotación ( $T$ ) usando el factor capitalización del inversionista  $q = (I+r)$ , donde  $r$  es la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) del inversionista ( $h$ ). Luego, este valor futuro calculado se descuenta por los años de la edad de rotación usando el factor de descuento del inversionista, menos 1 ( $q^T-1$ ) para obtener el valor presente neto de la renta neta de un rodal proyectado a un número infinito de rotaciones. El 1 que se resta al factor de descuento representa el valor de mercado del activo tierra en términos relativos. La expresión  $(D_A)/r_h$  calcula el valor presente de una serie perpetua de anualidades.  $D_A$  representa la diferencia entre los ingresos y costos anuales de las actividades fijas de administración y manejo como el control forestal.

Para las condiciones de Costa Rica, la tierra es un bien de mercado que se transa en mercados no regulados. Además, si se asume que los propietarios de terrenos toman el precio de mercado de la tierra como criterio para cambiar su uso, venderla, alquilarla o al menos considerar esta opción, este análisis de inversión forestal sería más realista si se considera como horizonte de planeación y análisis solo una única rotación. De esta forma, la fórmula de voluntad de pago por la tierra puede adaptarse para solo una rotación ( $VPT_1$ ) mediante la inclusión de la venta del terreno limpio a precio de mercado inmediatamente después

de la venta de la madera y eliminando el  $-1$  del denominador de la fórmula  $VPT_{\infty}$ . Además, la fórmula de la  $VPT_1$  se puede expresar con descuento directo como en la fórmula (2). Igualmente, la fórmula para contabilizar los costos e ingresos anuales se ajusta para contabilizarlos solo durante una rotación.

Si la suma de comportamientos individuales muestra que hay un precio promedio por terrenos similares, entonces se podría decir que existe un mercado para este tipo de terreno ( $L$ ). De acuerdo con el criterio de aceptación de la fórmula de Faustmann, aplicable a la  $VPT_1$ , se puede decir que un proyecto de reforestación es aceptable si la  $VPT_1$  es mayor o igual al precio de la tierra ( $R_L$ ) (Klemperer 1996). Además, considerando las opciones de corta del rodal para todas las edades después del último raleo y una vez alcanzado el diámetro mínimo comercial, se define como la  $VPT_1$  para la reforestación a aquella rotación que maximice este valor considerando el TMA particular del inversionista (rotación del valor máximo de la tierra).

#### Fórmula de la $VPT_1$ adaptada para analizar los MMF a las plantaciones forestales

Los cambios en la  $VPT_1$  y la edad de rotación del valor máximo de la tierra se pueden medir comparando las diferentes fórmulas de la  $VPT_1$  adaptadas para contabilizar las opciones de inversión: fondos propios (FP), crédito subsidiado (CS) y dos modalidades con fondos no reembolsables (FNR), el Certificado de Abono Fo-

restal (CAF) entregado entre 1988-1995 y el sistema de pago por servicios ambientales (PSA) que se paga desde 1996. La inversión con fondos propios se evalúa con la  $VPT_1$  utilizando la fórmula (2). A continuación se describen los dos MMF forestal que se evalúan en este estudio.

#### Crédito subsidiado

El programa de crédito subsidiado (CS) fue definido para financiar una serie de actividades de establecimiento y manejo en las etapas iniciales de la plantación forestal con una tasa de interés inferior a la del mercado. Este crédito se entrega en tres desembolsos de 60%, 20% y 20% cada año. El principal e intereses se devolvería gradualmente con los ingresos netos positivos de los raleos y la corta final. El efecto del CS en los diferentes inversionistas puede ser analizado mediante una adaptación de este sistema de financiamiento a la fórmula  $VPT_1$ .

La ecuación (3) representa el CS ( $I_{\zeta}$ ) en función de los desembolsos del crédito para financiar la actividad y se reflejan en el modelo como ingresos ( $R_{\zeta}$ ), de los pagos de amortización del crédito como un porcentaje de los ingresos netos de los raleos ( $\alpha_{\zeta} D_{M_x}$ ,  $\alpha_h D_{M_x}$ ), del saldo pendiente en las diferentes etapas de la vida de la plantación ( $C_{\zeta PB}$ ), de los costos asociados al CS ( $C_{\zeta}$ ), y de la tasa de interés del crédito ( $r_{\zeta}$ ). El porcentaje de los ingresos netos de los raleos a utilizar para amortizar el CS lo ha establecido el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

$$VPT_1 = \frac{D_{H_T} + R_{L_T}}{q_h^T} + \sum_{t=1}^{T-1} \frac{D_{M_t}}{q_h^t} - \frac{C_{Af}}{q_h^1} + \frac{D_A}{r_h} \left[ \frac{q_h^T}{q_h^T - 1} \right] \quad (2)$$

$$I_{\zeta} = I_{\zeta} (R_{\zeta Af}, R_{\zeta}, \alpha_{\zeta} D_{M_x}, \alpha_h D_{M_x}, C_{\zeta PB_x}, C_{\zeta PB_T}, C_{\zeta M_t}, C_{\zeta Af}, r_{\zeta}) \quad (3)$$

donde  $0 < \alpha_h < \alpha_{\zeta} \leq 1$  y  $r_{\zeta} < r_h$

Al incluir los componentes del modelo del SC ( $I_{\zeta}$ ) dentro de la fórmula de la  $VPT_1$ , se designa como la fórmula de la  $VPT_{1-I_{\zeta}}$  con CS como se muestra en la ecuación (4), en donde se han omitido por espacio la serie periódica anual donde se contabilizan los costos e ingresos anuales ( $D_A$ ) durante la rotación, igual a la presentada en las fórmulas (2) y (3).

$VPT_{1-I_{\zeta}}$  está en función de los ingresos netos provenientes de la venta de la madera y el terreno ( $D_H, R_L$ )

a la edad de rotación ( $T$ ), y de un porcentaje de los ingresos netos de los raleos ( $\alpha D_M$ ) no usados en la amortización del CS capitalizados hasta la edad de rotación ( $T$ ) por el factor de capitalización del inversionista ( $q_h$ ), y pueden ser utilizados para amortizar el saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) del CS. En las secciones que contabilizan las acciones de manejo en la fórmula  $VPT_{1-I_{\zeta}}$ , los desembolsos del CS ( $R_{\zeta Af}, R_{\zeta t}$ ) reducen los costos de las actividades de esta-

blecimiento y manejo en las etapas iniciales de la plantación forestal en el sentido que se capitalizan con un factor de capitalización menor al del inversionista. Por otro lado, los costos inducidos por la administración del incentivo como regencias forestales, trámites, etc. ( $C_{\zeta Af}, C_{\zeta M}$ ) son fuerzas que reducen la rentabilidad de la inversión forestal. Igualmente, todos los ingresos y costos periódicos dentro de la rotación se capitalizan hasta el final de la edad de rotación.

$$VPT_{1-I_{\zeta}} = \frac{\left[ \left( D_{H_T} + R_{L_T} + \sum_{t=1}^{t=I_{th_x=y}} D_{M_{x,t}} (1-\alpha) q_h^{T-t_{th_x}} \right) - C_{\zeta PB-T} \right] - \sum_{t=1}^T [C_{M_t} + C_{\zeta M_t} - R_{\zeta t}] q_h^{T-t} - [C_{Af} + C_{\zeta Af} - R_{\zeta Af}] q_h^T}{q_h^T} \quad (4)$$

Donde x = número de raleos dentro de la rotación; y = es el último raleo

$$C_{\zeta PB_x} = \begin{cases} \sum_{t=1}^{t=I_{th_x}} R_{\zeta t} q_{\zeta}^{t_{th_x}-t} & x=1 \\ 0 & 1 < x \leq y \\ \begin{cases} C_{\zeta PB_{x-1}} q_{\zeta}^{t_{th_x}-t_{th_{x-1}}} & D_{M_x} \leq 0 \\ 0 & D_{M_x} > 0 \end{cases} & \begin{cases} \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} = C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} > C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_h D_{M_{x-1}} = C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} < C_{\zeta PB_{x-1}} \end{cases} \\ [C_{\zeta PB_{x-1}} - \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}}] q_{\zeta}^{t_{th_x}-t_{th_{x-1}}} & \end{cases} \\ \\ C_{\zeta PB_T} = \begin{cases} 0 & x=y \\ \begin{cases} C_{\zeta PB_{x=y}} & = 0 \\ C_{\zeta PB_{x=y}} & > 0 \end{cases} & \begin{cases} D_{M_{x=y}} \leq 0 \\ D_{M_{x=y}} > 0 \end{cases} \\ C_{\zeta PB_{x=y}} q_{\zeta}^{T-t_{th_{x=y}}} & \begin{cases} \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} = C_{\zeta PB_{x=y}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} > C_{\zeta PB_{x=y}} \\ \alpha_h D_{M_{x=y}} = C_{\zeta PB_{x=y}} \end{cases} \\ [C_{\zeta PB_{x=y}} - \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}}] q_{\zeta}^{T-t_{th_{x=y}}} & \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} < C_{\zeta PB_{x=y}} \end{cases} \end{cases} \quad (5)$$

Hay dos razones para capitalizar el flujo de caja hasta la edad de rotación. 1) Se debe calcular un valor futuro para que la serie perpetua periódica funcione y porque  $V_{HT}$ ,  $V_{LT}$  y el valor futuro de la suma de los residuos de  $\alpha D_M$  actúan como respaldo al crédito al final de la rotación. 2) La fórmula  $VPT_{1-I\zeta}$  está tratando con dos tipos de tasas de capitalización, la tasa de interés del CS ( $r_\zeta$ ) y TMA del inversionista ( $r_h$ ) y este tipo de expresión ayuda a tener mejor seguimiento de la contabilidad de la inversión y la administración del crédito.

El saldo pendiente a la edad de rotación ( $C_{\zeta PB-T}$ ) es el monto final necesario para saldar el préstamo.  $C_{\zeta PB-T}$  es producto del saldo no cubierto por las amortizaciones hechas con los ingresos provenientes de los raleos, y este saldo final resulta del proceso de administración del CS que ha recolectado gradualmente el principal e intereses al momento que los raleos produjeron un ingreso neto positivo.

La familia de ecuaciones (5) muestra las diferentes vías para calcular el saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) del CS dependiendo del número de raleos y la relación entre este saldo pendiente y el monto de las amortizaciones. Además, este grupo de fórmulas expone los momentos en los que la deuda puede quedar saldada en las diferentes etapas de la vida de la plantación.

El grupo de ecuaciones comienza con el cálculo del primer saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-x}$ ,  $x=1$ ) que es el resultado de la suma de todos los giros hechos por FONAFIFO para apoyar las primeras fases de la plantación ( $R_{\zeta Aff}$ ,  $R_{\zeta I}$ ). Estos desembolsos son capitalizados hasta el primer raleo como un saldo pendiente con el factor de capitalización del CS ( $q_\zeta$ ).

Para el cálculo de los saldos pendientes a los siguientes raleos ( $C_{\zeta PB-x}$ ;  $1 < x < y$ ) entre el primer ( $x=1$ ) y último ( $y$ ) raleo se deben considerar di-

ferentes situaciones. Si los ingresos netos de los raleos,  $D_{Mx} \leq 0$ ; entonces, este saldo pendiente es otra vez capitalizado hasta el siguiente raleo. Por otro lado, cuando  $D_{Mx} > 0$ , entonces un porcentaje de este ingreso neto ( $\alpha D_{Mx}$ ) debe ser usado para amortizar el crédito.

Se deben considerar dos situaciones respecto al porcentaje del ingreso neto de raleos que debe ser usado como amortización del CS. Por un lado, cuando el monto del porcentaje del ingreso neto requerido para la amortización es mayor o igual al saldo pendiente ( $\alpha_\zeta R_{Mx-1} \geq C_{\zeta PB-x-1}$ ); entonces la solución es saldar completamente el CS, ( $C_{\zeta PB-T} = 0$ ). En este caso, lógicamente, el monto de amortización debe igualarse al saldo pendiente ( $\alpha_h R_{Mx} = C_{\zeta PB-x-1}$ ) finiquitando el crédito. Por otro lado, cuando el monto del porcentaje del ingreso neto requerido para la amortización es menor que el saldo pendiente ( $\alpha_\zeta R_{Mx-1} < C_{\zeta PB-x-1}$ ), entonces se amortiza este monto. El nuevo saldo pendiente ( $C_{\zeta PBx}$ ) sería igual a la diferencia entre  $C_{\zeta PBx-1}$  menos  $\alpha_\zeta R_{Mx-1}$  y su resultado se capitaliza hasta el próximo raleo usando el factor de capitalización del CS ( $q_\zeta$ ). Este procedimiento se repite en todos los raleos durante la vida de la plantación hasta que  $C_{\zeta PBx} = 0$ , o hasta que el último saldo pendiente sea definido en el último raleo ( $x=y$ ). El cálculo del balance final ( $C_{\zeta RP-T}$ ) se realiza sobre el resto del saldo pendiente después de la amortización del último raleo ( $C_{\zeta PBx=y}$ ) capitalizado hasta la edad de rotación con el factor de capitalización del CS.

Finalmente, el último saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) quedará totalmente pagado con los ingresos provenientes de la cosecha final ( $D_{HT}$ ), la suma residual de los porcentajes de los ingresos capitalizados por raleos ( $\alpha D_M$ ) no utilizados en las amortizaciones, y eventualmente, los ingresos por la venta de la tierra ( $V_{LT}$ ).

#### Fondos no reembolsables

El CAF y el PSA son dos tipos de fondos no reembolsables (FNR). El CAF fue un bono cambiante bajo la Ley Forestal 7174 y fue pagado durante los primeros cinco años de la plantación forestal para apoyar los costos de establecimiento y manejo. El PSA no es considerado un incentivo y se justifica en la ley forestal 7575 como un pago a los dueños de bosques por los servicios ambientales que las plantaciones brindan a la sociedad. Sin embargo, el PSA es administrado de la misma forma que el CAF, ambos se pagan en los mismos porcentajes y se asocian con los mismos costos de transacción. Los CAF y PSA han sido desembolsados durante cinco años en giros porcentuales decrecientes de 50, 20, 15, 10, 5 cada uno. El PSA para plantaciones forestales utiliza un esquema de pago similar al CAF que pretende apoyar con los costos de establecimiento del rodal. Sin embargo, este esquema guarda una relación inversamente proporcional con los servicios ambientales (SA) que brinda una plantación forestal en su vida útil. Es decir, los años en que menos SA brindan estos sistemas productivos son los años en que reciben mayores pagos. Estos FNR han sido establecidos mediante decretos ejecutivos, no cuentan con un mecanismo ágil para actualizar los montos por inflación y son susceptibles a las políticas gubernamentales y recortes presupuestarios.

La ecuación (6) muestra el sistema de FNR ( $I_\beta$ ) en cinco desembolsos anuales como una función del monto del bono en colones constantes ( $R_{\beta e}$ ), diferentes porcentajes de los pagos anuales de este inventivo ( $u$ ), y los costos asociados con este FNR como la elaboración de un plan de reforestación, trámites, servicios de regencia, entre otros ( $C_{\beta Af}$ ,  $C_{\beta Mt}$ ).

(6)

$$I_{\beta} = I_{\beta}(R_{\beta e}, \mu, C_{\beta M_t}, C_{\beta A_f})$$

$$\text{donde } \mu = \begin{cases} 0,50 & t_{\beta}=1 \\ 0,20 & t_{\beta}=2 \\ 0,15 & t_{\beta}=3 \\ 0,10 & t_{\beta}=4 \\ 0,05 & t_{\beta}=5 \end{cases}$$

Al incorporar los componentes del FNR ( $I_{\beta}$ ) dentro de la fórmula de la  $VPT_1$ , se designa la fórmula de la  $VPT_{1-I_{\beta}}$  con FNR como se muestra en la ecuación (7) en donde se han omitido por espacio la serie periódica anual donde se contabilizan los costos e ingresos anuales ( $D_A$ ) durante la rotación, igual al que se muestra en las fórmulas (2) y (3).

La fórmula de la  $VPT_{1-I_{\beta}}$  incluye la suma de los porcentajes ( $\mu$ ) del FNR en pagos anuales contabilizados en la fórmula como ingresos,  $R_{\beta e}$ , durante cinco años consecutivos a partir del año en que se firma el contrato,  $t_{\beta}$ . Todos estos ingresos se capitalizan hasta la edad de rotación con el factor de capitalización que contiene la TMA del inversionista,  $q_h$ . Igualmente, los costos asociados al FNR ( $C_{\beta A_f}$ ,  $C_{\beta M_t}$ ) incrementan los costos de establecimiento y manejo de las primeras etapas de la plantación forestal y se capitalizan hasta la edad de rotación.

La fórmula de Faustmann ( $VPT_1$ ) como modelo microeconómico Samuelson (1976) introdujo el concepto de la fórmula de Faustmann como un instrumento microeconómico

que permite experimentar con el comportamiento del inversionista bajo las condiciones de equilibrio de un mercado perfectamente competitivo. La madera es un bien de mercado que se transa en mercados no regulados; por eso, es necesario contar con un medio controlado como el mercado perfecto, el cual es como un laboratorio virtual donde se simplifica la realidad. Este es un método muy útil para la experimentación en ciencias económicas. El mercado perfecto cumple con cuatro premisas explícitas para que los resultados no tengan interpretaciones ambiguas y permitan explicar el comportamiento de un “hombre racional” que busca maximizar beneficios y minimizar costos.

Las cuatro premisas explícitas para esta investigación son las siguientes:

1. Los precios futuros de la madera y de los insumos son constantes y conocidos.
2. Los rendimientos de la producción forestal están en función de ciertos insumos (siembra, limpieza, raleos) y son conocidos con certeza y libre de riesgos tecnológicos y ambientales. Para esta investigación se utiliza el precio de mercado de los terrenos.

La tercera premisa define al activo como un bien de mercado y asume que su valor ( $VPT_1$ ) y su precio ( $L_T$ ) son iguales, lo cual es una condición de equilibrio general para el mercado perfecto de la tierra. Es por eso que la fórmula original de Faustmann contiene  $-I$  en el denominador. Sin embargo, en este estudio se trabaja con una modificación de esta premisa, donde  $VPT_1$  y el precio de la tierra

son diferentes, ya que se pretende evaluar si las inversiones realizadas con incentivos son rentables en la primera rotación, asumiendo la venta del activo al final del ciclo. Se define a la tierra desnuda como único activo; se excluyen la infraestructura y el material genético de la definición del activo tierra (Navarro 2003).

3. Los terrenos para usos forestales pueden ser comprados, vendidos y arrendados en un mercado perfecto. Sin embargo, este mercado no está en equilibrio porque por un momento existe una diferencia entre el precio y el valor de la tierra, lo que promueve cambios de uso de la tierra hasta que se alcance un nuevo punto de equilibrio.
4. El mercado de capital monetario es imperfecto. Existen tasas de interés para préstamo, arriendo y crédito subsidiado de capital monetario. Sin embargo, el mercado es perfecto en el sentido de que las tasas de interés son constantes y conocidas en el futuro y además existe una cantidad ilimitada de este capital monetario en este mercado. Finalmente, el inversionista puede moverse de un segmento del mercado de capital monetario a otro. Esta premisa sobre el mercado perfecto del capital monetario ha sido modificada para representar diferentes tasas de descuento que muestren los diferentes niveles de liquidez de los inversionistas. En este caso, el mercado de capital monetario es imperfecto, y tendremos tasas de interés diferenciadas para prestamistas y arrendatarios de capital, las cuales se equiparan con las tasas de descuento de los inversionistas.

(7)

$$VPT_{1-I_{\beta}} = \frac{D_{H_T} + R_{L_T} + \sum_{t=1}^T R_{M_t} q_h^{T-t} + \sum_{t=t_{\beta}}^{t_{\beta}+4} \mu R_{\beta e_t} q_h^{T-t_{\beta}} - \sum_{t=1}^T [C_{M_t} + C_{\beta_t}] q_h^{T-t} - [C_{A_f} + C_{\beta A_f}] q_h^T}{q_h^T}$$



## Resultados

El Cuadro 1 resume los resultados del experimento sobre el efecto que los diferentes mecanismos monetarios de fomento (MMF) de plantaciones forestales utilizados en Costa Rica tienen sobre el comportamiento de distintos tipos de inversionistas. La condición de referencia se evaluó con la especie melina en un terreno de aptitud forestal clase VI y con la comercialización de la madera en un mercado regional a 80 km de distancia. Para el prestamista nacional (PNC) e internacional (PID) cualquiera de las opciones de inversión son rentables, mientras que para el arrendatario de capital nacional (ANC) es necesario alguno de los mecanismos para que esta actividad sea aceptable, ya que con fondos propios (dinero prestado del sistema bancario nacional al 9,9%), la  $VPT_1$  es menor al precio del terreno. Se aprecia que entre más baja es la tasa de descuento del inversionista más aumenta el turno de rotación de la plantación forestal y más alta es la  $VPT_1$ .

La Figura 1 grafica el efecto de los mecanismos monetarios de política forestal sobre el comportamiento de los tres inversionistas. El ANC es el único inversionista que requiere incentivos para poder acceder a este tipo de inversión, pues esta actividad con fondos propios (FP) genera un  $VPT_1$  inferior al precio de mercado de la tierra. Los inversionistas PNC y PID no requieren de ningún mecanismo de promoción para hacer de esta una actividad rentable, por lo que los FNR y los CS vienen únicamente a mejorar su rentabilidad o voluntad de pago por la tierra. Para melina, el CS aumenta el turno de rotación en un año solo para los inversionistas PNC y ANC. El CAF es el incentivo que produce una  $VPT_1$  más alta para los tres tipos de inversionistas, seguida del CS y el PSA. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el CAF ya no es una opción de fomento forestal a partir de la legislación forestal de 1996.

**Cuadro 1.**

Efecto de los MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas en relación con la voluntad máxima de pago por el activo tierra y la selección del turno de corta para un rodal de una hectárea de melina con respecto al financiamiento propio (FP)

Tipos de inversión	PNC TMA = 0,0673			ANC TMA = 0,0990			PID TMA = 0,0432		
	Turno	$VPT_1$	C	Turno	$VPT_1$	C	Turno	$VPT_1$	C
FP	11	¢203.373	A	8	¢63.786	R	14	¢411.687	A
CAF	11	¢398.172	A	8	¢243.123	A	14	¢608.322	A
PSA	11	¢299.050	A	8	¢148.804	A	14	¢505.216	A
CS	12	¢327.510	A	11	¢199.881	A	14	¢507.410	A

Año de plantación: 1992

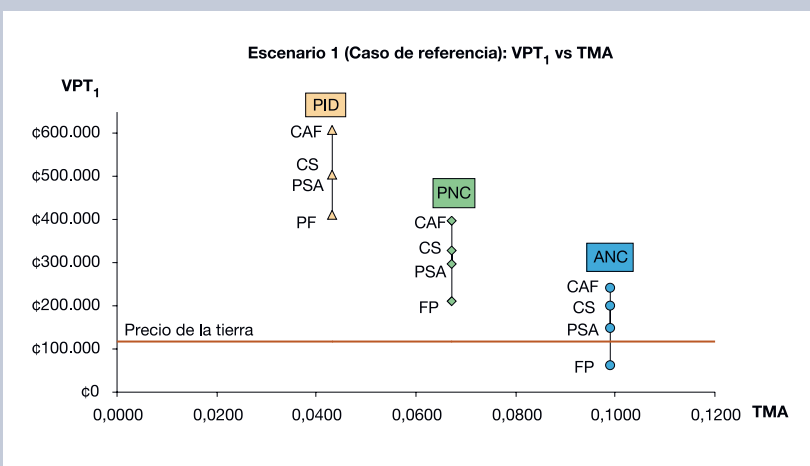
Precio implícito de la madera en pie: Distancia al mercado 80 km, ¢13/pmt

Precio de la tierra: Clase de capacidad de uso de la tierra VI-VII ¢116.675

TMA: Tasa mínima aceptable de descuento

$VPT_1$ : Voluntad de pago por la tierra o valor esperado de la tierra

C: Criterio de aceptación (A = aceptar, R = rechazar)



**Figura 1.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina en Limón, Costa Rica

## Análisis de los escenarios

### Precio de la tierra

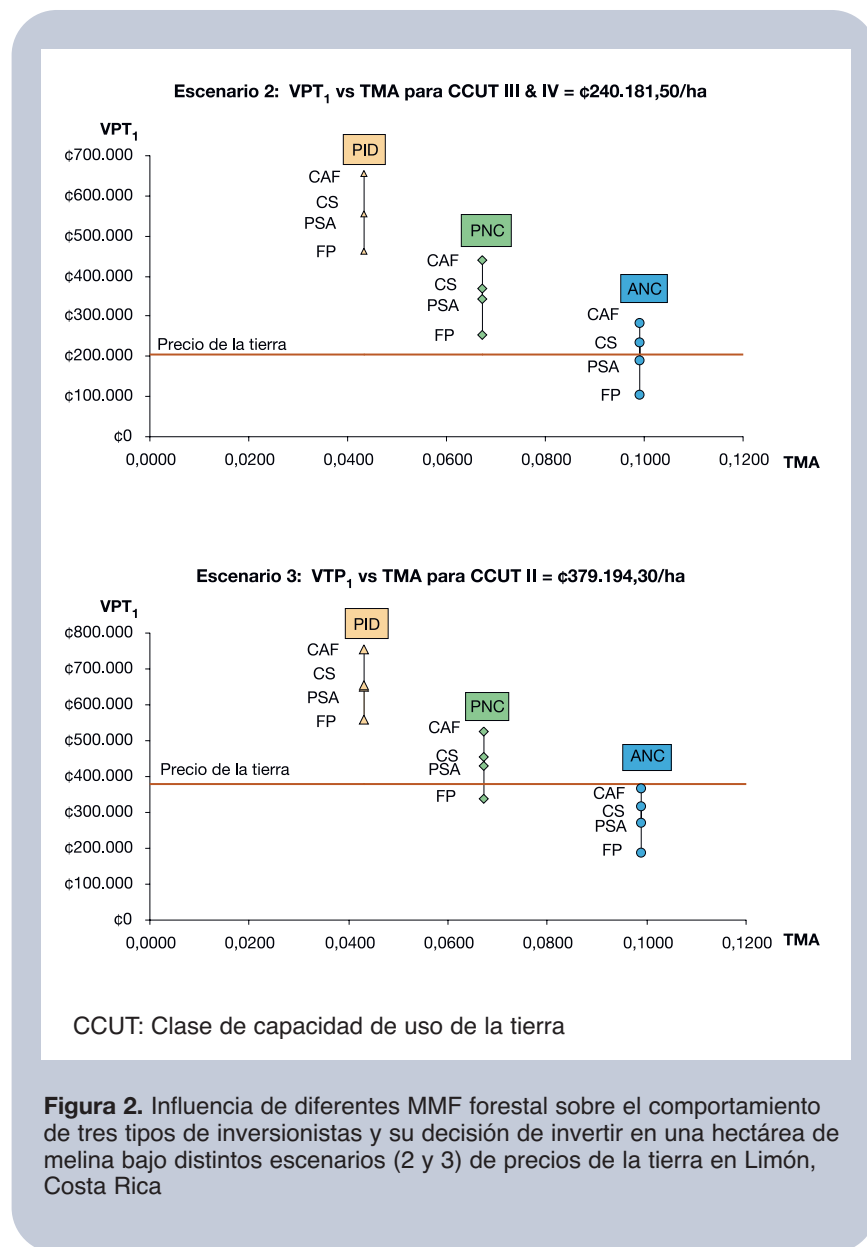
La Figura 2 muestra dos escenarios (2 y 3) en donde una hectárea de melina se establece en otros tipos de terrenos con diferentes clases de capacidad de uso de la tierra (CCUT) diferenciados principalmente por pendiente, aunque se asume la misma productividad que en el sitio de referencia y todos los demás elementos del problema permanecen iguales. El escenario de referencia se refiere a un terreno de CCUT VI-VII apto

únicamente para sistemas agroforestales y producción forestal con un precio de ¢116.675/ha o US\$454/ha (1998). El escenario 2 muestra un terreno de CCUT entre III y IV con pendientes moderadas apto para cultivos anuales y perennes no mecanizados, sistemas agroforestales y producción forestal. Este tipo de terrenos tiene un precio de mercado de ¢240.181/ha o US\$935/ha (1998). En este escenario, los PSA serían insuficientes al productor ANC ( $r=9,9\%$ ) para acceder a plantar con

esta especie; por otro lado, este mismo inversionista requeriría de un sistema de CS o de un FNR superior al PSA, similar al que tenía el CAF en 1992. Los otros tipos de inversionistas pueden aún invertir sin los MMF y contar con una inversión rentable de producción de madera de melina.

El escenario 3 considera un terreno con una CCUT II que, adicional a lo que pueden soportar los terrenos de clases superiores, tiene una topografía plana que lo hace mecanizable y apto para la inversión bananera. Estos terrenos tienen un precio de mercado de  $\text{¢}379.194/\text{ha}$  o  $\text{US}\$1475/\text{ha}$  (1998). En este escenario, el productor ANC no puede dedicarse a la reforestación con melina con ninguno de los MMF forestal considerados en esta investigación, y menos con FP. El productor PNC requiere de cualquiera de los incentivos para poder reforestar con melina porque la inversión con FP en este tipo de terrenos no es rentable. En cambio, el inversionista PID no ve afectado su comportamiento respecto a la inversión, únicamente varían los niveles de rentabilidad con los diferentes cambios de escenarios por tipos de tierra. Con una evaluación de distintos tipos de terrenos por región, la Administración Forestal del Estado (AFE) puede priorizar objetivamente a qué tipo de terrenos destinar los programas de MMF forestal y también ajustar su monto por el precio de la tierra en cada región y tipo de inversionista.

El censo agropecuario de 1984 indica que 87% de los dueños de tierras tienen propiedades menores de 50 ha y en su gran mayoría corresponden al tipo de inversionista ANC con un TMA de 9,9% o mayor. Por otro lado, el 56% del territorio costarricense tiene solo capacidad de producción forestal o de protección; posiblemente aquí es donde se requiere orientar la mayoría de los MMF a la producción forestal, pues



**Figura 2.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina bajo distintos escenarios (2 y 3) de precios de la tierra en Limón, Costa Rica

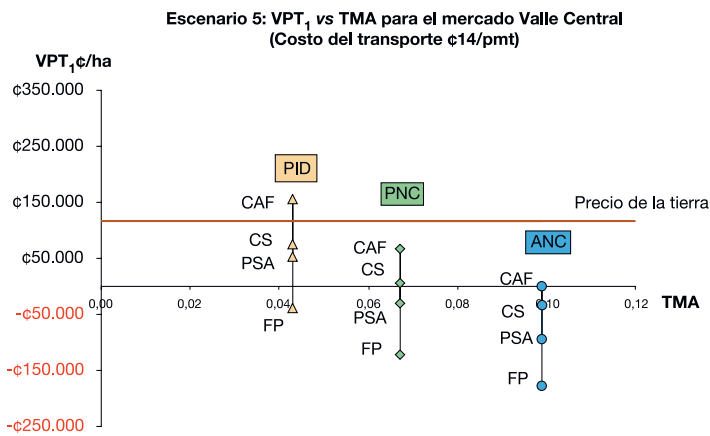
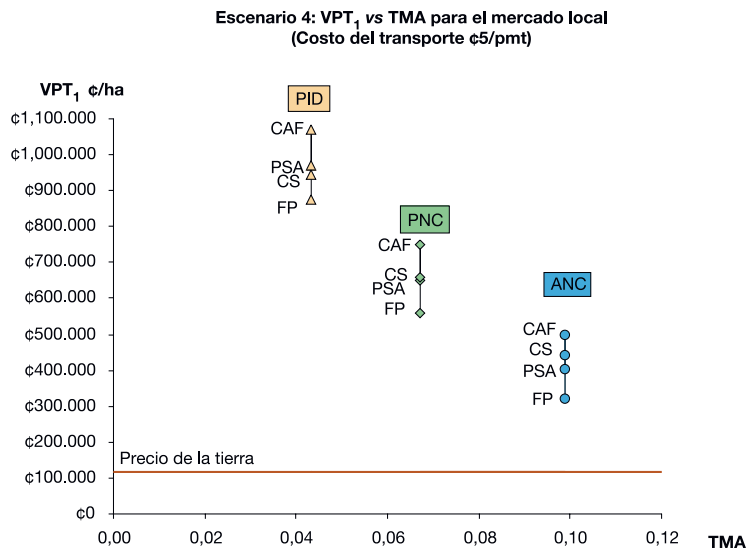
los PSA se verían retribuidos con beneficios ambientales muy evidentes en cuencas hidrográficas por la protección de suelos y aguas.

*Precio implícito de la madera en pie (PIMP)*

La Figura 3 presenta otros escenarios donde se analizan las variaciones en el costo de transporte para entrar a los mercados de la madera. Hyde (1980) sugiere utilizar el método del PIMP para realizar análisis de sensibilidad donde se varía el precio

del transporte para ver el efecto de la ubicación de la plantación en el precio de la madera en pie.

El caso de referencia contempla un costo de transporte para llegar a un mercado regional ubicado a una distancia promedio de 80 km desde la plantación forestal, lo que da un precio implícito de la madera de melina en pie de  $\text{¢}13/\text{pmt}$ . El escenario 4 muestra el efecto sobre la  $VPT_1$  de acceder a un mercado local a unos 25-30 km, con un precio implícito de  $\text{¢}17,5/\text{pmt}$  para la madera en pie. En



**Figura 3.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina bajo distintos escenarios: acceso al mercado de madera local (4) y del Valle Central desde Limón, Costa Rica (5)

el gráfico del escenario 4 se aprecia que una diferencia favorable de  $\text{¢}4,5/\text{pmt}$  en el precio de la madera en pie hace que la inversión forestal sea tan rentable que no se requerirían mecanismos de fomento para esta actividad. Por otra parte, el gráfico del escenario 5 asume la venta de la madera en los mercados del Valle Central a una distancia de 180-

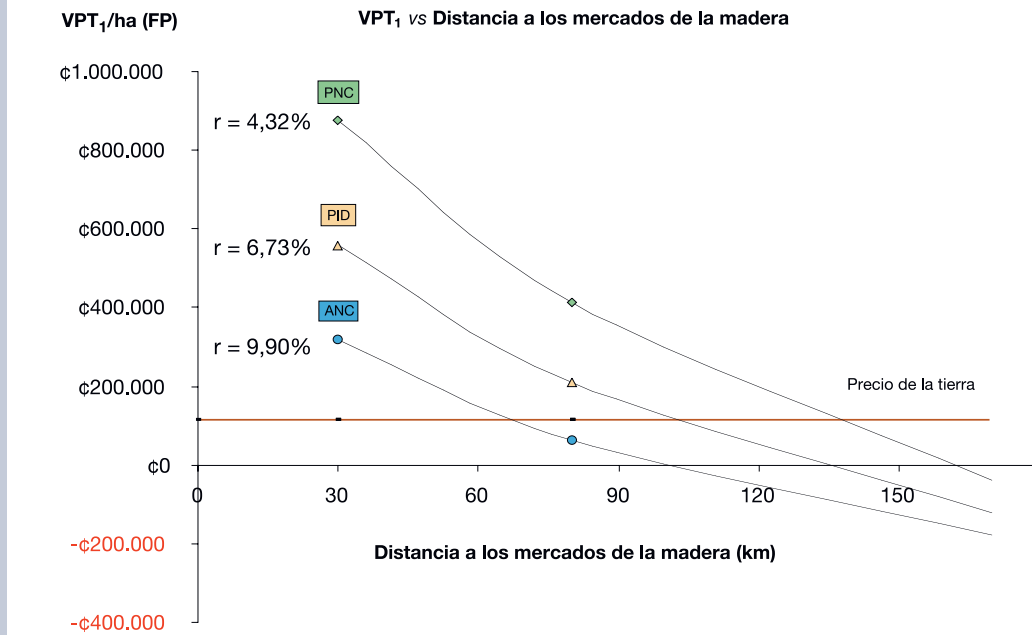
200 km, lo que resulta en un precio implícito de la madera en pie de  $\text{¢}8,5/\text{pmt}$ ,  $\text{¢}4,5/\text{pmt}$  menos que en el caso de referencia. Este último escenario es muy común para muchos inversionistas que venden sus productos a industrias en el Valle Central. El gráfico del escenario 5 muestra que la actividad no es rentable para ninguno de los inversio-

nistas bajo ninguno de los MMF forestal, con excepción del PID que requiere de un sistema de FNR con el nivel adquisitivo que tenía el CAF de 1992.

Este segundo análisis muestra lo práctico y objetivo que resulta este método para evaluar y diseñar MMF forestal con los modelos y teoría microeconómica propuesta y para identificar los factores que afectan la rentabilidad ( $VPT_1$ ) de las inversiones forestales. Con base en el concepto del PIMP en función del acceso a los mercados por tipo de inversionista, podemos generalizar que a mayor distancia de los mercados, mayores los costos de transporte, menor el precio implícito de la madera en pie, menor el ingreso y, por lo tanto, menor  $VPT_1$ , que es exactamente el principio de la ubicación espacial de la producción respecto a los mercados de von Thünen (1875). Con otra perspectiva, la Figura 4 muestra cómo el modelo de  $VPT_1$  puede usarse para determinar la distancia máxima al mercado para cada inversionista que quiere invertir con melina, en este caso para la opción de FP y como un insumo para generar un modelo que calcule un *premium* para los MMF forestal por ubicación respecto a la accesibilidad a los mercados. Igualmente, este tipo de análisis puede emplearse con un Sistema de Información Geográfica (SIG) para realizar mapas por especie y área de conservación donde la AFE puede impulsar proyectos de reforestación con algunas directrices que protejan los aspectos económicos de la sostenibilidad de esta actividad.

#### Especies forestales

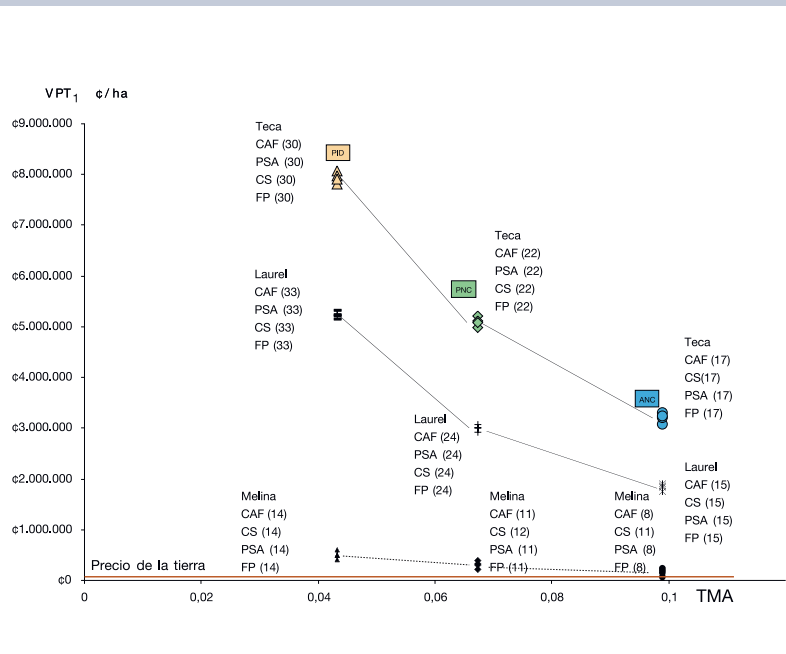
Para finalizar este análisis de escenarios, la Figura 5 muestra la influencia de otras especies forestales con funciones de producción o turnos biológicos de rotaciones más extensas y maderas semiduras de alto valor. Se evalúan laurel (*Cordia alliodora*) y teca (*Tectona grandis*) en relación



**Figura 4.** Distancia máxima permisible para hacer rentable una hectárea de melina para tres tipos de inversionistas con fondos propios en Limón, Costa Rica

con el caso de referencia. La Figura 5 evidencia que las inversiones forestales realizadas con teca y laurel resultan ser una alternativa no solo rentable con FP y con todos los MMF forestal, sino que producen  $VPT_1$  que son entre 12 y 48 veces superiores a los valores calculados para la  $VPT_1$  con melina. Por otro lado, los turnos de corta de laurel aumentan a 15, 24 y 33 años, y los turnos de teca a 17, 22 y 30 años, comparados con los turnos de melina (8, 11 y 14 años para los inversionistas ANC, PNC, y PID, respectivamente).

Como este análisis lo demuestra, el crecimiento rápido no es sinónimo de rentabilidad de la inversión; asimismo, la extensión de la rotación, a nivel de inversiones, no es importante porque las técnicas de descuento consideran el costo de capital por cada año de la inversión. Según la Figura 5, todos los tipos de inversionistas que optaron por melina obtuvieron valores muy cercanos al precio de la



**Figura 5.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina, teca o laurel en Limón, Costa Rica

tierra, el cual refleja el valor de la tierra para usos agropecuarios. La línea que une a todos los inversionistas que invirtieron en melina tiene una pendiente poco pronunciada, característica de las inversiones agropecuarias más sensibles a cambios en los costos de los insumos y de mano de obra que la tasa de descuento. En teoría, las inversiones forestales se caracterizan por líneas con pendientes pronunciadas, como las que muestran teca y laurel, lo cual indica que estas inversiones son más sensibles al costo de capital (Strand 1969).

Ahora bien, ¿por qué si las plantaciones forestales con teca y laurel son tan rentables, no son más comunes que las de melina? El análisis que se plantea en este artículo es de inversiones y no financiero o de manejo del flujo de caja; por otra parte, una de las premisas explícitas es que el mercado de capital es abierto sin racionamientos de capital. Sin embargo, el problema de las inversiones forestales con especies semiduras no es la rentabilidad sino cómo mantener un flujo de caja durante tantos años. Puede ser que la melina sea una alternativa más común porque su flujo de caja es semejante a actividades agrícolas como el café y cacao. Para aumentar el valor de


los activos forestales se requieren especies forestales de alto valor comercial; no obstante, es necesario contar con sistemas innovadores de financiamiento donde los plazos y desembolsos se ajusten a las actividades de manejo forestal. Para el fomento forestal con especies de alto valor no se requiere de tasas de interés subsidiadas o FNR que desfinancian gradualmente al Estado y hacen que los MMF forestal sean menos sostenibles.

### Conclusiones

La fórmula de Faustmann, o de la voluntad de pago por la tierra adaptada para una rotación ( $VTP_1$ ) bajo las condiciones de mercado perfecto, es un instrumento microeconómico sólido y muy práctico para obtener soluciones comprensibles y objetivas. El problema inicial es complejo; sin embargo, las premisas utilizadas ayudan a plantear el problema bajo un esquema manejable. Esta investigación prueba que el productor ANC tiene una  $VTP_1$  más bajo y turnos de rotación más cortos que los productores PNC y PID. Esto quiere decir que entre más alta la TMA, menor  $VTP_1$  y menor la edad de rotación.

Igualmente se comprobó que todos los mecanismos de fomento in-

crementan la  $VTP_1$ . Johansson y Löfgren (1985) probaron que los impuestos reducen la  $VTP_1$ . Este análisis es compatible con esa afirmación, pues se puede afirmar que los incentivos son “impuestos negativos”. Los FNR aumentaron la  $VTP_1$  pero mantuvieron la misma edad de rotación que las inversiones que utilizaron FP. Por su parte, el CS aumentó la  $VTP_1$  y la edad de rotación porque la tasa subsidiada reduce en alguna medida la TMA del inversionista.

Un incremento en el PIMP incrementa la  $VTP_1$  y viceversa. Un aumento en los costos de transporte en relación con el precio de la madera reduce la  $VTP_1$  y permite inversiones forestales únicamente en lugares cercanos a los centros de procesamiento de la madera. La  $VTP_1$  es muy sensible a variaciones en la TMA para inversiones con especies forestales de rotaciones largas como teca y laurel, y menos sensible con rotaciones cortas como las de melina. 

### Agradecimiento

Al Dr. Peter Deegen, Economista Forestal de la Universidad Tecnológica de Dresde con quien mantuve fructíferas discusiones para el análisis de los resultados de esta investigación.

### Literatura citada

- Duerr, WA. 1993. Introduction to Forest Resource Economics. USA, McGraw-Hill Series in Forest Resources.
- Heindrichs, T. 1997. Instrumentos de financiamiento innovadores en el sector forestal y de conservación de la naturaleza de Costa Rica. TWRP-GTZ, Eschborn (DE). 38 p.
- Hyde, WF. 1980. Timber Supply, Land Allocation and Economic Efficiency. Resources for the Future, Inc. Baltimore, USA, The Johns Hopkins University Press. 224 p.
- Johansson, PO; Löfgren KG. 1985. The Economics of Forestry and Natural Resources. UK, Basil Blackwell Ltd.
- Klemperer, WD. 1996. Forest Resource Economics and Finance. USA, McGraw-Hill Series in Forest Resources.
- Navarro, G. 2003. Re-examining the theories supporting the so-called Faustmann Formula. In Helles, F. et al. (eds) Recent Accomplishments in Applied Forest Economics Research. Kluwer Academic Publishers. p 19-38.
- Samuelson, PA. 1976. Foundations of Economic Analysis. Enlarged Edition. Harvard Economic Studies No. 80. Cambridge, Harvard University Press. 604 p.
- Sedjo RA. 1983. The Comparative Economics of Plantation Forestry: A Global Assessment. Resources for the Future, Inc. Maryland, USA, The John's Hopkins University Press.
- SINAC-FONANIFO. 1998. Resolución No.323: Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales. Diario Oficial La Gaceta No. 91 (13 de mayo, 1998):35-46. San José, Costa Rica, Imprenta Nacional.
- Strand, H. 1969: Economic Analysis as a Basis of Land-use Policy. In Svendsrud, A. (Ed). 1969. Readings in Forest Economics. Universitetsforlaget, Oslo. pp 241-249.
- Thünen, JH. v. 1826. Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Dritte Auflage [1875] Berlin.
- Watson, V; Cervantes, S; Castro, C; Mora, L; Solís, M; Porras, IT; Cornejo, B. 1998. Making space for better forestry. Costa Rica Country Study. San José, Costa Rica and London (UK), Centro Científico Tropical/International Institute for Environment and Development. (Policy that Works for Forest and People Series no.6).