

Mejoramiento genético y retorno financiero

Por Juan Luis López



CONFERENCIA
FORESTAL
JUL 13 -14 **2023**

ORGANIZAN



Mejoramiento genético y retorno financiero

Por: Juan Luis López

Agenda

Introducción

- Importancia de las finanzas en forestal y el mejoramiento genético
- Conceptos básicos de finanzas
- Trabajos de investigación

Modelo financiero de un programa de mejoramiento genético con teca

Costo del retraso de 5 años en el establecimiento de un huerto semillero clonal de pino en Sudáfrica

Influencia del crecimiento de los árboles y las propiedades de la madera en el desempeño financiero de una planta de pulpa en

Negocio de plantaciones forestales

Características

- Inversión de largo plazo
- Inventario (árboles creciendo en el campo)
- El valor de la tierra
- Agotamiento
- Incentivos
 - Impuestos
 - Subsidios



Negocio de plantaciones forestales

Características

- Riesgos bióticos y abióticos
- Riesgos del mercado
 - Diversificación del portafolio
 - Precio de la madera
 - Mercado infinito cuando se incluye la madera para la producción de energía
 - Secuestro de carbono (sustituto para el acero, el concreto, el plástico y otros)
- Riesgo del país

Análisis financiero en proyectos forestales

- Estudios de factibilidad de inversiones en plantaciones e industria
- Planeación estratégica en la industria forestal (diferentes escenarios de negocios)
- Calendarios de cosecha en plantaciones forestales (simulación u optimización)
- Evaluación de los beneficios financieros de las actividades dentro de un programa de mejoramiento genético

Conceptos básicos de finanzas

Enfoque en manejo de proyectos

- Análisis de flujo de caja
 - Tasas de interés
 - Real, Nominal, Tasa de descuento, TIR.
 - Criterios financieros
 - VPN, TIR, B/C, Valor esperado de la tierra
 - Análisis de sensibilidad
 - EBIDTA

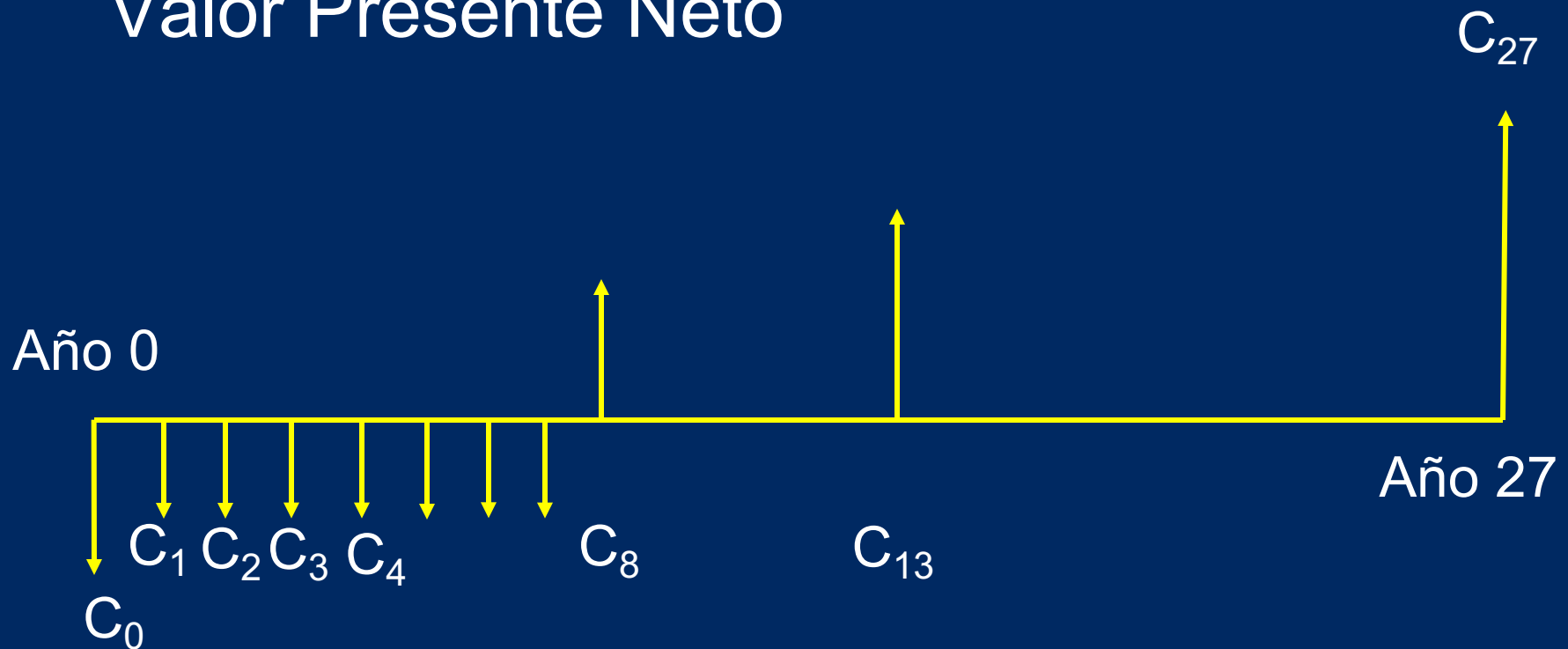
TIR & VPN



TIR = 10%

$$VF = VP(1+i)^n \quad \text{o} \quad VP = VF/(1+i)^n$$

Valor Presente Neto



$$VF = VP(1+i)^n \quad \text{o} \quad VP = VF/(1+i)^n$$

Luego,

$$VPN = C_0 + C_1/(1+i) + C_2/(1+i)^2 + C_3/(1+i)^3 + C_4/(1+i)^4 + \dots + C_{27}/(1+i)^{27}$$

Donde C es el ingreso neto proyectado en un período

Análisis del flujo de caja

14	Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Scenario 1											
16	Clonal Seed Orchard Costs											
17	Establishment	135,000										
18	Maintenance		33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
19	Total CSO costs	135,000	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
45	Cost/ha for 24 stands	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991
47	Total P & M Costs 1500 has	1500	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158
48	Total Revenues 1500 has		187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000
49	Net Income		53,577,842	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092
50	NPV Scenario 1 (2016)	\$663,922,025										
51	Scenario 2											
52	Clonal Seed Orchard Costs											
53	Establishment						135,000					
54	Maintenance							33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
55	Total CSO costs	0	0	0	0	0	135,000	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
81	Cost/ha for 24 stands	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991
83	Total P & M Costs 1500 has	1500	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158
84	Total Revenues 1500 has		187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000
85	Net Income		53,712,842	53,712,842	53,712,842	53,712,842	53,577,842	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092
86	NPV Scenario 2 (2021)	\$659,838,691										
87	Difference in NPV in Rands	\$4,083,334										
88	Difference in US\$	302,469										

Sheet1

Sheet2

Sheet3



Ready



Type here to search



Internal Rate of Return (IRR)



Investigación inicial en análisis financiero del MGF

- Perry & Wang 1958. *P. taeda* 2.0% volume increment at 25 years justifies improved seed production.
- Davis 1967. *P. taeda* in the US South 2.5 - 4.0% yield gain over not improved seeds to justify the investment on CSO.
- Carlisle & Teich 1971. Spruce in Canada 2.0 – 5.0% yield gain to justify the investment on improved seeds.
- Laarman & Dvorak 1986. Tropical pines from 450 - 1500 ha to plant/year.
- Hamilton 1988. *Gmelina arborea* in Costa Rica 125 ha to plant/year.
- McKenney 1991 *Picea mariana* & *P. banksiana* 500 - 1500 ha to plant/year.
- Rilly & Nickles 1977. Improved *P. caribaea* in Australia 14 – 19% IRR.
- Fins & Moore 1985. Improved Western Larch in North Idaho profitable at 4 – 5% discount rates.
- Talbert, Weir, Arnold 1985. Improved *P. taeda* in the US South IRR 17 – 19% after taxes.
- Borralho, Cotterill , Kanowski (1993) Breeding objectives for pulp production of *Eucalyptus globulus* under different industrial cost structures. Can J Forest Res 23:648–656.

Investigación más reciente sobre finanzas del MGF

- McKeand, Abt, Allen, Li, and Catts 2006. What are the Best Loblolly Pine Genotypes Worth to Landowners? *Journal of Forestry*, 2006: 352-358.
- McKeand Steve 2019. The Evolution of a Seedling Market for Genetically Improved Loblolly Pine in the Southern United States. *J of Forestry*, 2019: 293-301.
- Lopez, Gomide and Phillips 2009. Influence of Eucalyptus wood properties on the financial performance of a modeled Brazilian pulp mill. *O PAPEL*, July 2009.
- Lopez, Abt, Dvorak, Hodge, Phillips 2018. Tree breeding model to assess financial performance of pine hybrids and pure species: deterministic and stochastic approaches for South Africa. *New Forests*, 2018. 49: 123-142.
- De La Torre, Cumbie and Johnson 2013. Advanced genetics delivers added value to forest plantations in a mid-rotation aged Loblolly Pine plantation. *Forest Land Owner* (Sep-Oct. 2013).
- Dougherty Derek 2007. Improved Returns on ForestLands. A Financial Analysis of MCP and Varietal Seedlings on Private Land in the Southeastern United States. *Forest Land Owner* (May-June 2007).
- Salas 2018. Clonal variation of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden in Colombia. NCSU thesis, Raleigh, North Carolina, 2018.

Modelo financiero de un programa de mejoramiento genético con teca



Plantación comercial de teca 7 años de edad en Guatemala

Modelo financiero

Rentabilidad basada en ganancia en volumen

No incluye ganancias en

- Propiedades de la madera
- Tolerancia a enfermedades
- Tolerancia a pestes
- Tolerancia a la sequía



Supuestos del modelo y datos de entrada

- Tasa de interés real (sin inflación)
- Sin impuestos
- Sin subsidios
- Comparación
 - Proyecto sin mejoramiento
 - Proyecto con mejoramiento
- Edad derotación: 20 años
- Empieza desde que se inicia la plantación

Supuestos del modelo y datos de entrada

- Régimen de manejo
 - 1^{er} raleo a los 5 años (sin utilidades)
 - 2^{do} raleo a los 11 años con utilidades (53 m³/ha)
 - Cosecha final al año 20 (174 m³/ha)
- Incremento medio anual: 12 m³/ha/año

Supuestos del modelo y datos de entrada

- Densidad: 1.100 arb/ha
- Podas: 3, 6 & 12 años
- Fertilización: 1, 2 & 4 años (NPK & NPK+Bo)
- Preparación de sitio mecanizada
- Control de competencia permanente, especialmente en los 4 primeros años
- Otros costos: protección & administración



Diferencias entre los dos proyectos

Proyecto sin Mejoramiento

- Sin ensayos genéticos
- Sin ensayos de clones
- Sin ganancia genética
- Menos diversidad genética
- Mayor riesgo
- Sin personal de investigación
- Más baja inversión (\$)
- Menos rentable

Proyecto con Mejoramiento

- Con ensayos genéticos
- Con ensayos de clones
- Con ganancia genética
- Más diversidad genética
- Menor riesgo
- Con personal de investigación
- Mayor inversión (\$)
- Más rentable

Supuestos del modelo y datos de entrada

- Flujo de caja para 2 rotaciones (40 años)
- Costos 1^{er} año (Prep & plant) = US\$1610/ha
- Costos de mantenimiento (2 a 20 años) \approx US\$200/ha/año
- Costos de cosecha = US\$42/m³
- Madera vendida al lado de la vía en la finca
 - Precio de la madera:
 - Segundo aclareo \$130/m³
 - Corta final: \$250/m³

Supuestos del modelo y datos de entrada

Ensayos genéticos en campo	No. de familias	Area (ha)	Costos establecimiento (\$/ha)	Costos de mantenimiento (\$/ha/año)
Ensayos 1ra gen	300	22	2,000	450
Ensayos 2 ^{nda} gen	130	14	2,000	450
Huerto semillero	100	10	3,000	550
Ensayos de clones	Muchos clones	16	2,000	450

- Ganancia en volumen de madera con ensayos genéticos: 75% en 40 años
- De 12 m³/ha/año a 21 m³/ha/año en 40 años

Salidas del modelo

- Area mínima de plantación anual para justificar un programa de mejoramiento genético con Camcore
- Valor presente neto (VPN) a diferentes tasas de descuento y tasa interna de retorno (TIR)
- Sensibilidad del VPN a diferentes variables

Salidas del modelo

IMA (m ³ /ha/año)	Tasa de descuento (%)	Area mínima de plantación anual para justificar el PMG con Camcore (Ha)	Area Total del Proyecto en 20 años (Ha)
12	8	230	4,600
	10	338	6,760
	12	493	9,860

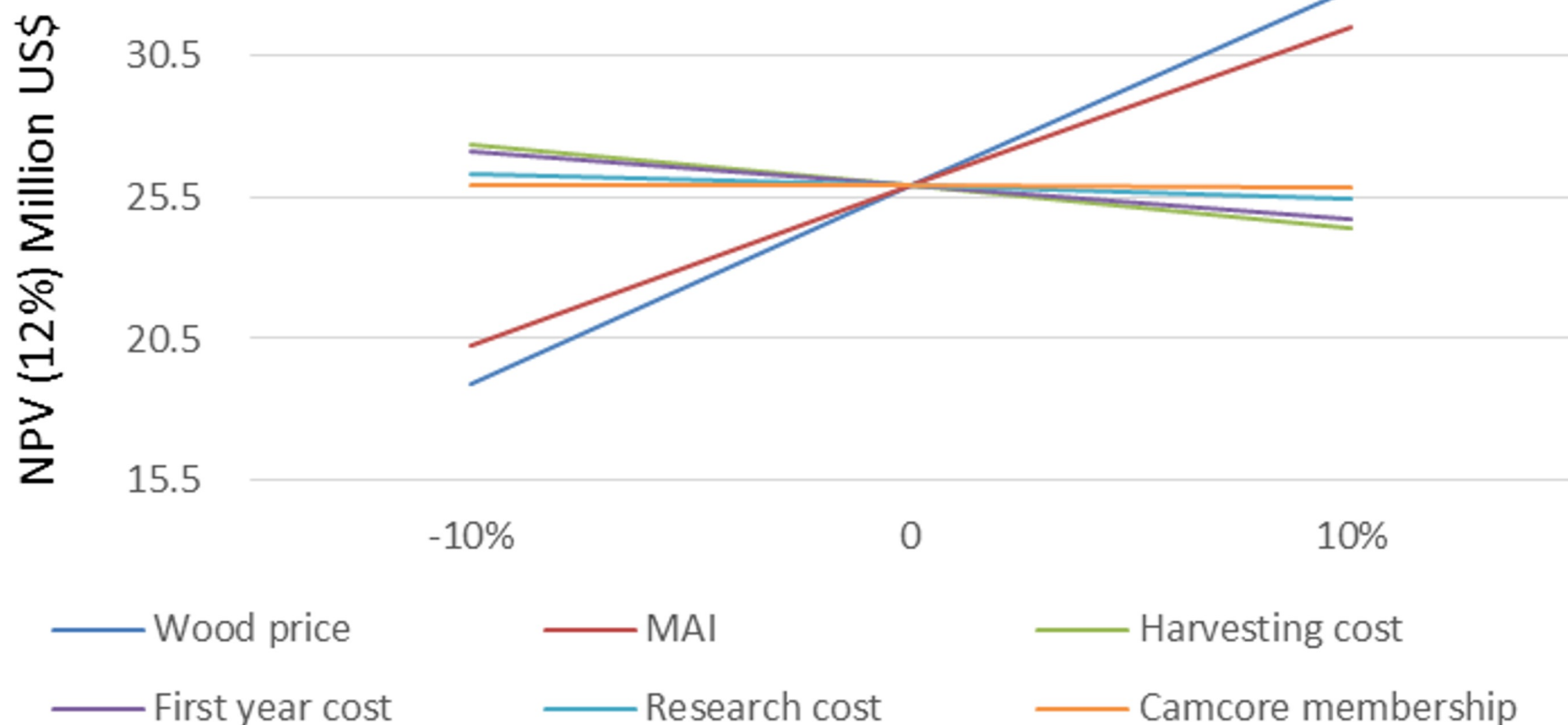
Salidas del modelo

Compañía forestal plantando 1,000 ha/año

Tamaño total del Proyecto 20,000 ha

IMA (m ³ /ha/año)	Tasa Descuento (%)	VPN Proyecto (millones de US\$)
12	8	111
	10	55
	12	26

Sensitivity of NPV to different variables



Costo de postergar por 5 años la plantación de un HSC de pino en Sudáfrica



Supuestos

- Compañía establecida con cosechas y plantaciones anuales
- Cosecha 1,500 ha/año
- Plantación 1,500 ha/año
- Edad de rotación 24 años
- Flujo de caja 48 años
 - Costos establecimiento y manejo plantaciones + Costos HSC
 - Ingresos por ventas de madera
- IMA con semillas no mejoradas = 13.00 m³/ha/año
- IMA con semillas mejoradas = 14.56 m³/ha/año (12%)
- Área del huerto semillero clonal = 5 has
- Producción de semillas a los 6 años de edad del huerto

Supuestos

- Tasa de descuento = 8%
- Todos los costos de planificación y manejo
- Precio de venta de la madera = \$29.6/m³
- Costo de establecimiento del HSC = \$2000/ha
- Costos de manejo del HSC = \$500/ha/año

Análisis del flujo de caja

14	Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Scenario 1											
16	Clonal Seed Orchard Costs											
17	Establishment	135,000										
18	Maintenance		33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
19	Total CSO costs	135,000	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
45	Cost/ha for 24 stands	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991
47	Total P & M Costs 1500 has	1500	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158
48	Total Revenues 1500 has		187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000
49	Net Income		53,577,842	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092
50	NPV Scenario 1 (2016)	\$663,922,025										
51	Scenario 2											
52	Clonal Seed Orchard Costs											
53	Establishment						135,000					
54	Maintenance							33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
55	Total CSO costs	0	0	0	0	0	135,000	33,750	33,750	33,750	33,750	33,750
81	Cost/ha for 24 stands	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991	88,991
83	Total P & M Costs 1500 has	1500	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158	133,487,158
84	Total Revenues 1500 has		187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000	187,200,000
85	Net Income		53,712,842	53,712,842	53,712,842	53,712,842	53,577,842	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092	53,679,092
86	NPV Scenario 2 (2021)	\$659,838,691										
87	Difference in NPV in Rands	\$4,083,334										
88	Difference in US\$	302,469										

Sheet1

Sheet2

Sheet3



Ready



Type here to search



Resultados del análisis

- VPN establecimiento temprano= \$49.18 millones
- VPN establecimiento tardío = \$48.88 millones
- Diferencia en VPN = \$0.30 millones



Efecto financiero
propiedades madera
y crecimiento clones
eucalipto planta
pulpa Brasil

Juan Lopez¹

José Lívio Gomide²

Richard B. Phillips¹

¹ North Carolina State University, Raleigh, NC

² Universidade Federale de Viçosa, Viçosa, MG

Preguntas

- Cuál es el impacto económico de usar árboles con:
 - Bajo contenido de lignina?
 - Alta densidad de la madera?
 - Alto Incremento medio anual?

Objetivos

- Determinar la influencia de las propiedades de la madera del eucalipto y el crecimiento de los árboles en el desempeño financiero de una planta hipotética de producción de pulpa
- Identificar las propiedades que se deberían desarrollar en los programas clonales de mejoramiento forestal

Valor Presente Neto (VPN) – en este estudio una tasa de descuento del 12%

Tasa Interna de Retorno (TIR) – Tasa de descuento a la cual el VPN = 0

Vida del Proyecto – en este estudio 10 años después de iniciar la producción

Valor Final – el valor estimado del activo al final de la vida del proyecto, en este caso 5 x el EBITDA al año 10.

Método

Selección
clones para
evaluación



Desarrollo
modelo
Plantación



Desarrollo
modelo planta
de pulpa

Estudio previo por
Gomide en UFV

Las ventas de madera
de la empresa
forestal deben dar un
12% de TIR

Tres restricciones de
producción:
1. Recuperación de sólidos
en la caldera
2. Alimentación
volumetrica constante de
astillas al digestor
3. Capacidad secado pulpa

Selección de 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 cuales son los clones con mayor valor económico

Desarrollo de modelos de plantación

- Demanda de la planta en toneladas de madera seca por año establece los requerimientos de madera
- Costo de la madera basado en:
 - Costo de la tierra (se asume \$2,500 por Ha)
 - Costo preparación de sitio (\$1,200 por Ha)
 - Costo de cosecha (Constante \$6.00 por tonelada verde)
 - Costo de transporte (\$5 de costo fijo por tonelada verde + US\$0.10 por KM por tonelada verde)
 - Rotación de 7 años
 - Precio de la madera a la planta adecuado para proveer a la compañía forestal un 12% de TIR

Desarrollo modelo planta de pulpa

- Capacidad de producción de 1 millón de tons/año con 92% de blancura de pulpa de eucalipto para el mercado
 - Inversión capital con mejores datos disponibles
 - Despacho del 70% a Europa Occidental / 30% a China
 - Precios pulpa disponibles y pronosticados
- Compra de la madera a precios que garanticen un 12% de rentabilidad a la empresa forestal
- Costos de producción para Brasil

Proceso de producción de pulpa kraft



Fuente: www.knowpulp.com Principios de pulpeo químico

Escenarios de producción considerados 30

1. Recuperación constante de sólidos en la caldera
 - Favorece los clones con más bajo contenido de lignina
2. Alimentación volumétrica constante de astillas al digestor
 - Favorece los clones con la más alta densidad
3. Capacidad constante de secado de pulpa
 - Favorece los clones con más bajo costo de madera en planta

Salida típica del modelo

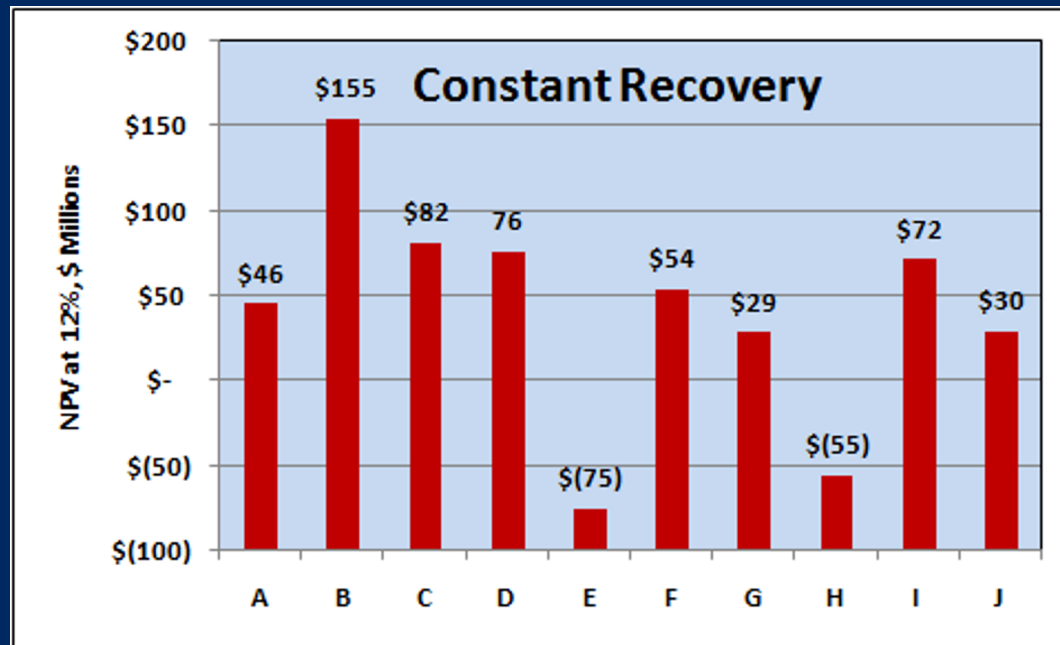
Clone F - Year 2007	
Finished Tons per Year	1,000,000
Cost per Finished Ton	\$ 388
Direct Cost	\$ 264
Freight	\$ 106
Fiber	\$ 116
Chemicals	\$ 26
Energy	\$ 13
Finishing Materials	\$ 4
Indirect Cost	\$ 124
Maintenance	\$ 14
Labor (Excluding Repair)	\$ 7
Operating Materials	\$ 8
Other Mill Fixed Cost	\$ 13
Overhead Costs	\$ 47
Depreciation	\$ 36
Cash Cost at the Mill	\$ 201

Including Depreciation and Corporate Overheads

Total Cost Less Freight, Depreciation and Corporate Overhead

Recuperación constante de sólidos en la caldera

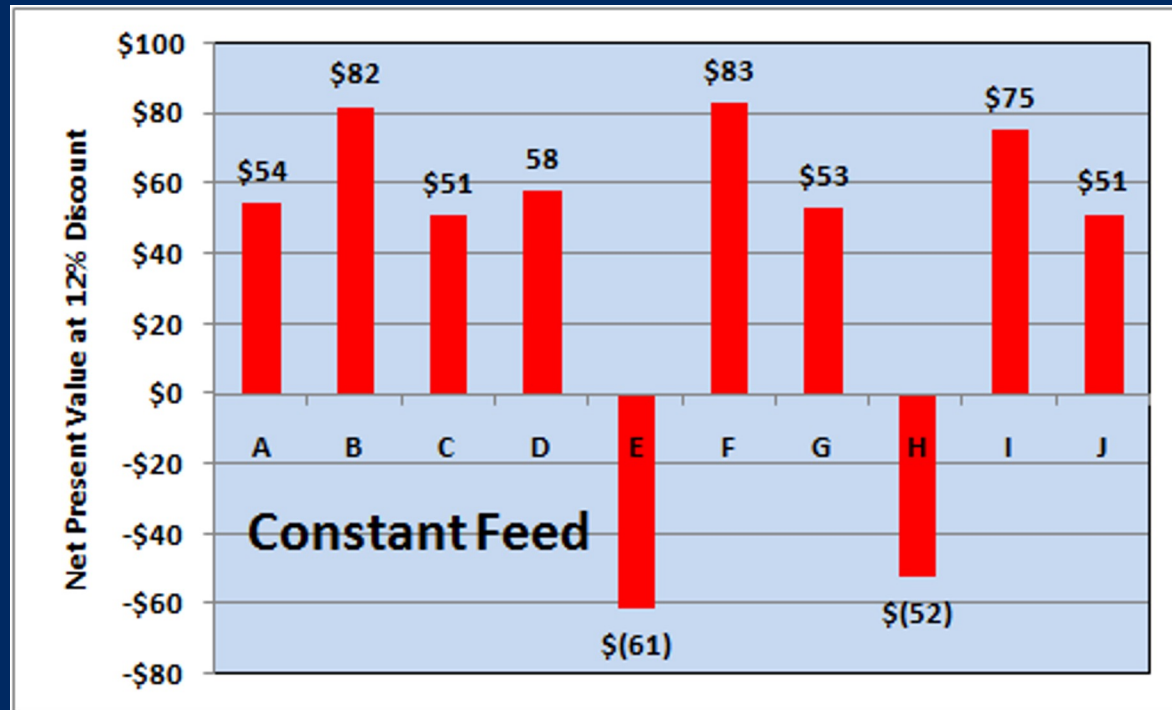
Valor Presente Neto del Proyecto al 12%



- *Clon B tuvo el más alto rendimiento en pulpa y el mayor VPN*
- *Clones E y H tuvieron el más bajo rendimiento en pulpa y el menor VPN*
- *Clones F, D, e I tuvieron altos rendimientos en pulpa pero el VPN del clon C es más alto*
- *Conclusión: El contenido de lignina obviamente es importante pero hay otros factores importantes*

Tasa de alimentación constante del digestor

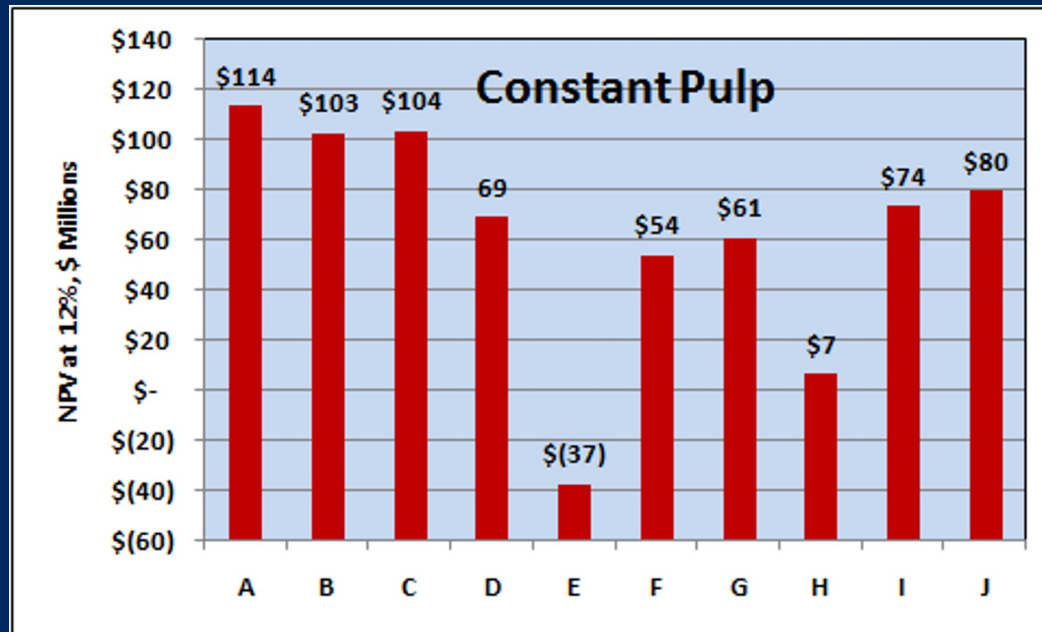
Valor Presente Neto al 12%



- *Clones A, F, G y J tienen la densidad más alta pero los Clones F, B, e I tienen VPN más alto*
- *Clones B y D tienen la densidad más baja pero buen VPN*
- *Conclusión: la densidad es importante, pero otros factores parecen más importantes*

Producción constante de pulpa

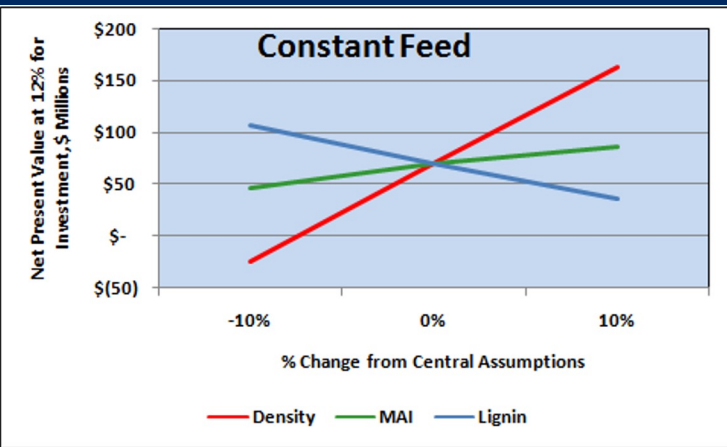
Valor Presente Neto al 12%



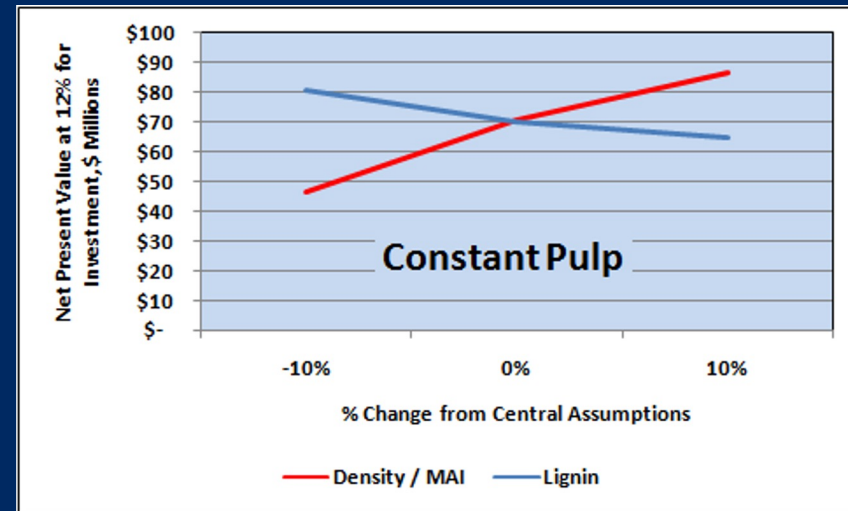
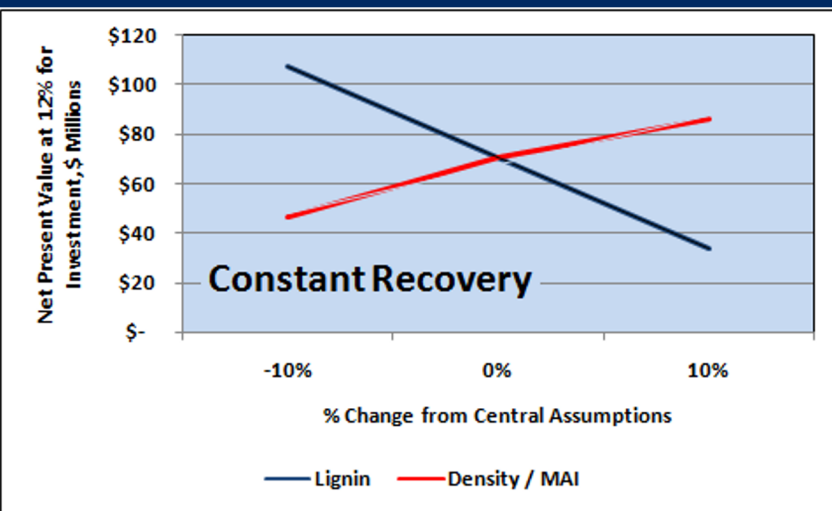
- Clones A, J, y C tienen el mayor IMA, y los clones A, y C tienen el VPN más alto
- Clones E y H tienen el IMA más bajo, el costo de la madera más alto y el VPN más bajo
- Conclusión: el IMA es el factor más importante cuando el secado de la pulpa es constante

Sensibilidad de los resultados a las propiedades mas importantes de los clones

Resultados para el Clon F



- *Sensibilidad a la tasa de alimentación constante es mayor para la densidad*
- *Sensibilidad para la recuperación constante es mayor para el contenido de lignina*
- *Sensibilidad para el secado constante de Pulpa las diferencias no son tan grandes*



La clasificación general está basada en la suma de la TIR para los 3 escenarios

Clon	Total	Constant Recovery	Constant Feed	Constant Pulp
B	46%	1	1	3
C	43%	2	7	2
I	43%	4	2	5
D	42%	3	2	6
A	42%	6	6	1
F	42%	5	4	8
J	41%	8	8	4
G	41%	7	5	7
H	35%	9	9	9
E	33%	10	10	10

- *Clon B el mejor clon por el bajo contenido de lignina y alto rendimiento en pulpa, pero el más bajo en densidad de la madera*
- *Clones A y J tienen el mayor IMA, pero en general financieramente están en el promedio*
- *Clon I fue el único clon que estuvo por encima del promedio en todas las propiedades, pero no por encima del promedio para la TIR en el caso de la alimentación constante*
- *Clones E y H estuvieron por debajo del promedio en todas las propiedades críticas*

Conclusiones generales

1. Ninguna propiedad clonal por si sola es suficientemente significativa para predecir la superioridad financiera
2. Hay un efecto significativo de la densidad de la madera, el rendimiento en pulpa y el IMA en el desempeño financiero de una planta de pulpa
3. Las restricciones o cuellos de botella en el proceso industrial tienen un efecto importante en la economía de un proyecto como este.