

# Plantaciones forestales en los trópicos



Jesús Fernández Moya  
jesusfmoya@gmail.com

## CONTENIDOS

Consideraciones previas

Situación general y estadísticas

Algunas especies importantes

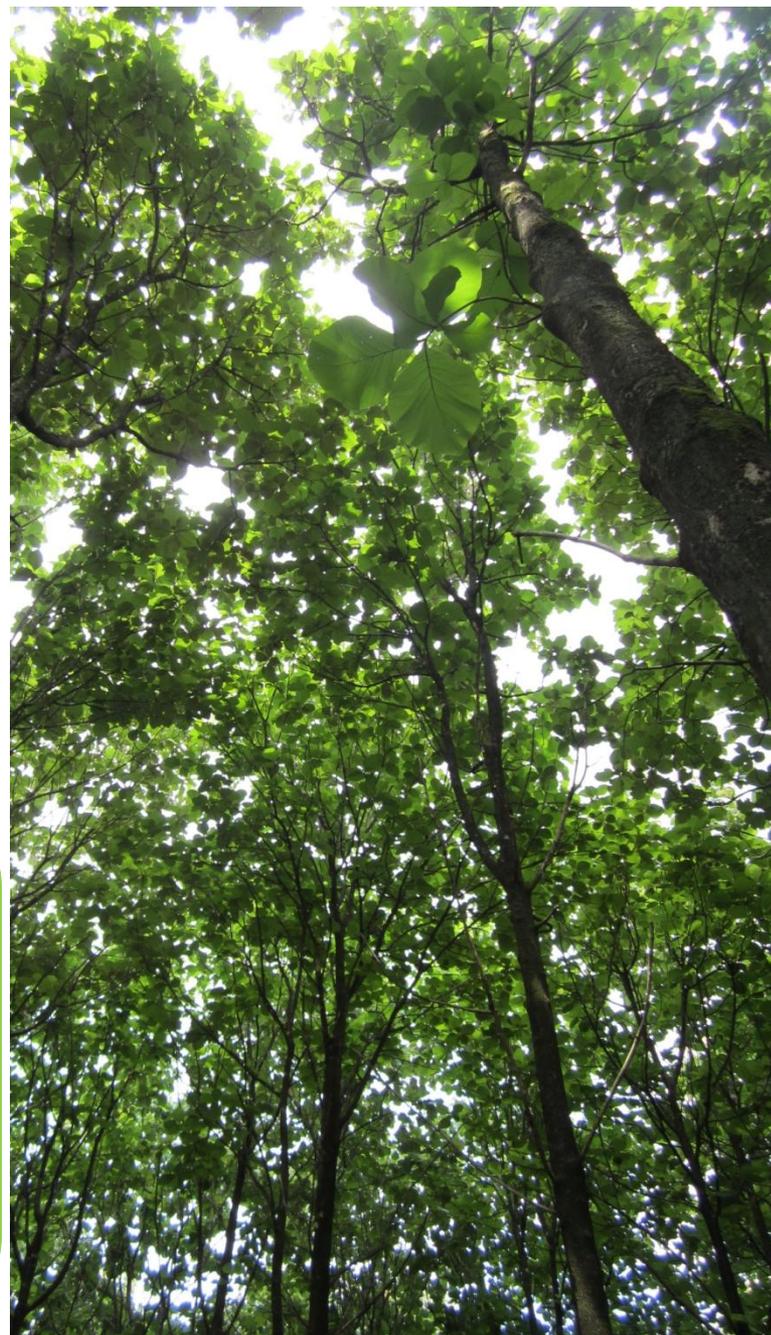
¿Elección de especie?

Principios generales de gestión/manejo

Replantaciones de enriquecimiento

Replantaciones de sustitución

Sistemas Taungya, Martineau y otros métodos



## Plantaciones tropicales (consideraciones previas)

¿Qué son los trópicos?

$\pm 23^{\circ} 27'$

*“where bananas grow!”*

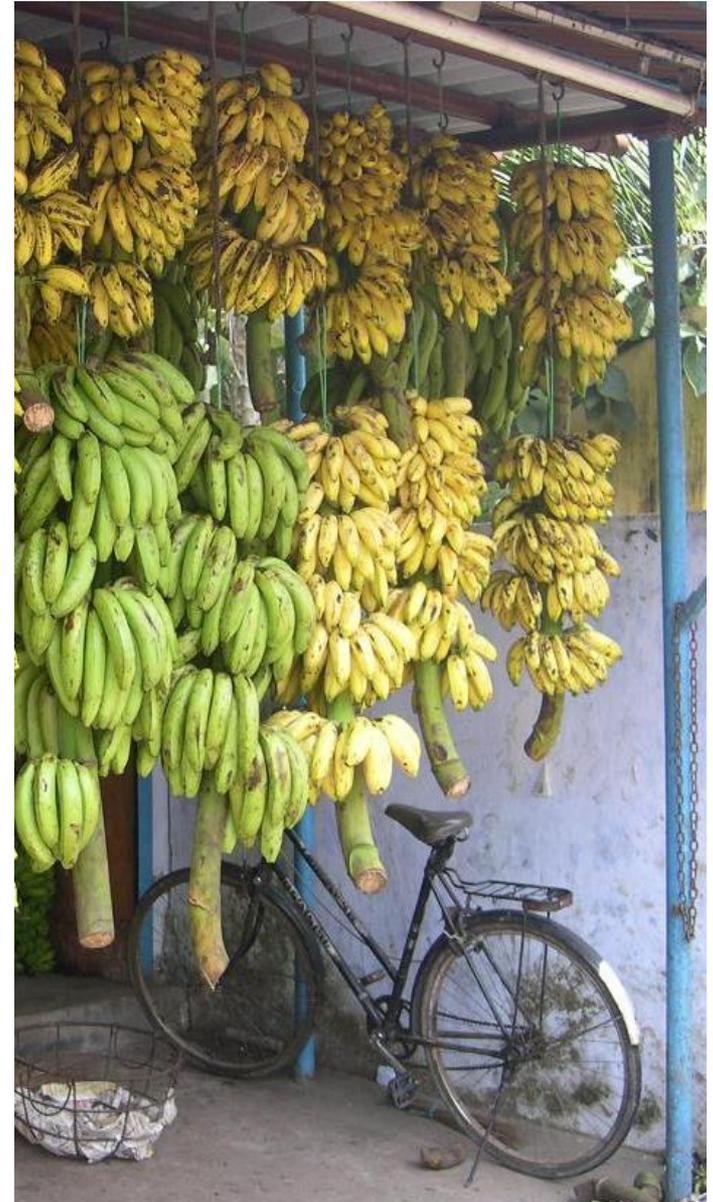
$\pm 27\text{-}28^{\circ}\text{S}$  Queensland, Swaziland, Sao Paulo ...

$\pm 27\text{-}28^{\circ}\text{N}$  Mexico, India, Pakistán, China ...

### Literatura recomendada

**Plantation Forestry in the Tropics  
(Evans y Turnbull 2004)**

Manejo práctico de plantaciones forestales  
en el trópico y subtrópico  
(Ladrach 2010)



## Plantaciones tropicales (consideraciones previas)

“Otra liga”

*Eucalyptus deglupta* en Papua Nueva Guinea

3 años. H=24 m. V= 288 m<sup>3</sup> /ha. Final de turno con **IMA > 90 m<sup>3</sup> /ha·año**

*Eucalyptus grandis* en Sudáfrica

30 años. V > 1.000 m<sup>3</sup>



FOTO  
(Evans y Turnbull 2004)

**Table 2.3** Growth rates of managed forest and plantations

	Yield (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> year <sup>-1</sup> )	Rotation (years)
Canada average	1.0	—
Siberia (Russia)	1.0–1.4	—
Sweden average	3.3	60–100
US average	2.6	—
UK average (conifers)	12	40–65
New Zealand pines	18–30	20–40
South African pines	10–25	20–35
Subtropical eucalypts	5–30	8–25
Teak plantations	4–18	40–80
Tropical hardwood plantations	25–45	8–20
Tropical pines	15–45	8–30
Tropical eucalypts	up to 70	7–20
Tropical high forest (managed)	0.5–7	—
Southeast Asia dipterocarp forest (managed)	up to 17	—

Source: Modified from Wood (1975).

(Evans y Turnbull 2004)



**Situación general y estadísticas**

Repoblaciones forestales en los trópicos → Plantaciones forestales en los trópicos

**Bosques plantados**

**Regeneración artificial**

**Table 3.2.** Planted forests sub-group in the continuum of FRA 2005 categories.

		Planted forests subgroup			
		Plantation			
Primary	Modified natural	Semi-natural	Productive	Protective	
Forest of native species, where there are no clearly visible indications of human activities and the ecological processes are not significantly disturbed	Forest of naturally regenerated native species where there are clearly visible indications of human activities	<b>Assisted natural regeneration</b> through silvicultural practices for intensive management <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weeding</li> <li>• Fertilizing</li> <li>• Thinning</li> <li>• Selective logging</li> </ul>	<b>Planted component</b>  Forest of native species, established through planting, seeding, coppice	Forest of introduced species and in some cases native species, established through planting or seeding, mainly for <i>production of wood or non-wood goods</i>	Forest of native or introduced species, established through planting or seeding, mainly for <i>provision of services</i>

(FAO, 2006c)

(Evans 2009)

## Bosques plantados

260 · 10<sup>6</sup> ha de bosques plantados

6 - 7 % de los bosques del mundo

En 2005: 60 – 70% de la producción de madera era de plantaciones

En 2030: 50 – 80% de la producción de madera será de plantaciones

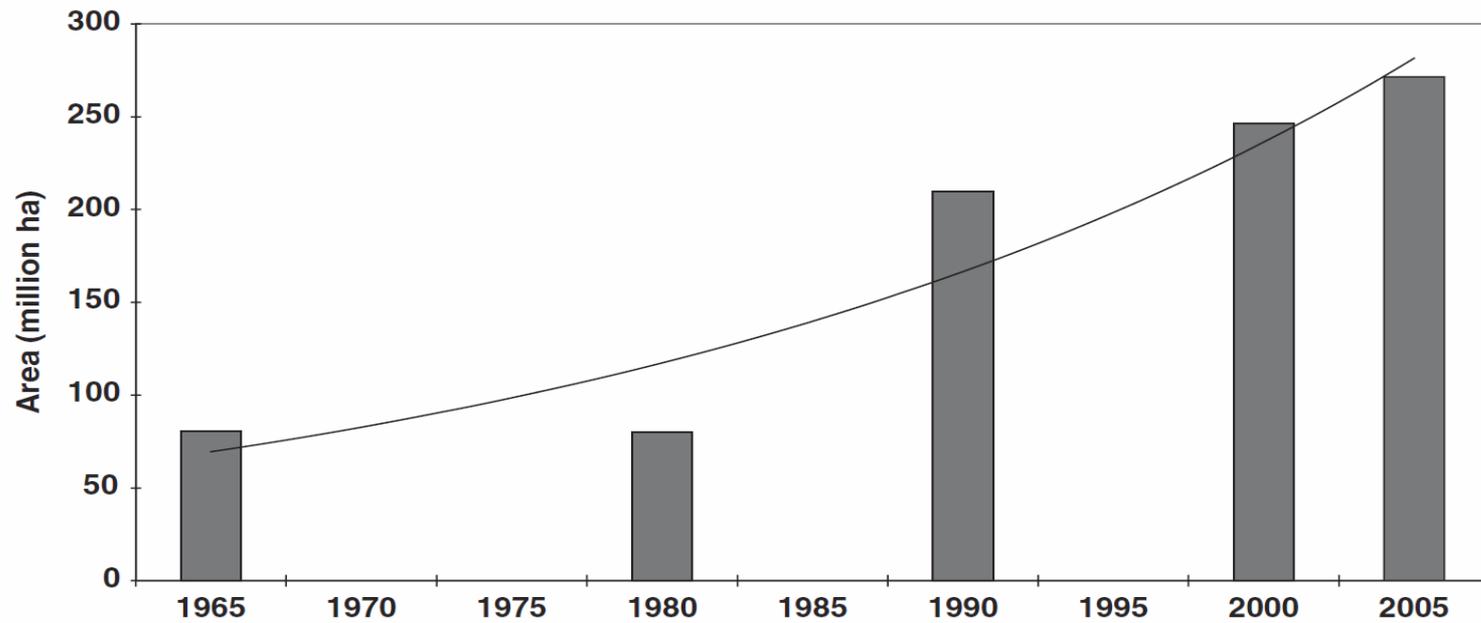
El aprovechamiento de bosques naturales se reduce en un 25 – 30%

Al aumentar la oferta de madera, disminuye a veces el precio (en teoría)

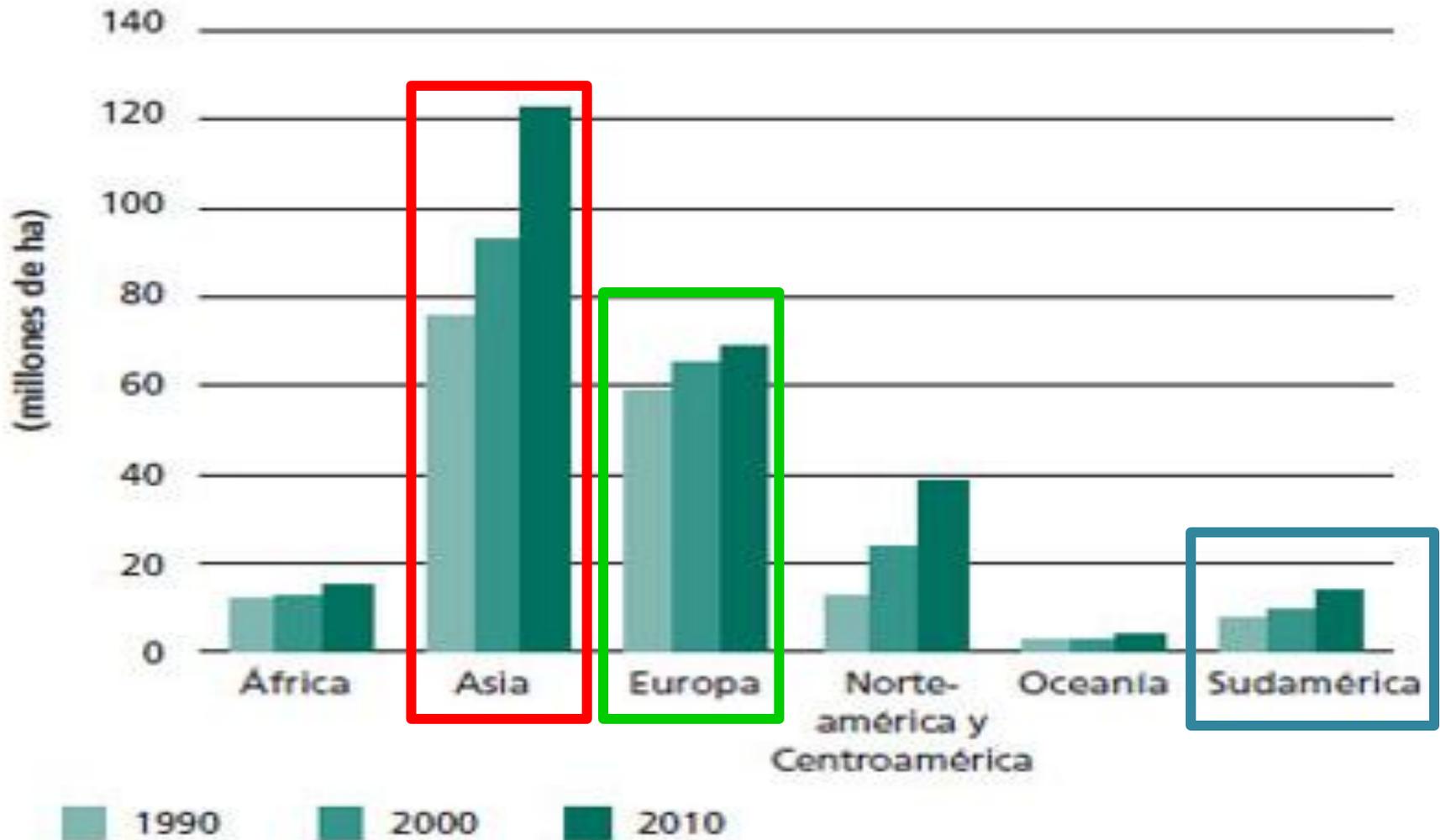


Baja el valor de los bosques

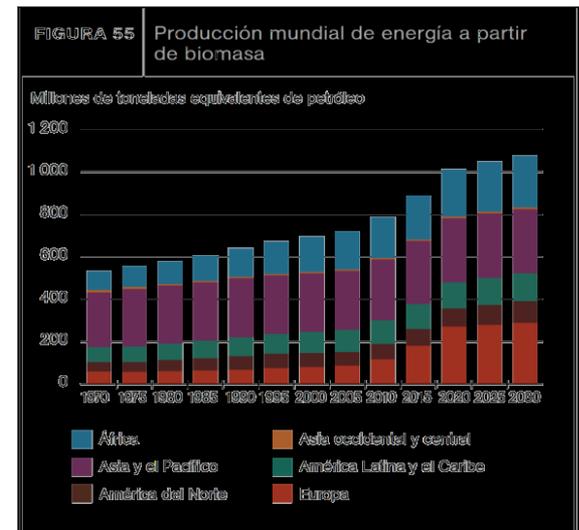
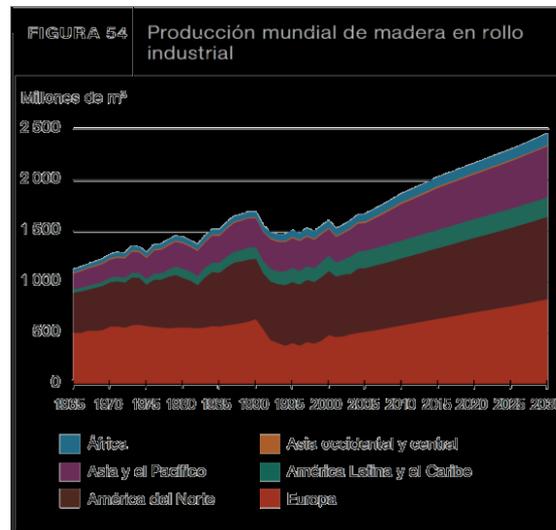
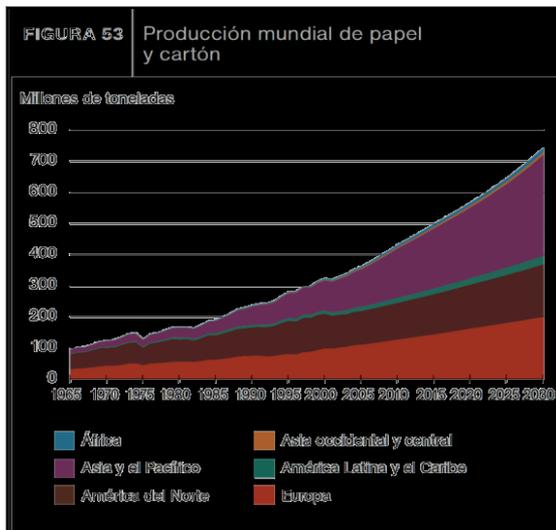
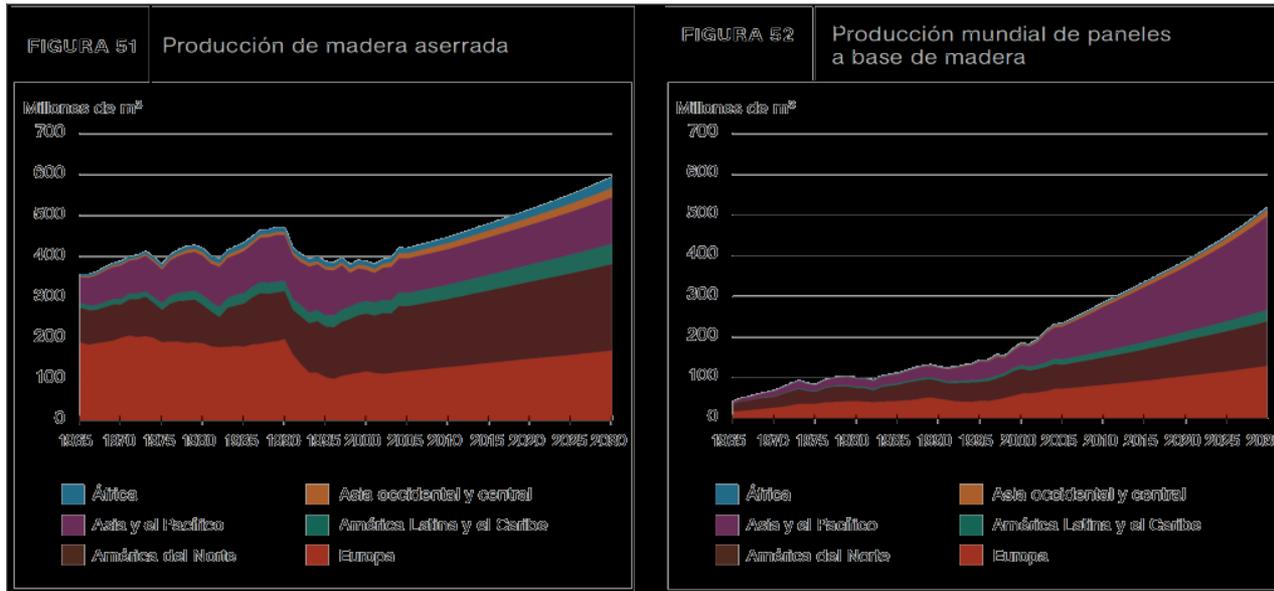
## Tendencia mundial del área estimada de bosques plantados (1965 – 2005) (Evans 2009)



Tendencia mundial del área estimada de bosques plantados (1990 – 2010) distribuida por regiones (FAO 2010)



# Tendencia mundial del área estimada de demanda de madera (FAO 2009)



## Bosques plantados

## En los trópicos

A partir de los 1960's se incrementan y adquieren una enorme importancia

Importancia de los incentivos fiscales, pagos por servicios ambientales...

En los 1990's se plantaban 230.000 ha /año en América tropical

En el año 2000: 40% de las plantaciones mundiales eran "tropicales" (aprox.  $90 \cdot 10^6$  ha)

¿Ahora?

¿ $125-150 \cdot 10^6$  ha de bosques plantados en los trópicos?



Bosques plantados

En los trópicos

**Table 3.2** Areas of planted forests (000s ha) including woodlots in tropical and subtropical regions<sup>a</sup>

Region	1965	1980	1990	2000
Africa	1378	2724	3773	4566
Asia including southern China	421	13 046	29 245	73 444
Northern Australia + Pacific Islands	70	269	420	480
Central America + Caribbean	219	486	786	1311
South America	579	4448	8470	8634
<i>Total</i>	<i>6667</i>	<i>20 973</i>	<i>42 694</i>	<i>88 435</i>

<sup>a</sup> Estimated areas between 27°N and 27°S of equator.

(Evans y Turnbull 2004)

¿Qué nos imaginamos?









**GRANDES EMPRESAS MULTINACIONALES**

**FALTA DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIECONÓMICA**

**DEFORESTACIÓN DE BOSQUES NATURALES PARA ESTABLECER PLANTACIONES**

**50% PROPIEDAD PÚBLICA (GOBIERNOS)**

**33% PROPIEDAD DE PEQUEÑOS PROPIETARIOS**

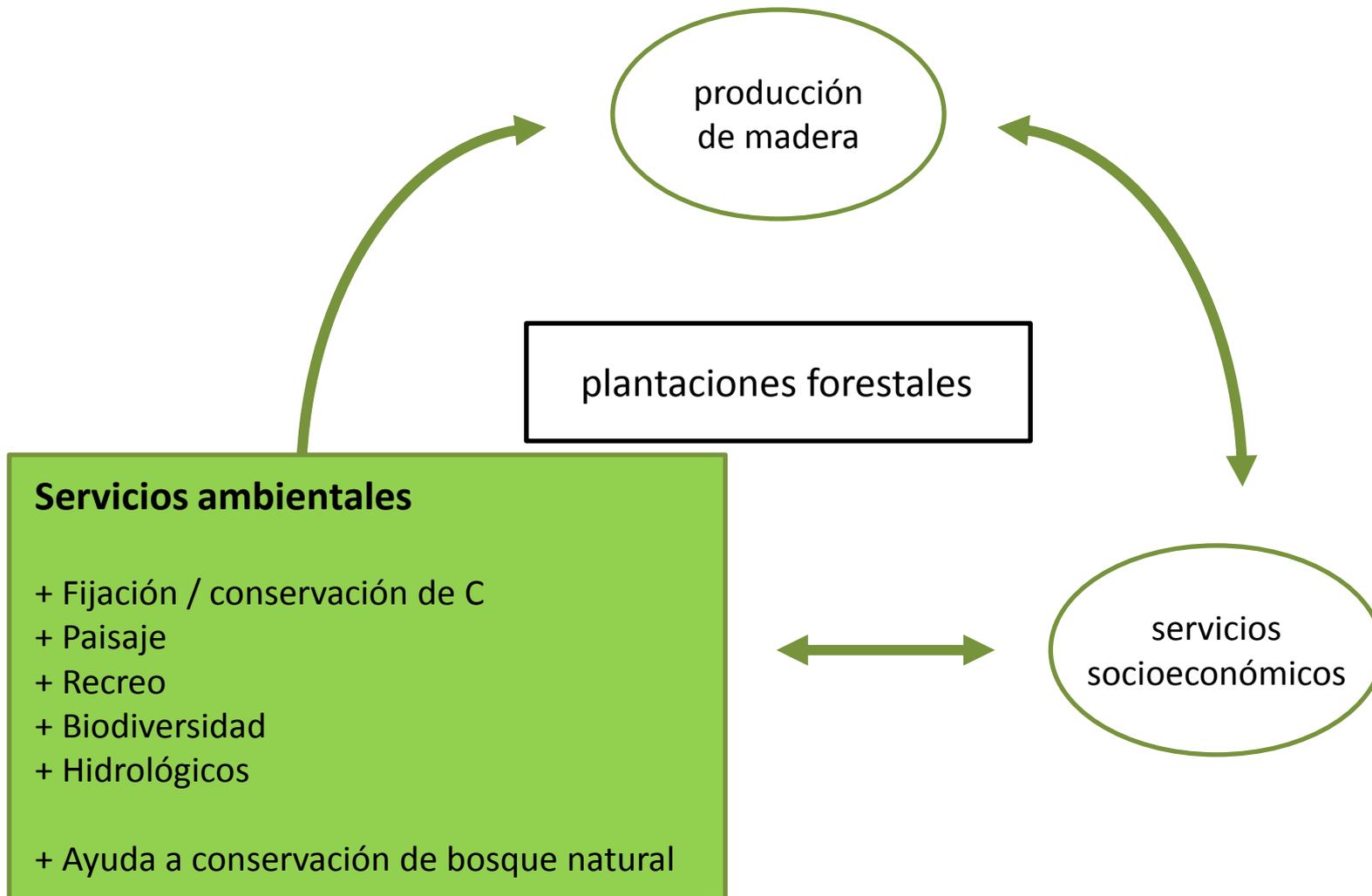
**15-17% PROPIEDAD DE GRANDES EMPRESAS**

**ABUNDANTE CERTIFICACIÓN (FSC > PEFC)**

**PROBLEMA DE DEFORESTACIÓN SÓLO EN ALGUNOS LUGARES (pocos)**

# PLANTACIONES FORESTALES

Producción de madera, servicios ambientales y socioeconómicos



## PLANTACIONES FORESTALES

### Mecanismos / Actividades REDD+

*Secuestro de CO<sub>2</sub>*

Acumulan 0,4 – 8 t C /ha al año

Medido: 150-200 kg C en tronco+corteza en amarillón (*Terminalia amazonia*) de 18 años  
x 200 árboles/ha = 30 – 40 t C/ha

*Deforestación evitada* (suministro de madera que no sale de bosques naturales)

### **Políticas REDD+ : Reducing emissions from deforestation and forest degradation**

Curso on-line gratuito de Nature Conservancy (¿2-3 tardes?)

1. Generalidades del papel de los bosques (tropicales) en el cambio climático,
2. Políticas REDD+
3. Implementación de REDD+

<https://www.conservationtraining.org/mod/page/view.php?id=4254>



**Algunas especies importantes**

## **Especies más importantes en las zonas tropicales y subtropicales (Carle et al. 2009 mod.)**

Acacias (*Acacia mangium*, *A. nilotica*)

Eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* y *E. globulus* en partes más frías)

Melina (*Gmelina arborea*)

Teca (*Tectona grandis*)

Pinos (*Pinus caribaea*, *P. elliottii*, *P. patula*)

Abeto chino (*Cunninghamia lanceolata*) en subtropicos fríos

Caucho (*Hevea brasiliensis*) (antes PFNM, ahora también madera) ???

Palma aceitera (*Elais guineensis*) ???

Palma “cocotera” (*Cocos nucifera*) ???

**Table 4.4.** Growth rate and rotation data by species and regions for planted forest.

Species group	Region	MAI range (m <sup>3</sup> /ha/year)	Rotation (years)
Broadleaves	Wet tropics	10–45 [15] <sup>a</sup>	5–15
	Dry tropics	5–15 [5]	10–30
Pines	Tropics/subtropics	10–25 [12]	10–30
<i>Tectona grandis</i>	Dry tropics	4–10 [5]	25–70
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	Central China	3–12 [5]	15–30
<i>Pinus radiata</i>	Mediterranean regions	10–30 [15]	15–35
<i>Populus</i> spp.		4–20 [10]	10–30
<i>Abies</i> , <i>Larix</i> , <i>Picea</i> and <i>Pinus</i>	Temperate	2–16 [8]	30–150
<i>Fagus</i> and <i>Quercus</i>	Temperate	2–10 [4]	80–200
Boreal conifers	Boreal forest	1–10 [3]	60–150

<sup>a</sup>Figures in square brackets indicate a conservative average for the category.

(Evans 2009)

**Table 3.4** Species used in tropical planted forest

Genus/group	Species <sup>a</sup>	% <sup>b</sup>
<i>Eucalyptus</i>	<i>grandis</i> , <i>camaldulensis</i> , <i>globulus</i> <sup>c</sup> , <i>tereticornis</i> , <i>urophylla</i> <i>saligna</i> , <i>robusta</i> , <i>citriodora</i> , <i>exserta</i> , <i>deglupta</i> , various hybrids, other	50
<i>Acacia</i>	<i>nilotica</i> , <i>mangium</i> , <i>auriculiformis</i> , <i>crassicarpa</i>	17
<i>Tectona</i>	<i>grandis</i>	10
<i>Pinus</i>	<i>caribaea</i> , <i>patula</i> , <i>elliottii</i> , <i>oocarpa</i> , <i>kesiyya</i> , <i>merkusii</i> , <i>massoniana</i> , other	23
Other conifers	<i>cunninghamia lanceolata</i> , <i>Araucaria cunninghamii</i> , <i>A. angustifolia</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> , other	
Other hardwoods	<i>Gmelina</i> , <i>Leucaena</i> , <i>Grevillea</i> , <i>Meliaceae</i> spp., <i>Terminalia</i> , <i>Paraserianthes</i> , <i>Prosopis</i> , <i>Casuarina</i> , <i>Cordia</i> , <i>Triplochiton</i> , other	

<sup>a</sup> Species ordered very roughly according to extent of planting.

<sup>b</sup> Percentage figures are very approximate estimates based mainly on 1990 data (Pandey 1995) and are given only for the major genera.

<sup>c</sup> *E. globulus* is only planted in tropical highlands, mainly in China, Colombia, Ecuador, Ethiopia, India, and Peru.

(Evans y Turnbull 2004)

**Table 2.2** Average growth rates attained in some tropical plantations

Plantation development	Species	Mean annual increment (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	Rotation (years)
Usutu Forest, Swaziland	<i>Pinus patula</i>	19	15–17
Viphya Pulpwood Project, Malawi	<i>P. patula</i>	18	16
Fiji Pine Ltd., Fiji	<i>P. caribaea</i>	15–20	17–20
Jari Celulose SA, Brazil	<i>P. caribaea</i>	20	16
ECO-SA, Congo <sup>a</sup>	<i>E. hybrids</i>	20–25	7
Aracruz Celulose SA, Brazil	<i>E. grandis</i> and <i>E. hybrids</i>	45	7
Shiselweni Forestry, Swaziland	<i>E. grandis</i>	18	9
PICOP <sup>b</sup> Resources Inc., Philippines	<i>Paraserianthes</i> <i>falcataria</i>	28	10
Sabah Softwoods, Malaysia	<i>A. mangium</i>	20–30	7–8
PT Musi Hutan Persada, Indonesia	<i>A. mangium</i>	29	6
Jari Celulose SA, Brazil	<i>Gmelina</i> <i>arborea</i>	20	10
Department of Primary Industries Queensland Forestry.	<i>Araucaria</i> <i>cunninghamii</i>	15	40–50
Seaqaqa plantations, Fiji	<i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i>	14	30

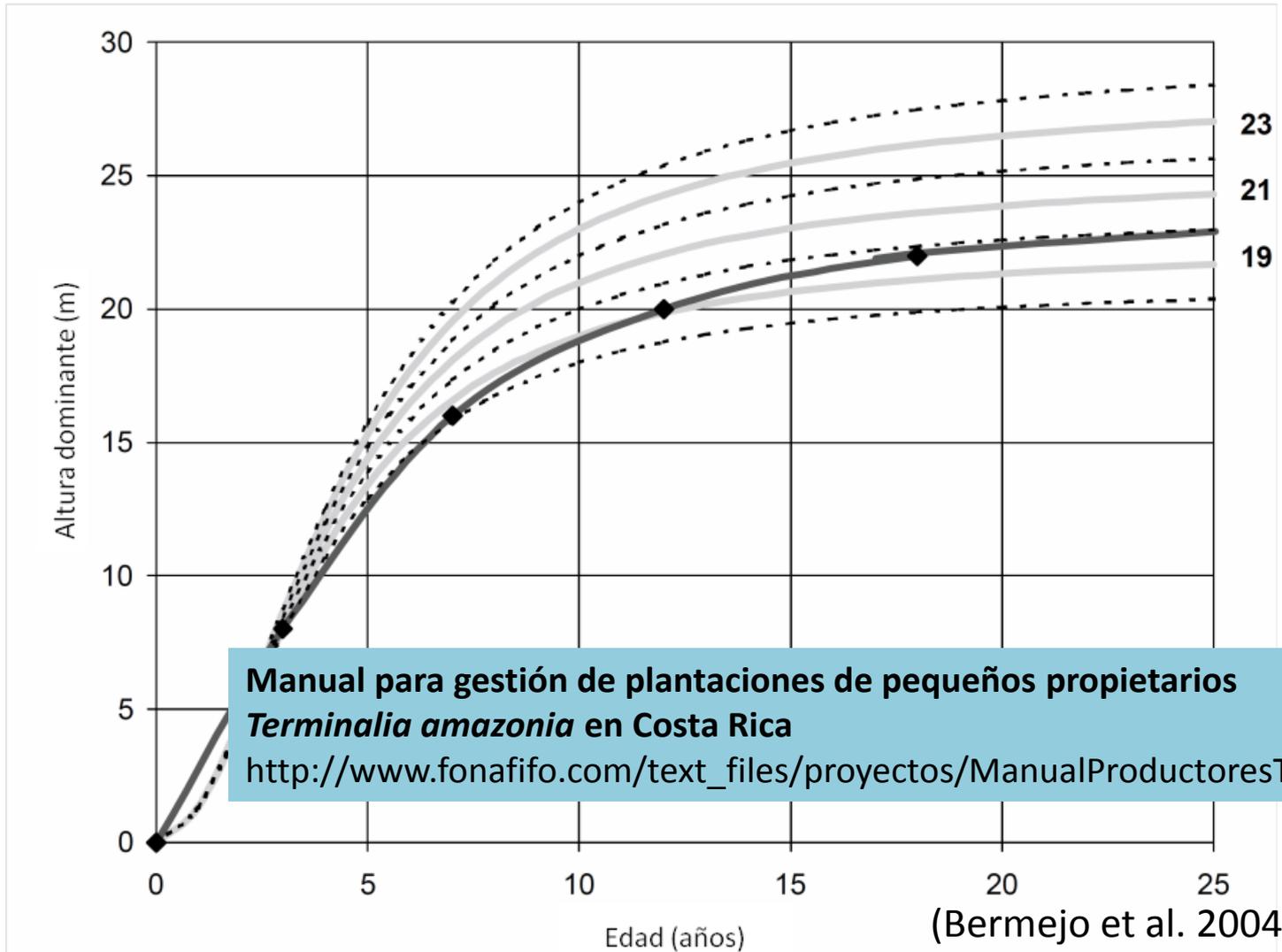
<sup>a</sup> Eucalyptus du Congo Société Anonyme.<sup>b</sup> Paper Industries Corporation of the Philippines.

# Teca (*Tectona grandis*)



# Teca (*Tectona grandis*)

Curvas de índice de sitio en Guanacaste (Costa Rica)



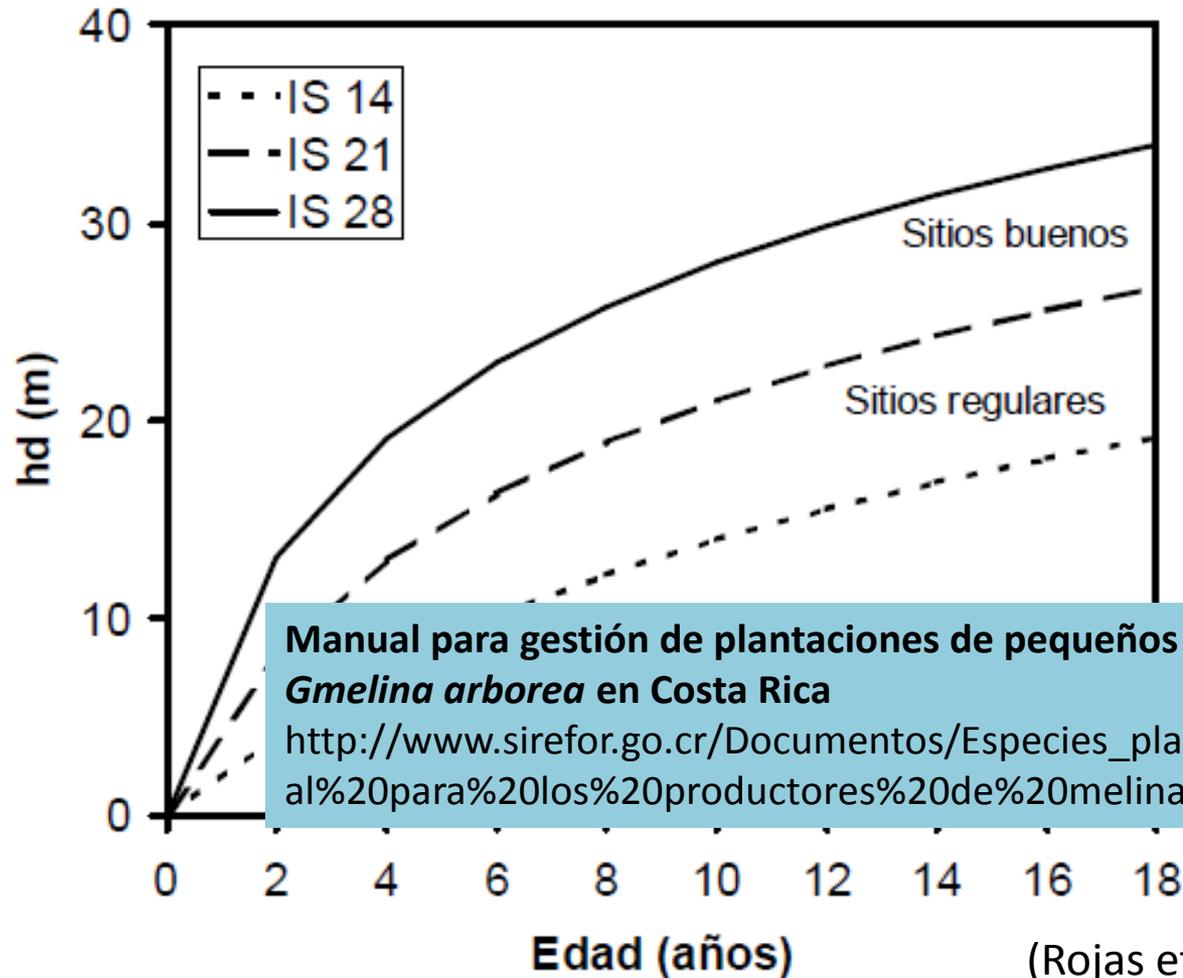
# Teca (*Tectona grandis*)



Árboles de 10-14 m con 1 año de edad  
Buena elección de sitio, buena fertilización  
Sin déficit hídrico en ningún mes del año  
Zona del Pacífico Sur de Costa Rica

# Melina (*Gmelina arborea*)

Curvas de índice de sitio en Costa Rica



**Cedro (*Cedrela odorata*)**

**Caoba (*Swietenia macrophylla*)**

**??**



**Enriquecimiento**



**Problemas de plagas: *Hypsipyla* spp.**



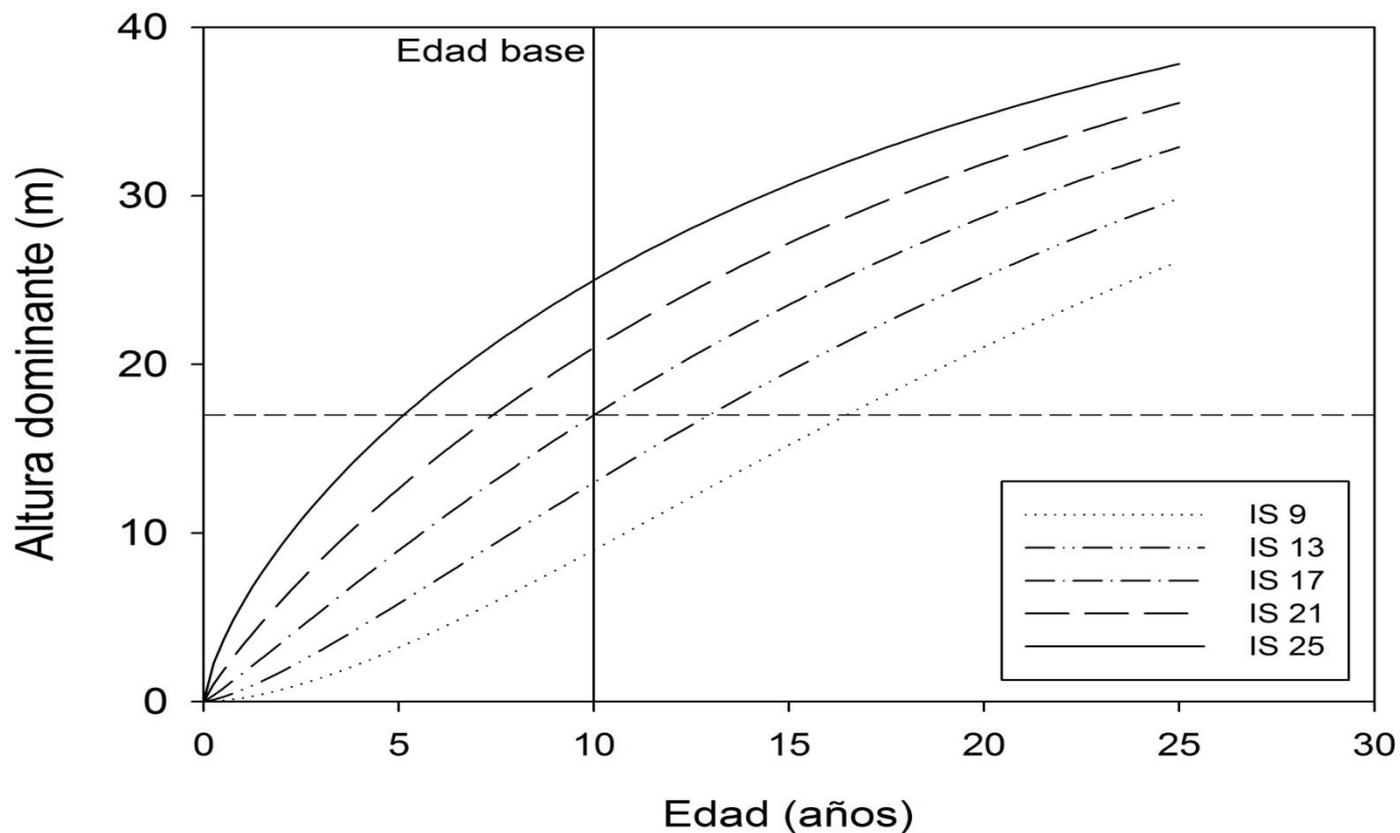
# Otras especies nativas (América Central)

## Amarillón (*Terminalia amazonia*)



# Otras especies nativas (América Central)

## Amarillón (*Terminalia amazonia*)



Manual para gestión de plantaciones de pequeños propietarios  
*Terminalia amazonia* en Costa Rica

[http://www.fonafifo.go.cr/text\\_files/proyectos/ManualTerminalia.pdf](http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/ManualTerminalia.pdf)

# Otras especies nativas (América Central)

## Amarillón (*Terminalia amazonia*)

New Forests

DOI 10.1007/s11056-010-9207-y

---

**Can native tree species plantations in Panama compete with Teak plantations? An economic estimation**

Verena C. Griess · Thomas Knoke



**Amarillón ≈ Caoba > teca > otras**

# Otras especies nativas (América Central)

## Vochisias (*Vochysia guatemalensis*, *V. ferruginea*)

Acumuladora de Al en los tejidos: restauración ambiental

Rápido crecimiento, buena producción de madera (adaptada a sitios “malos”)



Manual para gestión de plantaciones de pequeños propietarios  
*Vochysia guatemalensis* en Costa Rica

[http://www.fonafifo.go.cr/text\\_files/proyectos/ManualVochysia.pdf](http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/ManualVochysia.pdf)

# Otras especies nativas (América Central)

## Pilón



Manual para gestión de plantaciones de pequeños propietarios  
*Hieronyma alchorneoides* en Costa Rica

[http://www.fonafifo.go.cr/text\\_files/proyectos/ManualHieronyma.pdf](http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/ManualHieronyma.pdf)



**¿Elección de especie?**

# ¿Elección de especie?

## Objetivo y situación del interesado

**Grandes (y medianas)  
empresas**

**Pequeños propietarios**



# ¿Elección de especie?

## EMPRESAS

¿Especie predeterminada? Buscan sitio para establecer la especie que quieren

¿Condicionante de superficie?

¿Condicionante socio-política?

Especies “grandes” “con mercado”

Se buscan sitios buenos (**ESCOGENCIA DE SITIO**)

Grandes inversiones, gestión intensiva

¿¿Posibilidad de problemas??

Subcontratas / empresas financieras / fraudes / lavado de dinero / especulación

# ¿Elección de especie?

## EMPRESAS

New Forests (2007) 33:237–255  
DOI 10.1007/s11056-006-9025-4

---

## **Timber investment returns for selected plantations and native forests in South America and the Southern United States**

**Frederick Cubbage · Patricio Mac Donagh ·  
José Sawinski Júnior · Rafael Rubilar · Pablo Donoso ·  
Arnaldo Ferreira · Vitor Hoeflich · Virginia Morales Olmos ·  
Gustavo Ferreira · Gustavo Balmelli · Jacek Siry ·  
Mirta Noemi Báez · José Alvarez**

# ¿Elección de especie?

## EMPRESAS

**Table 6** Financial returns to exotic and native forest plantations and stands in the Americas by capital budgeting criteria with a 8% discount rate, 2005

Country	Species	Net present value (\$/ha)	Land expectation value (\$/ha)	Annual equivalent value (\$/ha)	Benefit: cost ratio	Internal rate of return (%)
---------	---------	---------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------	-----------------------------

**Table 7** Sensitivity analyses of timber investment returns with land costs and subsidy payments—internal rate of return (%) and land expectation value (\$/ha, 8%)

Country/ Species	Criteria	Base without land costs	Base, reduced plantable area	Base with land costs	Base with land costs, reduced area	Base with subsidy payments	Base with high yields, prices
---------------------	----------	-------------------------	------------------------------	----------------------	------------------------------------	----------------------------	-------------------------------

# ¿Elección de especie?

## PEQUEÑOS PROPIETARIOS

Normalmente un sitio determinado (en su pueblo/región de origen, herencia??)

Normalmente sitios malos (suelos poco fértiles, pendientes fuertes...)

Partes “malas” de las fincas que se dedican a otros usos agrícolas / ganaderos

Gestión poco intensiva

“Sistema de ahorro”

Especies “grandes” “con mercado” “exigentes”: crecimiento medio-malo

Especies nativas, adaptadas a esas condiciones: crecimiento medio-bueno



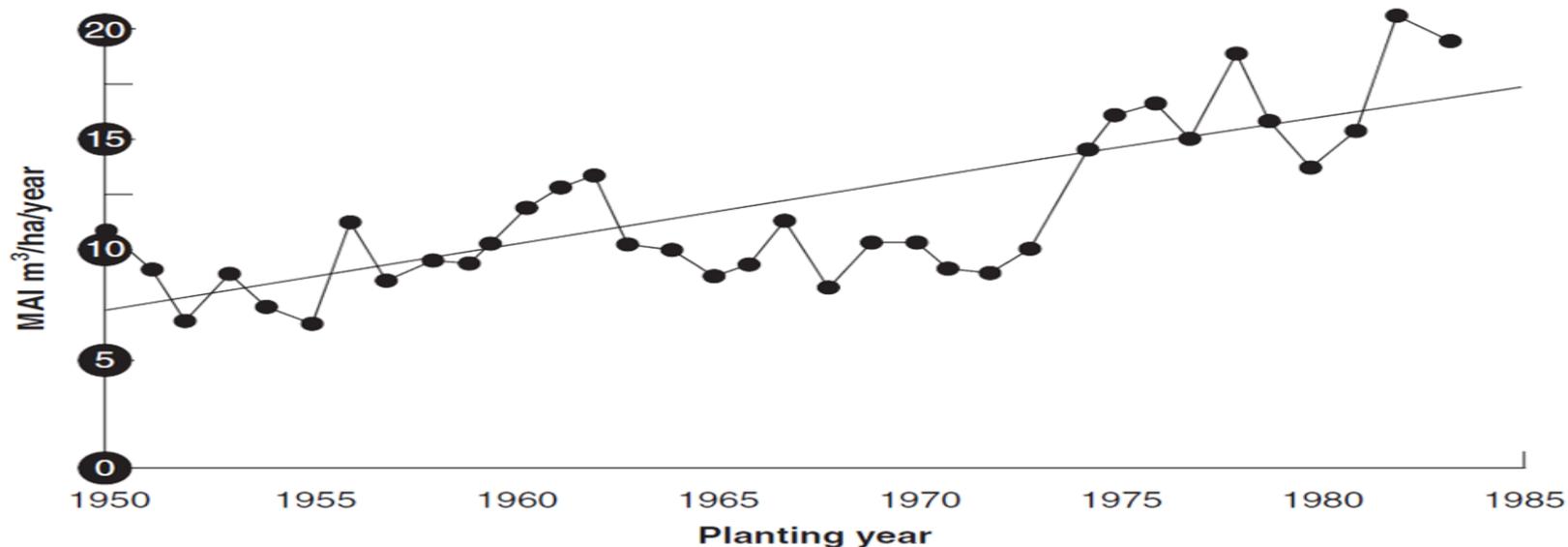
**Principios generales de gestión/manejo**

# Gestión intensiva

Plantaciones forestales (en general): 75%

Cultivos agrícolas de árboles (muchos de los problemas son parecidos también)

Maximizar la producción atendiendo a un balance económico y ambiental (y social)



Incremento en productividad de las plantaciones forestales con el tiempo según los avances en silvicultura y genética forestal (Nambiar 1998)

Gestión intensiva **integral**

Preparación del sitio +  
+ fertilización +  
+ control de malezas



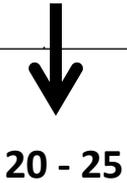
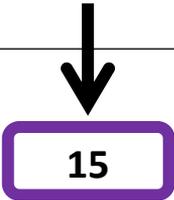
Effects of silvicultural treatments on production of slash pine at age 17 in the Lower Coastal Plain of the United States. C: single pass with roller chopper; B: double pass with a bedding plow; F: fertilization with 50 kg/ha P plus 45 kg/ha N at age 1 and 150 kg/ha N plus 50 kg/ha P plus 100 kg/ha K at age 12; H: herbicides used to control all competing vegetation

Modificado de Fox (2000) que originalmente lo tomó de Yin et al. (1998).

Crecimiento medio anual y rotaciones  
comúnmente usadas en plantaciones de teca por regiones  
(Kollert y Cherubini 2012)

Region	MAI (m <sup>3</sup> /ha/yr)		Rotation period (yrs)	
	Min	Max	Min	Max
Africa (7)	3	21	4	60
Asia (5)	2	14	20	80
Caribbean (3)	3	12	20	65
Centr. America (5)	5	30	6	30
Oceania (2)	5	12	20	30
South America (4)	10	27	20	30
<b>World (26)</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>80</b>

Considerado como "normal"  
en plantaciones con gestión intensiva



¿1-5 m<sup>3</sup>/ha/año es mucho o es poco?

## Caracterización fenológica de sitios de la misma edad Zona Canal, Panamá



Tomado de  
Alvarado y Mata 2011

## **Principios generales de gestión / manejo**

¿Escogencia de sitio y compra de tierras?

Preparación del sitio y establecimiento

Control de malezas

Podas

Raleos

Otros tratamientos eventuales (control de plagas, fertilización, riego...)

Corta final

# Preparación del sitio y establecimiento

## **Elección del material**

¿clones? ¿semillas? ¿mezcla?

## **Densidad**

3 x 3 m 1111 plántulas / ha

4 x 3 m 833 plántulas / ha

Hasta 4 x 4 (600) o menos con últimos clones y algunos sistemas de siembra

Hasta 2 x 2 (2500) o más dependiendo del objetivo

## **Preparación del terreno**

Limpia inicial: manual, mecánica, combinada, ¿fuego?

¿Laboreo? Arado, subsolado (suelos compactados)

## **Drenaje**

## **Fertilización inicial**

Diseños experimentales y fórmulas particulares

50 – 150 g / plántula de N-P-K

**Table 12.3** Examples of spacing used in plantations in the tropics (Evans y Turnbull 2004)

Spacing (m)	Growing space (m <sup>2</sup> tree <sup>-1</sup> )	Number of trees ha <sup>-1</sup>	
1 × 1 or less	1.0	10 000	<i>Eucalyptus globulus</i> poles in Ethiopia
1.8 × 1.8	3.2	3086	<i>Pinus caribaea</i> in Sabah
2.1 × 2.7	5.7	1764	<i>P. caribaea</i> in Peninsular Malaysia
3 × 2	6.0	1667	<i>Gmelina arborea</i> at Jari, Brazil
2.5 × 2.5	6.3	1600	<i>P. caribaea</i> at Jari, Brazil
3 × 2.5	7.5	1333	<i>P. caribaea</i> on poor sites in Fiji
2.74 × 2.74	7.5	1333	<i>P. patula</i> in Swaziland
4 × 2	8.0	1250	<i>Paraserianthes falcataria</i> in Philippines
3 × 3	9.0	1111	<i>E. grandis</i> in Aracruz, Brazil
5 × 2.4	12.0	833	<i>Araucaria cunninghamii</i> in Queensland
4.5 × 3.0	13.5	741	<i>P. caribaea</i> in Queensland
2 × 7	14.0	714	<i>Acacia saligna</i> for erosion control in Ethiopia
4 × 4	16.0	625	<i>E. deglupta</i> in Philippines
2 × 10	20.0	500	<i>Swietenia macrophylla</i> enrichment planting in Puerto Rico
4.5 × 4.5	20.3	494	<i>E. deglupta</i> grown for saw timber in PNG
6 × 6	36.0	278	<i>Terminalia ivorensis</i> in Nigeria
10 × 10	100.0	100	<i>Faidherbia albida</i> in agroforestry with millet, Mali

**Sistema mixto canales de riego - drenaje**



## Sistema mixto canales de riego – drenaje

FOTOS: Banascopeio.com (izq) y www.eurobau.co.cr (dcha)



**Sistema mixto canales de riego – drenaje**

FOTO: [teca.fao.org/read/6981](http://teca.fao.org/read/6981)



**Sistema mixto canales de riego – drenaje**

FOTO: [teca.fao.org/read/6981](http://teca.fao.org/read/6981)



**Table 8.2** Height growth of trees at Kunjingini, PNG

Species	Height without fertilizer (m)		Height with fertilizer <sup>a</sup> (m)	
	Year 1	Year 4	Year 1	Year 4
<i>Pinus caribaea</i> <sup>b</sup>	0.46	0.76	1.46	4.20
<i>P. kesiya</i> <sup>b</sup>	0.30	0.43	1.11	3.96
<i>Eucalyptus deglupta</i>	0.79	1.49	3.67	7.65
<i>E. tereticornis</i>	0.94	2.04	2.77	4.78
<i>Terminalia brassii</i>	0.52	1.13	2.50	4.69
<i>T. complanata</i>	0.40	dead	0.76	1.34
<i>Tectona grandis</i> <sup>b</sup>	0.21	dead	2.60	3.04
<i>Acacia auriculiformis</i>	1.77	3.99	2.68	9.66
<i>Pterocarpus indicus</i>	0.67	0.73	1.31	1.61
<i>Intsia bijuga</i>	0.58	0.36	0.49	0.97
<i>Prosopis juliflora</i> <sup>b</sup>	poor	dead	poor	dead
<i>Fraxinus</i> spp. <sup>b</sup>	poor	dead	poor	dead

<sup>a</sup> Fertilized with 500 kg ha<sup>-1</sup> NPK (17:5:22) in Year 1.

<sup>b</sup> Exotic species.

(Evans y Turnbull 2004)

## Growth and efficiency of water use

Treatment	Biomass	Water Consumption
	Mg ha <sup>-1</sup>	L kg <sup>-1</sup>
Control	8	500
K fertilization	21	248

Tomado de Gonçalves y Laclau 2012

High precision of application

High operational yield



Tomado de Gonçalves y Laclau 2012



layer 0-20 cm

Clay Content (%)	P-resin ( $\text{mg kg}^{-1}$ )				Exchangeable K ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ )		
	0-2	3-5	6-8	> 8	0 – 0.08	0,09 – 0.18	> 0.18
	Rate of $\text{P}_2\text{O}_5$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				Rate of $\text{K}_2\text{O}$ ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		
< 15	40	40	10-20	10-20	100	40	10-20
15-35	50	40	30	10-20	120	60	10-20
> 35	70	50	30	10-20	120	60	10-20

Tomado de Gonçalves y Laclau 2012

Gonçalves et al. (2011)

## N fertilizer prescription

Soil layer 0-20 cm

<b>SOM</b> (g kg <sup>-1</sup> )	<b>Rate of N</b> (kg ha <sup>-1</sup> )
0 - 20	60
21 - 50	40
> 50	20

Tomado de Gonçalves y Laclau 2012

# Caracterización fenológica de sitios de la misma edad

## Zona Canal, Panamá



Tomado de  
Alvarado y Mata 2011

### **3.3. Fertilización a la siembra**

**1. Al fondo del hoyo**

**2. Dos golpes sobre el suelo**

**3. Sobre el suelo (semi-luna)**



### 3.3. Efecto de la fertilización al trasplante (1 año)



Sin fertilizante



Tomado de Alvarado y Mata 2011

Con fertilizante

# Control de malezas

## **Periodicidad**

“A ojo” y/o dependiendo de la disponibilidad de personal  
3 limpias el 1º año, 2 el 2º y 1 el 3º

## **Método**

Manual (chapeo, chapia): machete

Mecánico

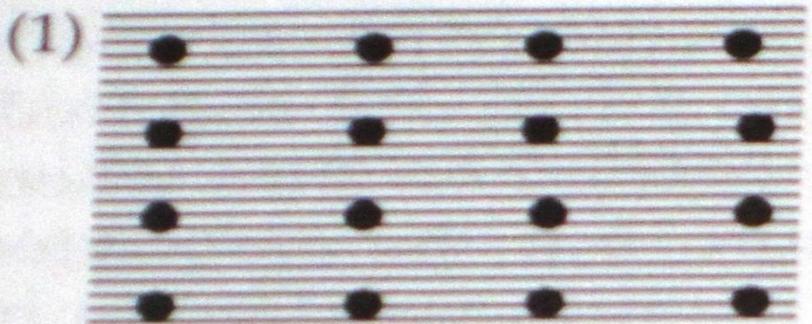
Químico (glifosato mezclado )

¿Fuego?

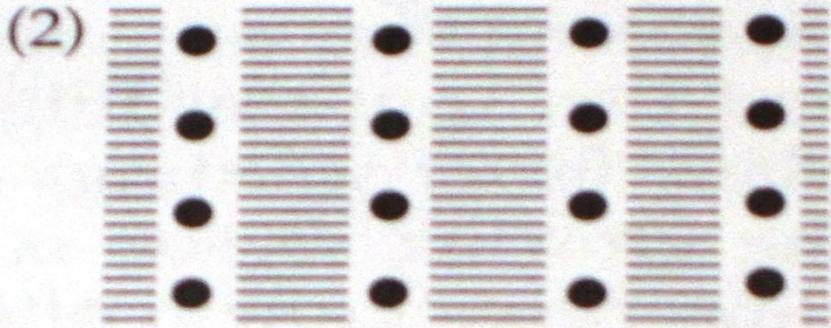
Altos costes

Posibilidad de reducir la frecuencia/intensidad (y los costes):

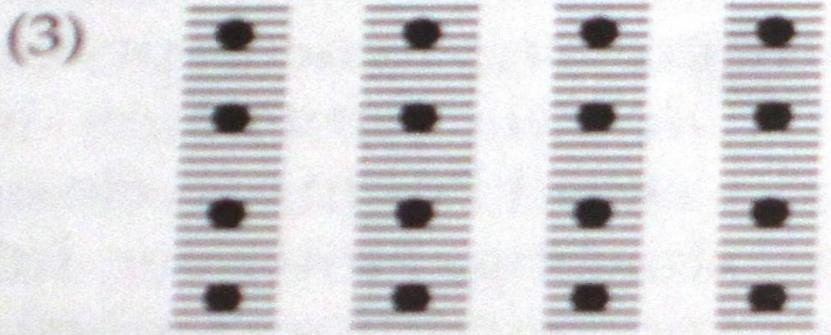
- Mejora del crecimiento por fertilización y/o mejora genética
- Planes de siembra combinados (Sist. Taungya y similares)



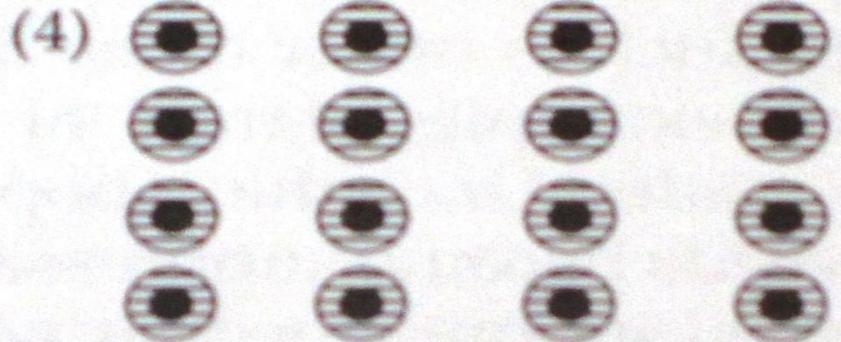
Complete



Strips and interrow cultivation



Line



Spot ringed

 Ground weeded

**Figure 13.5** The main weeding patterns.

(Evans y Turnbull 2004)

## Podas

Depende de las especies y la intensidad de la gestión

Sólo en los “árboles de porvenir”

Hasta los 10 m (en general), llegando a los 15 m en algunos casos



## Raleos (claras/clareos)

“A ojo” (cuando el técnico de la empresa lo considera)

Marcados por *consultores internacionales* de las empresas madres: reglas fijas

Área basimétrica: mantenerlo aprox. entre 15 – 20 m<sup>2</sup>

Porcentaje y número de individuos: 30 – 50%

Efecto borde

Comerciales y no comerciales (jóvenes)

Minimizar con otros sistemas de plantación (menor densidad)

150-200 árboles / ha hasta corta final



## Corta final

(5-6) 10 – 20 (25-30) años (hasta 60-80 en teca en India)



**Table 18.1** Rotations of maximum volume production for plantations (Evans y Turnbull 2004)

Species	Where grown	Rotation (years)	Notes
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Queensland, Australia	25–33	Thinned to limiting basal area 30 m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>
<i>Pinus patula</i>	Swaziland	14–17	Unthinned, planted at 2.74 m spacing
<i>Araucaria cunninghamii</i>	PNG	18–22	From plot data used for Figs 16.5 and 16.6
<i>Eucalyptus deglupta</i>	PNG	2–8	Determined by initial spacing
<i>Paraserianthes falcataria</i>	Philippines	2–3	Revilla (1974)
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	India	6–11	Sharma (1979), Kondas (1982)
<i>Tectona grandis</i>	Central America	10–22	Culminates earlier for first coppice crop
<i>Eucalyptus globulus</i>	Peru	18–19	Keogh (1980b)
<i>Gmelina arborea</i>	Nigeria	7–8	Rivadeneira and Cabrejo (1980) Akachuku (1981)

# REFERENCIAS

Bermejo I, Cañellas I, San Miguel A. 2004. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 189: 97-110

Evans J. 2009. *Planted Forests: Uses, Impacts and Sustainability*

Evans J, Turnbull JW. 2004. *Plantation Forestry in the Tropics*

FAO. 2009. *Situación de los bosques en el mundo*

FAO. 2010. *Forest Resources Assessment 2010*

Ladrach W. 2010. *Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtrópico*

Rojas F, Arias D, Moya R, Meza A, Murillo O, Arguedas M. 2004. *Manual para productores de Melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica*