

# Mejoramiento genético y retorno financiero



CONFERENCIA  
**FORESTAL**  
JUL 13 -14 **2023**

---

*Por: Rafael De La Torre, PhD*

ORGANIZAN



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# Mejoramiento genético y retorno financiero

*Rafael De La Torre, Ph.D.*

*Manager, Forest Planning and Analysis - ArborGen*

Medellín, 13 de Julio, 2023



# Agenda

- Conceptos básicos y distintivos de las finanzas forestales
- Criterios financieros para evaluar inversiones en bosques industriales
- Ejemplo de análisis marginal: ¿Cuándo el manejo silvicultural intensivo paga?
- Caso 1. Mejoramiento de *Eucalyptus urograndis* en Brasil
- Caso 2. Negocio verticalmente integrado para la industria de la pulpa en South África
- Caso 3. Mejoramiento del *Pinus tecunumanii* para la industria de la pulpa en Colombia
- Caso 4. Mejoramiento de *Pinus taeda* (loblolly) para múltiples productos en USA

# Panorama General → Big Picture

Valor: lo que tratamos de encontrar con el criterio apropiado

Dinero: que tan bien podemos asegurar los flujos de caja esperados?

$$PV = \frac{FC}{(1+i)^t}$$

Riesgo:Cuál es la tasa de descuento para ese activo en particular y su costo de oportunidad

Tiempo:Cuál es el período de inversión

# Valor Presente Neto: VPN

Suma de los ingresos descontados menos la suma de los costos descontados

$$VPN = \sum_{y=0}^n \frac{R_y}{(1+i)^y} - \sum_{y=0}^n \frac{C_y}{(1+i)^y}$$

Donde:  $R_y$  &  $C_y$  = Ingresos y costos en el año  $y$ ,  $i$  = tasa de descuento  $n$  = periodo de la inversión  
Regla de decisión: Si  $VPN \geq 0$ , se acepta la inversión



$$VPN = -190 - 45/(1+0.05) + 1000/(1+0.05)^{15} + 2400/(1+0.05)^{25} = \$957/ha$$

Además del VPN, también se usa: **VPS**, IAE, Plazo de amortización, **Tasa interna de retorno**, y Relación Beneficio/Costo

# Imagínese Usted en Alemania en Octubre de 1849...

1. Usted es un ingeniero forestal
2. Lee el artículo in Allgemeine Forst- und Jagd- Zeitung<sup>1</sup>

A través de los años la fórmula propuesta por M. Faustmann en este artículo ha llegado a ser el fundamento de cientos de investigaciones para determinar la rotación óptima de cosecha

## Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung.

Monat December 1849.

### Berechnung des Werthes, welchen

Waldboden, sowie noch nicht haubare Holz-  
bestände für die Waldwirthschaft besitzen.

Herr Oberförster v. Sehren hat in dem October-  
Hefte dieser Zeitung (Seite 361) seine Ansichten „über  
Beldwerthbestimmung des holzreinen Wald-  
bodens“ entwickelt, und hierauf sein Rechnungsverfahren  
gegründet; gleichzeitig forderte derselbe zu mehrseitiger  
Besprechung dieses wichtigen Gegenstandes auf. Da wir  
nun mit den Ansichten und dem Rechnungsverfahren des  
Herrn v. Sehren theils nicht ganz einverstanden sind,  
theils auch einer anderen Auffassung des Sachverhaltes  
wissenschaftliches Interesse und praktischen Werth beilegen  
zu dürfen glauben: so erlauben wir uns in Folgendem  
das obige Thema nach unseren Ansichten, mit Bezug-  
nahme auf diejenigen des Herrn v. Sehren, zu behan-  
deln. Wir bemerken aber von vornherein ausdrücklich,

ist das Verfahren selbst einfach, und seine Richtigkeit läßt  
sich durch verschiedene Proben erweisen. — Wir stützen  
uns auf das Zahlenbeispiel des Herrn v. Sehren, —  
rechnen aber mit Zinseszinsen, weil wir dies für das  
Richtigere halten.

Wir unterscheiden zum Zweck unserer Rechnung den  
ausgehenden und nachhaltigen Betrieb; bei jedem  
sodann, ob die Fläche holzleer oder bestanden ist,  
und hierbei endlich, ob sie als eine für sich best-  
ehende Betriebsklasse, oder als Theil einer  
anderen angesehen wird. Unter „Betriebsklasse“ oder  
verstehen wir eine Waldfläche, welche in einer und dersel-  
ben Betriebsart und Umtriebszeit steht, und daher beifals  
der Ertragsberechnung als einheitliches Ganzes betrachtet  
wird. Unsere hierher bezügliche Unterscheidung ist nöthig,  
weil sich der Geldwerth einer Betriebsklasse nicht im  
direkten Verhältnisse mit ihrer Vergrößerung oder Verklei-  
nerung zu ändern scheint. Ferner zwischen Flächen, welche  
gegründetlich holzleer oder bestanden sind, müssen wir

# Valor Potencial del Suelo - Valor Esperado del Suelo

Simplificando: VPS asume infinitas series de rotaciones de edad  $t$

$$VPS = \frac{S * Y_t + R * (1+i)^t - C(1+i)^t}{(1+i)^n - 1} - \frac{A}{i}$$

Donde :

- $S$  = Valor de la madera en pie
- $Y_t$  = Rendimiento al año  $t$
- $R$  = Ingresos de las entresacas
- $C$  = Costos de regeneración y otros costos
- $i$  = tasa de descuento
- $A$  = costos anuales administrativos e impuestos

## ¿Por qué Usamos el VPS?

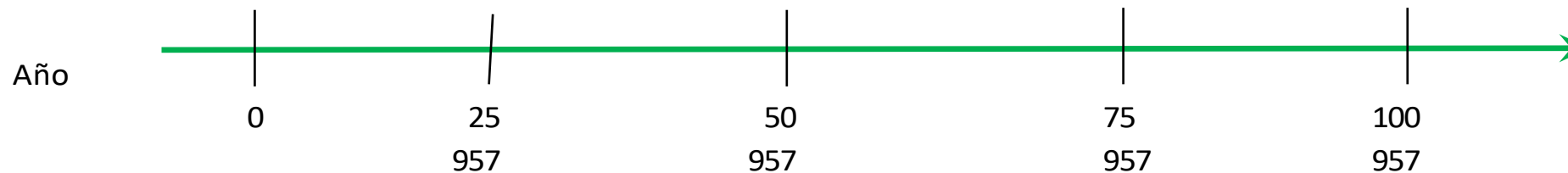
1. Permite la comparación de diferentes longitudes de rotación
2. Nos ayuda a ordenar las actividades de manejo de las inversiones forestales
3. Nos ayuda a determinar si hacer o no una inversión, o realizar una actividad silvícola
4. Nos ayuda a determinar la renta de la tierra y la “rotación óptima de cosecha”, la cual debería ser vista más como un plan que como un requerimiento absoluto (puede variar por los mercados, el clima, cambios de propiedad de los bosques, cambio de valor de la tierra, crecimiento más rápido o lento que el proyectado, etc...)

# Cálculo del Valor Potencial del Suelo



$$VPN = -190 - 45 / (1 + 0.05) + 1000 / (1 + 0.05)^{15} + 2400 / (1 + 0.05)^{25} = \$957/ha$$

$$VPS = VPN * (1 + 0.05)^{25} / (1 + 0.05)^{25} - 1 = \$1,358/ha$$



	Rotación		VPN (\$/ha)	Contribución al VPS	
T 1(0-25)	1	=	957	957	70%
T2 (0-50)	2	=	1,239	283	91%
T3 (0-75)	3	=	1,323	83	97%
T4 (0-100)	4	=	1,348	25	99%
T4 (0-125)	5	=	1,355	7	99.8%



# Metodología para calcular la tasa interna de retorno marginal en una inversión de tecnología forestal

$$1.6 \quad BLV_{UT,t1} = \frac{-R(1+i)^{t1} + SY_{t1}}{[(1+i)^{t1} - 1]}$$

$$1.7 \quad BLV_{T,t2} = \frac{-(R+C)(1+i)^{t2} + S(Y_{t2} + Y_{m,t1})}{[(1+i)^{t2} - 1]}$$

$$1.8 \quad \Delta BLV = \frac{-(R+C)(1+i)^{t2} + S(Y_{t2} + Y_{m,t2})}{[(1+i)^{t2} - 1]} - \frac{-R(1+i)^{t1} + SY_{t1}}{[(1+i)^{t1} - 1]}$$

$$1.9 \quad \frac{-(R+C)(1+i)^{t2} + S(Y_{t2} + Y_{m,t2})}{[(1+i)^{t2} - 1]} = \frac{-R(1+i)^{t1} + SY_{t1}}{[(1+i)^{t1} - 1]}$$

Clutter, M. C., M. Kane, B. Borders, P. Bettinger and J. Siry. 2006. [A Method for Calculating the Internal Rate of Return on Marginal Silvicultural Investments](#). PMRC Technical Report 2006-3. 11 pp.

# Aplicación: retorno marginal y punto de equilibrio de los costos de las plántulas OP-Elite que un reforestador estaría dispuesto a pagar

## Régimen Silvicultural

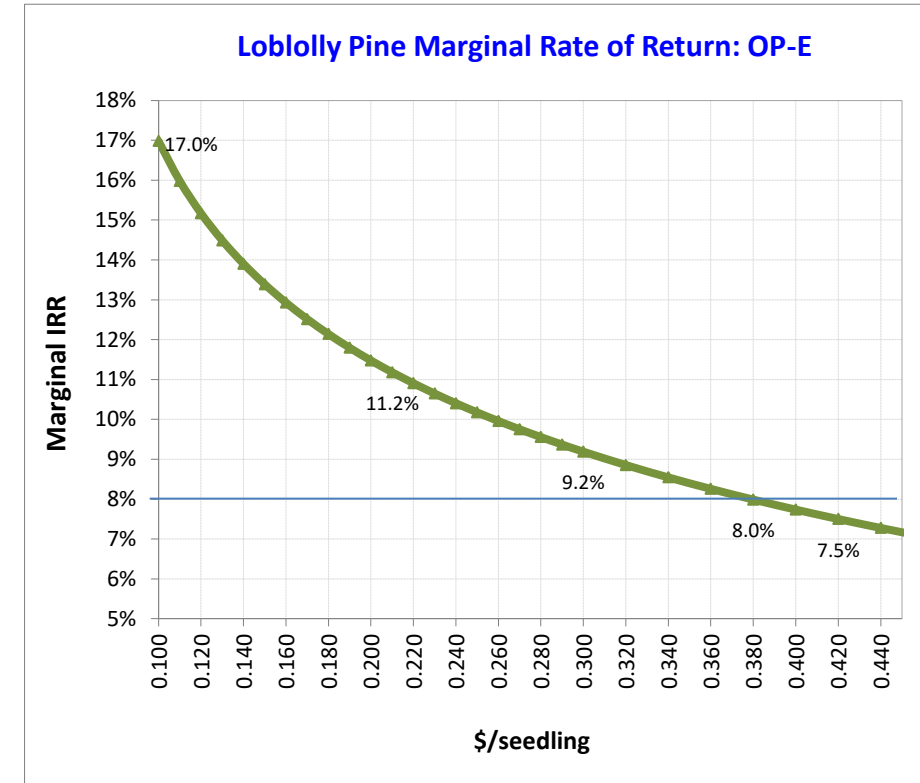
Sin Entresacas				Precio madera en pie \$/ton		
Preparación de sitio y plantación	1,000 US\$/ha			Pulpa	Aserrío -	Aserrío +
Arboles por Ha	1,236			8.4	20.9	36.6
Costo de plántulas	2da Gen	0.06\$/plántula	74.2	Tasa de descuento = 8.00%		
	OP-Elite	0.10\$/plántula	123.6	Ganancia en volumen = 20.0%		
	Extracosto (\$/ha)	49.4				

## Igual edad de rotación

	Rendimiento por producto (tons/ha)							
	2da Gen				OP-Elite			
	Edad	Pulpa	Aserrío -	Aserrío +	Edad	Pulpa	Aserrío -	Aserrío +
Cosecha final	26	200	125	175	26	204	165	231
	VPS1 =	\$430/ha			VPS2 =	\$830/ha		
	VPN1 =	\$372/ha	TIR1 =	9.2%	VPN2 =	\$717/ha	TIR2 =	10.1%
	Cambio en VPS =				\$399/ha			
	Cambio en VPN =				\$345/ha			
	TIR Marginal (VPS1 = VPS2) -->				TIR Marginal = 16.98%			

## Sobre una base incremental

Cambio en el costo de las plantulas	\$49/ha	\$/Plántula
Cambio en los ingresos	\$2,919/ha	Punto Equ.
Cambio en VPS	\$399/ha	0.38



# Agenda

- Conceptos básicos y distintivos de las finanzas forestales
- Criterios financieros para evaluar inversiones en bosques industriales
- Ejemplo de análisis marginal: ¿Cuándo el manejo silvicultural intensivo paga?
- Caso 1. Mejoramiento de *Eucalyptus urograndis* en Brasil
- Caso 2. . Negocio verticalmente integrado para la industria de la pulpa en South África
- Caso 3. Mejoramiento del *Pinus tecunumanii* para la industria de la pulpa en Colombia
- Caso 4. Mejoramiento de *Pinus taeda* (loblolly) para múltiples productos en USA

# Fuentes:

Caso 1: Lopez, J. 2015. *Economic Potential of Pine Hybrids: A Case Study for South Africa*. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University

Caso 2: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. *Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill*. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.

Caso 3: Lopez, J., R. De La Torre, F. Cubbage. 2010. *Effect of land prices, transportation costs, and site productivity on timber investment returns for pine plantations in Colombia*. *New Forests* 39:313–328

Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. *Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation*. *Forest Landowner Magazine*. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42.

Premium1: Aspinwall, M. J., S.E. McKeand, and J. S. King. 2012. *Carbon Sequestration from 40 Years of Planting Genetically Improved Loblolly Pine across the Southeast United States*. *Forest Science* 58(5). Pg. 446-456

Premium 2: Ahtikoski, A., R. Ahtikoski, M. Haapanen, J. Hynynen, and K. Kärkkäinen. 2020. *Economic Performance of Genetically Improved Reforestation Material in Joint Production of Timber and Carbon Sequestration: A Case Study from Finland*. *Forests* 11, 847; doi:10.3390/f11080847, [www.mdpi.com/journal/forests](http://www.mdpi.com/journal/forests)

Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.

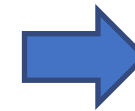
## ¿Cuál es el impacto económico de utilizar árboles con:

- **Bajo contenido de lignina**
- **Alta densidad de madera**
- **Alto Incremento medio anual**

Seleccionar los clones  
para evaluación



Desarrollar modelos  
de plantación



Desarrollar modelos  
de plantas de celulosa

Estudio previo de Gomide  
en la UFV

Las ventas de madera de la empresa  
forestal deberían dar el 12% de la TIR

Considera dos restricciones de producción:

1. **Capacidad de la caldera de recuperación**
2. **Capacidad de secado de pulpa**

Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.

## Selección los clones para evaluación

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Ave
MAI	52.90	46.00	47.00	45.40	33.90	40.00	43.90	39.50	46.10	50.00	44.47
% Lignin	30.5%	27.5%	30.6%	28.2%	30.1%	27.5%	29.2%	31.7%	27.8%	29.9%	29.3%
Density	0.51	0.47	0.48	0.47	0.49	0.51	0.50	0.48	0.49	0.50	0.49
Pulp Yield, %	47.5%	54.7%	50.7%	52.6%	48.1%	51.7%	49.5%	46.6%	51.5%	48.5%	50.1%

## No es obvio cuál Clon tiene el mayor valor económico

El clon B tiene el rendimiento de pulpa más alto, pero la densidad de madera más baja

El clon F tiene la densidad de madera más alta, pero un IMA bajo

El clon A tiene la tasa de crecimiento más alta pero un bajo rendimiento de pulpa

**Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.**

## **Desarrollo de los modelos de plantación**

Demanda de madera de las plantas de celulosa (toneladas secas/año)

Producción de madera (toneladas/año) determinada por dos factores

- Tasa de Crecimiento – IMA ( $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$ )
- Densidad –Toneladas Secas por  $\text{m}^3$

Costo de producción de madera:

- Preparación del sitio: \$1,200 por hectárea
- Cosecha: \$6.0/tonelada verde
- Transporte: \$5.0/tonelada verde + \$0.10/km/t
- Rotación: 7 años
- Precio de transferencia a la planta de celulosa: adecuado para proporcionar a la Compañía Forestal una Tasa Interna de Retorno del 12%

**Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.**

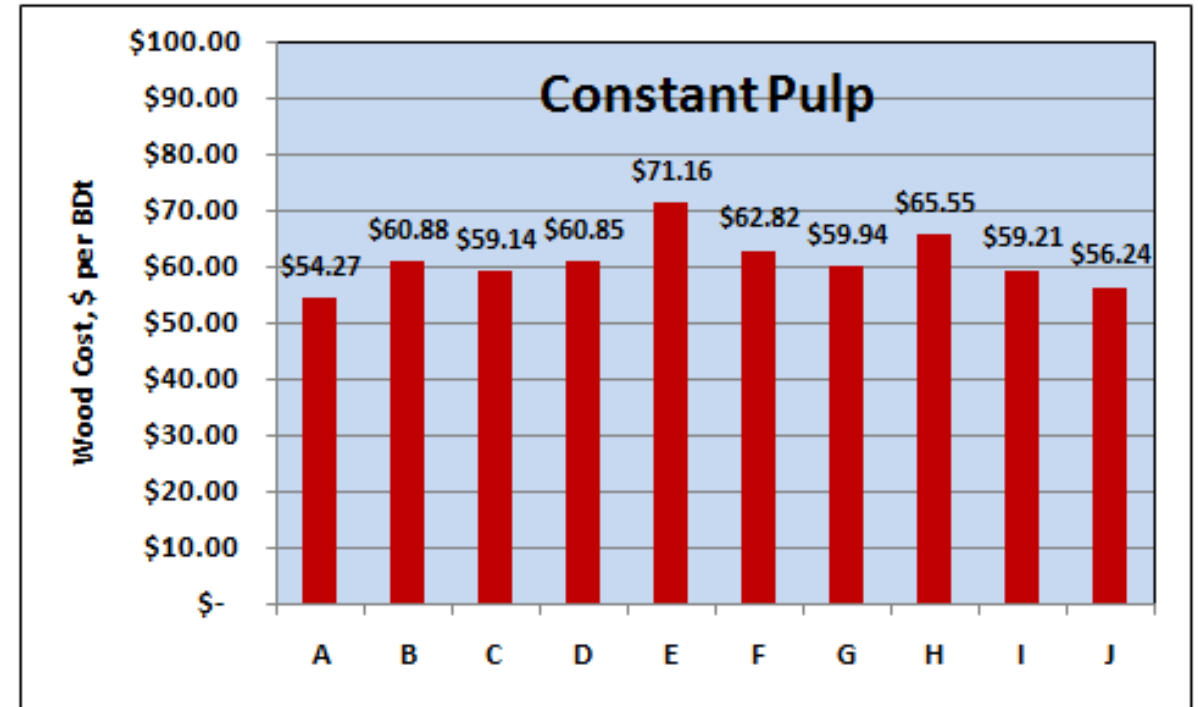
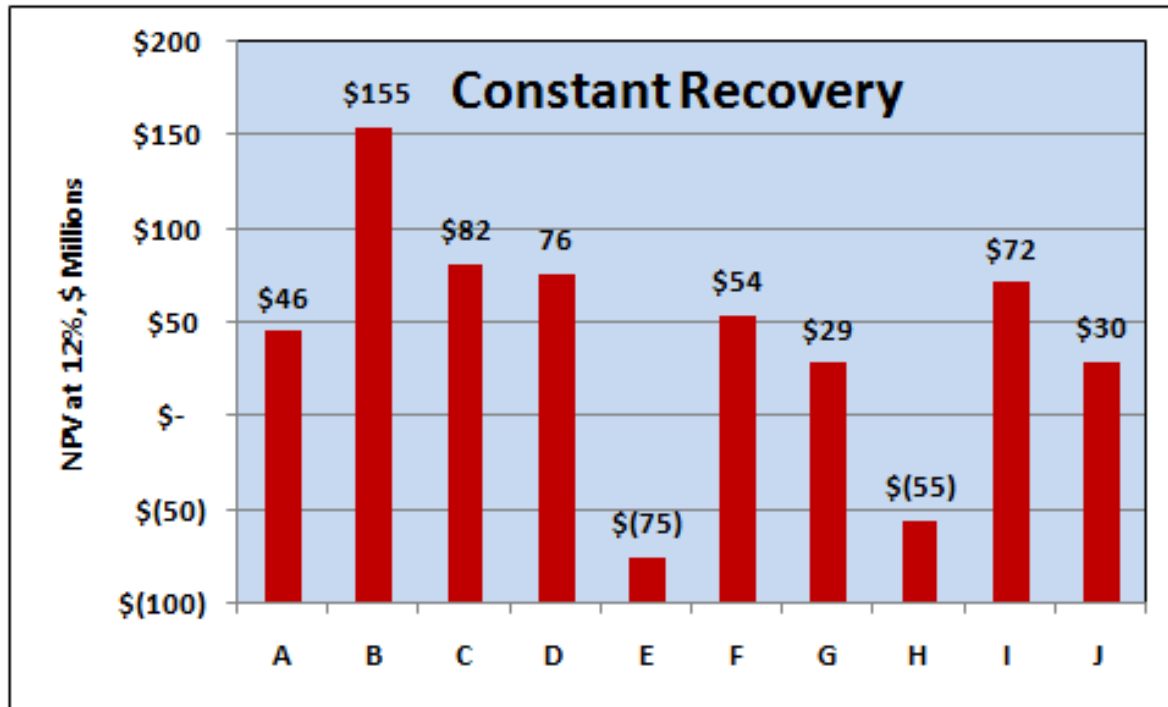
## **Desarrollo de los modelos de los molinos**

- Planta de Celulosa: 1 millón anual de toneladas de pulpa blanqueada de Eucalipto
  - Incluye la Inversión de Capital del molino
  - Mercado:
    - 70% a Europa Occidental y 30% a China
    - Precios de celulosa basados en precios reales y proyectados
- El molino papelerero compra madera a la compañía forestal proporcionando una TIR del 12% en el flujo de caja
- Todos los costos directos e indirectos de las plantas de celulosa se basan en los costos locales típicos de Brasil



Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.

## Resultados



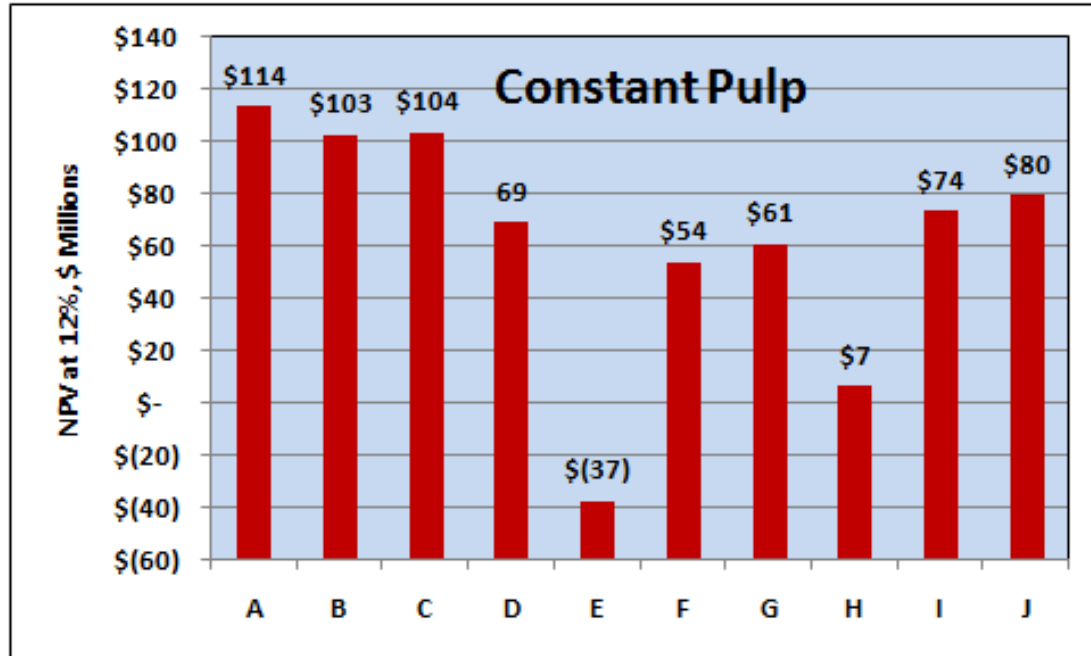
Clon B tuvo el rendimiento de pulpa más alto (54.7%) y el valor presente neto más alto (\$155/ha)

Clones E y H tuvieron el rendimiento de pulpa más bajo y el NPV más bajo

**Conclusión:** el contenido de lignina obviamente es importante, pero otros factores también pueden ser importantes

Caso 1: Lopez, J., J. L. Gomide., R. Phillips. 2009. Influence of eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. O PAPEL vol. 70, num. 07, pp. 53 – 71.

## Producción de continua de pulpa



Los clones A, J y C tienen el MAI más alto (>47 m<sup>3</sup>/ha/año), pero los clones A y C tienen el VPN más alto

Los clones E y H tienen el MAI más bajo, el costo de madera más alto y el NPV más bajo

**Conclusión:** MAI es el factor más importante donde el secado de pulpa es una restricción

Clasificación general basada en la suma de la TIR para tres escenarios El clon B es superior en general

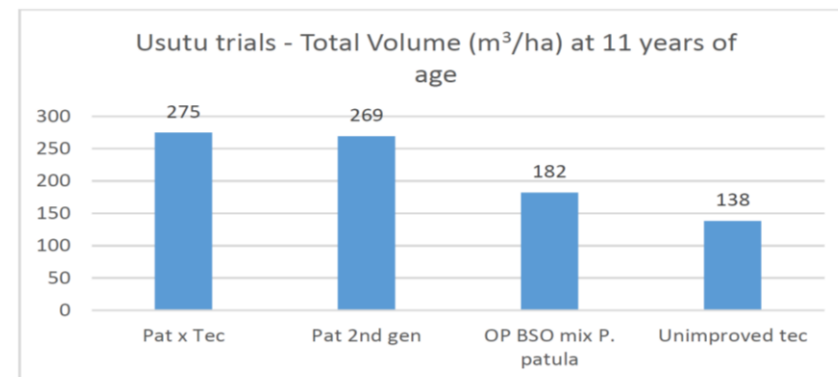
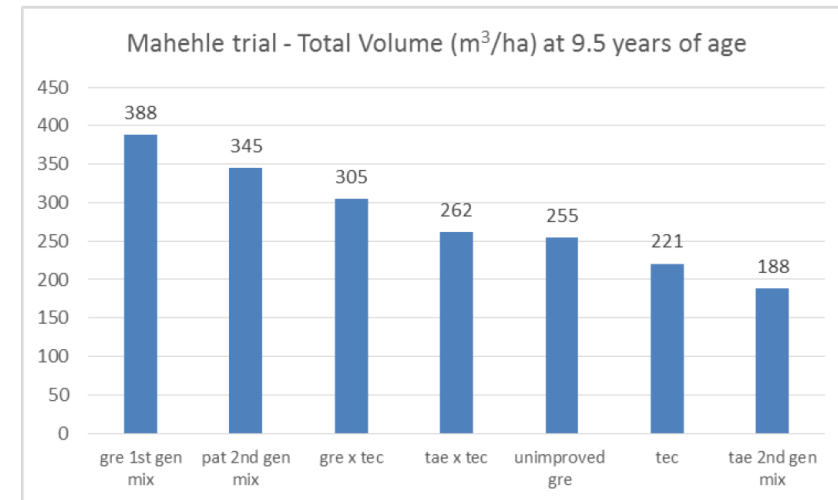
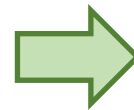
Clone	Total IRR	Recovery Boiler	Dryier
B	31.5	1	3
C	29.3	2	2
I	28.9	3	5
D	28.8	4	6
A	28.7	5	1
J	27.9	6	4
F	27.6	7	8
G	27.5	8	7
H	24.0	9	9
E	22.4	10	10

**Conclusión General:** una única propiedad clonal por sí sola no es lo suficientemente significativa para predecir la superioridad financiera del clon

## Caso 2: Lopez, J. 2015. Economic Potential of Pine Hybrids: A Case Study for South Africa. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University

### Capitulo 1: Descripción de los ensayos genéticos

Company	Trial	Taxa
Mondi	Pine hybrids	P. greggii 1st gen mix P. greggii not improved P. greggii x P. tecunumanii P. taeda x P. tecunumanii P. tecunumanii not improved P. patula 2nd gen mix
Mondi	Pinus taeda progeny	P. taeda 2nd gen
Sappi	Pine hybrids	P. patula 2nd gen mix P. patula OP BSO mix P. patula x P. tecunumanii
Sappi	Pinus tecunumanii progeny	P. tecunumanii not improved P. patula not improved



**Caso 2: Lopez, J. 2015. Economic Potential of Pine Hybrids: A Case Study for South Africa. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University**

**Resultados**

Table 1-2. Net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and optimal rotation age (ORA) for ten taxa of pines grown on two sites for pulpwood and sawtimber at 6% discount rate in South Africa.

Trial	Taxon	Optimal Rotation Age		NPV (6%)*		IRR (%)*	
		Pulpwood (PW)	Sawtimber (ST)	PW	ST	PW	ST
Usutu - Sappi	Patula OP BSO mix	14	17	(1,131)	6,540	3.3	14.7
	Patula 2 <sup>nd</sup> gen	14	17	982	10,424	7.9	17.2
	Pat x Tec	14	17	577	8,555	7.1	16.4
	Tec	14	17	(2,323)	3,916	(0.5)	12.1
Mahehle - Mondi	Commercial Greggii	14	17	1,960	15,692	9.4	20.2
	Improved Greggii	13	17	6,508	23,336	15.3	22.7
	Gre x Tec	14	17	3,424	19,791	11.4	22.2
	Tec	14	17	961	12,915	7.8	18.6
	Taeda	16	17	1,606	13,994	8.6	18.7
	Tae x Tec (from Tae)	16	17	4,323	21,525	11.7	22.2
	Tae x Tec (from Tec)	14	17	2,173	15,893	9.7	20.2
	Tec	14	17	961	12,915	7.8	18.6

Los resultados de los criterios financieros calculados en este proyecto se basaron únicamente en el aumento de volumen, no en las propiedades de la madera u otras características económicamente importantes.

## **Caso 2: Lopez, J. 2015. Economic Potential of Pine Hybrids: A Case Study for South Africa. Dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University**

### **Capitulo 1: Conclusiones**

El rendimiento en volumen del híbrido de pino P. taeda x P. tecunumanii demostró ser muy superior comparado con sus especies progenitoras en el ensayo de Mondi a la edad de 9.5 años.

El crecimiento del híbrido P. greggii x P. tecunumanii en el mismo ensayo fue intermedio entre las especies parentales

Los árboles madre de P. greggii para los cruces híbridos fueron los mismos que se usaron como control en el ensayo. Cuando se comparó con el control comercial de P. greggii, el híbrido fue 20% superior en crecimiento de volumen.

Los resultados de los ensayos de Sappi mostraron que P. patula x P. tecunumanii tuvo un crecimiento similar al mejor de los progenitores, la mezcla de segunda generación de P. patula.

En este caso, los árboles madre del híbrido fueron los mismos que se usaron para la producción de semillas del control de P. patula en el ensayo. En comparación con la mezcla de primera generación de P. patula, el híbrido fue un 51 % mayor en volumen a los 11 años de edad.

**Caso 3: Lopez, J., R. De La Torre, F. Cubbage. 2010. Efecto de los precios de la tierra, costos de transporte y productividad del sitio en los retornos financieros para plantaciones de pino en Colombia. New Forests 39:313–328**

**Supuestos para los cálculos de presupuesto de capital**

Costo de establecimiento y manejo de una hectárea típica de plantaciones de pino en Colombia

Esta investigación examinó la contribución de los costos de la tierra (4), la calidad del sitio (3), la distancia al aserradero (4) y la tasa de descuento sobre los rendimientos de la inversión forestal (3).

Actividad	Año 0	Año 1 a 19
Preparación del sitio	137	
Plantación	800	
Manejo		
Control de hormigas	32	296 (16 cada año)
Herbicida/control maleza	389	546 (años 1 & 2)
Entresaca pre-comercial		46 (año 5)
Poda		167 (año 5)
Vías y cercas	102	296 (16 Cada año) +61 (año 4, 9, y 14)
Control de incendios	16	16 (cada año)

Los datos incluyeron aclareos a los 10 y 15 años y una cosecha final a los 20 años

Los ingresos se obtuvieron de las ventas de madera cosechada y el incentivo económico típico del gobierno recibido por los cultivadores de árboles durante los primeros 5 años del proyecto.

Los sistemas de cosecha considerados en este análisis son una combinación de sistema de cosecha con cables, animal y manual con un costo que varió entre \$19 y \$23 por metro cúbico.

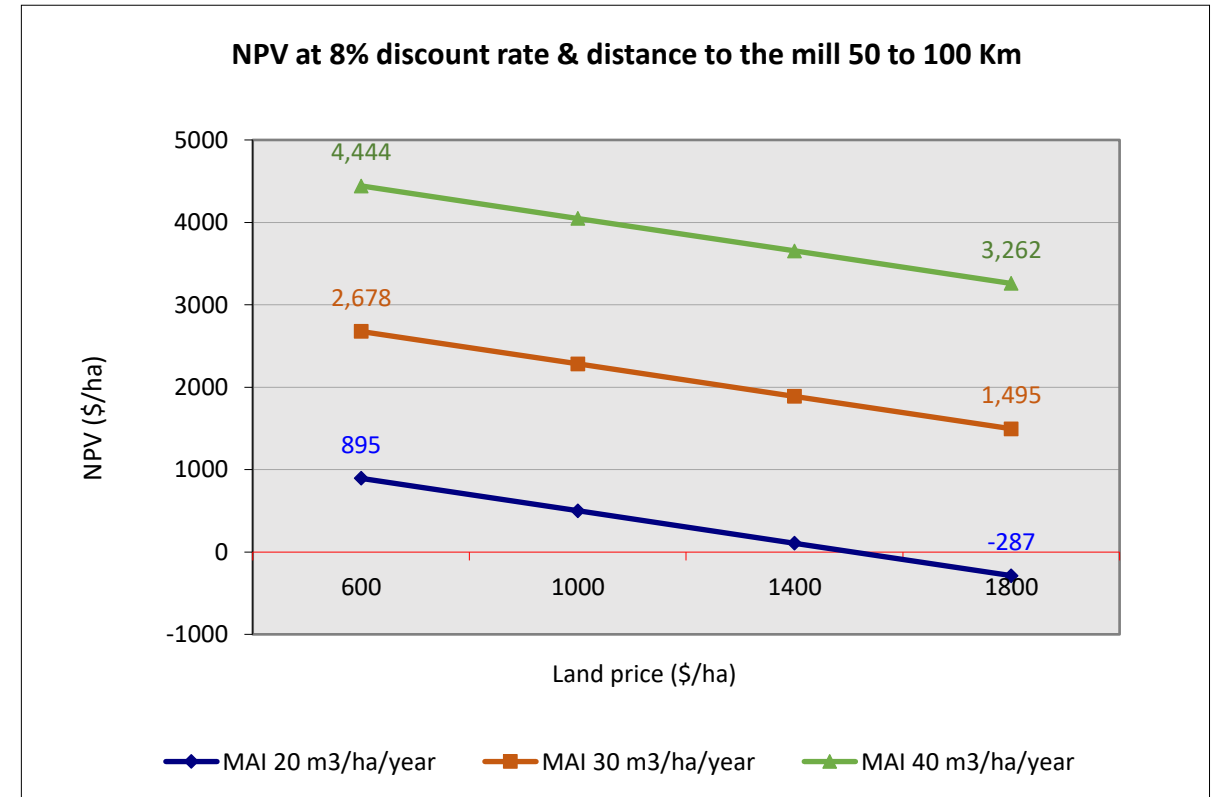
Los precios medios de la madera despachada al molino por metro cúbico fueron de \$33 para la madera para pulpa, \$74 para la madera a inmunizar y \$66 para la madera aserrada

Cuatro rangos de distancias de transporte: (1) 0-50 km, (2) 50-100 km, (3) 100-150 km, y (4) 150-200 km. Costos promedio de transporte del mercado de \$ 6.50, \$8.60, \$12.90 y \$14.20/m<sup>3</sup>.

**Caso 3: Lopez, J., R. De La Torre, F. Cubbage. 2010. Efecto de los precios de la tierra, costos de transporte y productividad del sitio en los retornos financieros para plantaciones de pino en Colombia. New Forests 39:313–328**

## Conclusiones

Land Price (\$/ha)	Mean Annual Increment (m3/ha/year)	Net Present Value at 8% discount rate (\$/ha)			
		Distance to the mill (Km)			
		0 - 50	50 - 100	100 - 150	150-200
600	20	1,127	895	421	278
	30	3,025	2,678	1,966	1,751
	40	4,906	4,444	3,498	3,212
1000	20	733	501	27	(116)
	30	2,631	2,283	1,572	1,357
	40	4,512	4,050	3,104	2,818
1400	20	338	107	(367)	(511)
	30	2,236	1,889	1,178	963
	40	4,118	3,656	2,710	2,424
1800	20	(56)	(287)	(761)	(905)
	30	1,842	1,495	784	569
	40	3,724	3,262	2,315	2,029



Importancia relativa de los factores que afectan el rendimiento de las inversiones en plantaciones forestales:

- **MAI/Calidad del sitio ~ 2-4 veces más importante que el precio de la tierra**
- **MAI/Calidad del sitio ~ 5 veces más importante que el costo del transporte**

**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

## **Pigeon Pond Study (1998, Berkeley Co., SC): Establecimiento, Registros de campo y análisis estadístico**

**Objetivos del estudio:**

**Comparar la mejor familia OP de primera generación con dos familias OP superiores del huerto de segunda generación y con MCP de las mismas familias**

**Diseño: bloques completos al azar con cinco niveles de un solo tratamiento (fuentes genéticas) y cuatro bloques**

**Muestreo: tamaño de parcela de 0.1018 a 0.1198 ac, 64 a 72 árboles**

**Checklot: familia AG-373 OP (mejor primera generación)**

**Plantación: dos familias MCP y tres Elite OP plantadas el 19 de enero de 1998**

**Material y muestreo, familias de pinos taeda (loblolly), Preparación química y mecánica, Distancia de plantación 7 x 10 (622 tpa) a raíz desnuda, Fertilización con N y P a los 5 años, IS reportado 78 pies a los 25 años, Dos entresacas: a) sistemática al año 5: ~300 tpa, b) operacional al año 12, meta de remover árboles defectuosos y dejar 150 tpa**



**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

## **Pigeon Pond Study (1998, Berkeley Co., SC): Establecimiento, Registros de campo y análisis estadístico**

**Objetivos del estudio:**

**Compare la mejor familia OP de primera generación con dos familias OP superiores del huerto de segunda generación y con MCP de las mismas familias**

**Diseño: bloques completos al azar con cinco niveles de un solo tratamiento (fuentes genéticas) y cuatro bloques**

**Muestreo: tamaño de parcela de 0.1018 a 0.1198 ac, 64 a 72 árboles**

**Checklot: familia AG-373 OP (mejor primera generación)**

**Plantación de las cinco fuentes genéticas: dos familias MCP y tres Elite OP plantadas enero de 1998**

**Material y mediciones: 5 familias de pinos taeda (loblolly), Preparación química y mecánica, Distancia de plantación 7 x 10 (622 tpa) a raíz desnuda, Fertilización con N y P a los 5 años, IS reportado 78 pies a los 25 años, Dos entresacas: a) sistemática al año 5: ~300 tpa, b) operacional al año 12, meta de remover árboles defectuosos y dejar 150 tpa. Mediciones de sobrevivencia y bianuales después del año 4.**

**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

## **Pigeon Pond Study (1998, Berkeley Co., SC): Establecimiento, Registros de campo y análisis estadístico**

**Objetivos del estudio:**

**Compare la mejor familia OP de primera generación con dos familias OP superiores del huerto de segunda generación y con MCP de las mismas familias**

**Diseño: bloques completos al azar con cinco niveles de un solo tratamiento (fuentes genéticas) y cuatro bloques**

**Muestreo: tamaño de parcela de 0.1018 a 0.1198 ac, 64 a 72 árboles**

**Checklot/control: familia AG-373 OP (mejor primera generación)**

**Plantación de las cinco fuentes genéticas: dos familias MCP y tres Elite OP plantadas enero de 1998**

**Material y mediciones: 5 familias de pinos taeda (loblolly), Preparación química y mecánica, Distancia de plantación 7 x 10 (622 tpa) a raíz desnuda, Fertilización con N y P a los 5 años, IS reportado 78 pies a los 25 años, Dos entresacas: a) sistemática al año 5: ~300 tpa, b) operacional al año 12, meta de remover árboles defectuosos y dejar 150 tpa. Mediciones de sobrevivencia y bianuales después del año 4.**

# Pigeon Pond Study

## Distribución especial

Border Rows																	
4	5	12	13	20	21	28	29	36	37	44	45	52	53	60	61	68	69
3	6	11	14	19	22	27											
2	7	10	15	18	23	26	31	34	39	42	47	50	55	58	63	66	71
1	8	9	16	17	24	25	32	33	40	41	48	49	56	57			
										B4 Plot 3 AGM-22 MCP							
										B4 Plot 2 AGM-29 MCP							
										B4 Plot 4 AG-175 OP							
										B4 Plot 5 AG-769 OP							
										B3 Plot 4 AG-175 OP							
										B3 Plot 3 AGM-22 MCP							
										B3 Plot 2 AGM-29 MCP							
										B2 Plot 2 AGM-29 MCP							
										B2 Plot 1 AG-373 OP							
										B2 Plot 5 AG-769 OP							
										B1 Plot 4 AG-175 OP							
										B1 Plot 3 AGM-22 MCP							
										B1 Plot 2 AGM-29 MCP							
										B1 Plot 1 AG-373 OP							
										B1 Plot 5 AG-769 OP							
										B1 Plot 4 AG-175 OP							

# Pigeon Pond Study

## después de la entresaca (año 12)

Border Rows																	
4	5	12	13	20	21	28	29	36	37	44	45	52	53	60	61	68	69
3	6	11	14	19	22	27											
2	7	10	15	18	23	26	31	34	39	42	47	50	55	58	63	66	71
1	8	9	16	17	24	25	32	33	40	41	48	49	56	57			
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							
										AG-769							
										AG-373							
										AGM-22							
										AGM-29							
										AG-175							

Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

**Análisis estadístico antes de la entresaca a los 12 años: Parámetros del rodal, respuestas a nivel de parcela**

Genotypes →	AGM-22	AGM-29	AG-769	AG-175	AG-373	Explained Variation	
						Genotype	Site
DBH	9.4	9.1	8.9	8.9	8.8		
Gain*	6.8%	3.4%	0.9%	0.5%	Check	+	++
Duncan	A	B, A	B	B	B		
HT	58.7	54.7	55.6	52.8	56.3		
Gain*	4.1%	-3.0%	-1.3%	-6.2%	Check	++	-
Duncan	A	B, C	B, C	C	B, A		
BA/ac	138.5	137.0	127.1	129.1	126.5		
Gain*	9.5%	8.3%	0.4%	2.1%	Check	-	++
Duncan	A	A	A	A	A		
GWob/ac	104.0	94.9	90.4	86.7	92.0		
Gain*	13.1%	3.1%	-1.8%	-5.8%	Check	+	++
Duncan	A	B, A	B	B	B, A		
GWob/tree	0.37	0.32	0.31	0.29	0.31		
Gain*	18.0%	1.3%	-0.1%	-6.2%	Check	++	+
Duncan	A	B	B	B	B		

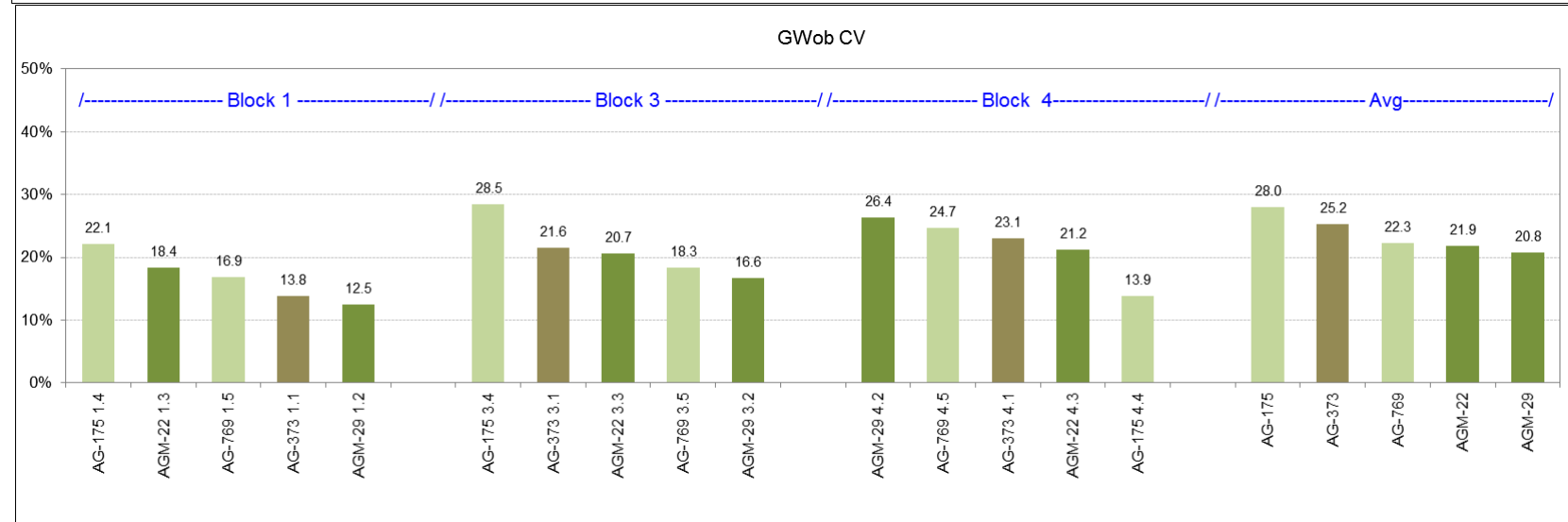
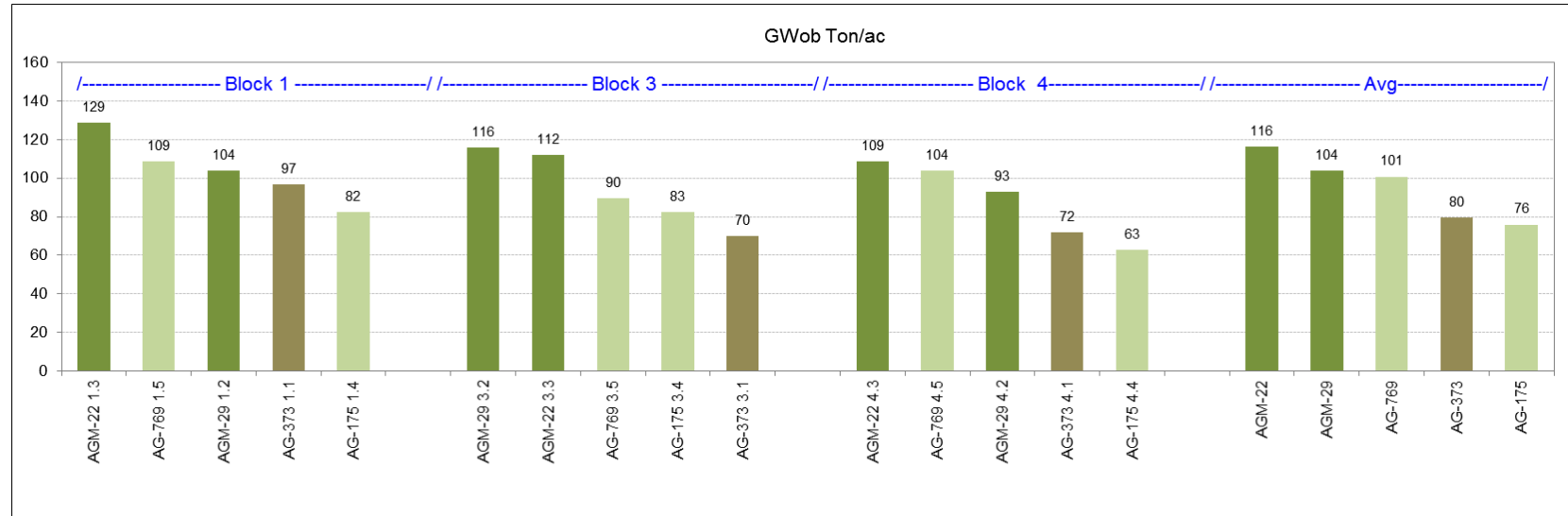
**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

**Análisis estadístico a los 20 años: Parámetros del rodal, respuestas a nivel de parcela**

Genotypes →	AGM-22	AGM-29	AG-769	AG-175	AG-373	Explained Variation	
						Genotype	Site
DBH	12.3	11.9	11.9	11.4	11.9		
Gain *	3.7%	0.0%	0.6%	-4.3%	Check	-	++
Tukey Grouping	A	A, B	A, B	B	A, B		
HT	80.9	76.7	78.5	74.5	73.8		
Gain *	9.6%	3.9%	6.3%	0.9%	Check	++	++
Tukey Grouping	A	A,B, C	A, B	B,C	C		
BA/ac	108.9	103.2	97.6	77.7	82.6		
Gain *	31.8%	24.9%	18.2%	-5.9%	Check	+	-
Tukey Grouping	A	A, B	A, B, C	C	B, C		
GWob/ac	116.4	104.1	100.8	76.0	79.7		
Gain *	46.2%	30.7%	26.6%	-4.6%	Check	++	-
Tukey Grouping	A	A, B	A, B	C	B, C		
GWob/tree	0.89	0.78	0.81	0.70	0.75		
Gain *	19.3%	4.6%	8.5%	-6.6%	Check	+	++
Tukey Grouping	A	A, B	A, B	B	A, B		
TPA at age 20	131	133	124	110	107		
Diff.	22%	24%	16%	3%	Check		

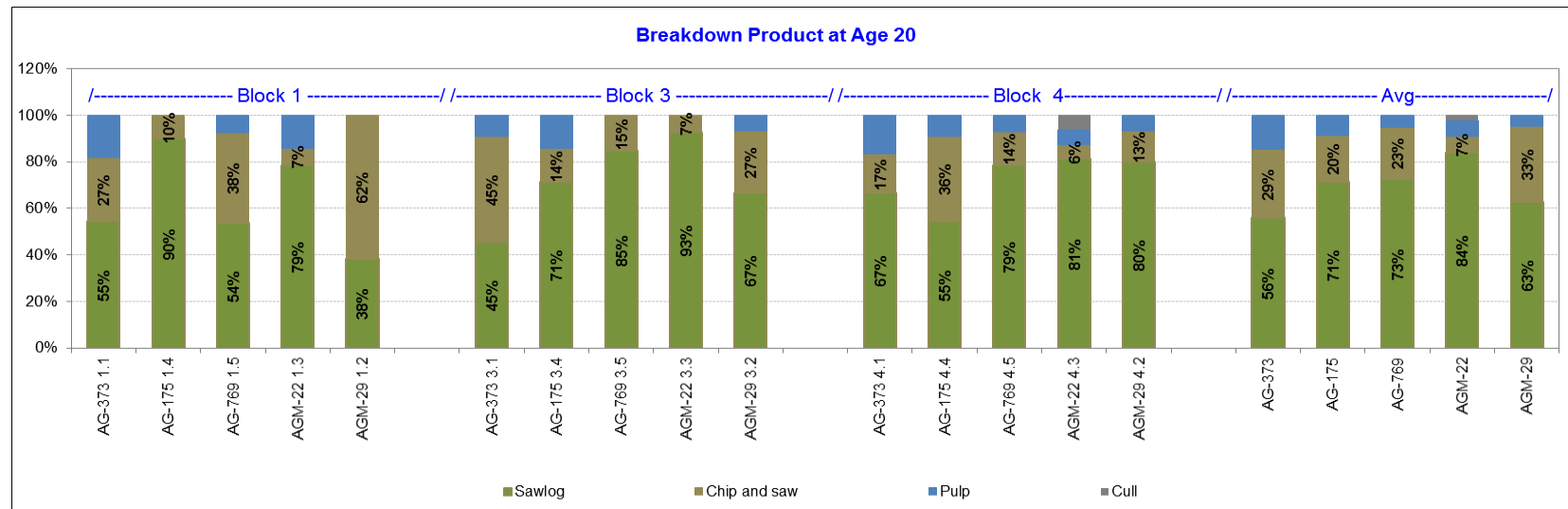
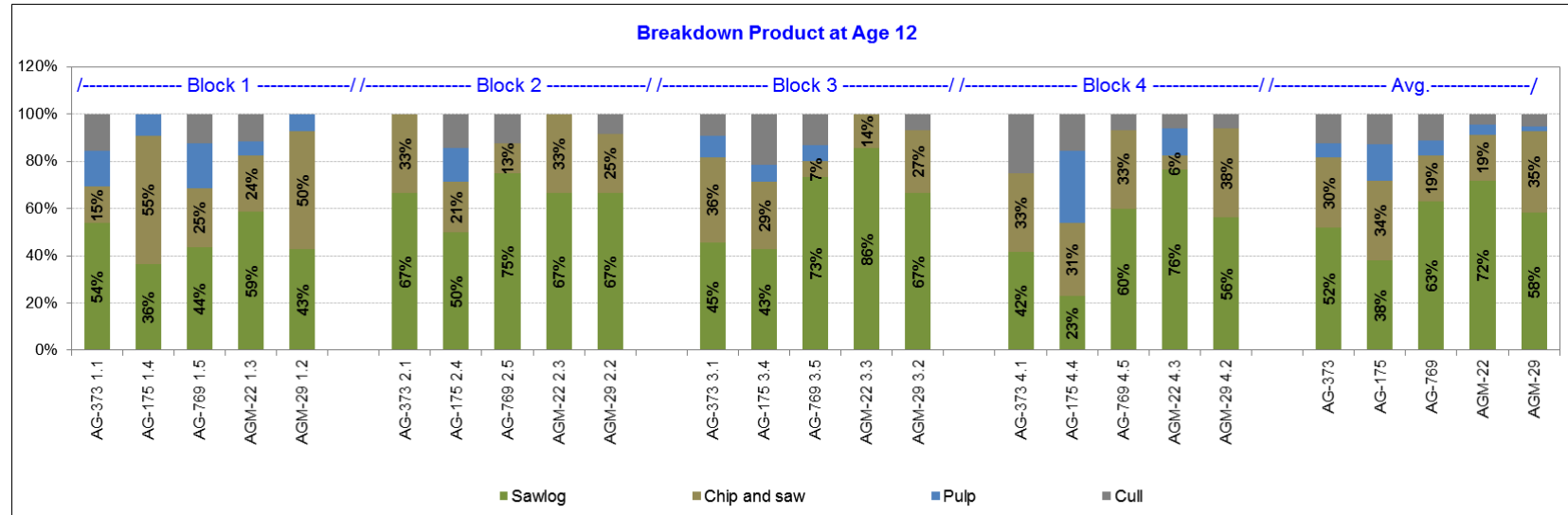
Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

Rendimientos por parcela de dos hermanos completos (Full-sibs, MCP), dos y medios hermanos (OP) durante 20 años



Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

Potencial de Aserrió (STP) a la edad de 12 y 20 años por parcela de dos hermanos completos (Full-sibs), dos y medios hermanos (OP) durante 20 años



Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

Árboles remanentes (TPA) en el año 20 después de las entresacas

Genotype	Area Acres	TPP Yr. 0	TPA Yr. 0	TPA Yr. 5	Thin Yr. 5	TPA Yr. 12	Thin Yr. 12	TPA Yr. 16	TPA Yr. 20**
AG-373	0.43	256	601	596	298	293	188	101	<b>107</b>
AG-769	0.32*	256	598	579	289	289	163	121	<b>124</b>
AG-175	0.42	256	611	594	298	296	172	115	<b>110</b>
AGM-22	0.44	264	595	583	295	282	146	126	<b>131</b>
AGM-29	0.32*	264	598	593	292	299	170	136	<b>133</b>
Total		1,296							

\* Adjusted area, \*\* Avg. TPA (Blocks: 1,3 and 4)



Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

## Prescripción silvicultural

### Método analítico del análisis de valor y configuraciones de escenarios

Year	Activity	AG-OP \$/acre	AG-MCP \$/acre
0	Chemical site prep	70	70
0	Mechanical site prep	86	86
0	Bareroot seedlings (605 tpa): OP-S:0.065 & MCP-E: 0.20	39	121
0	Hand planting avg. (\$0.08/seedling)	48	48
0	HWC band early	18	18
5	Pre-commercial thinning cost per acre (FLA, 2010 cost)	112	112
5	Juvenile fertilization: DAP - 125 lbs/ac (P: 20% & N: 18%)	43	43
5	Juvenile fertilization with Urea - 170 lbs/ac (N: 46%)	52	52
<b>T1-5</b>	<b>First thinning (every other row –no selection ~300 tpa)</b>		
<b>T2-12</b>	<b>Second thinning<sup>1</sup></b>		
T2+1	Fertilization with DAP - 125 lbs/ac (P: 20% & N: 18%)	-	-
T2+1	Fertilization with Urea - 275 lbs/ac (N: 46%)	-	-
T2+7	Fertilization with Urea - 325 lbs/ac (N: 46%)	-	-
<b>CC-25</b>	<b>Final Harvest</b>		
	Annual tax & administration costs	10	10
	Annual hunting lease	8	8

**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

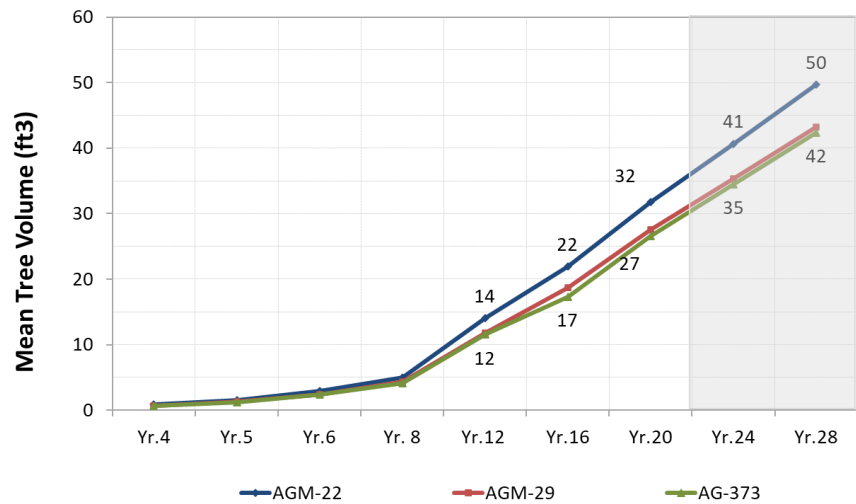
**Precios de la madera en pie (\$/ton) y especificaciones de productos**

<i>Market II , 2013 - 2017</i>	<i>Pole</i>	<i>ST</i>	<i>CNS</i>	<i>SP*</i>	<i>PW</i>
First Thinning (\$/ton)	-	-	-	-	-
Second Thinning (\$/ton, 2013)	52.2	25.4	16.2	-	9.7
Clearcut (\$/ton, 2017)	46.3	26.7	19.0	-	12.2
Min DBH (in)	12.5	12.5	8.5		4.5
Max DBH (in)	40.0	40.0	12.5		8.5
Min Top (in)	8.0	8.0	6.0		3.0

\* Superpulp (SP) = Canterwood = Micro-sawtimber, Pine Cull = Pulpwood Timber Price

**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

**Resumen de los productos y rendimientos observados y proyectados (t/a)**

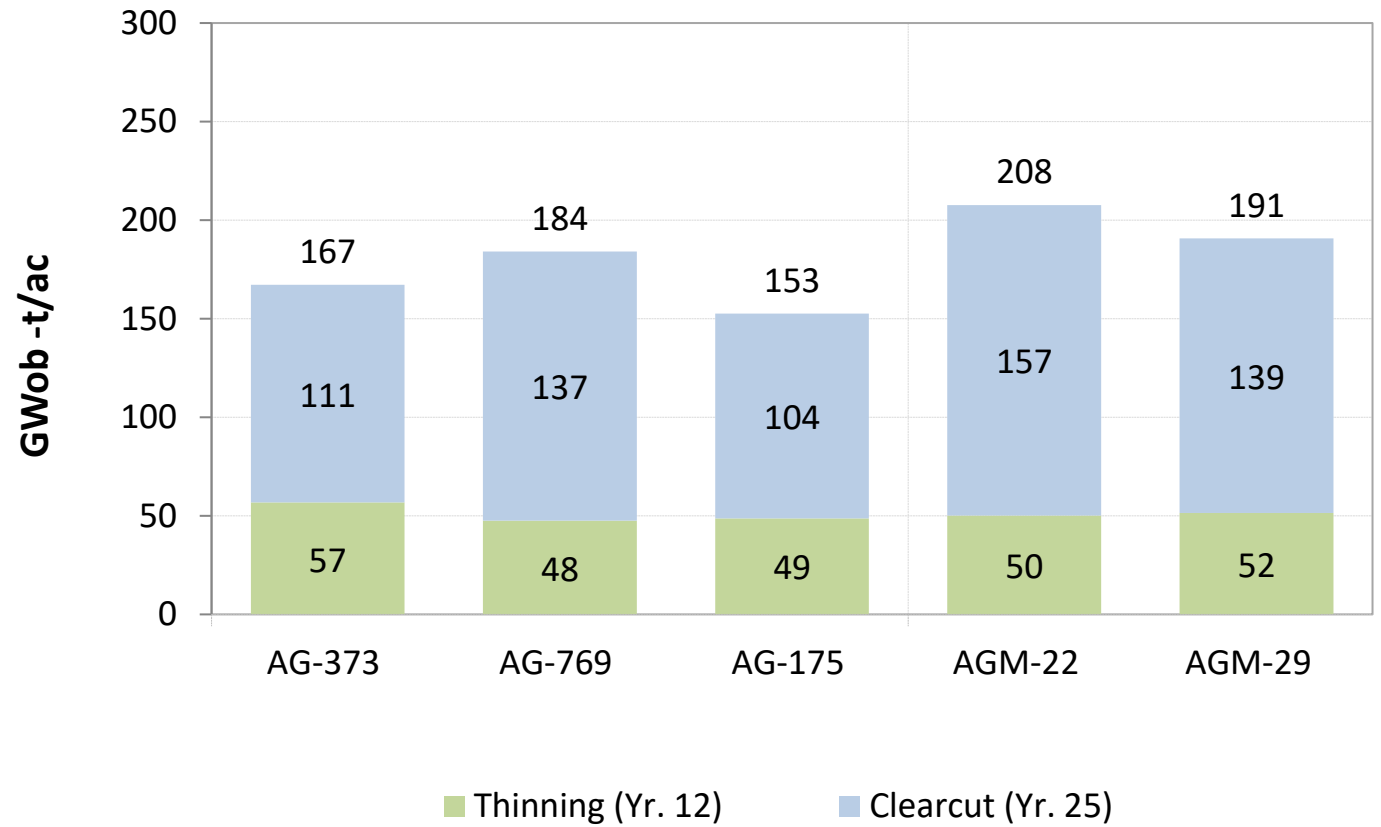


Genotype	Thinning (Yr. 12)				Final Harvest (Yr. 25)					Total Yield
	PW	CNS	Cull	Total	PW	CNS	ST	Poles	Total	
	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	t/ac	
AG-373	12	20	25	<b>57</b>	26	43	33	9	<b>111</b>	<b>167</b>
AG-769	15	24	8	<b>48</b>	19	65	41	11	<b>137</b>	<b>184</b>
AG-175	13	23	13	<b>49</b>	18	53	26	7	<b>104</b>	<b>153</b>
AGM-22	5	37	8	<b>50</b>	28	38	71	20	<b>157</b>	<b>208</b>
AGM-29	8	35	8	<b>52</b>	18	62	47	13	<b>139</b>	<b>191</b>

Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

**Ganancia en rendimientos, edad 25:  
Ganancias en peso verde sin corteza  
para plantaciones OP y MCP**

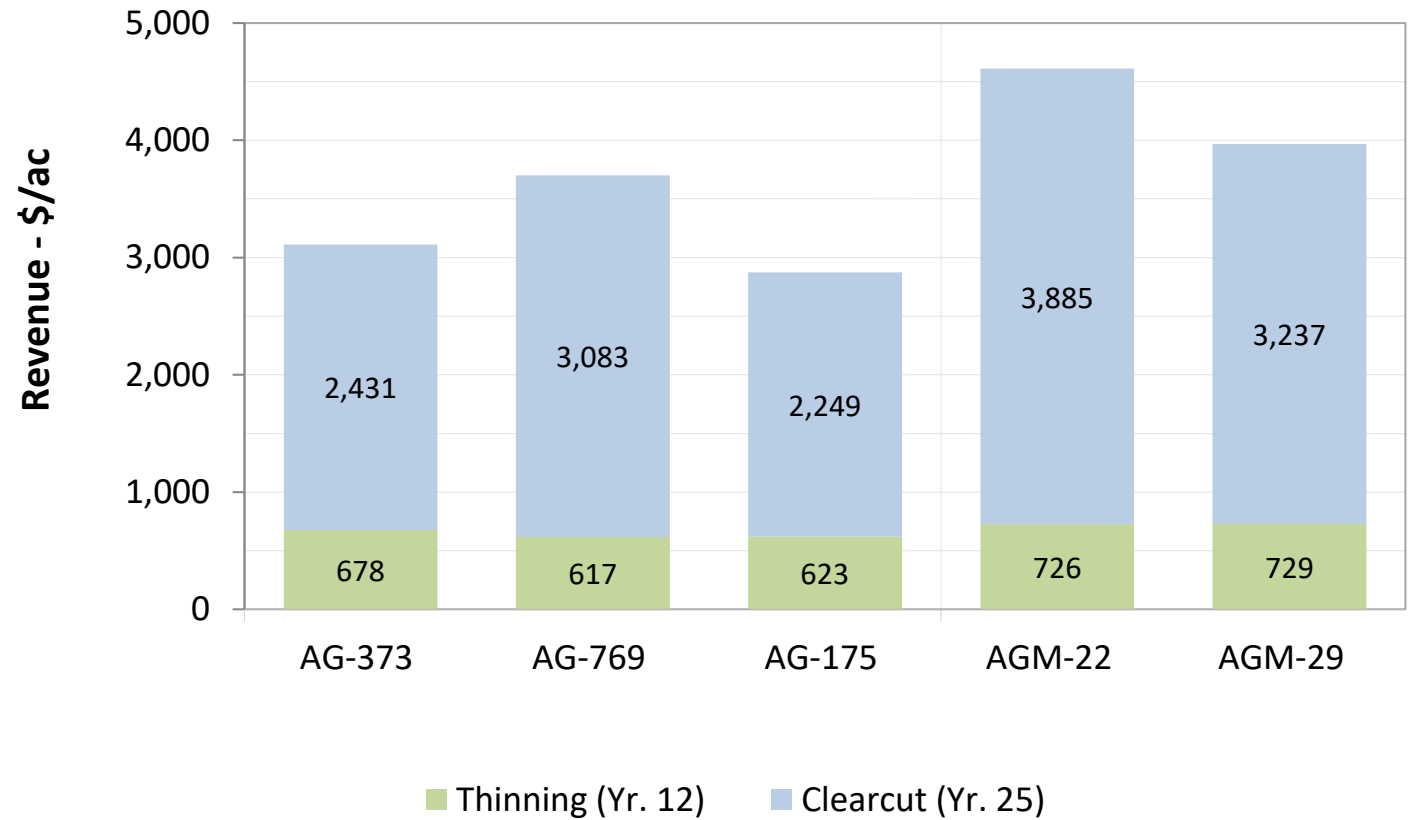
**AGM-22 tiene un rendimiento 24 %  
más alto en la cosecha final que las  
plantaciones de pino AG-373**



Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42

El aumento de los ingresos depende en gran medida del volumen y la calidad de la madera

Las plantaciones con AGM-22 tiene un 60 % más de ingresos en la cosecha final que AG-373

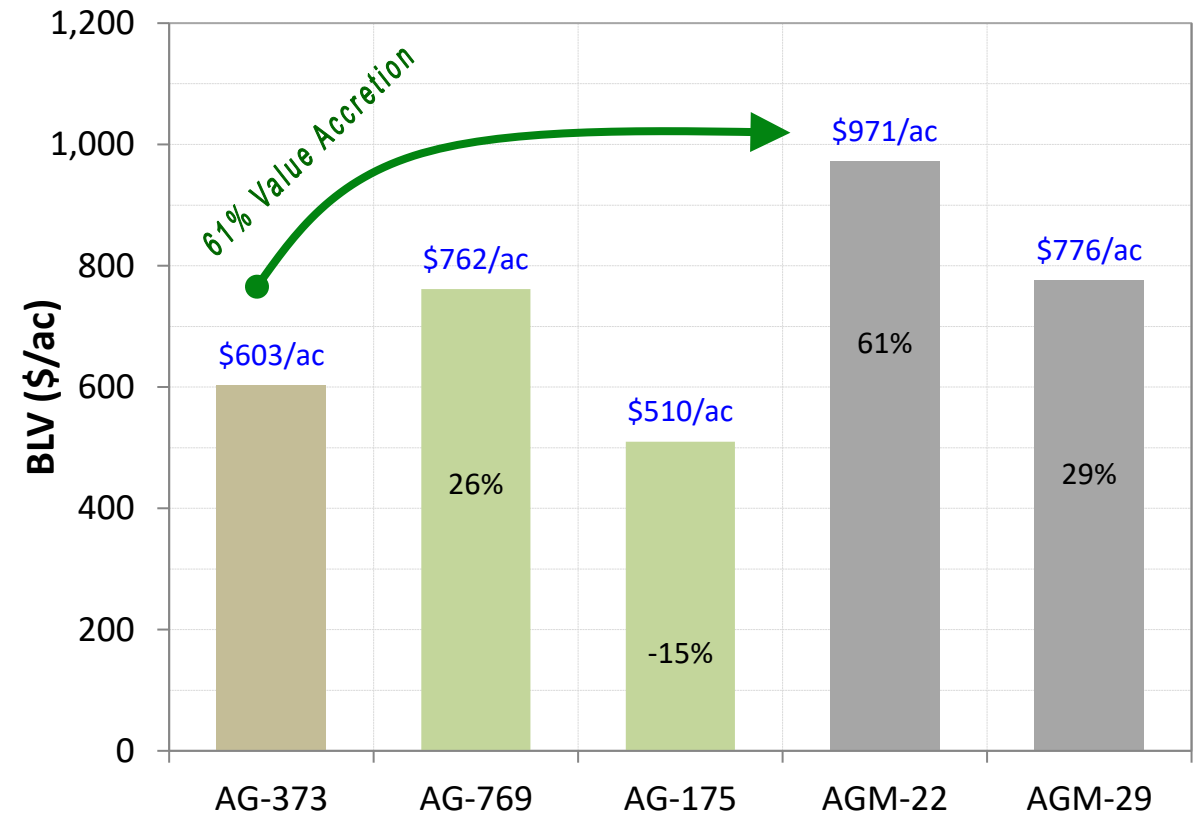


**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

**Resultados: Métrica financiera (\$/acre, %)**

Genotype	Revenue		BLV	NPV	IRR
	1 <sup>st</sup> Thinning \$/ac	Final Harvest \$/ac	\$/ac	\$/ac	%
AG-373	678	2,431	603	462	10.5%
AG-769	617	3,083	762	584	11.0%
AG-175	623	2,249	510	391	9.9%
AGM-22	726	3,885	971	745	11.2%
AGM-29	729	3,237	776	595	10.5%

**El mejoramiento de árboles esta justificado financieramente**



**Caso 4: De La Torre, R., W. P. Cumbie. 2018. Loblolly genetics: performance and value in a 20-year-old plantation. Forest Landowner Magazine. Sept-Oct. 2018. Pg. 37-42**

### **Conclusiones del estudio Pigeon Pond:**

La decisión es obvia, AGM-22 tiene un rendimiento financiero superior al de otras familias consideradas en este estudio.

Existen beneficios financieros superiores para el cultivo de plántulas MCP en comparación con las plántulas OP de segunda generación. Los resultados del análisis de optimización a nivel de rodal muestran que el aumento absoluto en el NPV/BLV es definitivamente mayor en las familias MCP (61% y 29%) que en la familia control OP.

Este estudio/análisis confirma que MCP puede crear valor adicional incluso cuando se considera solo la ganancia del crecimiento en volumen como determinante de valor.

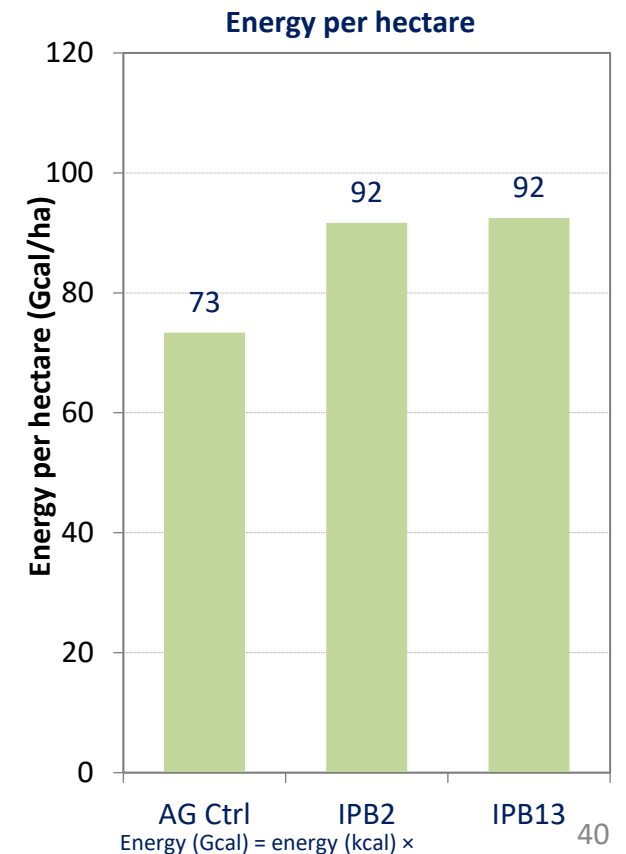
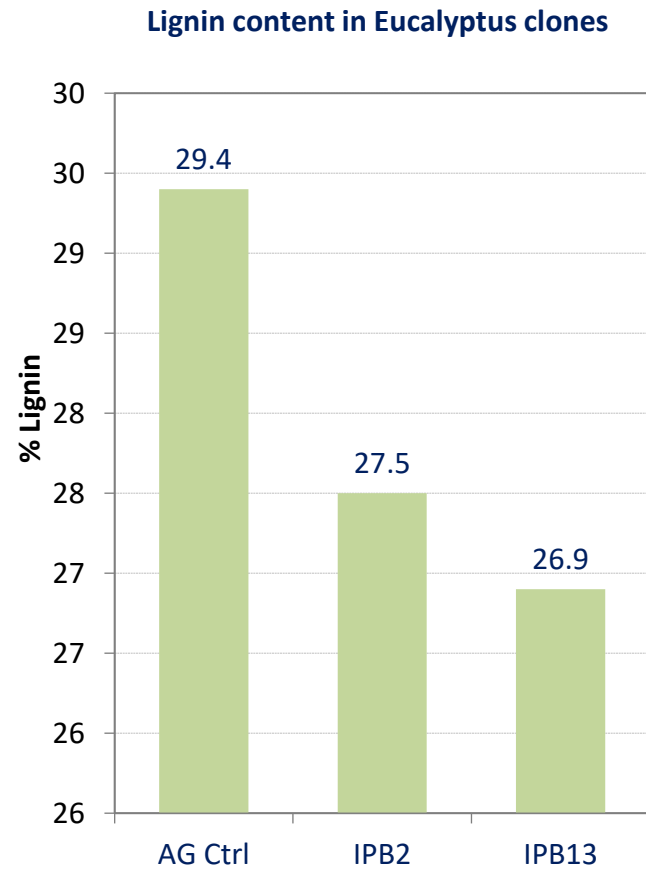
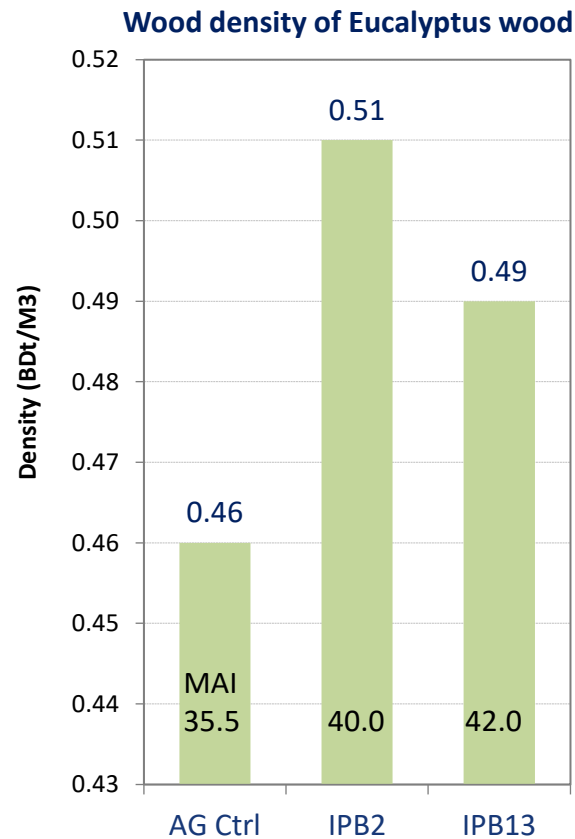
Cuando se considera la mejora del producto (calidad y rectitud para la clase de producto de mayor valor), se maximizan las ganancias de la inversión usando la mejor genética.

### **Conclusión General:**

La mejora genética de los pinos y eucaliptos se ha desarrollado durante más de 60 años. Ahora gran certeza podemos producir y desplegar comercialmente los mejores clones, familias y cruzar los mejores árboles élite desarrollados después de décadas de mejoramiento y pruebas de campo que mitigan la incertidumbre en las inversiones forestales.

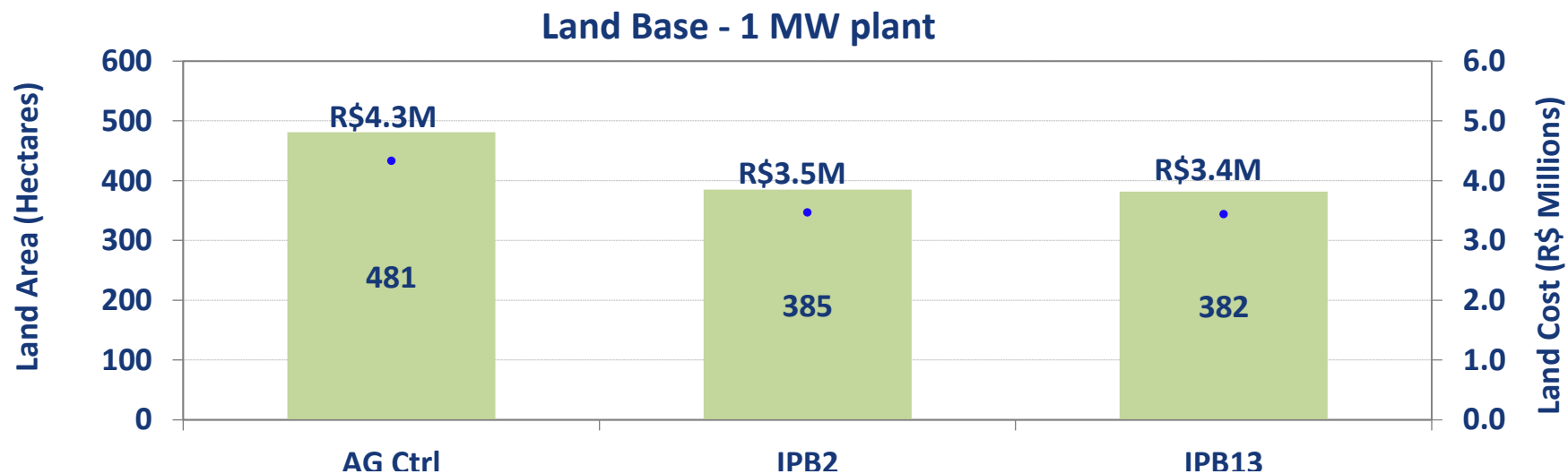
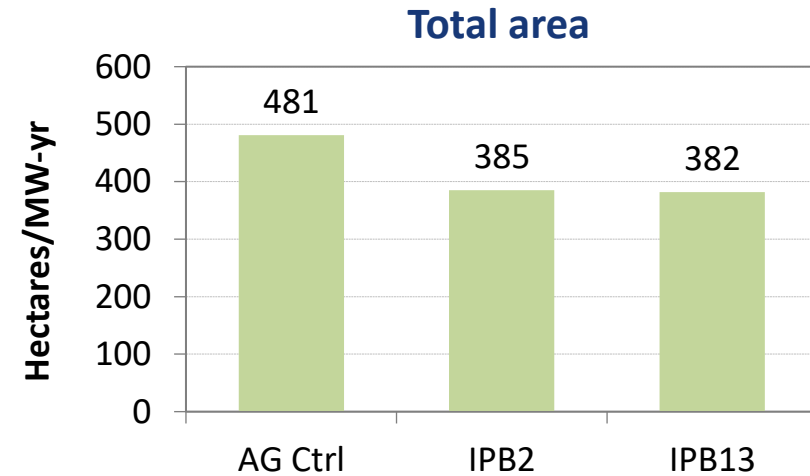
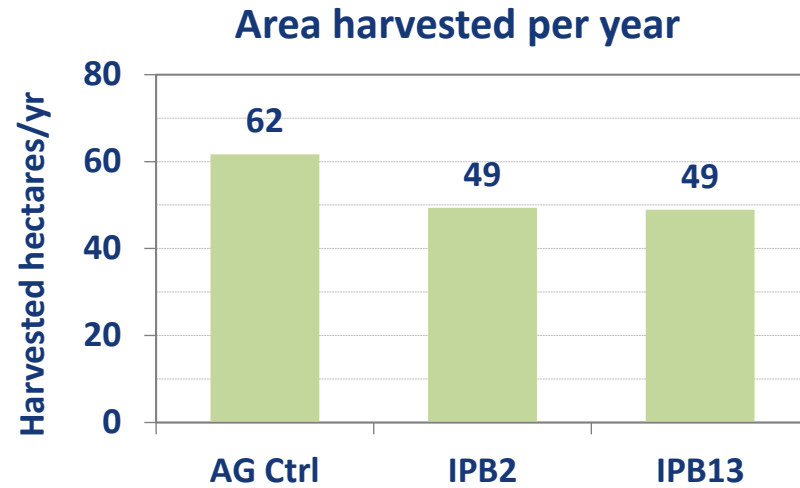
# Energía por Clon/Hectárea (RISI, Brasil, 2017)

1. La lignina es el componente más energético de la madera (Pereira, 2012)
2. El mayor potencial para mejorar la rentabilidad del molino proviene del aumento de la gravedad específica de la madera más que del aumento de las tasas de crecimiento biológico (Lowe et al., 1999)



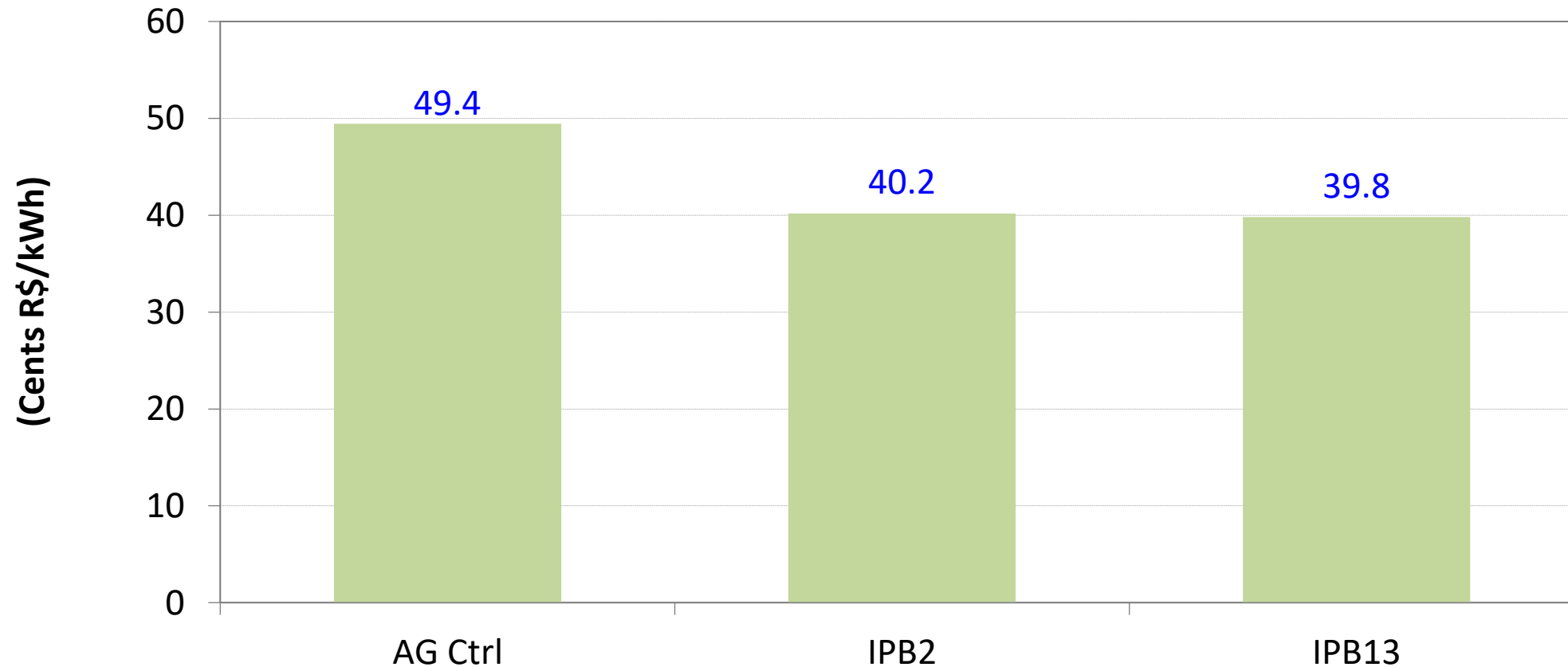


# Área Requerida en Función de una Planta Eléctrica Instalada de 1MW



# Costos de producción de energía

Contribución de la biomasa a los costes energéticos (incluida la renta del suelo, primer ciclo)



Cost of electricity per kWh: 44-91 R\$ cents per kilowatt hour (Ex. rate: 1 USD = R\$ 3.632)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity\\_pricing](https://en.wikipedia.org/wiki/Electricity_pricing), 2016

# Evaluación de la viabilidad económica y ambiental de la generación de electricidad a base de madera en América del Sur: Estudio de caso en la Orinoquia Colombiana

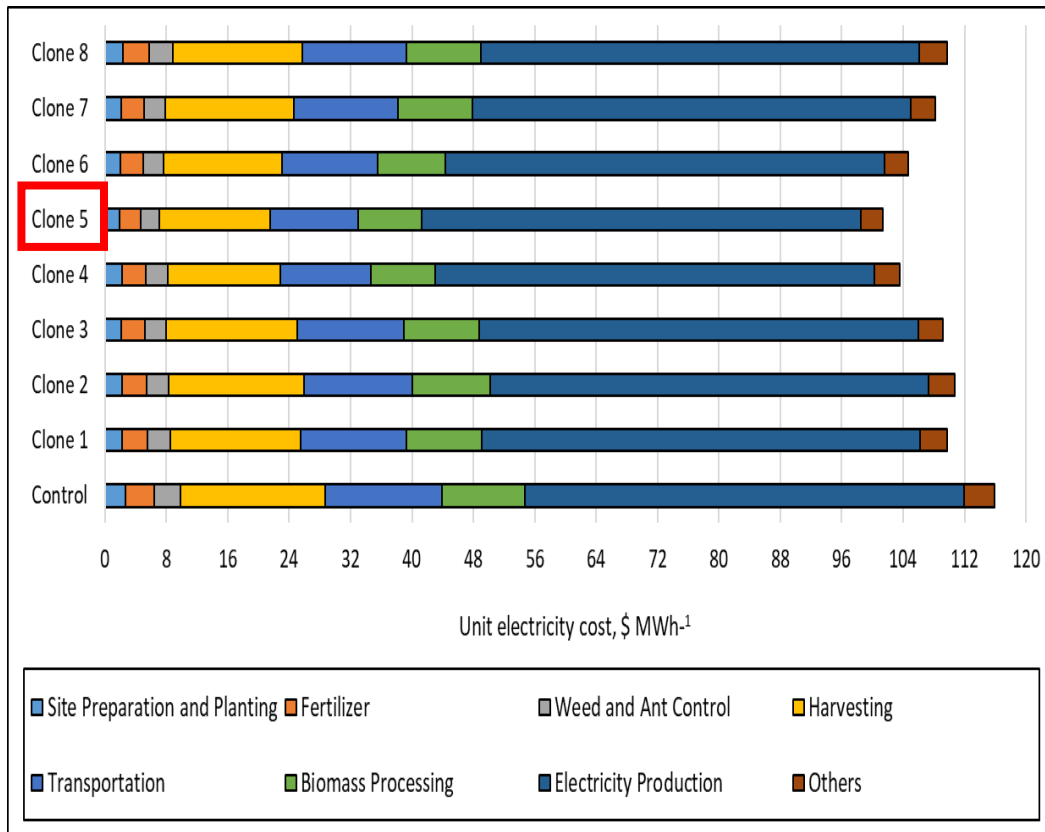
Origen de los datos:  
Estado de Maranhão, Brasil



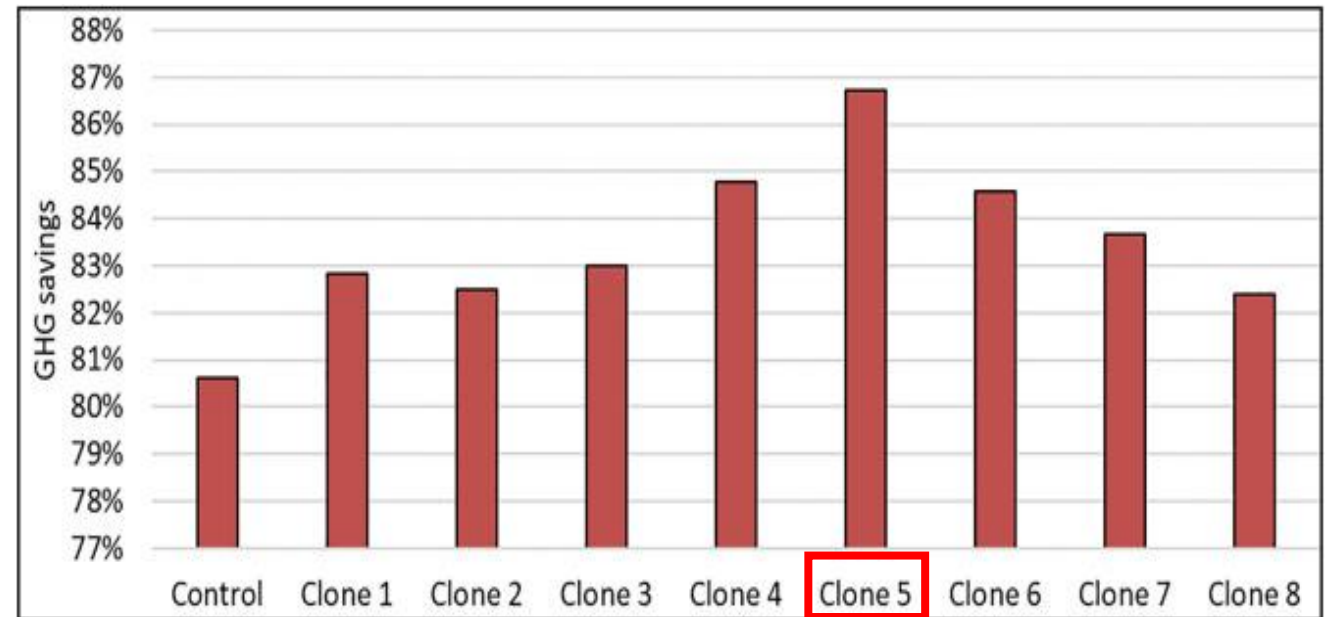
## Rendimiento y propiedades de los clones

	Control	Clone 1	Clone 2	Clone 3	Clone 4	Clone 5	Clone 6	Clone 7	Clone 8
<b>Specific Density</b>	0.454	0.51	0.49	0.495	0.57	0.573	0.569	0.549	0.48
<b>CV (MJ kg<sup>-1</sup>)</b>	12.2	12	12.1	12.3	12.5	12.7	11.9	11.3	12.9
<b>MAI, (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>)</b>	38	40	42	43	36.2	40	40	43.3	37.1
<b>Yield @6, (t ha<sup>-1</sup>)</b>	226	238	249	255	211	238	238	255	226
<b>Yield @12, (t ha<sup>-1</sup>)</b>	203	214	226	229	190	214	214	229	203
<b>Total Yield, (t ha<sup>-1</sup>)</b>	429	452	475	484	401	452	452	484	429

# Costo Unitario de Producción de Electricidad



# Ahorro relativo de GEI en comparación con el diesel



# El Negocio Forestal: Plante el árbol correcto, en el sitio adecuado, para el mercado objetivo<sup>1</sup>

¿Preguntas?

