

# Evaluación de la rentabilidad de plantaciones forestales en América tropical

Anssi Ahtikoski<sup>1</sup>, Justine Kent<sup>2</sup>

## Resumen

Se presenta un protocolo para evaluar la rentabilidad de plantaciones forestales en América tropical, considerando un ejemplo hipotético basado en dos artículos publicados que son un buen ejemplo de cómo estructurar un análisis financiero para plantaciones forestales. Del estudio de Griess y Knoke (2011) se consideró información sobre la preparación del sitio y costos de siembra (año 0), costos de gestión y materiales (años 1, 2, 3, 4 y 5) y los costos de gestión anual y materiales (años 6-25). Del estudio Bermejo *et al.* (2004), se consideró el crecimiento subyacente y los resultados de rendimiento. El protocolo considera la información necesaria para el análisis financiero; define las actividades relevantes, la inflación, la tasa de interés para el descuento, los criterios de inversión y finalmente, crea el sistema de cálculo final.

**Palabras claves:** Plantación forestal; rentabilidad; análisis económico; análisis de costos y beneficios; cálculo; tratados; América tropical.

## Abstract

**Evaluation of the profitability of forest plantations in tropical America.** A protocol for evaluating the profitability of forest plantations in tropical America is presented. A hypothetical case is put forward based on two published articles that provide a good example of how to structure a financial analysis of forest plantations. From the study by Griess and Knoke (2011), information deals with site preparation and planting costs (year 0), costs of management and materials (years 1, 2, 3, 4 and 5) and costs of annual management and materials (years 6-25). From the study by Bermejo *et al.* (2004), underlying growth and yield results are considered. The protocol considers the information necessary for financial analysis; defines relevant activities, inflation, discount rate and investment criteria, and finally creates the final calculation system.

**Keywords:** Forest plantation; profitability; economic analysis; cost benefit analysis; calculation; treaties; tropical America.

<sup>1</sup> Economista forestal. Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia. anssi.ahtikoski@metla.fi

<sup>2</sup> Economista forestal. Proyecto CATIE - Finnfor. kjustine@catie.ac.cr

## Introducción

Las áreas dedicadas a plantaciones forestales en regiones tropicales de América Latina crecieron de 6 millones de hectáreas en 1995 a 8,8 millones de hectáreas en 2005, con una tasa de crecimiento promedio anual del 4,3% (STCP 2009). El incremento en la superficie dedicada a esta actividad refleja una demanda constante por madera tropical para energía, pulpa y madera. Las plantaciones forestales en América Latina se componen principalmente de eucaliptos y pinos, y en menor medida, de teca y melina, seguidas por especies nativas latifoliadas (STCP 2009). Los inversionistas en plantaciones forestales varían desde productores en pequeña escala ( $\leq 1$  ha), hasta corporaciones con cientos o miles de hectáreas bajo su administración.

A pesar del aumento en el manejo forestal productivo de la región, todavía es poca la información publicada sobre la rentabilidad de plantaciones forestales. Algunos estudios de caso realizados por estudiantes de pregrado y postgrado en la región, y algunos estudios que resumen las proyecciones en la región, afirman que las inversiones forestales son rentables (Cubbage *et ál.* 2007). Sin embargo, la calidad del análisis financiero aplicado para determinar la rentabilidad en estos estudios varía ampliamente con la disponibilidad de los datos, las metodologías utilizadas y la interpretación de los resultados. Dado que la decisión final sobre la conveniencia de establecer una plantación o no se basa al menos parcialmente en los análisis financieros, existe un argumento sólido para la construcción de un procedimiento claro y directo para la ejecución del análisis financiero en plantaciones forestales. Este trabajo ofrece un protocolo conciso para realizar el análisis financiero de bosques plantados en América Tropical.

## Información necesaria para el análisis financiero

Con el fin de contar con una base sólida para la realización de un análisis financiero adecuado de una plantación forestal, primero se deben resolver varios aspectos; entre ellos:

1. Las actividades silviculturales planificadas/ejecutadas, su tiempo (en años) y los costos asociados y el valor de los ingresos (\$).
2. Un medio para asegurar que los costos e ingresos futuros sean considerados en una forma en la cual se tome en cuenta el valor temporal del dinero (es decir, el descuento).
3. Un método que garantice que se trata de valores reales (no nominales), lo cual es un medio para tener en cuenta la inflación.
4. Una tasa de interés que refleje el valor temporal del dinero.
5. Un criterio de inversión que permita comparar diferentes regímenes de gestión (valor presente neto, tasa interna de retorno, relación beneficio/costo).

## Definición de actividades relevantes

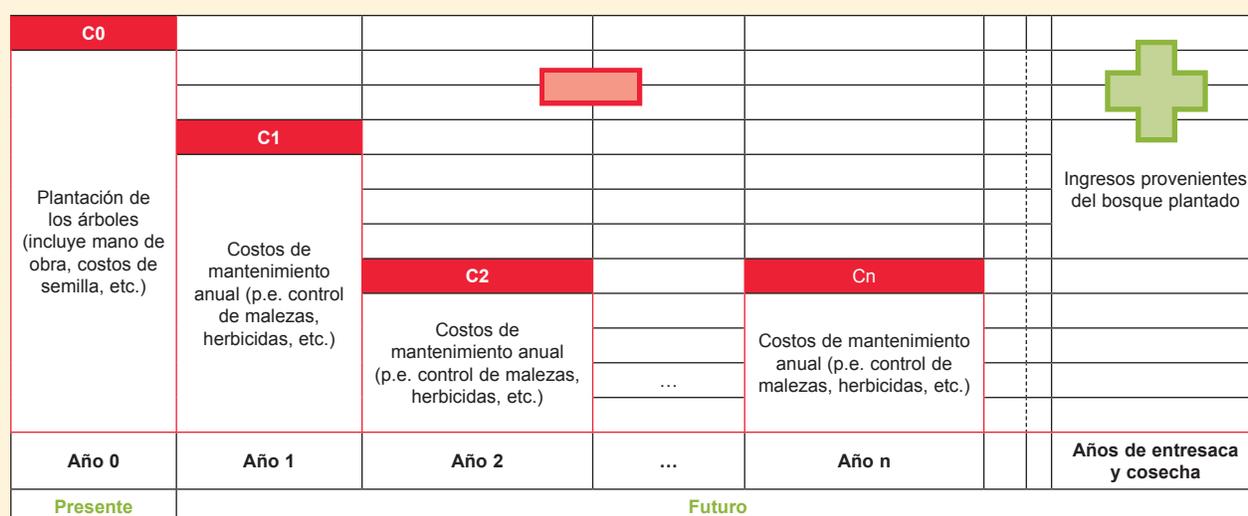
Un buen punto de partida para un análisis financiero es definir las actividades pertinentes necesarias para establecer una plantación forestal exitosa. Para cada actividad (ver ejemplos en el Cuadro 1), existen una serie de gastos como mano de obra, insumos (herbicidas, fertilizantes, gas y petróleo); inversiones en vehículos, maquinaria y herramientas y servicios técnicos y administrativos. Los gastos deben ser explícitamente detallados y estar disponibles sobre una base unitaria de análisis. Muchos de los análisis financieros revisados en la literatura no detallan los datos de costos incluidos en los análisis, lo que dificulta la evaluación de la rentabilidad de un proyecto forestal en particular. Una vez que el costo ha sido definido y categorizado es importante determinar cuándo se producirá.

La Figura 1 ilustra cómo pueden definirse diferentes actividades y la forma en que se producen a lo largo del tiempo. La línea vertical punteada representa la diferencia entre los costos y los ingresos. En la mayoría de los casos, los ingresos ocurren mucho tiempo después de los costos iniciales (p.e., costos de establecimiento). En los análisis financieros, los costos siempre indican valores negativos (-), mientras que los ingresos son valores positivos (+).

Para determinar los ingresos, es importante disponer de información sobre los resultados de crecimiento y rendimiento de las especies y las características de sitio dadas. Además de los datos de productividad, es necesario determinar los tipos de productos y servicios que serán vendidos (leña, troncos, madera aserrada, servicios ambientales...), e identificar las dimensiones esperadas y la calidad, con el fin de estimar mejor los precios exactos. El punto de venta (en finca, en aserradero, en puerto local, o en puerto del consumidor) influye también en los precios y costos. En América Latina no se cuenta con colecciones sistemáticas de precios de la madera de plantaciones forestales para diferentes especies y en diferentes condiciones de mercado. Normalmente, los datos se generalizan (medias) y no se distinguen los precios por tipo de producto, dimensión o calidad. Además, la información existente por lo general no incluye las ecuaciones de volumen utilizadas para determinar los precios o el punto de venta definido. La información secundaria debe reflejar los detalles sobre los precios a fin de garantizar su adecuada extrapolación cuando se utiliza en análisis financieros. Estas limitaciones hacen más complicado determinar con precisión la rentabilidad cuando se proyectan datos a lo largo de un tiempo dado.

**Cuadro 1.** Descripción de los tipos de costos por actividad para el análisis de rentabilidad de plantaciones forestales en América tropical

Establecimiento	Mantenimiento / Administración	Raleos / cosecha final	Comercialización	Administración
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor de la tierra (compra o alquiler)</li> <li>• Construcción de caminos</li> <li>• Infraestructura</li> <li>• Preparación del terreno: aclareo, deshierbe, riego, ahoyado</li> <li>• Costos de plantas de semillero o vivero</li> <li>• Fertilización</li> <li>• Servicios profesionales (ingenieros forestales, abogados, contadores)</li> <li>• Siembra, fertilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deshierbe</li> <li>• Manejo de plagas</li> <li>• Control de incendios</li> <li>• Podas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raleos pre-comerciales y costos de cosecha (tala, arrastre, transporte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de mercado (desde el principio y durante todo la rotación del proyecto)</li> <li>• Búsqueda de compradores (viajes, reuniones, cuotas de asociación)</li> <li>• Impuestos</li> <li>• Costos de transporte hasta el punto de venta (aserradero o puerto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos relacionados con el manejo de la plantación, personal administrativo, guardias</li> <li>• Costos financieros de préstamos o créditos</li> <li>• Gastos de certificación</li> <li>• Servicios como teléfono, internet, electricidad</li> <li>• Impuestos</li> <li>• Costos de transacciones legales</li> <li>• Gastos de incidentes o inesperados</li> </ul>



**Figura 1.** Diagrama de flujo que muestra las diferentes actividades a lo largo del tiempo

Después de haber descrito las actividades (costos e ingresos) y su presencia a lo largo del tiempo, el paso siguiente es determinar sus valores en términos absolutos (por ejemplo, dólares estadounidenses por hectárea, o colones por hectárea). Este proceso también se conoce como la definición de los datos financieros.

En el presente artículo se ofrece un ejemplo hipotético que se basa en dos artículos publicados: Griess y Knoke (2011) y Bermejo *et ál.* (2004). Estos dos artículos combinados son un buen ejemplo de cómo estructurar un análisis financiero para plantaciones forestales. En primer lugar, se necesitan valores

absolutos de los costos. Adoptamos aquí los valores presentados por Griess y Knoke (2011):

- preparación del sitio y costos de siembra (en el año 0): US\$974/ha
- costos de gestión y materiales en el año 1: US\$748
- costos de gestión y materiales en el año 2: US\$871/ha
- costos de gestión y materiales en el año 3: US\$871/ha
- costos de gestión y materiales en el año 4: US\$514/ha
- costos de gestión y materiales en el año 5: US\$504/ha
- costos de gestión anual y materiales en los años 6-25: US\$510/ha.

En cuanto a los ingresos, primero se debe identificar el crecimiento

subyacente y los resultados de rendimiento. Estos resultados se adoptaron de Bermejo *et ál.* (2004). Se supone que el primer raleo a los 5 años no es comercial (marcado con X en la Figura 2). En lugar de generar ingresos, este raleo se suma a los costos de corta de US\$300/ha. Los otros tres raleos intermedios ocurren en los años 8, 12 y 20 y la corta final se produce en el año 25, por lo tanto el período de rotación es de 25 años para esta plantación de teca (Figura 2).

En la Figura 2, los rectángulos de color verde definen tanto los años como las remociones para un índice de sitio de 23 m. Por ejemplo, a los ocho años, los procedimientos

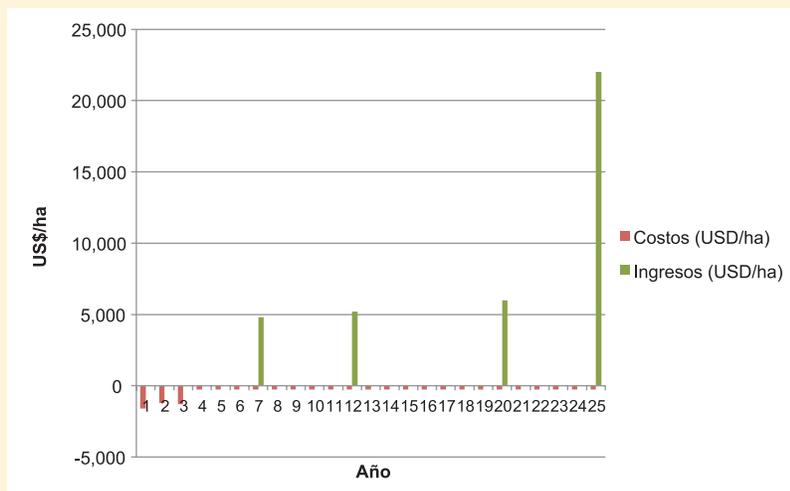
Año	Volumen en pie (m³/ha)			Volumen a cosechar (m³/ha)		
	23	21	19	23	21	19
3	0	0	0			
5	49,8	30,2	27,2			
5	37,3	23,4	21,43	12,5	6,8	5,7
8	114	76,8	55,3			
8	85,3	59,5	43,65	28,7	17,3	11,6
12	137,2	107,6	98,5			
12	102,7	83,5	77,79	34,5	24,1	20,7
20	157,3	146,3	119			
20	117,7	113,3	93,84	39,6	33	52,2
25	133,2	136	115,3			
			Corta final	133,2	136	115,3

**Figura 2.** Hoja de cálculo que ilustra el cronograma para raleos intermedios y cosecha final, así como las remociones (m³/ha) para cada corte intermedio y la cosecha final

tos de raleo intermedio producen 28,7 m³/ha de madera de teca, mientras que en la corta final (año 25) se obtiene un volumen de 133,2 m³/ha.

Adicionalmente se necesita información sobre: i) precios unitarios (en este caso de la teca) y ii) un cierto conocimiento de la proporción de madera del tronco versus el total de madera cosechada. Para conocer los precios unitarios de teca aplicamos los valores presentados

en Griess y Knoke (2011). Ellos usaron los precios medios basados en el diámetro –mientras más grande es el tronco, más alto es el precio unitario (Griess y Knoke 2011). El rango de precio unitario fue de US\$200/m³ para un tronco entre 14 y 21 cm de diámetro y de US\$365/m³ para un tronco con diámetro mayor a 42 cm. Se asumió, entonces, que, en promedio, 80% de la madera total cosechada tenía valor comercial.



**Figura 3.** Flujos de costos e ingresos asociados a las actividades pertinentes de una plantación forestal

Una vez definidas las actividades (costos e ingresos) y los años asociados, se puede proceder a la creación de un marco para el análisis financiero. Para ello es necesario que, en primer lugar, se calculen los ingresos (multiplicando los precios unitarios por el volumen obtenido). Hay que tener en cuenta la proporción comercial de la madera del tronco (aquí 80%) para luego construir dos series de flujos (gastos e ingresos) a lo largo de la línea del tiempo. La Figura 3 ilustra tal procedimiento.

### Un sistema de cálculo

Hasta aquí se han creado las actividades pertinentes y se han asociado los costos y los flujos de ingresos a lo largo de la línea del tiempo. El siguiente paso es tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo; dicho de otra manera, es necesario descontar los flujos de costos e ingresos de diferentes puntos en el tiempo de modo que estos flujos sean comparables. Uno de los métodos más importantes para el descuento es el valor presente neto (VPN), también llamado valor actual neto (VAN). El VPN es un criterio ampliamente aplicado para la decisión de inversiones que duran años o incluso varias décadas (Holopainen et ál. 2010, Knoke y Moog 2005, Möhring y Rüping 2008, Raunikar et ál. 2000). El VPN puede determinarse mediante la fórmula siguiente (adaptado de EU 2008):

$$VPN = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n} \quad [1]$$

Donde  $S_t$  es el balance de flujo de efectivo en el momento  $t$  y  $a_t$  es el factor de descuento financiero elegido para descontar en el tiempo  $t$ .

En resumen, el VPN de una inversión (por ejemplo, el establecimiento de una plantación forestal) es la suma de todos los valores actuales, tanto negativos (costos) como positivos (ingresos), resultantes de esa

inversión. Existen varias modificaciones de la fórmula general de VPN (Hseu y Buongiorno 2001, Ahtikoski *et ál.* 2008) pero, esencialmente, la fórmula [1] es aplicable para todos los casos. Básicamente, el VPN constituye una metodología sólida que permite la evaluación de proyectos a largo plazo. Como se verá más adelante, la elección de una tasa de descuento apropiada juega un papel crucial en la valoración de los proyectos a largo plazo (Rambaud y Torrecillas 2005, Hepburn y Koundouri 2007, Weitzman 2010).

### Consideración de la inflación

La inflación debe tomarse en cuenta cuando, en los últimos años, ha variado alrededor del 5% y/o cuando existen series mayores de cinco años disponibles en el país, tanto en los costos y precios como en los índices –p.e., el índice de precios al consumidor. En general, el valor nominal se refiere a un valor económico expresado en términos monetarios nominales fijos (es decir, en unidades de una moneda) en un determinado año o serie de años. Por el contrario, el valor real se ajusta al valor nominal para eliminar efectos de los cambios generales del nivel de precios en el tiempo. Por ejemplo, los cambios del valor nominal de alguna combinación de bienes en el tiempo pueden ocurrir debido a un cambio en las cantidades del lote o sus precios asociados, mientras que los cambios en los valores reales reflejan sólo cambios en cantidades. En el peor de los casos, los precios nominales podrían incluir distorsiones que conducen a interpretaciones erróneas del fenómeno real en estudio (por ejemplo, las fluctuaciones de precios unitarios podrían ocultar los fenómenos reales subyacentes). Técnicamente, los valores nominales se pueden convertir en términos reales mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$V_t^R = N_t^R / (I_t / I_b) \quad [2]$$

Donde  $V_t^R$  = valor real de un precio (o costo) R en el año t;  $N_t^R$  = valor nominal por un precio (o costo) R en el año t;  $I_t$  = valor del índice para el año t;  $I_b$  = valor del índice para el año base, b.

Por ejemplo, en el año 2001 se tuvo un precio nominal de madera en pie de € 43,11/m<sup>3</sup>; para el mismo año, el índice de precios al consumidor (IPC) fue de 19.490. Para el año de referencia b (año real 2009), el valor del índice del IPC fue de 22.485. El precio de la madera en pie en términos reales para el año 2001 sería, entonces, 43,11/(19.490/22.485), lo que resulta en €49,73/m<sup>3</sup>.

### Elección de la tasa de interés para el descuento

¿Qué tasas de interés se deberían utilizar en la determinación del VPN? ¿o cómo elegir la tasa de descuento? Para responder a estas preguntas se requiere información básica sobre los rendimientos financieros potenciales relacionados con plantaciones forestales en general. Un buen punto de partida podría ser el trabajo de Cubbage *et ál.* (2007), quienes revisaron los rendimientos potenciales (y reales) de plantaciones forestales en todo el mundo. Según los autores, las tasas de interés en el rango de 8 a 14% son de aplicación para las plantaciones forestales. Sin embargo, la tasa de interés a aplicar en el descuento es sensible a la ubicación geográfica, el período de rotación (que depende de las especies), el potencial de crecimiento (que depende de especies de árboles y propiedades del suelo), el nivel de riesgo tanto a nivel de país como local (condiciones laborales irregulares a nivel local); pero, más que todo, la tasa de interés es sensible a las expectativas de los inversionistas. En general, la tasa de interés depende de la duración de la inversión; por ejemplo, las inversiones que cubren largos horizontes temporales deben ser descontadas

con tasas de interés a la baja, por lo menos en proyectos públicos (HM Treasury 2003).

### Criterio de inversión

En general, existen tres métodos básicos para evaluar la rentabilidad de las empresas productivas. En primer lugar, el VPN que se basa en los métodos de presupuesto de capital (ver, por ejemplo, Griess y Knoke 2011). Los otros dos métodos básicos son la tasa interna de retorno (TIR) y relación costo-beneficio (B/C). Ambos se basan directamente en el VPN (ver ecuación [1]), por lo que son aplicaciones del método VPN. No obstante, los diferentes formatos permiten al analista comparar la rentabilidad de la actividad forestal con otras alternativas para asegurar el uso más beneficioso del capital.

La TIR se determina mediante el establecimiento de un VPN igual a cero, al resolver el tipo de interés que soluciona la ecuación. La tasa interna de retorno puede representarse formalmente con la siguiente fórmula:

$$VPN(S) = \sum \frac{S_t}{(1 + TIR^t)} = 0 \quad [3]$$

Donde la tasa de descuento (TIR) hace igual a cero el valor actual neto de los flujos de costos y beneficios. Se debe enfatizar que las clasificaciones de TIR pueden ser engañosas (por ejemplo, en un caso de múltiples TIR), por lo que siempre es valioso calcular el VPN (Ley 2007). La TIR tiene otras deficiencias; por ejemplo, cuando hay proyectos que no logran generar beneficios durante muchos años, la TIR tiende a ser menor en comparación con los proyectos con una distribución bastante equitativa de los beneficios en el tiempo, a pesar de que el VPN de la primera podría ser mayor (EU 2008).

El tercer criterio básico la razón B/C representa el valor presente de

los beneficios divididos por el valor presente de los costos (EU 2008). Por la fórmula:

$$B/C = \frac{VP(\text{Beneficios})}{VP(\text{Costos})} \quad [4]$$

Donde VP es el valor presente.

La relación B/C también tiene algunas deficiencias. Por ejemplo, no es apropiada para proyectos mutuamente excluyentes. Al ser una relación, el indicador no tiene en cuenta la cantidad total de beneficios netos y, por lo tanto, la clasificación puede premiar proyectos que contribuyen menos al aumento general del bienestar público (EU 2008).

En la práctica, el mejor criterio de inversión es el VPN, siempre y cuando quienes toman las decisiones tengan una tasa de interés objetivo concreta; por ejemplo, un 10%. Si este no es el caso, se puede usar la TIR junto con el VPN en la evaluación de diversos proyectos de inversión. En caso de que no existan diferencias claras entre los proyectos de inversión (por su clasificación) después de haber determinado el

VPN y la TIR, se utilizan relaciones B/C para obtener más información para la clasificación.

Además de los indicadores básicos mencionados (VPN, TIR y B/C), existen otras medidas que a veces se emplean en el sector forestal: el período de amortización y renta anual equivalente (IAE), el retorno de la inversión (ROI) y la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE). Las descripciones de estas medidas se pueden encontrar en la literatura existente.

Ahora que se han definido los cinco temas es el momento de establecer un sistema de cálculo que incluya las actividades pertinentes y valores asociados (costos unitarios y precios), los ingresos potenciales, la posible inflación, la tasa de descuento elegida y el criterio (o criterios) de inversión. En este estudio, el sistema de cálculo se basa en los ejemplos ya mencionados; para simplificar el análisis se ha excluido la inflación del presente sistema de cálculo.

### Creación del sistema de cálculo final

Un programa de hoja de cálculo se puede utilizar para establecer un sistema de cálculo sólido. En primer

lugar, se define el crecimiento y los resultados del rendimiento basados, en este ejemplo, en Bermejo *et ál.* (2004) (Figura 2). Luego se determina la proporción comercial del total de madera cosechada asociada a cada raleo y corte final por separado. En tercer lugar se fijan los precios unitarios y luego los costos unitarios (en este ejemplo se basan en Griess y Knoke 2011) y, finalmente se obtiene la hoja de cálculo que se detalla en la Figura 4. (La hoja de costos unitarios cubre 0-25 años, pero por razones técnicas tan solo se muestran los costos de los años 0-8).

En esta etapa, el sistema incluye los resultados de crecimiento y rendimiento, proporciones de madera del tronco, precios unitarios y costos unitarios asociados a una plantación forestal. Los valores están expresados en dólares americanos por hectárea para los costos unitarios y por metro cúbico para los precios unitarios. Los resultados de crecimiento y rendimiento (incluyendo los volúmenes de extracción) se presentan como metros cúbicos por hectárea.

El paso siguiente es la adición de fórmulas que tienen en cuenta el valor temporal del dinero (Figura 5). Una fórmula para el descuento se presenta para el segundo aclareo (a la edad de 8 años). Con una tasa de descuento del 8%, el VPN de estas plantaciones forestales hipotéticas es de US\$6306/ha.

Una vez que se ha creado el sistema de cálculo (Figuras 4 y 5), se puede utilizar la hoja de cálculo para el análisis posterior. Por ejemplo, se podrían producir varios VPN para diferentes tasas de descuento, o calcular la TIR mediante el establecimiento de VPN igual a cero (Figura 6). También se pueden calcular las relaciones B/C. En la Figura 6 se observan valores actuales netos con diversas tasas de descuento. La tasa interna de retorno aparece entre paréntesis. La relación B/C se presenta por encima de las barras para cada tasa de descuento.



Foto: Proyecto CATIE-Finnfor

Para realizar una buena estimación de la rentabilidad de plantaciones forestales se deben considerar todas las actividades involucradas y sus respectivos costos

Además, se puede hacer un análisis de sensibilidad si, por ejemplo, se varían los precios unitarios o los costos unitarios (Figura 7). El análisis preliminar de sensibilidad reveló que el VPN es más sensible a los cambios en los precios unitarios que a cambios en los costos. Cuando se redujeron los precios unitarios en un 10%, el VPN se redujo a US\$767/ha, mientras que con un incremento en los costos de 10%, el VPN se mantuvo en US\$918/ha.

### Conclusiones

Para realizar un análisis financiero adecuado en plantaciones forestales se requiere de cierta información que, afortunadamente es fácil de conseguir y de utilizar. No obstante, una revisión de la literatura disponible sobre la rentabilidad de plantaciones en América Latina muestra que muchos estudios no proporcionan listas detalladas de costos por actividad o por unidad. Esto no permite determinar si se consideraron todos

los costos, complica las comparaciones entre estudios, e imposibilita la extrapolación de información para proyecciones en otras circunstancias. Muchos estudios sobreestiman la rentabilidad al no incluir, por una parte, todas las actividades y sus respectivos costos (desde el establecimiento hasta la comercialización, más el costo de la tierra) y, por otra, los gastos que no se presentan en efectivo (estos deben ser valorados e incluidos en el análisis a precio de mercado, incluso

Ingresos\_descontados

8,00%

FEED INTEREST RATE

Volúmenes de cosecha

Valor Presente Neto (VPN)	
Para S23	
Para s21	94
Para s19	1554

Año	Proporción de madera de la entresaca			Dg (cm)			Precios unitarios (USD m <sup>3</sup> )			Valores presentes (pe. Ingresos descontados), %ha <sup>-1</sup>			
	S23	S21	S19	S23	S21	S19	S23	S21	S19	SI 23	SI 21	SI 19	
Año	Proporción de madera para la entresaca			0%	15,2	14,2	13,1	190	200	200	SI 23	SI 21	SI 19
5	12,5	6,8	5,7		0	0	0	0	0	0	0	0	
8	28,7	17,3	11,6	80%	22,7	20,5	18,6	223	200	200	2766	1495	1003
12	34,5	24,1	20,7	80%	27,6	19,28	16,56	7590	3856	3312	3014	1531	1315
20	39,6	33	25,2	80%	31,68	26,4	20,16	10612,8	5280	4032	2277	1133	865
25	133,2	136	115,3	80%	43,9	36,1	31,5	365	200	200	5679	3177	2694
					106,56	108,8	92,24	38894,4	21760	18448	5679	3177	2694
									suma:		13737	7337	5877

Resultado de crecimiento y cosecha

Proporciones de madera

Precios unitarios (dependen del diámetro)

COSTOS\_descontados

Año	Costo original	Costo descontado
0	974	974
1	748	692.59259
2	871	746.74211
3	871	691.42788
4	514	377.80534
5	804	547.18889
6	509	320.75634
7	509	296.996611
8	509	274.996862

Costos unitarios (tener en cuenta que a los 5 años tienen un costo extra, ya que la primera entresaca no es comercial).

Figura 4. Vista de hoja de cálculo del sistema de cálculo

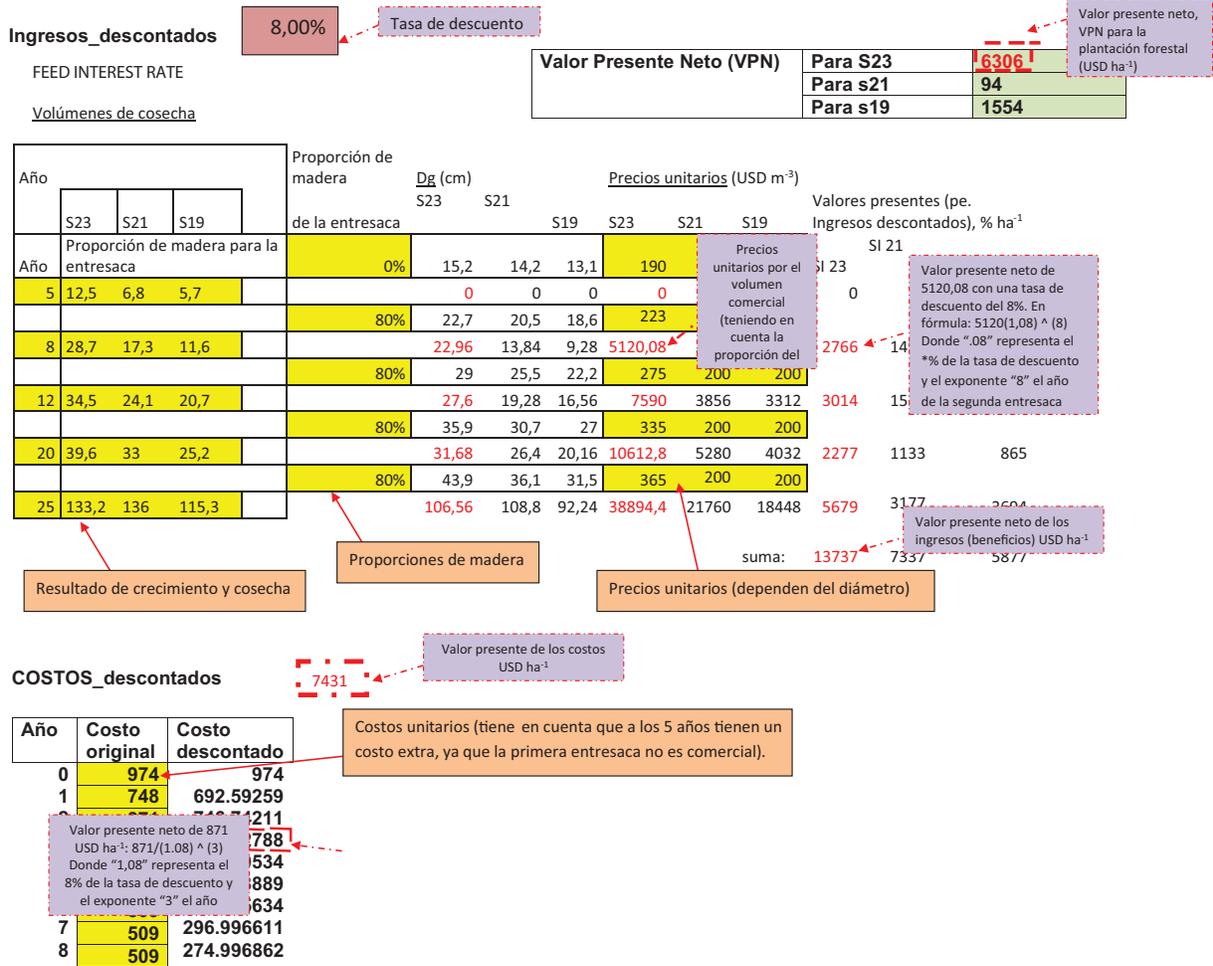


Figura 5. Valores financieros para raleos y cosecha final en el sistema de cálculo

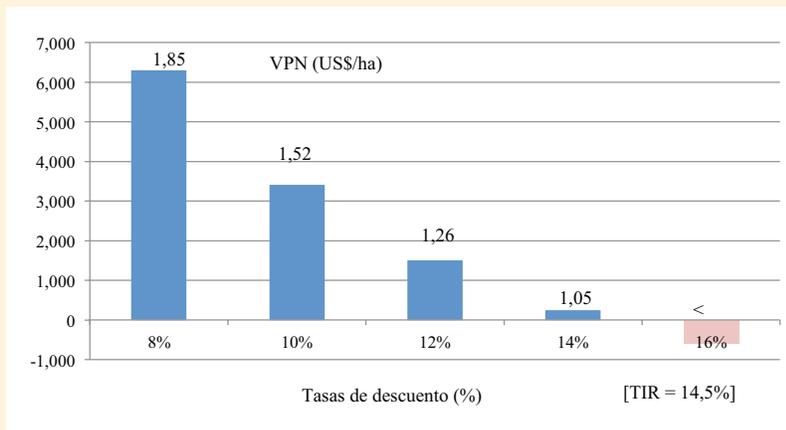
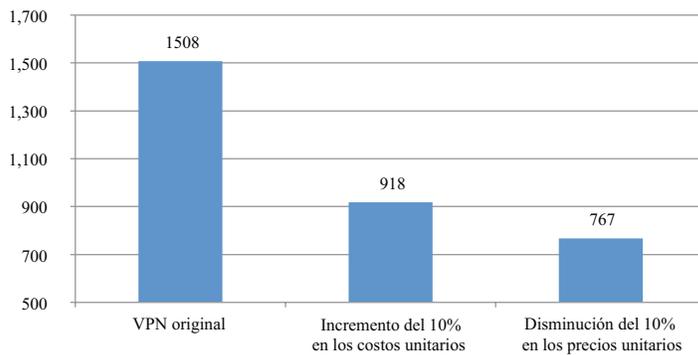


Figura 6. Valor presente neto para diferentes tasas de descuento

si no son pagados en efectivo –p.e., la mano de obra familiar). Otra manera de sobreestimar la rentabilidad es el cálculo de los ingresos sobre la base de los precios medios (p.e., asignar un mismo precio a todo el volumen de raleos comerciales y corta final), o precios poco realistas para el punto de venta (p.e., los precios pagados por los derechos de tala son más bajos que en la explotación agrícola, o en el sitio de procesamiento, en el puerto de exportación o colocado en el país de importación). A menudo no está claro si los valores de producción son valores asumidos por derechos de tala o comerciales (debido a la disminu-



**Figura 7.** Variación en el VPN con cambios en los costos y precios

ción en el rendimiento). La inflación debería considerarse explícitamente o señalarse cuando no se incluya.

En general, se necesitan más estudios sobre los resultados reales de la rentabilidad financiera de las plantaciones en América Latina. Tales estudios debieran incluir información detallada acerca de los costos por actividad de principio a fin, de precios por diferentes dimensiones y calidades de los productos,

así como mejor información sobre el crecimiento y rendimiento de las diferentes especies en diferentes sitios y datos empíricos sobre el rendimiento comercial de la plantación desde el establecimiento hasta la comercialización. Dada la escasez de datos útiles sobre costos e ingresos, las instituciones académicas y nacionales de América Latina debieran invertir en iniciativas para reunir y compartir, de manera siste-

mática, datos sobre costos y precios de la madera según dimensiones y calidades de las especies claves en plantaciones. Además, los datos sobre costos debieran incluir coeficientes de las distintas actividades que permitan al usuario extrapolar los costos por hectárea o metro cúbico, o condiciones específicas para el país o región. Los aportes de estas iniciativas de recopilación de datos son necesarios si se van a desarrollar herramientas de modelación para la toma de decisiones sobre la plantación que vinculen la productividad forestal con el análisis financiero, lo que permitiría al usuario probar diferentes opciones de gestión y hacer proyecciones con diversas condiciones económicas y técnicas. Además de las herramientas necesarias, se debe pensar en la formación continua de los interesados para la creación de un sector forestal más dinámico que comparta información, aproveche las experiencias previas y promueva rendimientos reales de las inversiones forestales. 🌱

## Literatura citada

- Ahtikoski, A.; Kojola, S.; Hökkä, H.; Penttilä, T. 2008. Ditch network maintenance in peatland forest as a private investment: short- and long-term effects on financial performance at stand level. *Mires and Peat* 3(3): 1-11. <http://www.mires-and-peat.net/>
- Bermejo, I.; Canellas, I.; Miguel, A.S. 2004. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 18:97-110.
- Cubbage, F.; Mac Donagh, P.; Sawinski Junior, J.; Rubilar, R.; Donoso, P.; Ferreira, A.; Hoeflich, V.; Morales Olmos, V.; Ferreira, G.; Balmelli, G.; Siry, J.; Noemi Baez, M.; Alvarez, J. 2007. Timber investment returns for selected plantations and native forests in South America and the Southern United States. *New Forests* 33:237-255.
- EU (European Union). 2008. Guide to cost benefit analysis of investment projects. Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession. 257 p.
- Griess, V.; Knoke, T. 2011. Can native tree species plantations in Panama compete with Teak plantations? An economic estimation. *New Forests* 41:13-39.
- Hepburn, C.J.; Koundouri, P. 2007. Recent advantages in discounting: implications for forest economics. *Journal of Forest Economics* 13:169-189.
- HM Treasury. 2003. The Green Book: Appraisal and evaluation in central government. London, United Kingdom. 114 p. [http://www.hm-treasury.gov.uk/d/green\\_book\\_complete.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/green_book_complete.pdf)
- Holopainen, M.; Mäkinen, A.; Rasinmäki, J.; Hyytiäinen, K.; Bayazidi, S.; Pietilä, I. 2010. Comparison of various sources of uncertainty in stand-level net present value estimates. *For. Pol. Econ.* 12: 377-386.
- Hseu, J.S.; Buongiorno, J. 2001. Financial performance of Maple-Birch stands in Wisconsin: value growth rate versus equivalent annual income. *Northern Journal of Applied Forestry* 14(2):59-66.
- Knoke, T.; Moog, M. 2005. Timber harvesting versus forest reserves – producer prices for open-use areas in German beech forests (*Fagus sylvatica* L.). *Ecol. Econ.* 52:97-110.
- Ley, E. 2007. On the improper use of the internal rate of return in cost-benefit analysis. Washington D.C., The World Bank.
- Möhring, B.; Rüping, U. 2008. A concept for the calculation of financial losses when changing the forest management strategy. *For. Pol. Econ.* 10:98-107
- Rambaud, S.C.; Torrecillas, M.J.M. 2005. Some considerations on the social discount rate. *Environmental Science & Policy* 8:343-355.
- Raunikaar, R.; Buongiorno, J.; Prestemon, J.P.; Abt, K.L. 2000. Financial performance of mixed-age naturally regenerated loblolly-hardwood stands in the south central United States. *For. Pol. Econ.* 1:331-346.
- STCP Engenharia de Projetos Ltda. 2009. Encouraging industrial forest plantations in the Tropics. Report of a Global Study. ITTO Technical Series No. 33. 141 p.
- Weitzman, M. 2010. Risk-adjusted gamma discounting. *Journal of Environmental Economics and Management* 60:1-13.