

# Diseño y Análisis Microeconómico de los Mecanismos Monetarios de Fomento a las Plantaciones Forestales en Costa Rica.

Guillermo A. Navarro\*

## Resumen

Esta investigación presenta una aplicación rigurosa de la fórmula del valor esperado de la tierra (VET), más comúnmente conocida como la fórmula de FAUSTMANN, un modelo económico simple pero teóricamente robusto utilizado en la valoración y análisis económico de inversiones forestales. Bajo un grupo de premisas que explicitan 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 (MMF) forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas. El análisis inicial demuestra como los diferentes MMF forestal pueden afectar la decisión del inversionista forestal sobre el turno de rotación de la plantación forestal, y pueden hacer rentable la inversión. Mediante un análisis de sensibilidad se analizan los efectos de la legislación sobre el comportamiento de los inversionistas y se advierte de posibles problemas en donde una inversión de este tipo podría traer más bien una pérdida en el valor del activo tierra.

**Palabras clave:** fórmula de FAUSTMANN, economía forestal, política forestal, incentivos forestales, pago de servicios ambientales, valor esperado de la tierra

## Introducción

Por más de dos décadas, el gobierno costarricense ha fomentado las plantaciones forestales para atraer al sector forestal privado a invertir en esta 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, provocando que esta experiencia sea poco exitosa y donde los productos forestales son de variada calidad debido a problemas con la selección de las especies, la carencia de semilla certificada y donde la norma fue un manejo inadecuado cuando existió. El retorno de las inversiones no ha sido el esperado para 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, 1998).

---

\*Profesor Investigador en Economía y Manejo Forestal del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Tel.: +506-5582542; Fax: +506-556-8514. E-mail: [gnavarro@catie.ac.cr](mailto:gnavarro@catie.ac.cr)

Para 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 los servicios de belleza escénica, protección de suelos y aguas, protección de la biodiversidad y el secuestro de carbono atmosférico. Esta medida pretendía aumentar el valor del uso de la tierra forestal, y propiciar cambios de uso de la tierra hacia inversiones en 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 tiene la política clara de seguir fomentando 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 sirva para diseñar y evaluar las políticas y los MMF forestal.

Los objetivos de la investigación están enfocados a encontrar un apoyo teórico para valorar las plantaciones forestales y evaluar el efecto de los MMF forestal en el comportamiento de los inversionistas costarricenses. Por otro lado se pretende identificar las variables que afectan las inversiones forestales con el fin de entender y poder fundamentar económicamente estos MMF de la política forestal para mejorar la toma de decisiones tanto en el ámbito estatal como privado que invierte en plantaciones forestales.

### **Condiciones generales del Estudio**

Este estudio utiliza información silvícola y financiera de 3 rodales pertenecientes a una plantación forestal con buen mantenimiento, establecida en 1992, y ubicada en la zona Atlántica de Costa Rica. El experimento de referencia se realiza con *Gmelina arborea* debido a que esta especie forestal fue la más utilizada en la reforestación hasta 1996 con un 33% (SINAC, 1996). Las otras dos especies forestales son también comunes en la reforestación costarricense: *Cordia alliodora* (12%) y *Tectona grandis* (11%), y se utilizarán para hacer un análisis de sensibilidad para comparar diferentes escenarios de inversión.

La proyección de la curva de producción forestal contempla los raleos, que producen ciertas discontinuidades en el modelo crecimiento aplicado. El cálculo de los ingresos por venta de madera adapta precios diferenciados para madera de raleo y cortas 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 de la tierra competitivo 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 puesto en el aserradero, al cual se le substraen el costo de transporte y aprovechamiento, donde estas dos últimas actividades se manejan como centros de costos independientes sobretodo para análisis a escalas tan pequeñas como en Costa Rica. Se hizo un sondeo de los precios de la madera en patio para las especies estudiadas para diferentes dimensiones y en diferentes zonas.

Este 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/\$. Se prepararon estructuras de ingresos y egresos 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.

La fórmula de FAUSTMANN utiliza una tasa de descuento, que es conocida también como la tasa mínima aceptable de retorno sobre el capital invertido (TMA) y se utiliza 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. Se definieron tres tipos de inversionistas:

1. El prestamista de capital nacional (PNC) es aquel 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 aquel dueño de la tierra con capacidad de ahorro y una la preferencia de ahorro con certificados similares en dólares a una tasa real de 4.32% (1998).
3. El arrendatario de capital (ANC) es aquel dueño de terrenos pero sin capacidad de ahorro, por lo que, si se dedica a una inversión de reforestación tendría que solicitar un préstamo en colones para el sector agrícola a una tasa real de 9.9% (1998).

## Modelo

### 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 individuo por un activo. La tierra –entendida como un terreno limpio o con el suelo expuesto- es el activo usado en las plantaciones forestales porque es el bien de capital que permitirá los ingresos futuros 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 costos e ingresos (flujo de caja) que se aplica al uso de la tierra –en este caso la plantación forestal- durante un periodo de tiempo de varios años llamado rotación con el fin de calcular la voluntad de pago por la tierra limpia para ser dedicada a esta actividad.

Existe un principio económico para definir la ubicación de los uso de la tierra en el paisaje, que reza que toda actividad productiva de la tierra que produzca el mayor valor descontado podrá acceder al precio o la renta más alta para obtener el uso del terreno dado, y esta es la fuerza que determina el uso de la tierra (DUERR, 1993). Por eso este estudio examina como los MMF forestal influyen la voluntad de pago de los inversionista forestales para dedicar ciertos terrenos a la reforestación.

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 de la 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 ( $VPT_{\infty}$ ). Es decir, esta voluntad de pago es el máximo que un inversionista puede ofrecer por la tierra limpia para dedicarla, en este caso, 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  $VPT_{\infty}$ .

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

$VPT_{\infty}$  esta 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 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  $q = (1+r)$ , donde  $r$  es la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) del inversionista ( $\hat{h}$ ). Luego, este valor futuro calculado se descuenta por los años de la edad de rotación usando el factor, en este caso, 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 en donde el valor de la tierra y su precio no son iguales. 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 fórmula (2). Igualmente, la fórmula para contabilizar los costos e ingresos anuales se ajusta para contabilizar estos solo durante la rotación.

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

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, y se denomina como la rotación del valor máximo de la tierra.

## **Adaptando la fórmula de la $VPT_1$ para analizar los mecanismos monetarios de fomento (MMF) a las plantaciones forestales**

Se puede medir los cambios en la  $VPT_1$  y la edad de rotación del valor máximo de la tierra comparando las diferentes fórmulas de la  $VPT_1$  adaptadas para contabilizar las diferentes opciones de inversión: Fondos propios (FP), crédito subsidiado (CS), y dos modalidades con fondos no reembolsables (FNR), el Certificado de Abono Forestal (CAF) entregado entre 1988-1995, y el sistema de pago de servicios ambientales (PSA) que se paga desde 1996. La inversión con fondos propios se evaluará con la  $VPT_1$  utilizando la fórmula (2). A continuación se describen dos MMF forestal a evaluar:

### **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  $VPT_1$ .

### **Fondos no reembolsables (FNR)**

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 en los primeros 5 años de la plantación forestal para apoyar los costos de establecimiento y manejo. El PSA no es considerado un incentivo bajo la nueva ley forestal 7575 pero obedece más a una estrategia legal ya que los incentivos forestales no tenían un fundamento sólido ante la Contraloría General de la República de Costa Rica, así los PSA fueron justificados por la nueva 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, son pagados en los mismos porcentajes y tiene asociados los mismos costos de transacción.

Los CAF y PSA han sido desembolsados durante un periodo 5 años en giros porcentuales decrecientes de 50, 20, 15, 10, 5 cada uno. Estos FNR han sido establecidos mediante decretos ejecutivos, no cuentan con un mecanismo ágil para actualizar los montos por la inflación y son igualmente susceptibles a las políticas gubernamentales y recortes presupuestarios.

## La fórmula de FAUSTMANN ( $VPT_1$ ) como un 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 del mercado perfectamente competitivo. La madera es un bien de mercado que se transa en mercados no regulados, por eso es necesaria la creación de un medio controlado como el mercado perfectamente competitivo, el cual es como un laboratorio virtual donde se simplifica la realidad y es un método muy útil para la experimentación en las ciencias económicas. Son 4 las premisas que se explicitan para que los resultados se interpreten bajo estas condiciones del mercado perfecto para predecir o explicar el comportamiento de un "hombre racional" que busca maximizar beneficios y minimizar costos.

Las 4 premisas que deben hacerse 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, las cuales están en función de ciertos insumos (siembra, limpieza, raleos) 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 ( $L_T$ ) es igual, que es una condición de equilibrio general para el mercado perfecto de la tierra. Es por eso que la fórmula original de Faustmann contiene el  $-1$  en el denominador. Sin embargo en este estudio, se trabaja bajo 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). De esta forma, la tercera premisa se expresa de la siguiente forma:

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.

Igualmente, la cuarta premisa sobre el mercado perfecto del capital monetario será modificada para representar diferentes tasas de descuento las cuales puedan representar 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 que se equiparán a las

tasas de descuento de los inversionistas. En consecuencia la cuarta premisa lee de la siguiente forma:

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.

## Resultados

Se presentan los resultados el análisis de los efectos que los diferentes MMF de plantaciones forestales utilizados en Costa Rica tienen sobre el comportamiento de distintos tipos de inversionistas.

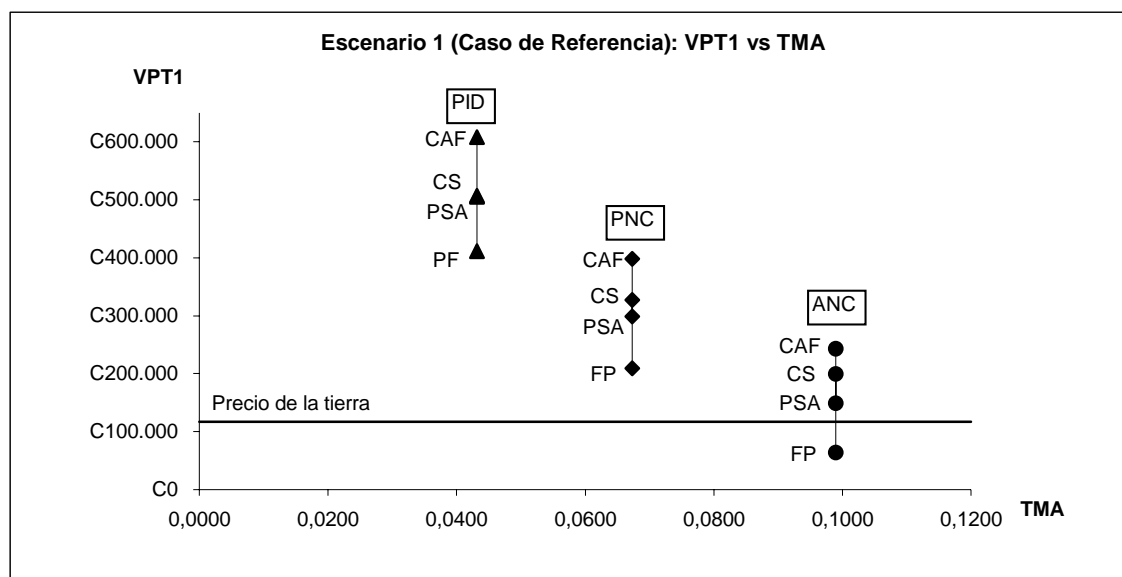
La resume los resultados del experimento base con *Gmelina arborea* en un terreno de aptitud forestal clase VI y con la comercialización de la madera a un mercado regional a 80Km de distancia. Para el prestamista nacional (PNC) e internacional (PID) cualquiera de las opciones de inversión es rentable, 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 (o sea tomando 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 especie y más alta es la  $VPT_1$ .

**Tabla 1: Efecto de los MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionista en relación con la voluntad máxima de pago por el activo tierra y la selección del turno de corta para un rodal de un hectárea de *Gmelina arborea* con respecto al financiamiento propio (FP).**

Especie	<i>Gmelina arborea</i>
Año de Plantación	1992
Precio Implícito de la Madera en Pie	(Distancia al mercado 80Km)
Precio de la Tierra	¢13/pmt
	Capacidad de Uso VI-VII
	¢116,675



TI	Prestamista Nacional (PNC) TMA = 0.0673			Arrendatario Nacional (ANC) TMA = 0.0990			Prestamista Internacional (PID) TMA = 0.0432		
	Tur no	VPT <sub>1</sub>	C	Tur no	VPT <sub>1</sub>	C	Turno	VPT <sub>1</sub>	C
FP	11	¢203 373	A	8	¢63 786	R	14	¢411 687	A
CA	11	¢398 172	A	8	¢243 123	A	14	¢608 322	A
F									
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



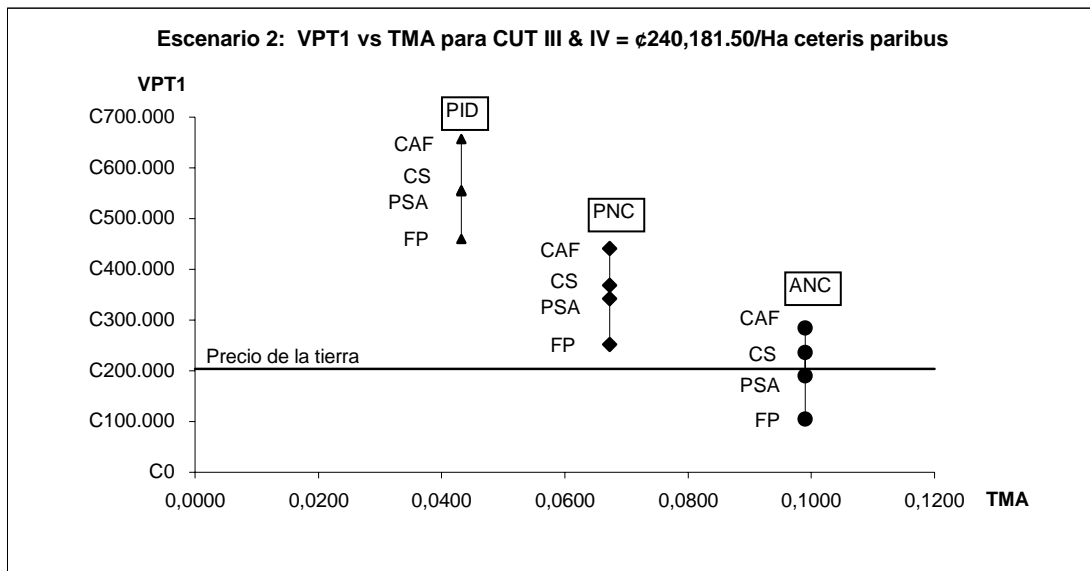
**Gráfico 1: Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de 3 tipos de inversionista y su decisión de invertir en una hectárea de *Gmelina arborea* en Limón, Costa Rica.**

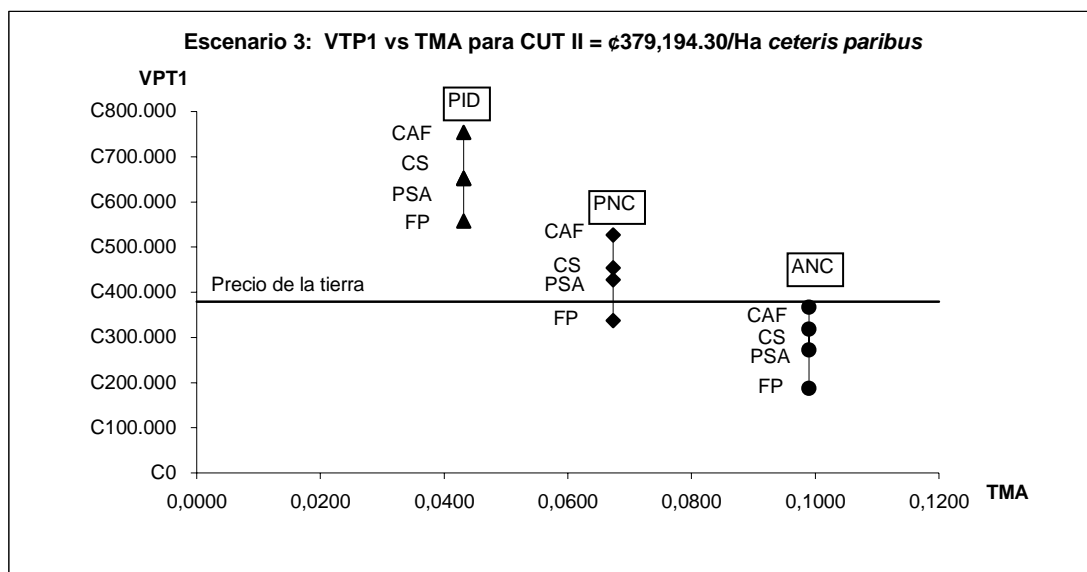
El Gráfico 1 presenta de manera más clara el efecto de los mecanismos monetarios de política forestal sobre el comportamiento de los tres inversionistas definidos. El ANC es el único inversionista que requiere cualquiera de los incentivos para poder acceder este tipo de inversión al nivel de uso de la tierra, porque esta actividad con fondos propios (FP) genera un VPT<sub>1</sub> inferior al precio de mercado de la tierra. Igualmente se muestra que 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 *Gmelina arborea*, 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  $VPT_1$  mas alta en los tres tipos de inversionista, seguida del CS, y el PSA; sin embargo, el CAF no es una opción de fomento forestal bajo la presente legislación forestal.

### Análisis de Escenarios

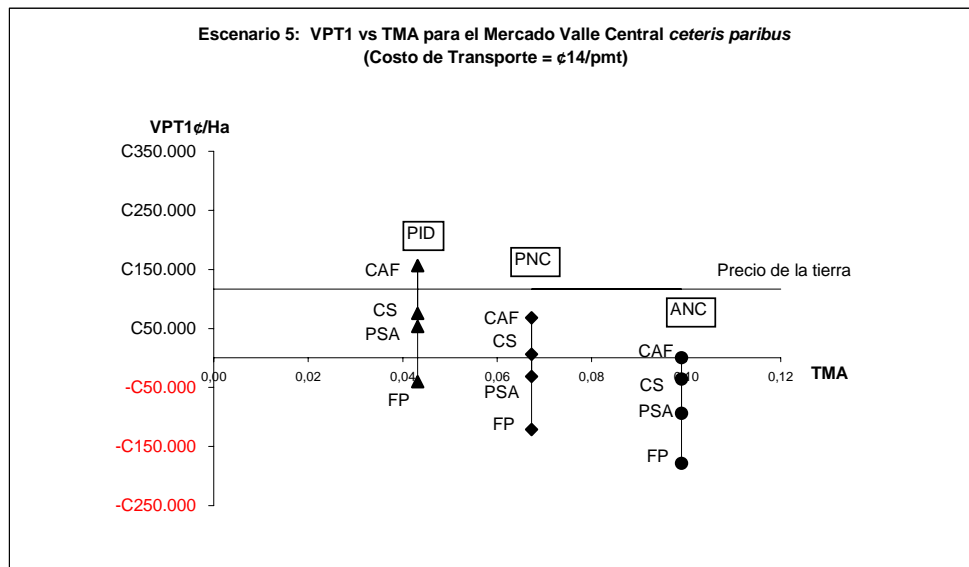
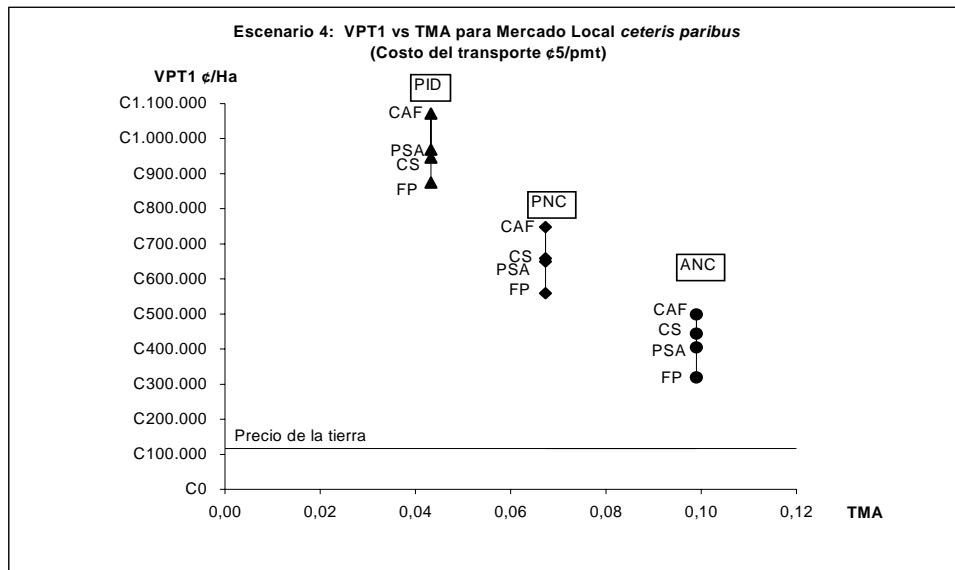
El Gráfico 2 muestra dos escenarios (2 y 3) en donde una hectárea de *Gmelina arborea* se establece en otros tipos de terrenos con diferentes clases de capacidad de uso de la tierra (CCUT) diferenciados principalmente por pendiente, asumiendo la misma productividad respecto al sitio de referencia, y donde 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  $\text{¢}116675/\text{ha}$ . 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 la producción forestal. Este tipo de terrenos tiene un precio de mercado de  $\text{¢}240,181/\text{ha}$ . En este escenario (2), 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, en este caso similar al que tenía el CAF en 1992. Los otros tipos de inversionistas, PNC y PID, pueden aún invertir sin los MMF y contar con una inversión rentable de producción de madera de *Gmelina arborea*.





**Gráfico 2: Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de 3 tipos de inversionista y su decisión de invertir en una hectárea de *Gmelina arborea* bajo distintos escenarios (2 y 3) de precios de la tierra en Limón, Costa Rica.**

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 €379,194/ha. En este escenario (3) el productor ANC no puede dedicarse a la reforestación con *Gmelina arborea* 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 *Gmelina arborea* porque la inversión con FP en este tipo de terrenos no es rentable. En cambio, el inversionista PID no ve afectada 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 que 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.



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

El censo agropecuario de 1984 indica que 87% de los dueños de tierras tiene propiedades menores a 50Has. y que en su gran mayoría están representados por el 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, y posiblemente es donde se requiera orientar la mayoría de los MMF a la producción forestal en donde los PSA se verían retribuidos por beneficios ambientales muy evidentes al nivel de cuencas hidrográficas por la protección de suelos y aguas.

El Gráfico 3 se presenta otros escenarios donde se analiza las variaciones en el costo de transporte para acceder a los mercados de la madera. Según HYDE (1980) este es la forma correcta de realizar un análisis de sensibilidad respecto al precio de la madera en pie en el corto plazo.

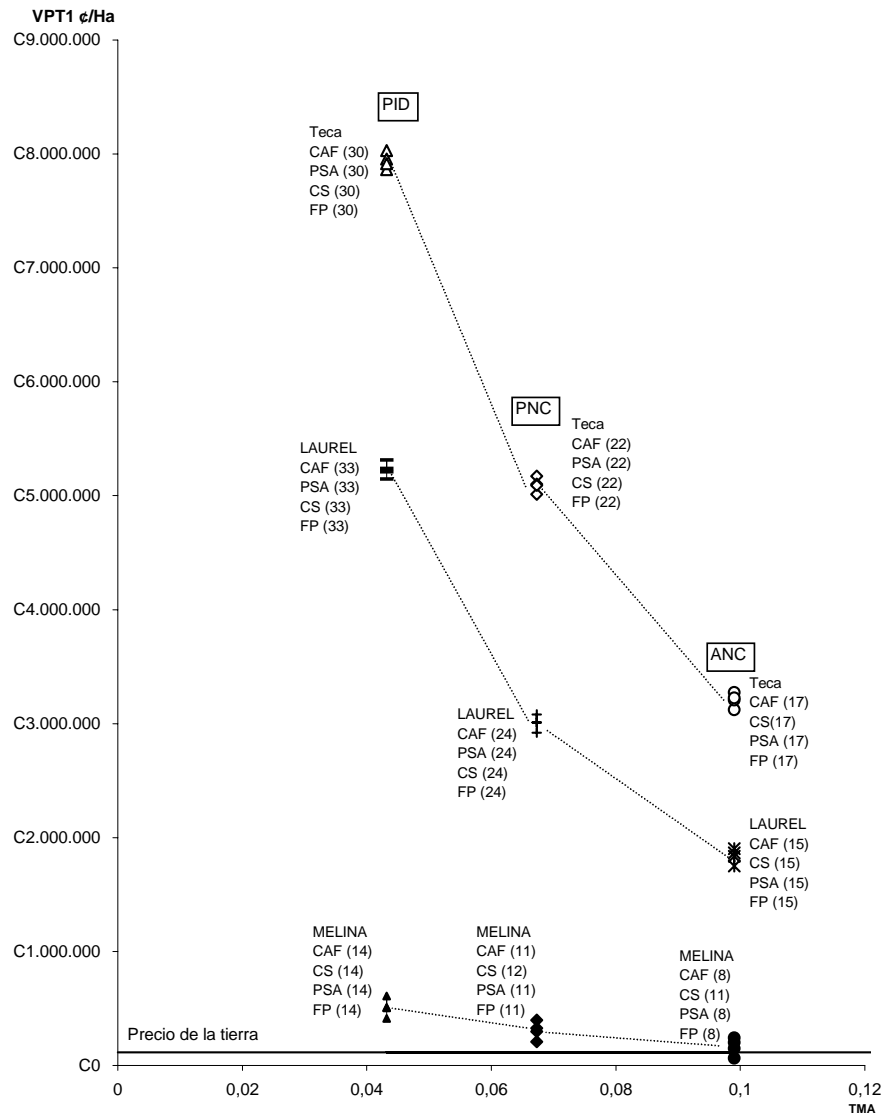
Nuestro caso de referencia contempla un costo de transporte para alcanzar un mercado regional a una distancia promedio de la plantación forestal de 80Km lo que resulta en un precio implícito de la madera de Gmelina arborea en pie de ¢13/pmt. El escenario 4 muestra el efecto sobre la  $VPT_1$  de acceder a un mercado local a uno 25-30Kms el cual permite un precio implícito de la Gmelina arborea en pie de ¢17.5/pmt. En el gráfico del escenario 4 se aprecia que una diferencia favorable de ¢4.5/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 que resume el escenario 5 asume la venta de la madera en los mercados del Valle Central a una distancia de 180-200Kms que resulta en un precio implícito de la madera de Gmelina arborea en pie de ¢8.5/pmt, ¢4.5/pmt menos que nuestro caso de referencia. Lamentablemente, este último escenario es muy común para muchos inversionistas industriales que tienen su industria en el Valle Central. Se observa en el gráfico del escenario 5 que la actividad no es rentable para ninguno de los inversionistas tipificados en la investigación 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.

Para finalizar este análisis de escenarios, el Gráfico 4 muestra la influencia de otras especies forestales con funciones de producción o turnos biológicos de rotaciones más extensas, con maderas semiduras de alto valor. Se evalúan Cordia alliodora (Laurel) y Tectona grandis (Teca) respecto a Gmelina arborea del caso de referencia. El Gráfico 4 evidencia que las inversiones forestales realizadas con Tectona grandis y Cordia alliodora 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 Gmelina arborea. Por otro lado, los turnos de corta para Cordia alliodora aumentan a 15, 24, y 33, y los turnos de Tectona grandis entre los 17, 22, y 30 años comparados con los turnos de Gmelina arborea entre los 8 11 y 14 años para los inversionistas ANC, PNC, y PID respectivamente.

Es evidente con este análisis es que el rápido crecimiento de no es sinónimo de un inversión más rentable y que el tamaño de la rotación, a nivel de inversiones, no es importante, porque las técnicas de descuento consideran el costo de capital por cada año que dure la inversión. Se puede observar en el Gráfico 4 que todos los tipos de inversionistas que optaron por Gmelina arborea tiene valores muy cercanos al precio de la tierra. Este precio refleja el valor de la tierra para usos agropecuarios. La línea que une a todos estos inversionistas que invirtieron con Gmelina arborea es una línea con una pendiente poco pronunciada, característica de las inversiones agropecuarias más sensible a cambios en los costos de los insumos y mano de obra que a la tasa de descuento. En teoría, las inversiones forestales se caracterizan por líneas con pendientes

más pronunciadas como las que muestran *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* que indican que estas inversiones son más sensibles al costo del capital (Strand 1969).

Ahora bien, ¿por qué si las plantaciones forestales con *Tectona grandis* y *Cordia alliodora* son tan rentables, no son más comunes en el paisaje respecto a la *Gmelina arborea*? El análisis que se hace en este artículo es de inversiones y no financiero. Una de las premisas explícitas es que el mercado de capital es abierto sin racionamientos de capital. El problema de las inversiones forestales con este tipo de especies semiduras no es la rentabilidad sino cómo mantener un flujo de caja durante tantos años. Puede ser que la *Gmelina arborea* es una alternativa más común porque su flujo de caja es semejante a actividades agrícolas como el café y cacao. Para ver más especies forestales de alto valor comercial en nuestro paisaje se requieren de sistemas innovadores de financiamiento donde sus plazos y desembolsos se ajusten a las actividades de manejo forestal de estas especies. Para el fomento forestal con especies de alto valor no se requiere tasas de interés subsidiadas o FNR, que desfinancian gradualmente el Estado y hacen que los MMF forestal sean menos sostenibles.



**Gráfico 4: Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de 3 tipos de inversionista y su decisión de invertir en una hectárea de *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* o *Cordia alliodora* en Limón, Costa Rica.**

## 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 son de ayuda para plantear el problema bajo un esquema trabajable.

El presente trabajo comprueba que el productor ANC tiene un  $VTP_1$  más bajo y turnos de rotación más cortos, que los productores, PNC y PID, sucesivamente. 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 incrementan la  $VTP_1$ . JOHANSSON y LÖFGREN (1985) probaron que los impuestos reducen la  $VTP_1$ . Este resultado es compatible con este análisis porque se puede afirmar que los incentivos son "impuestos negativos". Los FNR aumentan la  $VTP_1$  pero mantuvieron la misma edad de rotación que las inversiones que utilizaron FP. Por otro lado el CS aumentan la  $VTP_1$  y la edad de rotación porque la tasa subsidiada reduce en alguna medida la TMA del inversionista.

Un incremento en el precio implícito de la madera en pie incrementa la  $VTP_1$  y viceversa. Igualmente, un aumento en los costos de transporte en relación con el precio de la madera produce una reducción en la  $VTP_1$  y permitirá las 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 la *Tectona grandis* y el *Cordia alliodora* y menos sensible en rotaciones cortas como la *Gmelina arborea*.

Los FNR (CAF y PSA) son incentivos al igual que los CS, los cuales se daban para apoyar el establecimiento y manejo inicial de las plantaciones. Sin embargo, estos incentivos no han sido diseñados para apoyar actividades de manejo, como raleos y podas, que pueden asegurar la calidad de los productos forestales y la rentabilidad de las inversiones. El concepto de PSA para plantaciones forestales debe articularse de una forma al diseño actual ya que un pago periódico anual durante la vida de la plantación puede aumentar considerablemente el turno de rotación que maximiza la  $VTP_1$  según CALISH ET AL. (1978).

## **Bibliografía**

- CALISH, S.; FIGHT, R. D. AND TEEGUARDEN, D. E. 1978. How do Non-timber Values Affect Douglas-fir Rotations? *Journal of Forestry*, 75(4): 217-221.
- DUERR, W.A. 1993. *Introduction to Forest Resource Economics*. McGraw-Hill Series in Forest Resources. U.S.A.
- HYDE, W. F. 1980. *Timber Supply, Land Allocation and Economic Efficiency*. Resources for the Future, Inc. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 224p.
- JOHANSSON, P.-O., LÖFGREN K.-G. 1985. *The Economics of Forestry and Natural Resources*. Basil Blackwell Ltd., U.K.



- KLEMPERER, W.D.** 1996. *Forest Resource Economics and Finance*. McGraw-Hill Series in Forest Resources. U.S.A.
- SAMUELSON, P.A.** 1983. *Foundations of Economic Analysis*. Enlarged Edition. Harvard Economic Studies No. 80. Harvard University Press. Cambridge. 604pp.
- SEDJO R. A.** 1983. *The Comparative Economics of Plnataion Forestry: A Global Assessment*. Resources For The Furute, INC. The John´s Hopkins University Press. Maryland. U.S.A.
- SINAC-FONANIFO.** 1998. Resolución No.323: Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales. *Gaceta N°91*. Miercoles 13 de mayo de 1998. pag.35-46. Imprenta Nacional. La Uruca, San José Costa Rica.
- STRAND, H.** 1969: Economic Analysis as a Basis of Land-use Policy. In **SVENDSRUD, A.** (ED) [1969] *Readings in Forest Economics*. Universitetsforlaget, Oslo, 241-249.
- WATSON, V.; CERVANTES, S.; CASTRO, C.; MORA, L.; SOLIS, M.; PORRAS, I.T.; AND CORNEJO, B.;** 1998. *Making space for better forestry. Policy that works for forest and people series no.6.*: Costa Rica Country Study. Centro Científico Tropical and Intenational Institute for Environment and Development, San José and London.