

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DEL INCREMENTO GENERADO, EN LA CADENA
FORESTO INDUSTRIAL, POR EL USO DE MATERIALES
GENÉTICOS MEJORADOS DE *EUCALYPTUS GRANDIS* PARA
PRODUCCIÓN DE CELULOSA

por

María Isabel ANDREONI DE MARÍA

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2010

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Adriana Bussoni

Ing. Agr. Graciela Romero

Ing. Agr. Gustavo Balmelli

Fecha: -----

Autor: -----
Maria Isabel Andreoni

AGRADECIMIENTOS

A Adriana Bussoni por su dedicación a lo largo de todo el trabajo, y por el cariño y paciencia que me demostró en los momentos de flaqueza.

A Juana por haber compartido a su mamá.

A Gustavo Balmelli, a Graciela Romero y a Ruben Jacques por su dedicación y aportes. A la Dirección del INIA Tacuarembó y a Fernando Resquin por su apoyo.

A los técnicos y productores que me permitieron con sus aportes realizar este trabajo.

A Sully Toledo por su buena disposición y por su profesionalidad.

A mi marido y a mis amigos que me hicieron el aguante.

A mis compañeros de generación Forestal 2008, gracias por haberme dado apoyo y energía. Siempre recuerden que a los 55 también se puede.

A mis hijos: Begoña, Marcos, Ana, Adela, Carolina y Nicolás; a mis nietos los de hoy Raien, Teo y Carmela, y a los que van a venir decirles que tengan sueños, que luchen por utopías, si la vida no nos abre puertas debemos abrirlas con tenacidad y mucho amor.

A Inés y Juan por sus aportes y tiempo dedicado.

Quiero además recordar a dos amigos que hoy no están físicamente, a Pepe de León, este fue un desafío que caminamos porque él no lo pudo hacer, no sé si cumplimos sobresaliente pero si lo hicimos con cariño y dedicación, como sé que tú lo hubieses hecho, te echamos de menos; y a Raquel Fabre, amiga y compañera, bueno pensamos este momento disfrutándolo juntas, no importa, sé que cumplí conmigo como tú me decías. Hoy estás acá, yo lo sé. Gracias a los dos por todo lo que me enseñaron y el afecto que me brindaron, siempre van a estar en mi recuerdo y en mi corazón.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	 5
2.1. EVOLUCIÓN MUNDIAL DEL SECTOR FORESTAL.....	5
2.2. EVOLUCIÓN DEL SECTOR FORESTAL EN AMÉRICA LATINA.....	 6
2.3. CARACTERÍSTICAS FORESTALES DEL URUGUAY Y EVOLUCIÓN DEL SECTOR.....	 8
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN EMPLEADOS EN FORESTACIÓN COMERCIAL PARA LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA.....	 12
2.5. INVESTIGACIONES Y ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL	 13
2.5.1. <u>Estrategia de mejoramiento de Forestal Oriental</u> <u>para la producción de clones</u>	 14
2.5.2. <u>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria</u> <u>(INIA)</u>	 15
2.5.3. <u>Facultad de Agronomía</u>	16
2.6. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA.....	16
2.6.1. <u>Densidad aparente básica</u>	17
2.6.2. <u>Rendimiento de celulosa</u>	17
2.7. CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA DE <i>Eucaliptus grandis</i>	 18
2.8. ETAPAS DE LA CADENA.....	19
2.8.1. <u>Preparación del sitio y mantenimiento</u>	19
 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	 23
3.1. ESPECIE Y MATERIALES GENÉTICOS	23
3.2. DEFINICIÓN DE LAS ZONAS ANALIZADAS	23
3.3. ETAPAS DE LA CADENA.....	25
3.4. INFORMANTES CALIFICADOS	26
3.5. ESTIMACIÓN DE LOS VOLÚMENES SEGÚN EDAD.....	26

3.6. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA COSECHA	27
3.7. RENDIMIENTO INDUSTRIAL	27
3.8. CÁLCULOS ECONÓMICOS.....	29
3.8.1. <u>Fórmulas utilizadas para realizar los cálculos económicos</u>	31
3.9. PROMEDIOS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS	33
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	34
4.1. PREPARACIÓN DEL SITIO	34
4.2. PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	36
4.3. SISTEMA DE COSECHA	36
4.4. ESTIMACIONES ECONÓMICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA	37
4.4.1. <u>Costos de preparación del suelo, plantación y mantenimiento</u>	37
4.4.2. <u>Volúmenes proyectados</u>	41
4.4.3. <u>Costos de cosecha</u>	43
4.4.4. <u>Rendimiento pulpable</u>	45
4.4.5. <u>Indicadores financieros</u>	47
4.4.5.1. Zona Litoral Oeste	47
4.4.5.2. Zona Centro Este	61
4.4.6. <u>Promedio de los valores de producción y de los indicadores calculados para ambas zonas</u>	69
5. <u>CONCLUSIONES</u>	74
5.1. CONSIDERACIONES FINALES.....	75
6. <u>RESUMEN</u>	77
7. <u>SUMMARY</u>	78
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	79
9. <u>ANEXOS</u>	86

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de las variables relevadas en control de hormigas.....	34
2. Resumen de las variables relevadas en control de malezas.....	35
3. Resumen de las variables relevadas en preparación del suelo.....	35
4. Marcos de plantación según origen del material y sistema de producción	36
5. Costos de laboreo/ha según profundidad de subsolado y escala de plantación.....	38
6. Costo de plantación promedio.....	38
7. Costos de mantenimiento (U\$/ha).....	40
8. Costo de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para I1 según profundidad de laboreo y escala de plantación.....	40
9. Costos de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para BM según profundidad de laboreo y escala de plantación.....	40
10. Costos de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para MC y S3586 según escala de plantación.....	40
11. Volúmenes proyectados a diferentes edades para los materiales en la región Litoral Oeste.....	41
12. Volúmenes proyectados a diferentes edades para BM I1 en la Zona Centro Este.....	42
13. Costos de cosecha por unidad de volumen.....	43
14. Costos de cosecha por hectárea según material y edad en la Zona Litoral Oeste.....	44

15. Costos de cosecha por hectárea según material y edad en la Zona Centro Este.....	44
16. Rendimiento pulpable por material en la Zona Centro Este	45
17. Rendimiento pulpable por material en la Zona Litoral Oeste	46
18. Zona Litoral Oeste. Volumen /ha promedio.....	69
19. Zona Litoral Oeste. Rendimiento pulpable promedio	69
20. Zona Litoral Oeste. Rendimiento pulpable promedio anual	70
21 Zona Litoral Oeste, RFA promedio a una tasa de descuento del 3,5%.....	70
22. Zona Litoral Oeste, RFA promedio a una tasa de descuento del 5%.....	70
23. Zona Litoral Oeste, TIR promedio	71
24. Zona Centro Este. Valores de producción promedio I1 y BM.....	71
25. Zona Centro Este. Rendimiento pulpable promedio	71
26. Zona Centro Este. Rendimiento pulpable promedio Anual	72
27. Zona Centro Este, RFA promedio a una tasa de descuento del 3,5%.....	72
28. Zona Centro Este, RFA promedio a una tasa de descuento del 5%.....	73
29. Zona Centro Este. TIR promedio	73

Figura No.

1 Ubicacion de las Zonas en estudio	24
---	----

VII

Gráfico No.

1. Costos de laboreo en función de escala de plantación y de la profundidad del subsolado (40cm, 50cm y 70cm).....	37
2. Costos de plantación según materiales.....	39
3. Simulación del comportamiento productivo de los materiales en la zona Litoral Oeste.....	42
4. Simulación del comportamiento productivo de los materiales en la zona Centro Este.....	42
5. Valores del VES(U\$\$/ha) a diferentes edades de cosecha a dos tasas de descuento. Escala de producción $\geq 300 < 700$ ha.....	47
6. Valores del VES y de RFA promedio, para C564 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	49
7. Valores del VES y de RFA, para C591 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	50
8. Valores del VES y de RFA, para C 469 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	51
9. Valores del VES y de RFA, para C 107 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	52
10. Valores del VES y de RFA, para C 99 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	53
11. Valores del VES y de RFA, para C 565 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	54
12. Valores del VES y de RFA, para S 3586 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.....	55

13. Valores del VAN (sin incluir la tierra), segun escala y tasa de descuento.....	56
14. Valores calculados del VES y RFA para C564 y C591 incluyendo el precio de la tierra.....	58
15. Valores calculados del VES y RFA para C565 incluyendo el precio de la tierra.....	59
16. Valores calculados del VES y RFA para S3586 incluyendo el precio de la tierra	59
17. Valores calculados del VES y RFA para C469, C107 y C99 incluyendo el precio de la tierra	60
18. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para el material BM, no se incluye la tierra. Distancia a planta 200 km.....	61
19. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para el material I1, no se incluye la tierra. Distancia a planta 200 km.....	62
20. Valores promedio del VAN sin incluir la tierra, calculados para I1 segun escala y tasa de descuento. Distancia a planta 200 km.....	63
21. Valores promedio del VAN sin incluir la tierra, calculados para BM segun escala y tasa de descuento. Distancia a planta 200 km.....	64
22. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie, incluyendo la tierra, para el material BM. Distancia a planta 200 km.....	65
23. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie, incluyendo la tierra, para el material I1. Distancia a planta 200 km.....	66

24. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para los materiales I1 y BM, no se incluye la tierra. Distancia a planta 350 km.....	67
25. Resultados del VES para el material I1.No se incluye la tierra. Distancias a planta de 200, 250 y 350 km.....	68
26. Resultados del VES para el material BM. No se incluye la tierra. Distancias a planta de 200, 250 y 350 km.....	68

1. INTRODUCCIÓN

Uruguay cuenta con una superficie de 3.574.573 de hectáreas declaradas de prioridad para la forestación en la última Ley Forestal (No.15.939/987/decreto 457/989). Hasta el año 2007 la superficie forestada ascendía a 1.721.658 hectáreas. De este total el 55.32%, es decir, 952.431 hectáreas, correspondían a plantaciones con destino industrial (URUGUAY. MGAP. DGF, 2009a).

Las plantaciones forestales comerciales en el Uruguay se basaron principalmente en el género *Eucalyptus*, representando más del 60% de las plantaciones realizadas desde 1989 hasta el año 2007, siendo los principales objetivos de producción la obtención de biomasa para combustible y la fabricación de pulpa de celulosa (URUGUAY. MGAP. DGF, 2007a).

Hoy estas plantaciones están compuestas principalmente por especies de los géneros *Eucalyptus* (70,99%) y *Pinus* (28,83%), con destino a productos sólidos, fabricación de pulpa de celulosa y en forma incipiente a la obtención de energía (URUGUAY. MGAP. DGF, 2009a).

Con la aplicación de la ley forestal antes mencionada, el Uruguay se puso a la vanguardia de América Latina en el incremento de su patrimonio forestal, a la vez que preservó, e incluso incrementó el área de monte indígena en más de un 30%. El impacto de esta ley fue altamente positivo en lo que refiere a proteger e incrementar la superficie de bosque natural y a incrementar la superficie plantada de especies comerciales. En estas especies la meta era agregar al menos 200.000 hectáreas de bosques de rendimiento, cifra superada ampliamente pues el área alcanzada fue de 800.000 hectáreas (Fossati y van Hoff, 2006).

En base a los suelos definidos como de prioridad en la Ley forestal y a la adaptación de las diferentes especies a las condiciones de sitio, en el país se han ido conformando regiones con diferentes características productivas, en torno a las cuales se establecen las industrias (Anexo no. 1).

Los sistemas silviculturales desarrollados tienen objetivos bien definidos: producción de pulpa y producción de madera para sólido. Ambos sistemas se combinan

con otras producciones agropecuarias, la más utilizada es la asociación con la ganadería, representada en los sistemas silvopastoriles.

Las especies con objetivo pulpero, provienen del genero *Eucalyptus* y dentro de ellas las más plantadas son *E. grandis*, *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. dunnii*, presentando diferentes incrementos medios anuales (IMA) de acuerdo a la especie, al manejo silvicultural y a la región en la cual son plantados.

A partir de datos de la Dirección Forestal se desprende que el 62 % de la superficie plantada en el país tiene como objetivo la obtención de madera en turnos cortos, cuyo destino principal es la producción de pulpa (URUGUAY. MGAP. DGF, 2009a).

A nivel nacional organismos estatales, institutos privados-estatales, así como empresas privadas han venido invirtiendo en el mejoramiento de estas especies, obteniendo diferentes resultados, tanto en la fase de cultivo (aumento en el volumen de madera por unidad de superficie), como en la fase industrial (mejora de las características físico químicas de la madera).

La investigación y el desarrollo de programas de mejoramiento genético, para la producción de celulosa, tanto a partir de semilla como a partir de propagación vegetativa, es un proceso en desarrollo en el país que se ha visto acelerado en las últimas décadas.

A nivel mundial existen estudios que evalúan los avances realizados en la productividad de plantaciones forestales, derivados de la aplicación de técnicas de mejoramiento genético, pero pocos han sido realizados tratando de medir el efecto en la cadena de producción desde la obtención del plantín hasta el producto final pulpa.

Entre los estudios que evalúan los avances realizados en la productividad de plantaciones forestales, derivados de la aplicación de técnicas de mejoramiento genético, destacamos trabajos que miden el aumento en variables dasométricas en plantación para diferentes especies de *Eucalyptus* como el de Leksono et al. (2008), o el estudio de Ramírez et al. (2009) de clones de *E. globulus* de 7 años en Chile que resultaron en diferencias de rendimiento volumétrico de más del 100%.

Otros trabajos evalúan el efecto de programas de mejoramiento en la productividad industrial, como el de Campinhos (1999) donde el incremento logrado de productividad industrial es de 5,9 a 10,9 toneladas de pulpa /ha /año en plantaciones en el Estado de Espírito Santo, Brasil. Se hicieron estudios que enfocan el avance de los estudios genómicos, especialmente en *E. grandis* en los programas de mejoramiento (Grattapaglia, 2007) o el incremento en la densidad de la madera (Greaves et al., 2003).

No existiendo antecedentes a nivel nacional que estimen el impacto del mejoramiento genético en el conjunto de la cadena foresto industrial, se considera relevante evaluar la incidencia técnica financiera del empleo de los materiales disponibles resultantes de los programas de mejoramiento genético nacional.

El presente trabajo se realiza en *E. grandis* por contarse con materiales clonales generados localmente. Se evalúa el impacto de los materiales producidos por los programas de mejoramiento en la Zona Litoral Oeste y en la Zona Centro Este, por concentrarse en las mismas el 63 % del *E. grandis* producido en el país.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto productivo y económico en la cadena foresto industrial generado por el uso de materiales genéticos mejorados de *E. grandis*.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Evaluar la incidencia del material genético en las etapas de plantación y cosecha.
- 2) Evaluar el incremento en producción de madera por unidad de superficie, generado por los diferentes materiales genéticos en dos zonas de producción.

- 3) Evaluar el incremento en toneladas de celulosa generado por los diferentes materiales genéticos en la fase industrial.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EVOLUCIÓN MUNDIAL DEL SECTOR FORESTAL

En la década de los cincuenta la producción de fibra, pulpa y papel a nivel mundial, estaba destinada casi en su totalidad al consumo interno, dentro de los países industrializadores. Solo unos pocos productores y consumidores de papel importaban materia prima de otros continentes. El grueso del comercio internacional de madera y pulpa se realizaba entre Canadá y los Estados Unidos y entre países europeos, donde Finlandia y URSS eran los principales exportadores de materia prima para pulpa (Carrere y Lohmann, 1997).

En 1980, la producción mundial de celulosa totalizaba 128 millones de toneladas. Dos décadas después esta producción se incrementa en un 46,6 % alcanzando en el año 2005, 187,63 millones de toneladas. China es el país responsable del 76% de ese aumento en la producción mundial. Su producción interna de fibra es insuficiente para atender sus demandas, surgiendo este hecho como una oportunidad para otros países (Sanjuan y Bacha, 2007).

El aumento en el consumo de pasta de celulosa de fibra corta trajo aparejados cambios no solo en la forma de comercialización sino también en la estructura de producción, en las tecnologías industriales y en el transporte (Sanjuan y Bacha, 2007).

Al bajo rendimiento de los bosques del hemisferio Norte se le suma el aumento de los precios de la madera y las presiones ambientalistas para reducir la corta de bosques naturales. La industria papelera comienza a proyectar inversiones en otras regiones lejos de las fuentes de consumo para asegurar el abastecimiento de la materia prima, generando así no solo un cambio en la geografía forestal del Hemisferio Sur sino que también un cambio de los agentes sociales económicos que hasta el momento no estaban presentes en el campo (Pérez, 2000).

De esta manera se comienza a planificar la producción de madera a partir de nuevas plantaciones comerciales en grandes extensiones y concentradas. Esto constituyó una ventaja, no sólo para los plantadores, sino también para las plantas

industrializadoras de pulpa ya que, localizadas en el centro de las áreas productoras de materia prima, reducen sus costos.

Como forma de satisfacer la demanda creciente de madera y reducir el avance sobre aéreas de vegetación nativa, se torna cada vez más necesario el desarrollo y adopción de programas y tecnologías que logren el aumento de la producción y la calidad de la madera de las plantaciones comerciales.

La industria de la celulosa se caracteriza por emplear alto nivel tecnológico, elevados niveles de producción, grandes superficies de plantaciones forestales, alta intensidad de capital y de financiamiento, fuerte integración vertical con proyectos que incluyen compra de tierras, plantación, cosecha y procesado de la materia prima (BRACELPA, 2002).

También los objetivos y las técnicas del mejoramiento genético y de la silvicultura debieron acoplarse a estos cambios, trabajando no solo en la maximización del volumen, sino también en la calidad de la madera (Downes et al., 1997).

2.2. EVOLUCIÓN DEL SECTOR FORESTAL EN AMÉRICA LATINA

El año 2005, Estados Unidos y Canadá lideraban la producción mundial de celulosa contribuyendo con el 42 % de todo el producto elaborado. El tercer productor mundial era China con un 9,68 % de la producción, seguido por Finlandia, Suecia, Japón y Brasil (Sanjuan y Bacha, 2007).

En los últimos 50 años el cultivo de *Eucalyptus* ha presentado un incremento considerable en América Latina debido a la adaptabilidad de diferentes especies y orígenes a las más variadas condiciones ambientales (Brussa, 1994).

Si bien las introducciones de *Eucalyptus* en parte del Cono Sur (Argentina, Brasil, Uruguay y Chile) datan del siglo pasado, recién avanzado el siglo XX comenzó su difusión, siendo la década del 70 el punto de inflexión en cuanto al ritmo de plantación (Sánchez, 1999).

En América Latina el proceso de las plantaciones comerciales a gran escala, y de la instalación de la industria de la celulosa y de la madera, fue liderado por Brasil y Chile respectivamente (Pérez, 2000).

En 1950 Brasil poseía pequeñas fábricas de papel, importando prácticamente toda la celulosa que consumía. En los sesenta se realiza un estudio del sector a nivel estatal y se concluye que el mismo es ineficiente y que se deben introducir modernas técnicas, tanto a nivel de producción de madera como en el proceso de transformación industrial de la misma. En el año 1968 se instala Borregaard, una empresa Noruega, en Rio Grande do Sul con el objetivo de exportar pasta de celulosa de fibra corta con una capacidad de producción de 500t/día, cifra que superaba cinco veces la capacidad de las plantas existentes en el país. En 1970 el sector toma auge debido al alza del precio del petróleo y al de los precios internacionales de la celulosa. En 1974 se instala la empresa Aracruz (BRACELPA, 2002).

En la década del 80 se consolida la posición brasilera en el mercado internacional, debido tanto a un aumento en la capacidad de producción como a un aumento en la calidad y la uniformidad de los productos.

Brasil ocupaba en el 2005 la séptima posición como país productor de celulosa, alcanzando 10,35 millones de toneladas, triplicando la producción si se la compara con la del año 1980 (Sanjuan y Bacha, 2007).

Según el reporte de la FAO del 2009, Brasil es el primer productor de *Eucalyptus* del mundo con el 20% de la superficie total plantada, es decir 4:300.000 ha. Se destacan las especies *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. viminalis*, *E. camaldulensis* y sus híbridos.

En Brasil al igual que en el resto del mundo se produce una concentración de la industria de celulosa de fibra corta blanqueada, en pocas industrias integradas. Nacidas para atender el mercado externo, tomadoras de precios internacionales y con una evolución tecnológica muy importante para cumplir con las normas medio ambientales.

En Argentina el sector forestal toma impulso mereced al fomento de las plantaciones mediante desgravaciones impositivas. En el año 1946 comienzan las plantaciones en la región Mesopotámica (Noreste) empleando *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis* y *E. grandis*, siendo esta última la que prosperó y logró difundirse

masivamente, principalmente en la región de Concordia (Darraidou, 1998). Actualmente cuenta con 330.000 ha plantadas con este género (FAO, 2009).

Según Luengo, citado por Sanchez (1999), en Chile el inicio del cultivo del eucalipto se debió a su empleo como puntales en las minas, principalmente de carbón. Recién en los últimos 20 años ha adquirido importancia en cuanto a conversión mecánica y celulósica. Bordeu, citado por Sanchez (1999) afirma que las plantaciones se basan principalmente en *E. globulus*, siguiendo en menor escala el *E. nitens*.

Según el informe de la FAO (2009), Chile cuenta con una superficie de unas 690.000 hectáreas plantadas con especies de *Eucalyptus*.

Con respecto a Paraguay, Rodas, citado por Sanchez (1999), reporta que el desarrollo en este país es más reciente, no superando las 10.000 ha, basándose las mismas principalmente en *E. camaldulensis* por su buen crecimiento y calidad de madera similar a especies nativas.

El eucalipto va siendo incorporado en zonas más cercanas al ecuador, como es el caso de Perú, México, Venezuela, Ecuador, Cuba, Colombia, y desde hace tiempo en EE UU, principalmente Florida y California con fines energéticos (FAO, 2009).

2.3. CARACTERÍSTICAS FORESTALES DEL URUGUAY Y EVOLUCIÓN DEL SECTOR

Uruguay cuenta con una superficie de 17,5 millones de hectáreas, siendo un país de tradición ganadera, cuyo territorio es considerado como una “pradera arbolada”, con una cubierta forestal de tan sólo 1,5 millones de hectáreas (8,6% de la superficie terrestre nacional). Dentro de esta superficie, los ecosistemas forestales nativos representan 810.000 ha, ocupando así el 4,6% del territorio nacional (se incluyen en este porcentaje los palmares). La pradera tiene una presencia dominante en el paisaje rural, y se asocia con otras formaciones vegetales, entre ellas la de bosque “uliginoso”, asociado a las márgenes de ríos y arroyos en forma de bosques en galería, en algunos casos palmares “parques serranos” en regiones submontanas de baja altura (Fossati y van Hoff, 2006).

En el Uruguay se utilizan criterios topográficos para caracterizar los tipos de vegetación arbórea, se coincide en definir bosque ribereño o de galería, bosque serrano, bosque de quebradas, bosque de parque (incluyendo algarrobales y palmares), bosque costero y matorrales, pero en general son pocas las especies exclusivas de uno u otro tipo de bosque (Brussa y Grela, 2007).

El paisaje de la pradera incluye también un bosque natural, presente en las riberas de los ríos y arroyos y en las sierras más elevadas, integrado por múltiples especies y muy adaptado a las condiciones naturales con presencia de unas 100 especies arbóreas y otras tantas arbustivas, especies en su mayoría de follaje perenne. Estos ecosistemas forestales nativos, o montes nativos, se encuentran bajo un régimen legal que los protegen tanto por disposiciones ambientales como en la propia Ley Forestal (Pérez, 2000).

Tienen un valor comercial relativo, suministrando madera para uso energético (leña) y para construcciones a nivel rural (postes y piques). Principalmente cumplen una función protectora de los recursos naturales: el suelo, el agua, la flora, la fauna y la biodiversidad genética (Pérez, 2000).

La promulgación de la ley 15.939/87 y sus decretos reglamentarios tiene un importante impacto en cuanto al aumento en la superficie forestada teniendo en cuenta la falta de tradición forestal del país.

La fuerte inversión de empresas extranjeras, con alta capacidad en el uso intensivo de capital, es la principal causa de este aumento del área forestada. Sin embargo, el número mayor de proyectos pertenecieron a pequeños productores forestales, mayoritariamente de carácter nacional.

Estos inversionistas nacionales provenían de fuera del sector forestal y sólo una pequeña proporción eran proyectos de diversificación productiva.

Luego de la crisis del 2002 y en los años siguientes se genera un fortísimo proceso de concentración de montes y tierras. Esto ha determinado que la presencia forestal en los campos de productores familiares tradicionales, principalmente dedicados a la ganadería disminuyera sustantivamente. Las fuerzas productivas forestales se

enfocaron hacia los bosques de rendimiento comercial (URUGUAY. MGAP. DGF, 2007b).

A comienzos de los 90 el sector forestal, considerando servicios conexos, representaba el 2,3% del PBI (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2000). Según estimaciones propias en base a datos del Banco Central del Uruguay, para el año 2008 el sector contribuyó en aproximadamente un 3% del PBI.

A partir de la ley 15.939 y sus reglamentaciones y normas posteriores, se implementó un programa de desarrollo forestal, que implicó un conjunto de incentivos a la forestación y a la protección del monte nativo.

Básicamente, dichos incentivos eran subsidios y exoneraciones fiscales, operando además mecanismos de financiamiento tradicionales (créditos). Estos instrumentos fueron aplicados por productores ganaderos tradicionales para diversificar la producción, inversores extranjeros y empresas internacionales, que llegaron al Uruguay a comprar tierra para forestar (URUGUAY. MGAP. DGF, 2009b).

Después del empuje inicial de los años '90, el sector forestal transita una nueva etapa de forestaciones, donde el protagonismo de la inversión extranjera es aún mayor que en las etapas previas. Se va consolidando así un desarrollo industrial con grandes inversiones en industrias de la celulosa y aserraderos.

Este desarrollo del Uruguay forestal está implicando un cambio con respecto al país tradicional, ya que la generación de nuevos empleos vinculados a las fases primaria y secundaria de la cadena de valor de la madera, ha originado un cambio en las expectativas de la población rural y de los centros urbanos del interior.

Debe destacarse además que esta expansión de la forestación, ha sido uno de los factores responsables del aumento en el precio de la tierra uruguaya ocurrido en los últimos años.

La situación del Uruguay en lo que refiere al sector forestal, se diferencia claramente del resto de los países de la región ya que el proceso de forestación se realizó en establecimientos de propiedad privada. El traspaso de estas propiedades a empresas o inversionistas privados no involucró un conflicto de intereses ya que las zonas a ser forestadas están legisladas.

Los problemas comunes a otros países de América Latina, como la deforestación de monte nativo, la falta de registro de propiedad de la tierra, el uso poco sustentable del recurso, los problemas sociales derivados de conflictos de intereses en la forma de producción de esas tierras, no son relevantes en Uruguay.

Los bosques de rendimiento forestal están compuestos principalmente por plantaciones de especies de eucaliptos y pinos, cuyo inicio coincide con el proceso de promoción del desarrollo forestal antes mencionado. Actualmente Uruguay cuenta con una superficie de 952.431 hectáreas plantadas con especies exóticas.

Los eucaliptos fueron introducidos hacia 1853, extendiéndose rápidamente su plantación en el siglo XX, por su adaptación al medio y su rapidez de crecimiento. Los mismos proporcionaban servicios ambientales a los cascos de las estancias, sombra y abrigo al ganado, proveían de material para las construcciones rurales y eran fuente de combustible (Pérez, 2000).

El cultivo de *E. grandis* en el Uruguay se difunde en la década de los 60, luego de que se introdujera en 1963 desde Sudáfrica. El promedio de plantación anual en el Uruguay, que era de 2.500 hectáreas en el periodo 1975-89, se extendió a 24.000 en el periodo comprendido entre 1993-98. En 1997 se llega a un total de 256.229 hectáreas forestadas bajo proyecto. Dentro de esta superficie le corresponden al género *Eucalyptus* un total de 212.536 hectáreas (Duter et al., 1998).

En un principio tomó cierto auge la plantación de *E. globulus* (con las subespecies *maidenii* y *globulus*) y el *E. camaldulensis*, principalmente con destino pulper/energético. A partir de la década del 90 el *E. grandis* se convirtió en una especie de gran difusión por su adaptación y por poseer destino tanto para celulosa como para sólido. En los últimos años se está plantando *E. dunnii* por presentar mayor resistencia a heladas y buenas cualidades pulperas.

La densidad de plantación en el género *Eucalyptus*, dependiendo de la especie y objetivo productivo, se encuentra entre 1.000 y 1.500 plantas por hectárea.

Según relevamientos realizados por Sorrentino et al.¹, los valores de incremento medio anual (IMA) en volumen por hectárea, en las especies de *Eucalyptus* fueron: para *E. grandis* entre 17 a 30 m³/ha/año, para *E. globulus* ssp. *globulus* y *E. globulus* ssp. *maidenii* 15 m³/ha/año, y para *E. dunnii* 20 m³/ha/año.

Resquin et al. (2005) reportan datos de ensayos realizados por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) para las mencionadas especies con diferentes orígenes y sitios de plantación. El IMA en volumen total por hectárea para *E. grandis* varió desde 32,8 a 55,8 m³/ha/año, en *E. globulus* ssp. *globulus* desde 18,2 a 38,8 m³/ha/año, en *E. globulus* ssp. *maidenii* de 8,1 a 24 m³/ha/año y en *E. dunnii* de 19,6 a 34,6 m³/ha/año.

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE PROPAGACIÓN

EMPLEADOS EN FORESTACIÓN COMERCIAL PARA LA INDUSTRIA DE LA CELULOSA

La industria mundial de celulosa de fibra corta requiere un abastecimiento sostenido de grandes volúmenes de materia prima para satisfacer las demandas mundiales. Esta materia prima ha de provenir de materiales con alta productividad, tanto a nivel de campo como en la fase industrial. Las plantaciones no solo aseguran el abastecimiento de materia prima, sino que ésta sea uniforme, en ciclos más cortos y con mayor productividad que los bosques naturales. La productividad de las plantaciones se puede incrementar a través de programas de mejoramiento genético y de la aplicación de una silvicultura intensiva.

Entre los géneros plantados a nivel comercial, tanto en zonas tropicales como subtropicales, el *Eucalyptus* presenta ventajas comparativas por poseer una alta variabilidad debido a la existencia de numerosas especies (Zobel y Talbert, 1998).

Esta alta variabilidad le otorga, a este género, una amplia adaptación a diferentes sitios, y la capacidad de servir para múltiples usos. Debemos sumarle además el rápido crecimiento que posee (Gaspar et al., 2005).

¹ Sorrentino, A.; Arocena, R.; Zorrilla, M.; Vola, A. 1992. Índices de sitio, volumetría y crecimiento de pinos y eucaliptos en el Uruguay. Proyecto PNUD-FAO-URU/90/005 BIRF UR-3131. 228 p.(sin publicar).

El *Eucalyptus* se presenta como una opción potencial por su capacidad productiva, por la alta adaptación de sus especies y principalmente por la variabilidad inter e intra-específica que se manifiesta en las propiedades anatómicas, físicas, mecánicas y químicas de la madera. La existencia de variación inter e intra-específica es de gran interés para el mejoramiento genético (Gaspar et al., 2005).

Según Marcó (2005) para realizar mejoramiento genético es imprescindible el conocimiento de la variabilidad genética. Según este autor, independientemente de los métodos empleados, todas las estrategias de mejoramiento tienen los siguientes elementos en común:

A) La identificación de poblaciones y dentro de las poblaciones de aquellos individuos que se adaptan a las condiciones de sitio y se destacan ya sea en rendimiento, forma, resistencia a agentes bióticos y abióticos, densidad básica, entre otras.

B) La generación de variabilidad a través de cruzamientos intra e inter específicos.

C) La evaluación de los progenitores (pruebas de progenies) para los caracteres de interés, para la posterior selección de los individuos genéticamente superiores.

2.5. INVESTIGACIONES Y ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

Los programas desarrollados en el Uruguay han tenido como objetivo la introducción y selección de las especies más aptas a nuestras condiciones, para la producción de madera sólida y celulosa.

Las variables objetivo de la selección han sido fundamentalmente la productividad (m^3/ha), rectitud del fuste, resistencia a agentes bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (resistencia a heladas), densidad básica, rendimiento de pulpa y calidad de la fibra.

2.5.1. Estrategia de mejoramiento en Forestal Oriental para la producción de clones

El plan de mejoramiento genético en *Eucalyptus grandis* que se describe forma parte del proyecto de producción llevado adelante por la empresa Forestal Oriental S.A.. Esta empresa se integra verticalmente con una planta de fabricación de celulosa, por lo tanto su programa de mejora apunta a toda la cadena foresto industrial.

Dicha empresa se instala en el país en 1990 y posee actualmente 120.000 ha plantadas. Lleva adelante un plan de mejoramiento genético acompañado por investigación en técnicas de vivero, plantación y cosecha.

En este sentido, el objetivo ha sido aumentar el rendimiento no solamente en volumen (m^3/ha), sino también en producción de celulosa, medida como toneladas de celulosa por hectárea (Mg de celulosa/ha).

Los objetivos generales del programa de mejoramiento genético son maximizar la productividad de las áreas plantables e incrementar la utilización de la tierra. Las herramientas utilizadas para el logro de dichos objetivos son la selección de genotipos superiores, de acuerdo al sitio, tomando como base su contribución a toda la cadena de valor.

A) Programa de mejoramiento genético

El programa busca la mejora continua de genotipos para las plantaciones comerciales en términos de su contribución a toda la cadena de valor (Forestación / Planta de celulosa / Fábrica de papel).

Los criterios de selección se basan en las variables que afectan la cadena de valor: Productividad en términos de crecimiento, Densidad básica, Rendimiento de pulpa y Propiedades de las fibras. Se realizan ensayos de especies y procedencias y se establecen poblaciones de cría en *E. grandis*, *E. dunnii*, *E. benthamii*, *E. globulus* ssp.

maidenii y *E. saligna*. Estas poblaciones de cría son la base para establecer los huertos semilleros, los programas de hibridación inter e intra específica y los programas de producción clonal.

B) Programa clonal

Este programa consta de 7 etapas: Cruzamientos controlados, Bloques de familias híbridas, Selección de árboles, Ensayos clonales, Ensayos de calidad de madera, Medición de valor para la cadena y Multiplicación operacional.

Para la evaluación y producción de clones se seleccionan anualmente 800 árboles. A partir de esta selección se produce la T1 (200-300 clones/año). De esta T1 por selección se produce la T2 (20-30 clones/año), seleccionándose finalmente 4 a 5 clones que pasan a la fase de producción comercial, es decir alrededor del 1 %. Estos clones se mantienen y reproducen no solo a nivel de vivero mediante estacas sino también por micro propagación. Este proceso lleva alrededor de 9 años.

A partir del año 2008 con la aplicación de la espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS), se desarrollan modelos predictivos de densidad básica, rendimiento pulpable y consumo específico. Estos modelos logran eliminar tempranamente aquellos materiales clonales no deseados, permitiendo reproducir tempranamente individuos sobresalientes.

2.5.2. Estrategia de mejoramiento en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

Este Instituto comenzó con el programa de mejoramiento en *E. grandis* en el año 1992. El programa de mejoramiento se basa en la selección recurrente, y consta de la evaluación de familias de diferentes orígenes y procedencias y en la selección de los mejores individuos, manteniendo una amplia variabilidad genética que permita la continuidad del Programa de Mejoramiento (Balmelli, 2006).

En el año 2005 el INIA contaba para *E. grandis* con un huerto semillero de primera generación y un huerto de segunda generación ya produciendo semilla (Balmelli, 2006).

La base genética de la primera generación se formó con una amplia introducción de semillas desde el área de distribución natural y con una intensa selección local en plantaciones comerciales. En 1993 se instalaron 9 pruebas de progenie con el objetivo de evaluar estos materiales en sitios representativos en las zonas de mayor aptitud para esta especie (Zonas CIDE 7, 8 y 9).

También en 1993 se instaló, en el predio de la Estación Experimental del Norte, en el Departamento de Tacuarembó un ensayo adicional que serviría sucesivamente como prueba de progenie, población de cría y huerto semillero de primera generación.

En base a la información aportada por las pruebas de progenie, el huerto semillero de primera generación fue raleado en 3 ocasiones, con lo cual de las 180 familias originales se mantuvieron las 50 familias más productivas (Balmelli, 2006).

2.5.3. Mejoramiento en Facultad de Agronomía

La Facultad de Agronomía, a través de su Estación Experimental de Bañados de Medina, introduce en 1964 *E. grandis* desde Sud Africa. En el año 1971-72 se realiza una selección masal y se establece el primer huerto semillero.

A partir de este primer huerto se han efectuado hasta la fecha 4 selecciones de individuos. Las selecciones se realizan en base a caracteres fenotípicos, resistencia a heladas, resistencia a enfermedades, rectitud del fuste y fustes no bifurcados.

2.6 .PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA

Según Kikuti, citado por Santos et al. (2009) las propiedades físicas y mecánicas de la madera varían mucho de una especie a otra e influyen directamente en la calidad final del producto obtenido.

Según Coronel (1994) las propiedades físicas dependen fundamentalmente de los siguientes factores: a) la disposición y orientación de los materiales que forman las paredes celulares; b) la cantidad de sustancias básicas que forman las paredes celulares de la madera; c) los porcentajes de sustancias estructurales o de materiales celulósicos que contiene el leño; d) la composición química de las sustancias básicas, que explican muchas diferencias cuantitativas en el comportamiento de la madera y e) el contenido de agua que se encuentra presente.

2.6.1. Densidad aparente básica

La densidad aparente básica (Dab) es la relación entre el peso en gramos de madera anhidra (Pa) y el Volumen en centímetros cúbicos de la madera verde (Vv).

$$Dab \text{ (g/cm}^3\text{)} = Pa/Vv$$

2.6.2. Rendimiento de celulosa

Según Resquin (2007) el rendimiento es básicamente una medida de la cantidad de pulpa de celulosa obtenida en relación a la cantidad de madera que ingresa al proceso industrial. Las ventajas de mejorar el rendimiento son: reducción en los requerimientos de madera, reducción en el uso de reactivos, mejorar la eficiencia del digestor y aumentar la capacidad de producción.

El proceso Kraft de extracción de celulosa tiene la ventaja de adaptarse a un amplio tipo de maderas, con tiempos cortos de procesamiento. Permite la recuperación de los productos químicos, es autosuficiente en cuanto a los requerimientos de energía y da como resultado pastas de altos niveles de blancura.

Sin embargo la relación cantidad de madera que entra al proceso/cantidad de pasta obtenida, es relativamente baja comparada con otros procesos de producción de celulosa. El rendimiento está determinado por algunas características de la madera, tales como su densidad y su composición química. Estos parámetros varían con la especie y la edad.

La productividad en este tipo de sistemas está determinada por el rendimiento en pasta, la densidad de la madera y la producción de madera por hectárea. El rendimiento y la densidad, tomados conjuntamente determinan la cantidad de madera que es necesaria para producir una tonelada de celulosa, concepto conocido como consumo específico (Resquin, 2006).

Según Coronel (1994) el peso específico constituye una de las propiedades físicas más importantes de la madera, de ella dependen la mayoría de sus características físicas y mecánicas.

Otro aspecto importante es el consumo de madera para generar luego de un proceso Kraft, una tonelada de pulpa de celulosa marrón seca al aire (a.d., del inglés air dried). Un material más denso provocará un menor consumo de madera y una relación positiva entre la densidad de la madera y los requerimientos de álcali.

Desde este punto de vista el menor consumo de madera es obtenido con los valores más altos de densidad de la madera. Si bien se reconoce por varios autores que la densidad básica es una característica que puede ser usada como un indicador del comportamiento de la madera durante su procesamiento, también se han sugerido otros factores tales como: el tenor de pentosanos, la relación de los tipos de ligninas guaiacyl/siringyl, el tenor de extractivos y la permeabilidad de la madera, los cuales pueden ser usados como criterios importantes de calidad en la industria de celulosa (Resquin, 2006).

2.7. CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA DE *Eucalyptus grandis*

Según Resquin et al. (2005), evaluando orígenes de *E. globulus*, *E. grandis*, *E. globulus* ssp. *maidenii* y *E. dunnii*, en distintos sitios, no detectaron ninguna relación entre el crecimiento y las propiedades de la madera y la pulpa evaluadas. Las principales diferencias en productividad de pulpa entre materiales genéticos están determinadas por

los valores de crecimiento. Además para cada especie, el sitio no parece tener influencia sobre la blanqueabilidad de los orígenes evaluados.

En el caso de *E. grandis* el sitio afecta en menor medida a las propiedades pulpables, es decir existe una menor variación que con las otras especies evaluadas.

E. grandis presentó un promedio de consumo cercano a 4 m³/Mg, mientras que las demás especies evaluadas se sitúan en un promedio cercano al 3,2 m³/Mg. Al considerar en forma conjunta la densidad, el rendimiento y el crecimiento se observa que la producción de celulosa por ha es mayor debido al IMA y por lo tanto a los rendimientos de madera por ha.

Estos autores sugieren que es posible seleccionar materiales genéticos de *E. grandis* de alta densidad básica, altos rendimientos, bajo requerimiento de reactivos y bajo consumo.

2.8. ETAPAS DE LA CADENA

2.8.1. Preparación del sitio y mantenimiento

En trabajos realizados en Sudáfrica, du Toit et al. (2009) sostienen que el periodo desde la preparación del suelo y el cierre del dosel es sin duda la fase más importante para aumentar la productividad y garantizar la sostenibilidad en plantaciones de ciclo corto. Destacan además la importancia de lo que los autores denominan la silvicultura específica del sitio (también denominada silvicultura relacionada con el sitio o la silvicultura de precisión), fundamental para aprovechar y mantener el potencial máximo de producción. La preparación del terreno con laboreo total con arado tiene un efecto beneficioso significativo cuando se lleva a cabo la forestación en campos naturales. Sin embargo, tratamientos similares no dieron lugar a respuestas de crecimiento significativas en las condiciones de replantación.

Según Dalla Tea y Larocca (1998) el objetivo inmediato de una buena preparación del sitio es mejorar la supervivencia de los plantines y acelerar el crecimiento inicial. Sin embargo, al momento de planificar la preparación del suelo

debemos también tener en cuenta la necesidad de preservar la productividad del sitio en forma sostenida.

La preparación del sitio debe suministrar a las plantas las mejores condiciones para lograr un buen desarrollo del sistema radicular que optimice el acceso al agua y a los nutrientes, además de brindar un buen anclaje (Larocca et al., 2004).

Los estudios conducidos en la región y las experiencias de otras regiones del mundo donde se realizan plantaciones de *E. grandis* revelan que la productividad es muy influenciada por las labores que se realizan en la etapa de establecimiento de la plantación. Las técnicas de mayor impacto son la preparación del terreno, el control de malezas y la fertilización. La aplicación adecuada de cada una de ellas incrementa la productividad, mejora la homogeneidad y beneficia la sustentabilidad (Larocca et al., 2004).

Con respecto al control de malezas los mismos autores destacan el efecto negativo de las plantas competidoras en el crecimiento de *E. grandis*. Este efecto negativo está ampliamente demostrado en estudios locales y de diversas partes del mundo. Las raíces del eucalipto recién implantado y de las “malezas” se concentran en el suelo superficial donde es más alta la disponibilidad de nutrientes, en particular N y P.

Los eucaliptos compiten débilmente en los primeros meses, por lo que otras plantas más agresivas logran una ocupación rápida del sitio consumiendo agua y nutrientes, interceptando luz y ocupando espacio, de este modo se ve afectado el crecimiento y la homogeneidad en relación directa entre el grado de control y el crecimiento de las plantas de eucaliptos durante el primer año.

El efecto de la competencia por luz y espacio se distingue visiblemente. Existe influencia sobre otros dos factores que no son notorios a simple vista, pero tienen una enorme influencia: la sobrevivencia y el crecimiento, que se agravan en períodos críticos de falta de humedad (Larocca et al., 2004).

El control de las malezas se puede realizar en forma manual o con la aplicación de herbicidas.

El control manual es efectivo, sin embargo como controla sólo las malezas presentes, no tienen efecto sobre las que emergerán con posterioridad, ya sea de semillas o del rebrote de estructuras vegetativas de las especies perennes. Si a esto se agrega el

costo de la gran cantidad de mano de obra que se requiere por continuas intervenciones, se determina que este sistema es aconsejable para pequeñas plantaciones (INFOR, citado por Montouto y Cazaban, 2009).

Cuando hay alta disponibilidad de mano de obra y no se desean utilizar herbicidas, por el riesgo a la fitotoxicidad o por el costo, esta práctica se puede llevar a cabo por carpidas manuales en un círculo alrededor de las plantas (Larocca et al., 2004).

El control mecánico, usado para la entre fila, reduce gran parte del volumen aéreo de las malezas, pero deja en el suelo una abundante masa radicular muy activa, que le permite recuperarse rápidamente. En un par de meses, nuevamente las malezas exhiben una frondosa biomasa aérea. Es necesario entonces volver a efectuar el control para mantener a las malezas con baja actividad metabólica (INFOR, citado por Montouto y Cazaban, 2009).

Con relación a la forma de aplicación del herbicida no se detectaron diferencias significativas en DAP y en altura al comparar 3 alternativas de control, 1 m de ancho de banda, 2 m de ancho de banda y control total. Los resultados señalan que el control en 1 m de ancho de banda, fue suficiente para minimizar la competencia de las malezas en el primer año de crecimiento (Larocca et al., 2004).

Toledo et al., citados por Larocca et al. (2004), al evaluar la competencia de malezas en un clon del híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* recomienda un ancho de control de malezas de 1 a 1,2 m, de acuerdo a experiencias realizadas en Entre Ríos. Sin embargo, *E. urophylla* en dos sitios de Brasil, no expresó hasta los 13 meses edad diferencias significativas en DAP al comparar franjas de control de 1 m y 2 m de ancho, en uno de los sitios, mientras que en el otro sitio el crecimiento fue mayor en la franja de 2 m de ancho.

Las plantas provenientes de reproducción vegetativa tienden a tener una raíz casi fasciculada, donde generalmente no se observa una raíz principal, y estas no presentan un marcado carácter pivotante, a diferencia de las provenientes de semilla (Sasse y Sands, citados por Donoso et al., 1999).

Las raíces finas se concentran en la cuadrícula central, esta situación es marcada en los sectores laboreados, donde la biomasa de raíces finas es 50 a 60% superior al

encontrado en un volumen de suelo equivalente en la periferia, mientras que en el sector no laboreado, este porcentaje es de 32 a 39 % (Donoso et al., 1999).

La respuesta que presentan las raíces finas al laboreo, se evaluó en las cuadrículas ubicadas en la periferia del árbol. En ellas, el laboreo afectó principalmente a los primeros 20 cm del suelo. En el estrato de 20 a 40 cm de profundidad no hay diferencias entre los sectores labrados y no labrados. El laboreo induciría un aumento de la cantidad de raíces finas en el árbol. Este aumento tiene lugar en las zonas menos afectadas por la grada, que tenderían a reponer las raicillas, dado que el árbol las genera por aquellas partes del suelo donde las raíces no sufren daño o lo sufren en menor medida (Donoso et al., 1999).

La intensidad de la preparación del terreno depende de las características particulares de cada sitio, con un mínimo en suelos arenosos y un máximo en suelos arcillosos (subsulado entre 40-80 cm de profundidad). La preparación en camellones es recomendada para sitios bajos, con textura fina y drenaje deficiente, donde la elevación del suelo mejora las condiciones de aireación para la expansión del sistema de raíces (Lupi et al., 2004).

El crecimiento de *E. grandis* en camellones, donde el suelo es de textura gruesa y la napa en general estuvo retirada de la superficie, señalaría también la conveniencia de concentrar el suelo roturado próximo a la nueva planta, respecto a mantener el mismo volumen de suelo disperso en la banda, como en la preparación con rastra con exceso de humedad. La preparación del terreno con camellones es una práctica cada vez más utilizada. La elevación del suelo aumenta el volumen de tierra disponible para el desarrollo del sistema de raíces, con un efecto positivo en el crecimiento (Aparicio y Ghio, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta inicialmente la especie y los materiales objeto de estudio, las zonas geográficas, las etapas de la cadena a considerar y por último los indicadores financieros y las formulas utilizadas para su cálculo.

3.1. ESPECIE Y MATERIALES GENÉTICOS

La especie en estudio es *Eucalyptus grandis* y se trabajó con los siguientes materiales genéticos:

BM.- Semilla origen Huerto Semillero: Facultad de Agronomía –Bañados de Medina. Se considera la base de la mejora genética del país.

I1.- Semilla primera generación, origen Huerto Semillero del INIA. Representa el desarrollo de un programa de mejoramiento genético a nivel nacional con continuidad en el tiempo.

S3586.- Semilla origen Huerto Semillero Forestal Oriental.

MC.- Materiales clonales desarrollados por Forestal Oriental (C99, C107, C469, C564, C565, C591).

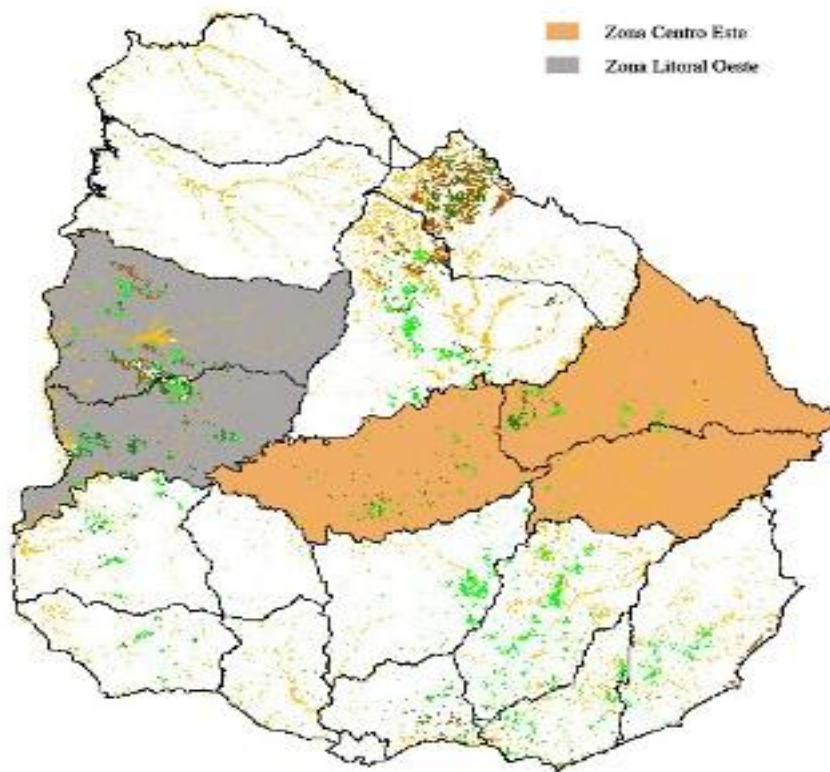
3.2. DEFINICIÓN DE LAS ZONAS ANALIZADAS

Las zonas analizadas son Zona Litoral Oeste, que abarca los Departamentos de Paysandú y Río Negro y la Zona Centro Este, que abarca a los Departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres, y Durazno (Figura no. 1).

Esta definición se realiza en base a la importante superficie que ocupa la especie objeto de estudio en esas dos zonas, como se puede observar en los Anexos no. 2 y no. 3.

Los suelos predominantes en la Zona Litoral Oeste, según la clasificación del Soil Taxonomy - USDA, reúnen las propiedades y características de suelos tipo Mollisols, Aquolls y Alfisols. Según la clasificación del CIDE, corresponden a la Zona 9 (Anexos no. 4 y no. 5). En general se describen como suelos con horizonte superficial de escaso y mediano espesor y drenaje moderadamente bueno a imperfecto, asociados a suelos pesados fértiles.

Figura no. 1 Ubicación de las zonas en estudio.



Los suelos predominantes en la Zona Centro Este según la clasificación del Soil Taxonomy - USDA, reúnen las propiedades y características de los suelos tipo Alfisols y Ultisols. Según la clasificación del CIDE, corresponden a suelos de la Zona 8 (Anexos

no. 4 y no. 5), que se describen como suelos con horizonte superficial de espesor medio y drenaje imperfecto.

3.3. ETAPAS DE LA CADENA

Las etapas de la cadena consideradas para los cálculos económicos son: Preparación del Sitio, Plantación, Cosecha e Industria. Para la etapa de vivero se relevaron los precios de mercado, derivados de diferentes materiales genéticos.

En las etapas de Preparación del Sitio, Plantación y Cosecha se relevan todos los pasos seguidos en las mismas, así como los insumos utilizados. Se seleccionaron para estas etapas cinco informantes calificados los que fueron incluidos en base al tipo de material genético utilizado en la plantación y a la representatividad en la producción.

En la etapa de Preparación del Sitio se consideró: Control de hormigas (método de aplicación, producto, dosis y momentos), Control de malezas (tipo de control, productos, dosis, momentos de aplicación) y Movimiento del suelo (tipo de laboreo, herramienta utilizada, momentos y profundidad).

En la etapa de Plantación se consideró: Organización de la tarea, Funcionamiento de las cuadrillas, Marco de plantación, Fertilización, Riego y Controles post plantación (reposición, control de malezas y control de hormigas).

En la etapa de Cosecha se consideró: Apeo, Desramado, Descortezado, Trozado, Saca, Apilado, Transporte y la incidencia del material en el tiempo de operación. Con estos datos se calculó: Productividad (volumen cosechado por unidad de tiempo (m^3/h) y Costo de la cosecha ($\text{US}\$/\text{m}^3$).

Finalmente en la etapa industrial se cuantificó el rendimiento pulpable de los materiales objeto de estudio. Se calculó la cantidad de celulosa anual por unidad de superficie.

3.4. INFORMANTES CALIFICADOS

Los informantes calificados consultados fueron ejecutores de programas genéticos, decisores de empresas de servicio en las etapas de preparación de sitio, plantación y cosecha, actores del medio forestal tales como técnicos y productores.

Para relevar esta información se confeccionaron formularios de encuestas para cada etapa (Anexo no. 6).

3.5. ESTIMACIÓN DE LOS VOLÚMENES SEGÚN EDAD

Los volúmenes de cosecha se estimaron utilizando el modelo de crecimiento SAG grandis (Methol, 2006). Se simuló la proyección de crecimiento para ciclos de 9 a 12 años para los materiales en cada zona definida. Los insumos para alimentar el modelo son DAP medio, altura media dominante (AMD), edad del rodal, y población en el rodal al momento de proyección del volumen (Anexo no. 7).

La población, es decir total de plantas por hectárea se calculó a partir de dos fuentes: ensayo de INIA (datos no publicados proporcionados por Ing. Agr. Fernando Resquin) y datos de Caamaño y Stirling (2009).

El ensayo de INIA proporciona datos de altura media dominante, Dap medio y población a los cinco años de edad, sobre suelos 8 en la Zona Centro Este, para los materiales I1 y BM.

La Tesis proporciona los datos de tres ensayos realizados sobre suelos 9 en la Zona Litoral Oeste, con materiales provenientes del programa de mejoramiento de FOSA, de seis años de edad.

En la Zona Centro Este se compara I1 con BM, mientras que en la Zona Litoral Oeste se compara un material proveniente de semilla (S3586) y 6 clones (C564, C591, C469, C99, C565 y C107).

3.6. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA COSECHA

Se define por productividad como el volumen extraído por hora a partir de las operaciones realizadas con equipos de harvester y forwarder. Comprende las etapas de corte y apeo del árbol, toma del árbol por el cabezal, desramado-descortezado, trozado y saca.

Los valores de productividad de cosecha utilizados son: 8 m³/hora para BM, 9 m³/hora para INIA y 11m³/hora para MC y para S3586. Estos valores en principio fueron estimados a partir de variables que determinan el tiempo operativo de la maquinaria, parámetro este de mayor incidencia en el costo de cosecha. Las variables consideradas fueron: frecuencias de fustes con defectos, torceduras, rectitud del fuste, diámetro medio del árbol y espaciamiento (Cusano et al. 2009, Caamaño y Stirling 2009). Posteriormente estos valores fueron consultados y ajustados con informantes calificados del sector. Se consideró que el material clonal es el que presenta las mejores características deseadas por lo que se calculó una productividad de procesamiento entre un 30 y un 35 % mayor que el material de BM.

A partir de los datos de productividad mencionados se simuló el costo de cosecha para los cuatro materiales.

3.7. RENDIMIENTO INDUSTRIAL

Para la Industria se toma el valor de rendimiento medido en toneladas de celulosa por ha (Mg /ha). Este valor proviene de dividir la cantidad de madera por unidad de superficie por la madera consumida para producir una tonelada de celulosa.

La madera consumida por tonelada de celulosa (m³ /Mg) es la inversa del producto de la densidad básica (D_b) y del rendimiento depurado (rd) en porcentaje.

$$MC(m^3 / Mg) = \frac{1}{D_b \cdot rd}$$

Los valores de rendimiento depurado utilizados fueron: 51 % para MC y S3586, 49,8 % para BM y 49,1 % para I1 (Resquin et al., 2005).

Los valores de Densidad básica utilizados fueron: 0,414 para BM, 0,419 para I1 (datos no publicados proporcionados por Ing. Agr. Fernando Resquin) y 0,4568 para MC y S3586 (datos de Caamaño y Stirling, 2009). Si bien la Densidad básica varía con la edad, por carecer de datos se tomo la misma densidad para todas las edades.

La densidad básica para el MC se aplicó entre las edades de 9 a 12 años. Debe destacarse que si bien el material S 3586 no es un clon, como se carece de datos para la variable Densidad básica se optó por tomar el mismo valor que para el MC, la diferencia en toneladas de celulosa por hectárea quedará determinada solamente por la variable producción de madera por hectárea.

Para el cálculo de la producción de celulosa por hectárea se utilizó la siguiente fórmula:

$$celulosa(Mg / ha) = Volumen(m^3 / ha) * Db(Mg / m^3) * Rd(\%)$$

Donde:

Db= densidad básica

Rd= Rendimiento depurado

3.8. CÁLCULOS ECONÓMICOS

En base al procesamiento de la información obtenida, se calcularon los costos de producción a tres escalas de plantación: mayor o igual a 100 ha y menor a 300 ha ($\geq 100 < 300$ ha); mayor o igual a 300 ha y menor a 700 ha ($\geq 300 < 700$ ha) y mayor o igual a 700 ha (≥ 700 ha).

Los costos de laboreo se calcularon en base a los datos relevados con los informantes calificados, definiéndose diferentes profundidades de subsolado según el material genético utilizado. Para MC y S3586: 40 cm y para BM e I1: 50 cm, 60 cm y 70 cm.

En la planilla de laboreo (Anexo no. 8) se incluye el precio de la maquinaria, valor residual, depreciación, vida útil, disponibilidad técnica y capacidad efectiva de campo. También se tiene en cuenta el tiempo disponible, turnos de trabajo, horas efectivas de trabajo por día, velocidad media, ancho operativo, eficiencia, superficie cubierta por ha, mantenimiento y funcionamiento. Dentro del ítem mantenimiento y funcionamiento se incluyen repuestos, servicios de mantenimiento y reparación. Por último en insumos se incluyen consumo y precio de combustible, aceites, grasas, lubricantes, herbicida y coadyuvante. En la mano de obra se calculan salarios, aportes, seguros y equipos de trabajo.

En la planilla de plantación y mantenimiento (Anexo no. 9) se tomaron en cuenta el costo de los plantines por hectárea y el costo de la mano de obra empleada al momento de la plantación propiamente dicho, así como costo de fertilizante y mano de obra para su aplicación en los casos que corresponden. Por último, los costos correspondientes a tratamientos post- plantación consideran además el tipo de laboreo, herramientas utilizadas y tiempo efectivo de trabajo.

Para obtener el costo de los plantines por hectárea se utilizó el precio de mercado, siendo para BM U\$S 0,10/plantín, para I1 U\$S 0,11/plantín y para MC y S3586 U\$S 0,20/plantín.

Los costos de cosecha mecanizada se calcularon en base a una planilla adaptada de Cusano et al. (2009), Anexo no. 10. En la misma se consideraron los valores a nuevo y residuales, depreciaciones totales, disponibilidades totales, operacionales y técnicas

del harvester y del forwarder, los costos de mantenimiento y funcionamiento incluyendo repuestos y servicios, consumo y precio del combustible, consumo y costo de aceites y lubricantes, el precio y duración de la cadena, espada de corte y cubiertas y las horas programadas y efectivas por año, salarios y cargas sociales.

Con los volúmenes proyectados por hectárea y los costos de cosecha por metro cúbico se calcularon los costos de cosecha por hectárea de los materiales en estudio.

Los costos de flete utilizados son los de mercado, y se calculan para la Zona Litoral Oeste, con una distancia de 125 Km en U\$S $0,08/\text{m}^3/\text{Km}$ y para la Zona Centro Este con una distancia de 200 y 350 Km en U\$S $0,07/\text{m}^3/\text{Km}$.

Los ingresos se estimaron en base al volumen de madera descortezada por hectárea y al precio de la madera colocada en puerta de fábrica. El precio utilizado fue de 33 U\$S/ m^3 y se estimó en base al precio promedio relevado de informantes calificados, que operan en plaza.

Se calcula el resultado técnico-económico para cada escala de producción en base a:

- a) Volumen descortezado de producción (m^3/ha) en las diferentes edades de cosecha.
- b) Costo de producción por unidad de superficie (U\$S/ha).
- c) Costo de producción por unidad de volumen (U\$S/ m^3).
- d) Ingreso por unidad de superficie (U\$S/ha).
- e) Ingreso por unidad de volumen (U\$S/ m^3).

- f) Retorno económico en base a los indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), Renta Forestal Anual (RFA) y Valor Esperado del Suelo (VES).

Éstos indicadores financieros se calcularon utilizando planilla Excel, para cada material según zona de producción, para tres escalas de plantación, a diferentes profundidades de subsolado, con y sin inclusión del valor de la tierra, para los ciclos de corta de 9 a 12 años (Anexo no. 11), a dos tasas de descuento 3,5% y 5%.

La tasa de descuento de 3,5 % refleja el rendimiento de acciones de empresas de riesgo medio en plaza local. La tasa del 5 % se incluyó en base a un perfil de inversionista más adverso al riesgo.

Los valores de la tierra tomados son U\$S 1.500/ha para la Zona Centro Este y U\$S 2.000/ha, para la Zona Litoral Oeste.

Para el análisis y comparación entre los materiales se utilizaron el VES y la RFA, a través de la actualización de las infinitas rentas forestales. Debemos tener en cuenta que el valor del activo tierra puede ser muy diferente del precio de mercado de la tierra, esto se debe a que la misma es también un activo inmobiliario que opera como refugio de activos financieros, cuando el escenario macroeconómico se vuelve inestable (Lorenzo y Lanzilotta, 2002).

3.8.1. Fórmulas utilizadas para realizar los Cálculos Económicos

1) Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

V_t representa los flujos netos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

t es el número de períodos considerado.

i es la tasa de descuento.

El costo financiero debido a la inmovilización del activo tierra se incluye considerando como si el mismo se comprara al inicio de la rotación y se simula su venta al final de la rotación al mismo precio.

2) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Cuando el VAN toma un valor igual a 0, i representa la TIR (Tasa Interna de Retorno). La TIR es la rentabilidad promedio anual del proyecto.

3). Valor Esperado del Suelo (VES).

$$VES = VAN \frac{(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

4). Renta Forestal Anual (RFA).

$$RFA = VES \cdot i$$

3.9. PROMEDIOS PRODUCTIVOS Y FINANCIEROS

Con el objetivo de realizar una síntesis de las diferencias generadas en producción de madera (m^3/ha), rendimiento pulpable (Mg/ha) y de los indicadores financieros la RFA y la TIR se realizan las siguientes operaciones:

- 1) Zona litoral Oeste: se toma la escala de producción $\geq 300 \leq 700$ ha y se promedian los valores de los 6 clones sin incluir el activo tierra.
- 2) Zona Centro Este se toma para ambos materiales los valores a la escala de producción $\geq 300 \leq 700$ ha y a la profundidad de 60 cm sin incluir el activo tierra.

Finalmente se valora el incremento productivo y económico de los materiales, como la diferencia entre el promedio de los clones y de material a partir de semilla para la zona Litoral y la diferencia entre el material I1 y el material BM para la zona Centro Este. Los valores que se comparan son: producción volumétrica, producción de celulosa por unidad de superficie, RFA por unidad de superficie y TIR.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se describen inicialmente los sistemas de preparación del sitio, plantación y mantenimiento, y cosecha de las empresas encuestadas. Posteriormente se presentan los resultados agrupados según etapa de producción, con las estimaciones económicas por cada una de ellas; finalmente se presenta el análisis en forma conjunta.

4.1. PREPARACIÓN DEL SITIO

En todas las empresas encuestadas se realiza planificación sistemática de las tareas de preparación del sitio. Los factores preponderantes en la planificación fueron: control de hormigas (momento y tipo de control), tipo y condiciones iniciales del suelo, historia del predio, número de laboreos, tipo de herramienta, momentos, métodos y dosis de aplicación de herbicidas.

En el Cuadro no. 1 se presenta el tipo de control de hormigas registrado en las empresas relevadas. Las diferencias en el método utilizado fueron sistemático y relevamiento o identificación de hormigueros.

Cuadro no. 1 Resumen de las variables relevadas en control de hormigas.

	1	2	3	4	5
control hormigas	sistemático	sistemático	sistemático	sistemático	relevamiento
fungicida granulado(kg/ha)	5	3	3	3	0.5
insecticida en polvo(kg/ha)	no	no	no	no	1,5-2

Respecto al control de malezas, se resumen los métodos utilizados en el Cuadro no. 2. En cuatro de los casos relevados se utiliza herbicida total. La segunda aplicación se realiza según las condiciones de campo.

En el caso número cinco, se trata de una plantación en un sistema silvo-pastoril, las calles tienen un uso para el pastoreo del ganado. Este sistema determina el método de aplicación: uso de herbicida solo en la línea y luego un control con carpidas.

Cuadro no. 2 Resumen de las variables relevadas en control de malezas.

	1	2	3	4	5
Aplicación herbicida	total	total	total	total	en franjas
glifosato	si	si	si	si	si
dosis(l/ha)	4	4 a 5	3.5	4	1,5
Pre-emergente	si	si	si	si	carpidas
posterior	si	si	si	si	carpidas

Con respecto a la preparación de sitio, en todos los casos se realiza una planificación de las actividades de acuerdo a las condiciones de los cuadros a plantar.

Como se observa en el Cuadro no. 3, no hay diferencias sustanciales en los métodos de laboreo. En todos los casos se realizan dos pasadas de excéntrica, un subsolado, una afinada con rastra de disco y alomador. La profundidad de subsolado depende del tipo de suelo; finalmente, el ancho de trabajo oscila entre 1 m y 1,50 m según la herramienta que se disponga.

Cuadro no. 3 Resumen de las variables relevadas en preparación del suelo.

suelos 8 y 9	1	2	3	4	5
ancho de trabajo (m)	1.30	1.40	1.20 a 1.50	1.2	1
1ra.excéntrica (cm)	20	20	20	20	20
2da excéntrica (cm)	20	20	20	20	20
subsolado (cm)	60 -70	50-75	30 - 40	45-50	30-40
disquera	si	si	si	si	si
alomado	si	si	si	si	si

4.2. PLANTACIÓN Y MANTENIMIENTO

En los cuatro materiales estudiados la plantación se realiza en forma manual. Los equipos de trabajo están constituidos por dos trabajadores, uno realiza el hoyo y coloca el plantín y el otro realiza el apisonado del plantín. Esta función se va rotando a lo largo de la jornada. Los marcos de plantación utilizados se resumen en el Cuadro no. 4. En general, en las plantaciones con materiales provenientes de semilla la densidad de plantación es mayor a la empleada, con material clonal.

Cuadro no. 4 Marcos de plantación según origen del material y sistema de producción.

MATERIAL	Marco	plantas/ha	Manejo
I1	4 x 2	1250	celulosa
I1	3,5 x 2	1429	celulosa
I1	3 x 2	1667	celulosa
BM	3,5 x 2	1429	celulosa
BM	2 x 2 x 6	1250	silvo-pastoril
BM	3 x 2 x 6	1000	silvo-pastoril
MC y S3586	3 x 3	1111	celulosa

Con respecto a la fertilización, en los cuatro materiales no se verificaron diferencias, ni en el método ni en la dosis. En todos los casos se fertiliza, realizando un pozo a los lados del plantín, luego de la plantación. La única variante se constató en los sistemas silvopastoriles, donde no se aplica fertilización.

El mantenimiento en los sistemas de producción de celulosa consiste en reposición, control de hormigas, control químico de malezas en la entrefila y en la fila hasta cierre de copa. En el caso de sistemas silvopastoriles el control de malezas se realiza en la entrefila con ganado liviano o pastera y en la fila con carpidas.

4.3. SISTEMA DE COSECHA

En todos los casos relevados el sistema utilizado es CTL (Cut to Length) o sistema de trozas cortas, donde el equipo de cosecha está compuesto por Harvester y Forwarder. Para el caso de MC, el largo de las trozas utilizado es de 7,20 m o 3,60 m

con un descortezado del 90%. Para el resto de los materiales se utiliza el mismo largo de trozas (3,6 m) y el 100% de descortezado.

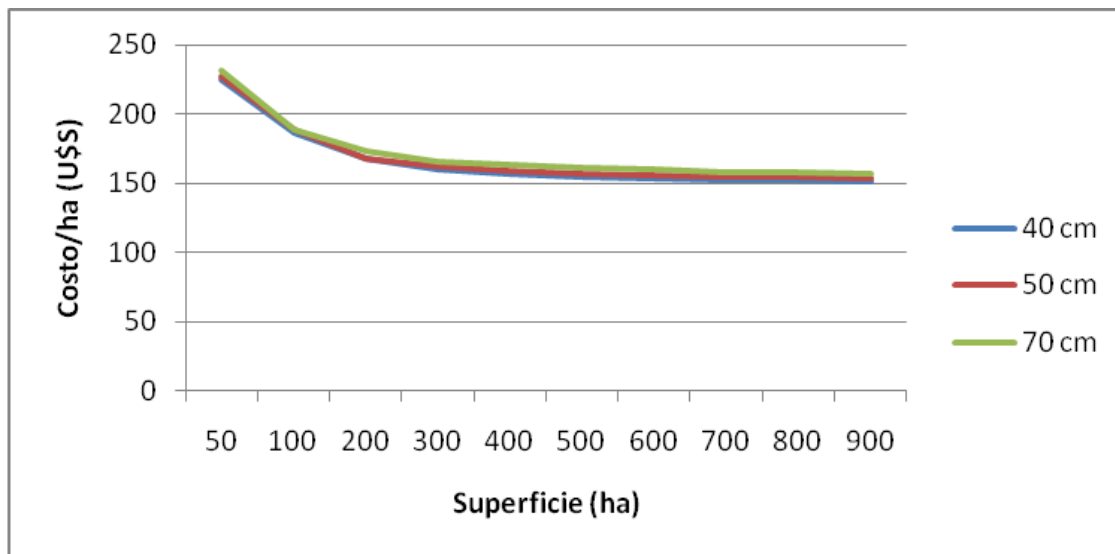
4.4. ESTIMACIONES ECONÓMICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA

Se presentan los valores relevados y calculados para cada etapa del cultivo y la cosecha.

4.4.1. Costos de preparación del suelo, plantación y mantenimiento

La mayor incidencia en los costos de laboreo la tiene la escala de plantación. La profundidad del subsolado prácticamente no tiene incidencia (Gráfico no. 1). Para una superficie de 50 ha el costo es de U\$S 227 /ha; empleando una profundidad de subsolado de 50 cm (Cuadro no. 5). A medida que la superficie de laboreo aumenta el costo por unidad de superficie disminuye. A partir de las 400 has las diferencias prácticamente desaparecen, llegando a una escala en que los costos se estabilizan. Esto se debe a que la incidencia de los costos fijos por hectárea es cada vez menor como señala la Teoría de Costos.

Gráfico no. 1 Costos de laboreo en función de la escala de plantación y de la profundidad del subsolado (40cm, 50cm y 70cm).



Cuadro no. 5 Costos de laboreo/ha según profundidad de subsolado y escala de plantación

	40 cm	50 cm	70 cm
superficie.(ha)	Costo/ha(U\$S)	Costo/ha(U\$S)	Costo/ha(U\$S)
50	225	227	231
100	187	189	189
200	167	168	173
300	160	162	166
400	157	159	163
500	155	157	161
600	154	156	160
700	153	155	158
800	152	154	158
900	151	153	157
1000	151	153	157

Se presentan los costos de plantación promedio donde se observa que la mayor incidencia la tiene el precio del plantín (Cuadro no. 6). Si bien MC y S3586 tienen una menor densidad de plantación (1.111 plantas/ha) el costo del plantín es un 100% mayor que el de BM y un 95% mayor que el de I1.

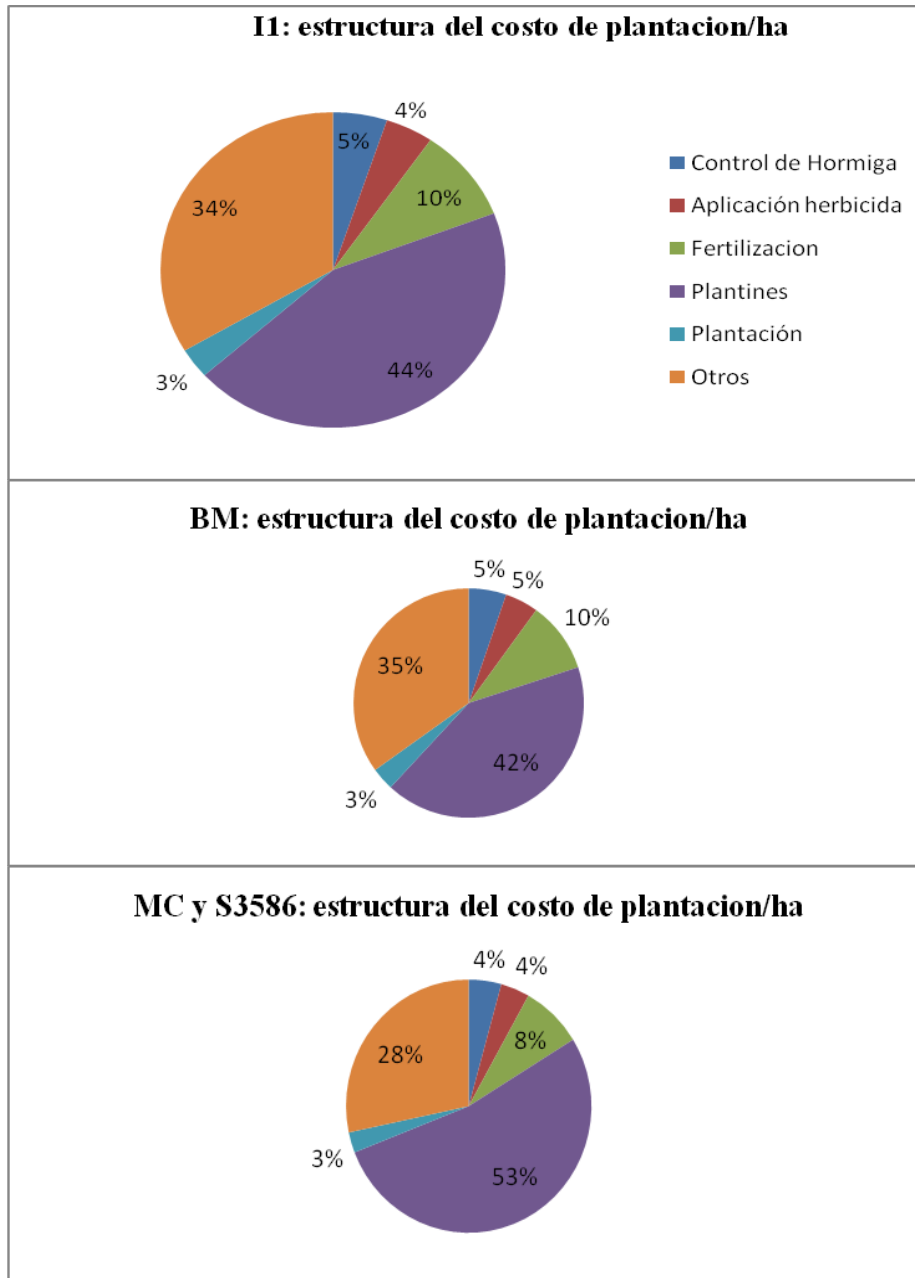
El costo de plantación varía con la escala ya que hay costos fijos que van disminuyendo por unidad de superficie a medida que la escala de plantación aumenta (Cuadros no. 8 al no. 10).

El costo relativo de los plantines representa en los materiales I1 y BM el 42 y 44% respectivamente del costo total de plantación por ha y en el caso de MC y S3586 el 53% (Gráfico no. 2).

Cuadro no. 6 Costo de plantación promedio.

	COSTOS/ha (U\$S)		
	I1	BM	MC y S3586
Control de Hormigas	18	18	18
Aplicación herbicida	16	16	16
Fertilizante	34	34	34
Plantines	157	143	222
Plantación	11	11	11
Caminería	8	8	8
Reparación alambrados	5	5	5
Proyecto	50	50	50
Ejecución- Administración	6	6	6
Otros (imprevistos)	50	50	50
TOTAL	355	341	420

Gráfico no. 2 Costos relativos de plantación segun materiales.



Para calcular los costos de mantenimiento se incluye reposición de plantas, aplicación de herbicidas, control de hormigas y mano de obra; se realiza el cálculo para tres niveles de mantenimiento (Cuadro no. 7).

Cuadro no. 7 Costos de mantenimiento en el año 1 (U\$/ha).

MATERIAL	Niveles de mantenimiento (U\$/ha)		
	Bajo	medio	alto
BM – I1	59,3	64,3	69,3
MC – S3586	67,2	72,2	77,2

En los Cuadros no. 8, no. 9 y no. 10 se presentan los costos totales de preparación del sitio, plantación y mantenimiento por cada material genético analizado y para tres escalas de plantación. A los costos de preparación del sitio y plantación se le calculó un 20 % adicional por beneficios empresariales.

Cuadro no. 8 Costos de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para I1 según profundidad de laboreo y escala de plantación.

I1	COSTO / ha (U\$)		
	Subsolado 50 cm	Subsolado 60 cm	Subsolado 70cm
>=100<300 ha	761	762	763
>=300<700 ha	709	711	714
>=700 ha	675	675	675

Cuadro no. 9 Costos de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para BM según profundidad de laboreo y escala de plantación.

BM	COSTO / ha (U\$)		
	Subsolado 50 cm	Subsolado 60 cm	Subsolado 70cm
>=100<300 ha	743	745	746
>=300<700 ha	692	694	697
>=700 ha	658	658	658

La incidencia de la profundidad de subsolado es muy baja haciendose nula a la escala de plantacion mayor o igual a 700 ha.

Cuadro no. 10 Costos de preparación del sitio, plantación y mantenimiento (U\$/ha) para MC y S3586 según escala de plantación.

MC	COSTO / ha (U\$)
S3586	Subsolado 40 cm
>=100<300 ha	919
>=300<700 ha	817
>=700 ha	728

4.4.2. Volúmenes proyectados

En el Cuadro no. 11 y Gráfico no. 3 se presentan los resultados de las simulaciones en volumen de madera/ha de los materiales utilizados en la Zona Litoral Oeste. El clon 564 fue el que presentó el mejor comportamiento, en los cuatro ciclos considerados y el C565 el de menor producción. Se constata que a medida que se alargan los períodos de corta las diferencias de producción disminuyen. En el año 9, C564 produce un 12 % más que el C565, esta diferencia es del 7% a los 12 años.

Con respecto al material proveniente de semilla, el mismo presenta menores rendimientos que los materiales clonales a las cuatro edades de corta analizadas. Si lo comparamos con el C564 la diferencia al año 9 es de 66 m³/ha es decir 21% menor.

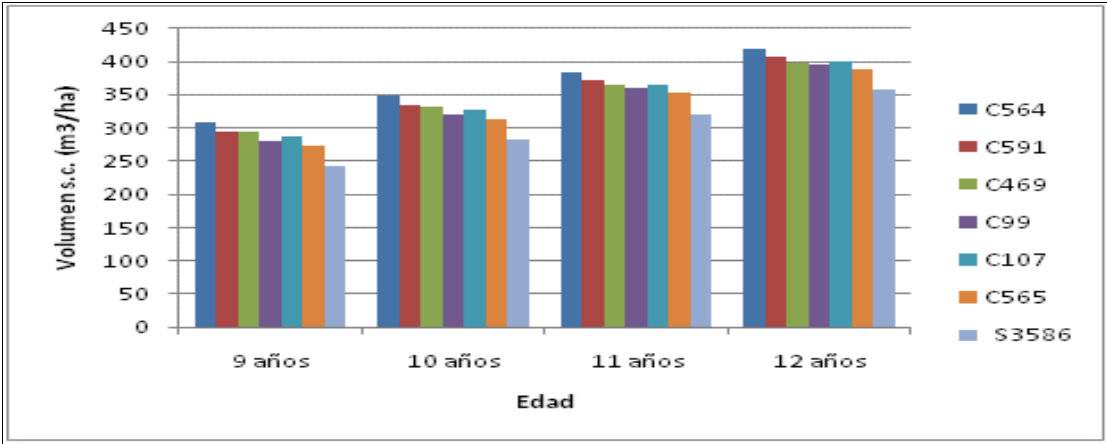
Cuadro no. 11 Volúmenes proyectados a diferentes edades para los materiales en la región Litoral Oeste.

Materiales	9 años	10 años	11 años	12 años
	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.
	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
C564	309	348,3	384,5	417,8
C591	293,3	334,1	372	406,8
C469	293,8	330,9	365,9	398
C99	280,1	321,2	359,8	395,3
C107	287	327,7	365,5	400,4
C565	273,1	314	352,5	388,4
S3586	243	282,9	321,2	357,5

Los volúmenes proyectados para los materiales utilizados en la Zona Centro Este se presentan en el Cuadro no. 12 y Gráfico no. 4.

El material I1 presenta mejor comportamiento que el material BM en los 4 ciclos considerados. A medida que se alargan estos ciclos la diferencia se acorta: 8,32% a los 9 años y 4,24% a los 12 años.

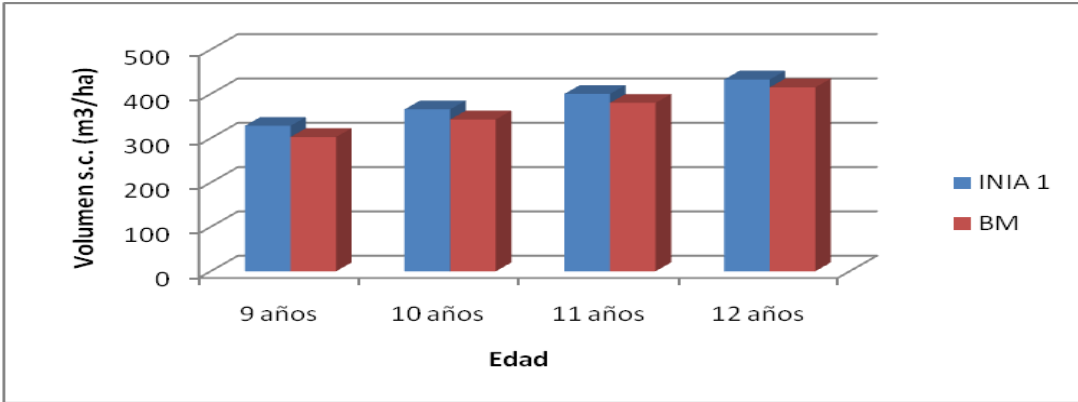
Gráfico no. 3 Simulación del comportamiento productivo de los materiales en la Zona Litoral Oeste.



Cuadro no. 12 Volúmenes proyectados a diferentes edades para BM e I1 en la Zona Centro Este.

	9 años	10 años	11 años	12 años
	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.	Volumen .s.c.
materiales	m³/ha	m³/ha	m³/ha	m³/ha
I1	328,1	365,3	400,1	432,5
BM	302,9	342,5	379,9	414,9

Gráfico no. 4 Simulación del comportamiento productivo de los materiales en la Zona Centro Este.



4.4.3. Costos de cosecha

En base a los resultados de las simulaciones y a los coeficientes de productividad, el costo promedio de madera cosechada resultó en 10,73 U\$/m³ para MC y S3586, 12,39 U\$/m³ para I1 y 13,52 U\$/m³ para BM. Se consideró que el rendimiento operativo de las máquinas no varía con la edad de los materiales estudiados (9 a 12 años). Esto da como resultado que el costo por unidad de volumen es el mismo para cada edad. La variación en el costo de cosecha por unidad de superficie esta dada por el volumen de madera producido en cada edad.

Como observamos en el Cuadro no. 13, a medida que aumenta la producción horaria disminuyen los costos de cosecha. Para una producción promedio horaria de 11 m³ el costo de cosecha es un 24 % menor respecto a una producción horaria de 8m³.

Las causas de estas diferencias están dadas por las características de los materiales (homogeneidad, rectitud del fuste, cantidad de ramas, % de corteza, volumen por árbol), lo que se relaciona con las etapas de mayor incidencia en los costos de cosecha que son el desrame, descortezado y trozado.

Los materiales clonales son los que presentan un mayor volumen de madera cosechada por hora y por lo tanto, menor costo de cosecha debido a su mayor homogeneidad, menor cantidad de ramas y mayores volúmenes medios por árbol.

Cuadro no. 13 Costos de cosecha por unidad de volumen.

	Producción horaria	Costos/m3
Materiales	(m3/hora)	(U\$)
BM	8	13,52
I1	9	12,39
MC y S3586	11	10,73

Los costos de cosecha por hectárea calculados para los materiales plantados en la zona Litoral Oeste, se presentan en el Cuadro no. 14 y los calculados para los materiales plantados en la zona Centro Este en el Cuadro no. 15.

Las diferencias en los costos por hectárea dentro de los materiales clonales y el S3586 se deben solo al rendimiento volumétrico ya que para la productividad de la cosecha (m^3/h) se tomo el mismo valor, valor que determina el costo/ha.

Las diferencias de los costos por ha entre, BM, e I1 están determinadas por los rendimientos volumétricos y por las diferencias en la productividad de la cosecha.

Cuadro no. 14 Costos de cosecha por hectárea según material y edad en la Zona Litoral Oeste.

Edad	C469		C564		C565		C591	
	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha
	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)
9	294	3152	309	3316	273	2930	293	3147
10	331	3551	348	3737	314	3369	334	3585
11	366	3926	385	4126	353	3782	372	3992
12	398	4271	418	4483	388	4168	407	4365

Edad	C107		C99		S3586	
	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha
	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)
9	287	3080	280	3008	243	2607
10	328	3516	321	3448	283	3036
11	366	3922	360	3861	321	3446
12	400	4296	395	4242	358	3836

Cuadro no. 15 Costos de cosecha por hectárea según material y edad en la Zona Centro Este.

Edad	BM		INIA 1	
	Vol./ha	costo/ha	Vol./ha	costo/ha
	m^3/ha	(U\$S)	m^3/ha	(U\$S)
9	303	4095	328	4065
10	343	4631	365	4526
11	380	5136	400	4957
12	415	5609	433	5359

4.4.4. Rendimiento pulpable

Los datos para los materiales provenientes de semilla en la Zona Centro Este se presentan en el Cuadro no. 16. En el mismo se observa que I1 en todas las edades de corta presenta mayor rendimiento pulpable que BM. Esa ventaja va disminuyendo con la edad de corta, pasando de un 8,17 % en el año nueve, a un 4,09 % en el año doce.

Estas diferencias se deben a la producción de madera por ha y a la densidad básica, ambos parámetros mayores en I1.

Cuadro no. 16 Rendimiento pulpable por material en la Zona Centro Este

	Edad(años)	Volumen (m ³ /ha)	Densidad básica (gr/cm ³)	Madera consumida (m ³ / Mg de celulosa)	Rendimiento pulpable/ha (Mg celulosa/ha)
I1	9	328,1	0,419	4,86	67,5
	10	365,3	0,419	4,86	75,2
	11	400,1	0,419	4,86	82,3
	12	432,5	0,419	4,86	89
BM	9	302,9	0,414	4,85	62,4
	10	342,5	0,414	4,85	70,6
	11	379,9	0,414	4,85	78,3
	12	414,9	0,414	4,85	85,5

Los rendimientos pulpables para los materiales clonales, Zona Litoral Oeste, se presentan en el Cuadro no. 17. La diferencia entre los clones y el material proveniente de semilla esta determinada por el volumen de madera producido por ha. Se destaca el C564, siendo su rendimiento un 5,4 % mayor al clon C 591 y un 27 % mayor al material S3586 proveniente de semilla.

Cuadro no. 17 Rendimiento pulpable por material en la Zona Litoral Oese.

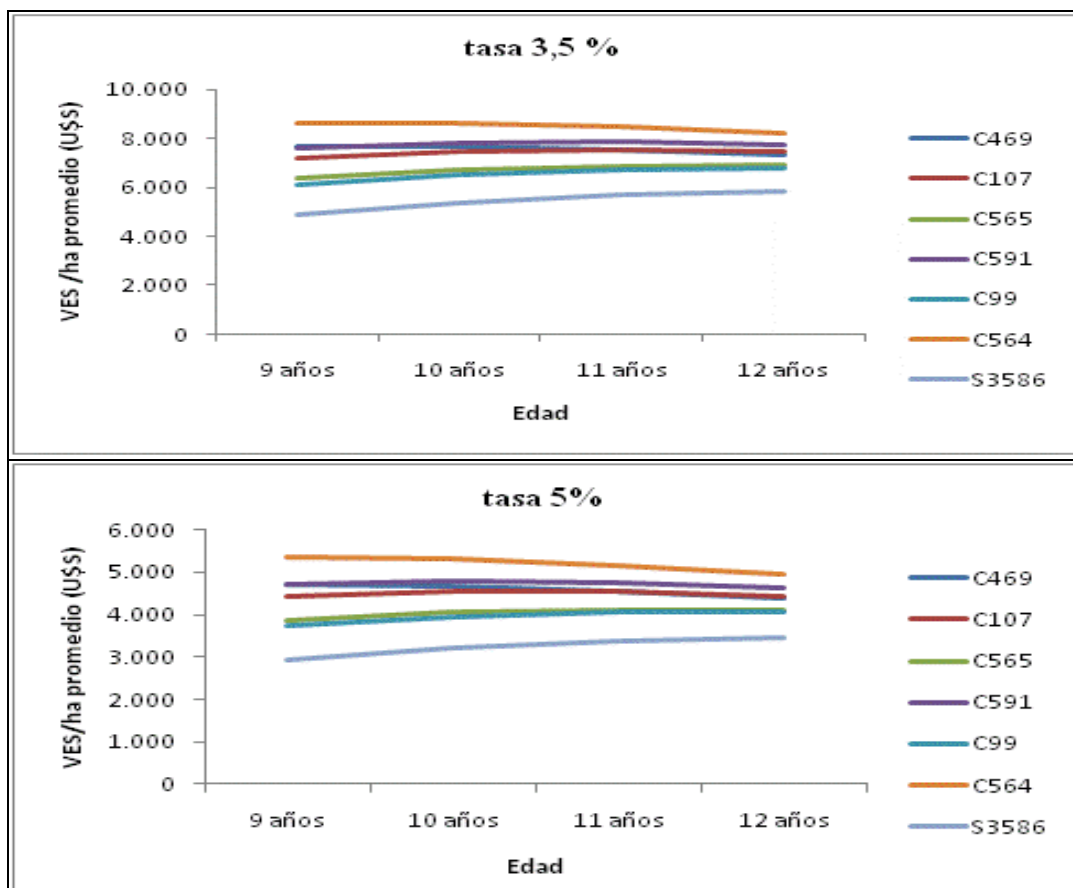
	Edad (años)	Volumen (m3/ha)	Densidad básica (gr/cm ³)	Madera Consumida (m ³ /Mg celulosa)	Rendimiento pulpable/ha (Mg celulosa/ha)
C564	9	309.0	0,4568	4,29	72
	10	348,3	0,4568	4,29	81,1
	11	384,5	0,4568	4,29	89,6
	12	417,8	0,4568	4,29	97,3
C591	9	293,3	0,4568	4,29	68,3
	10	334,1	0,4568	4,29	77,8
	11	372.0	0,4568	4,29	86,7
	12	406,8	0,4568	4,29	94,8
C107	9	287.0	0,4568	4,29	66,9
	10	327,7	0,4568	4,29	76,3
	11	365,5	0,4568	4,29	85,1
	12	400,4	0,4568	4,29	93,3
C469	9	293,8	0,4568	4,29	68,4
	10	330,9	0,4568	4,29	77,1
	11	365,9	0,4568	4,29	85,2
	12	398	0,4568	4,29	92,7
C99	9	280,1	0,4568	4,29	65,3
	10	321,2	0,4568	4,29	74,8
	11	359,8	0,4568	4,29	83,8
	12	395,3	0,4568	4,29	92,1
C565	9	273,1	0,4568	4,29	63,6
	10	314.0	0,4568	4,29	73,2
	11	352,5	0,4568	4,29	82,1
	12	388,4	0,4568	4,29	90,5
S3586	9	243.0	0,4568	4,29	56,6
	10	282,9	0,4568	4,29	65,9
	11	321,2	0,4568	4,29	74,8
	12	357,5	0,4568	4,29	83,3

4.4.5. Indicadores financieros

4.4.5.1. Zona Litoral Oeste

En los materiales evaluados en la Zona Litoral Oeste, se observa que la curva del VES depende de la curva de crecimiento de cada material analizado. A los 10 años, en general se dan los mayores valores en los MC, sin embargo para S3586 la máxima producción se presenta a los 12 años como se observa en el Gráfico no. 5.

Gráfico no. 5 Valores del VES (US\$/ha) a diferentes edades de cosecha a dos tasas de descuento. Escala de producción $\geq 300 < 700$ ha.



Se presentan los indicadores financieros, VES y RFA, para tres escalas de producción sin incluir el precio de la tierra y a las dos tasas de descuento definidas (Gráficos no. 6 al no. 12).

La escala de plantación incide en la edad de corta a la que se alcanza los mayores valores de estos indicadores por unidad de superficie. A medida que aumenta la escala de plantación se obtienen los mayores valores del VES y RFA. Por otro lado si el inversor utiliza una menor tasa de interés obtendrá un mayor VES, ya que es menor su costo de oportunidad. Cada material alcanza los mayores valores a diferentes edades de corta, comportamiento éste relacionado a su curva de crecimiento.

Los cuadros con los valores de todos los indicadores calculados se presentan en el Anexo no. 12.

Para C564 los máximos valores del VES y de la RFA se obtienen a los 9 años de edad, en las escalas ≥ 700 ha y $\geq 300 < 700$ ha a las dos tasas de descuento consideradas. En la escala $\geq 100 < 300$ los máximos valores se alcanzan a los 10 años a la tasa del 3,5% y a los 9 años a la tasa del 5 %.

Para C591 los máximos valores del VES y de la RFA se obtienen en la escala de plantación ≥ 700 ha a los 10 años a ambas tasas de descuento. En las dos escalas restantes el comportamiento es diferente. Los mayores valores se alcanzan a los 11 años a la tasa del 3,5% y a los 10 años a la tasa de descuento del 5%.

Para C469 los máximos valores del VES y RFA se obtienen a los 9 años en las dos escalas mayores de plantación a las dos tasas de descuento. En la escala $\geq 100 < 300$ ha los máximos valores se obtienen a los 10 años a la tasa del 3,5% y a los 9 años a la tasa de descuento del 5%.

Gráfico no. 6 Valores del VES y de RFA promedio, para C564 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.

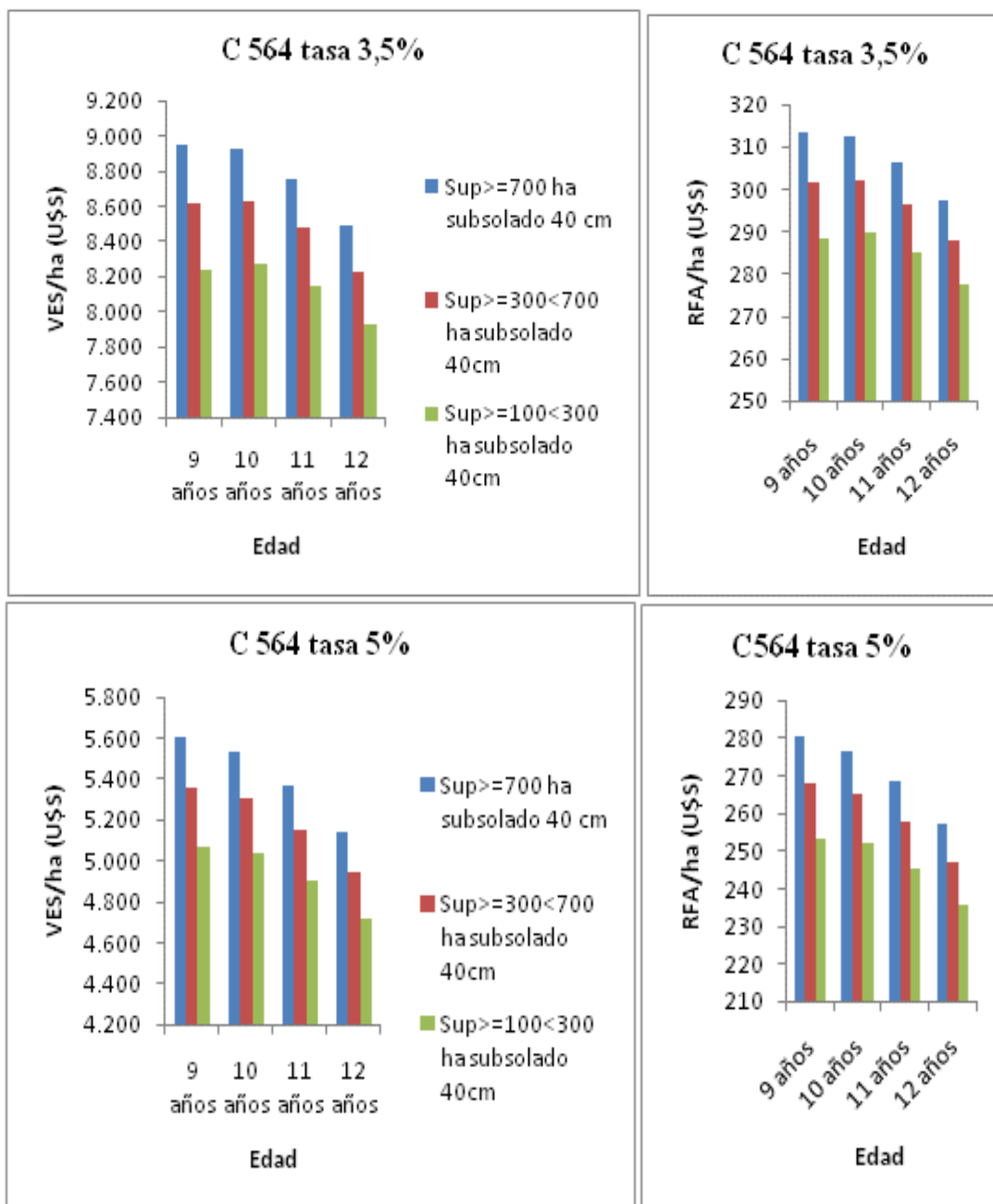


Gráfico no. 7 Valores del VES y de RFA, para C591 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.

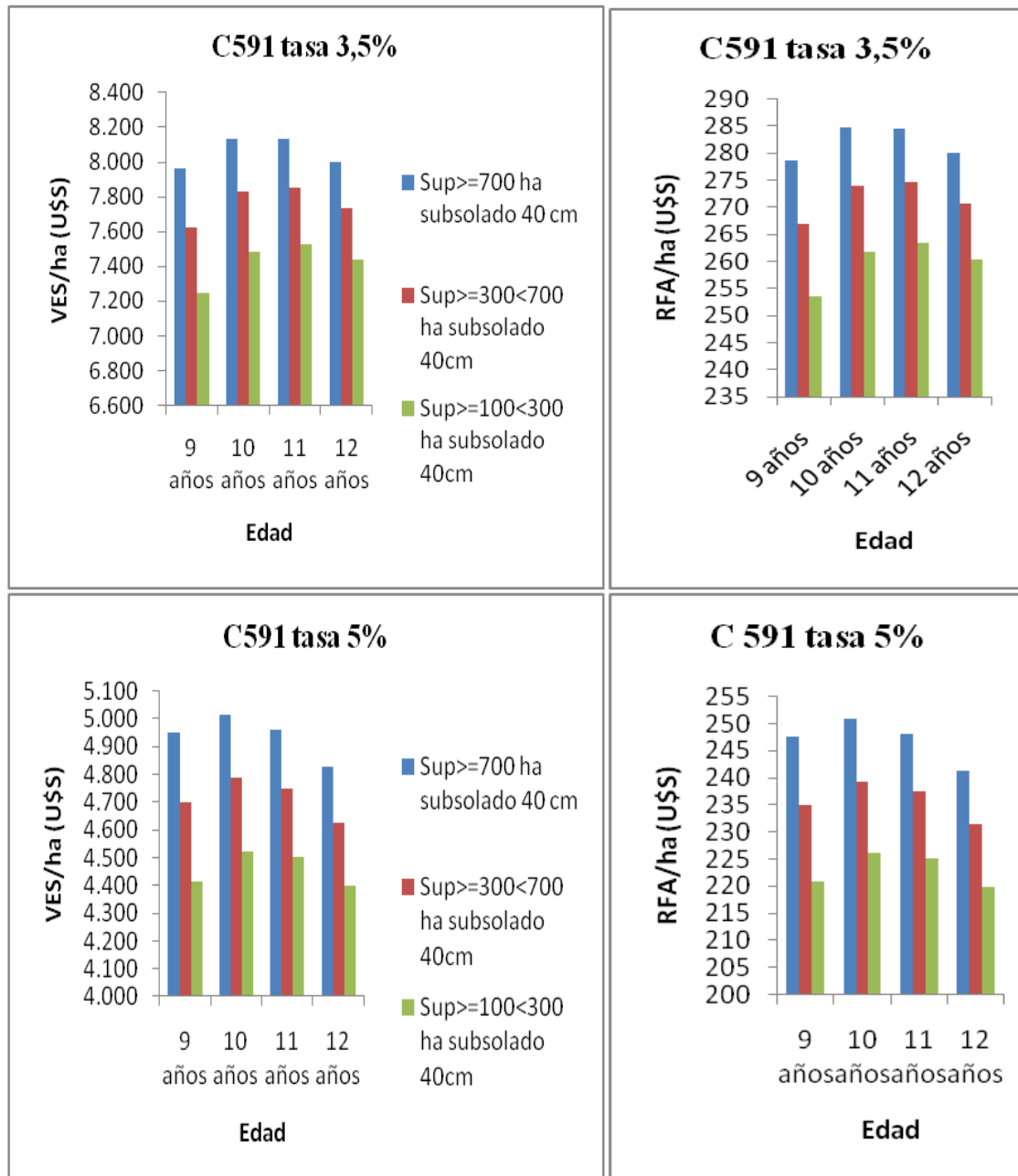
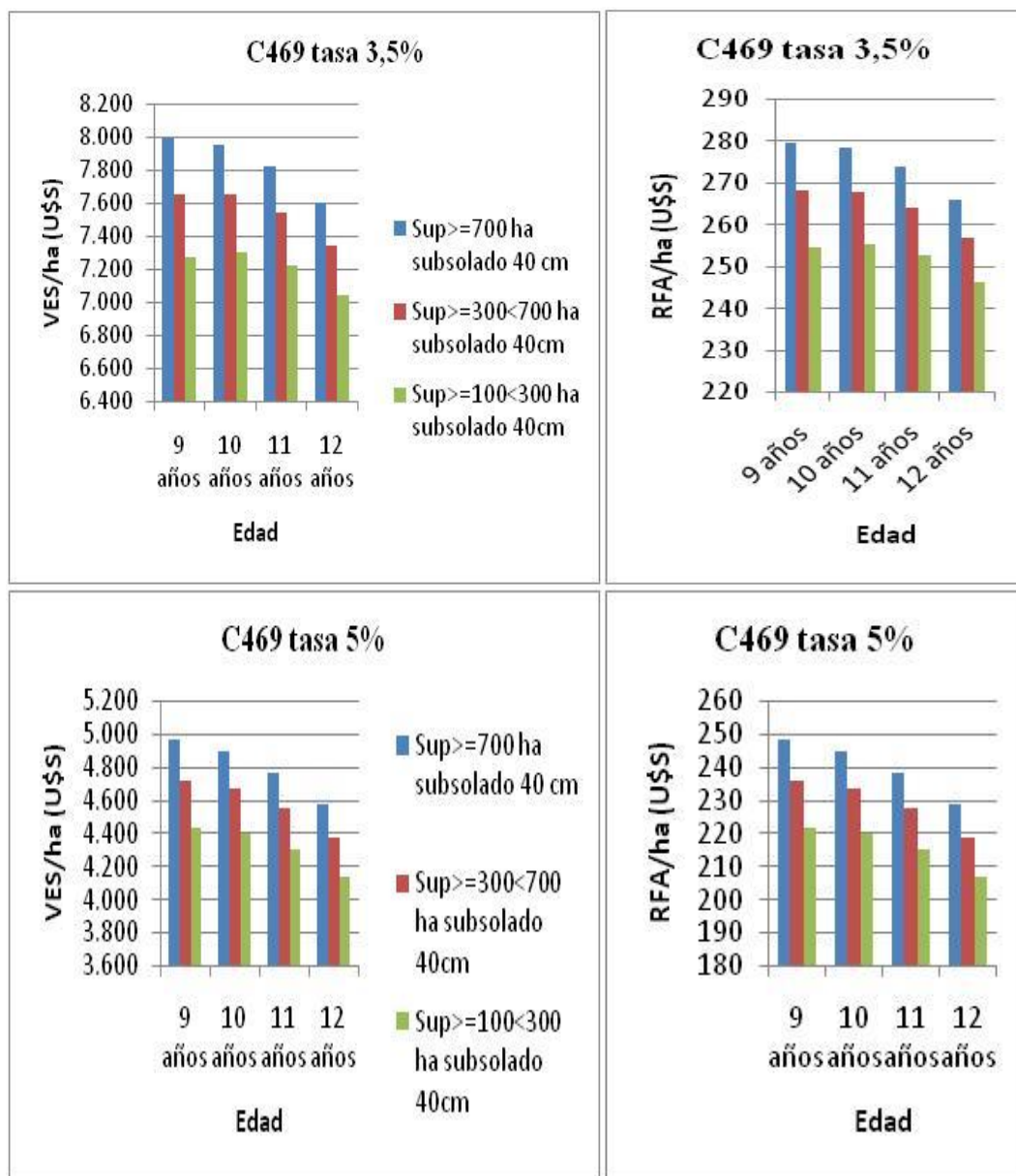
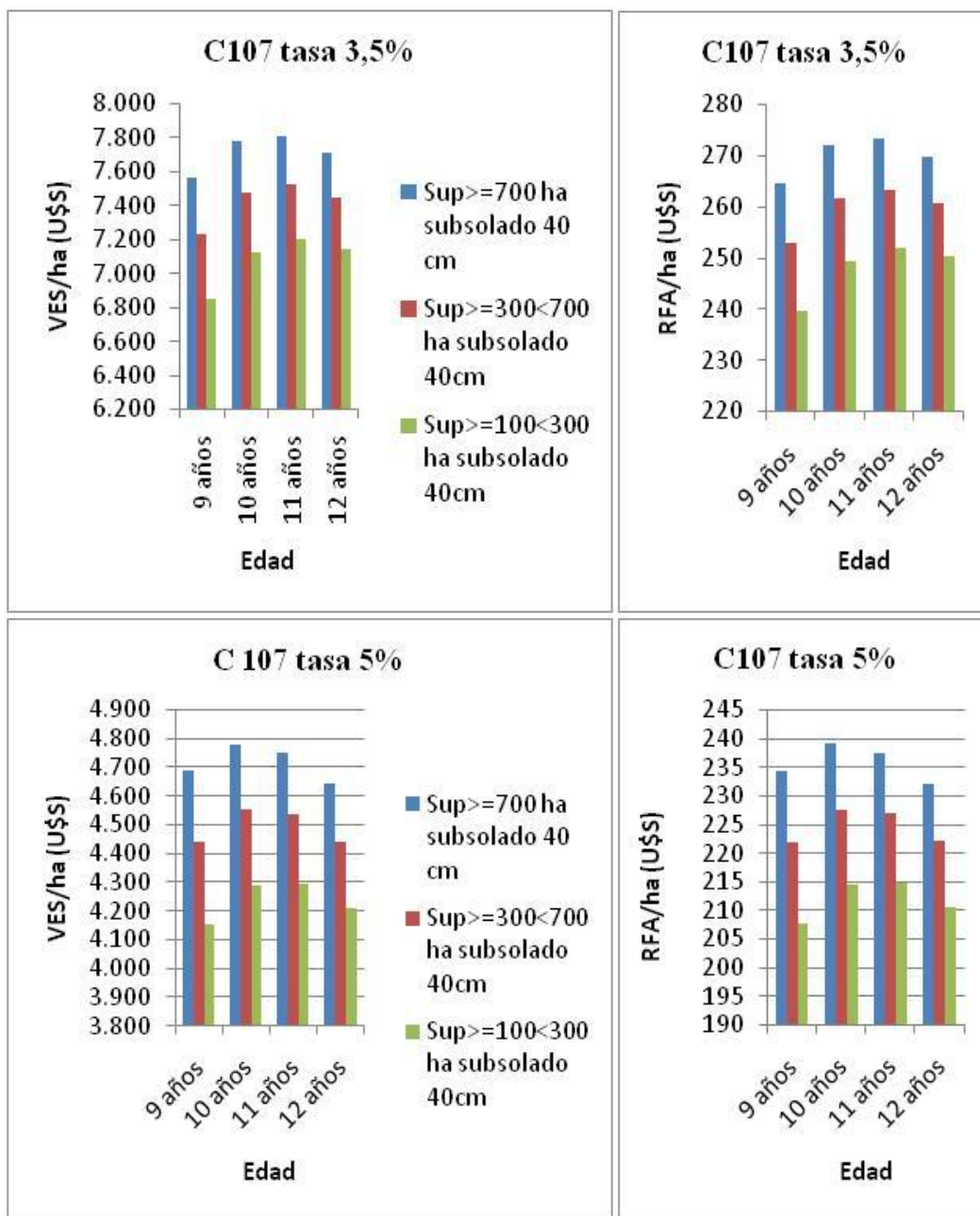


Gráfico no. 8 Valores del VES y de RFA, para C 469 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.



Para C107 los máximos valores del VES y RFA se obtienen a los 11 años en las tres escalas de plantación consideradas a la tasa de descuento del 3,5 %. A la tasa del 5% los mayores valores se obtienen a los 11 años en la escala $\geq 100 < 300$ ha, y, a los 10 años en las dos escalas restantes.

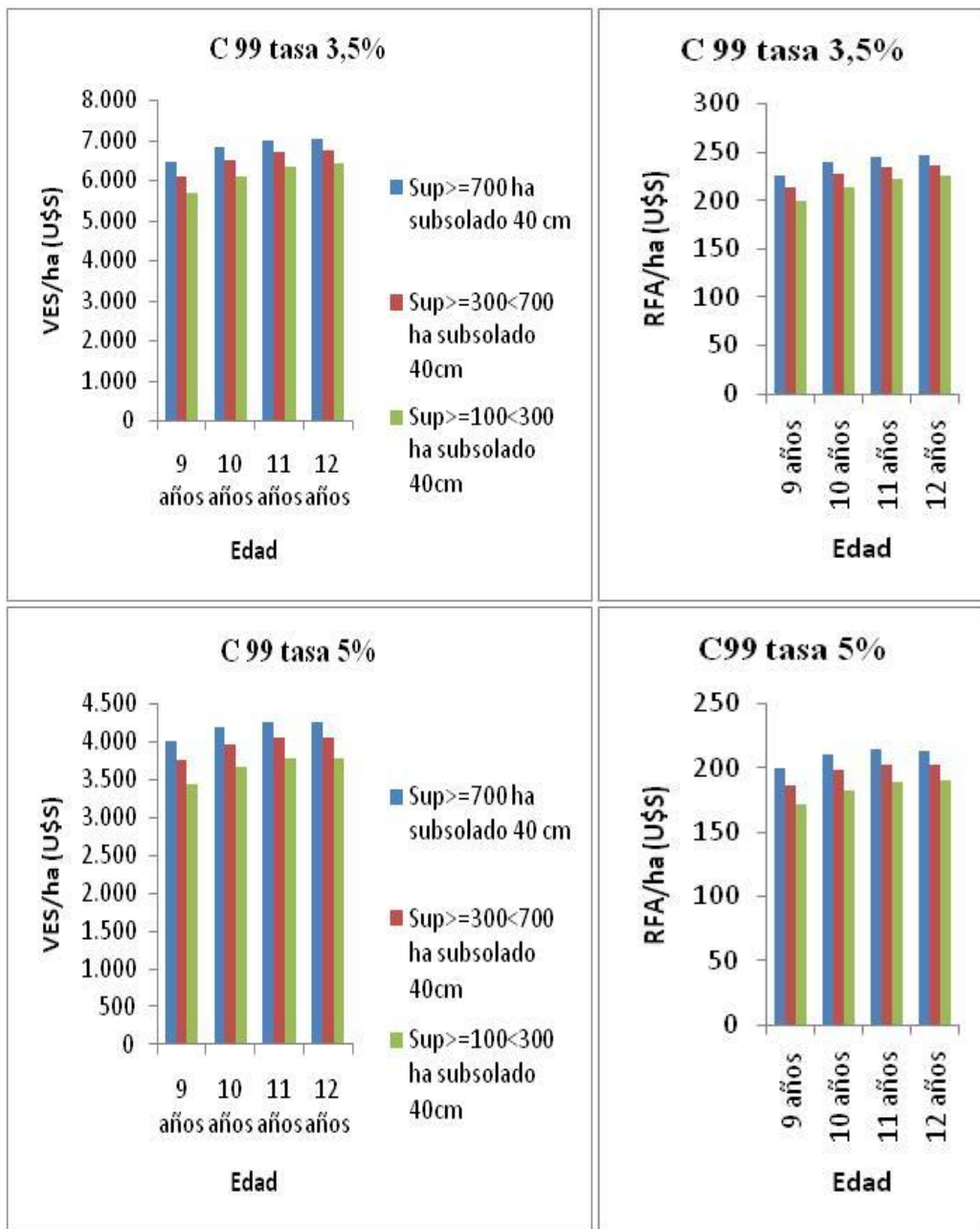
Gráfico no. 9 Valores del VES y de RFA, para C 107 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.



Para C99 se obtienen los máximos valores del VES y RFA a los 12 años en las tres escalas de plantación consideradas a la tasa de descuento del 3,5 %. A la tasa del 5%

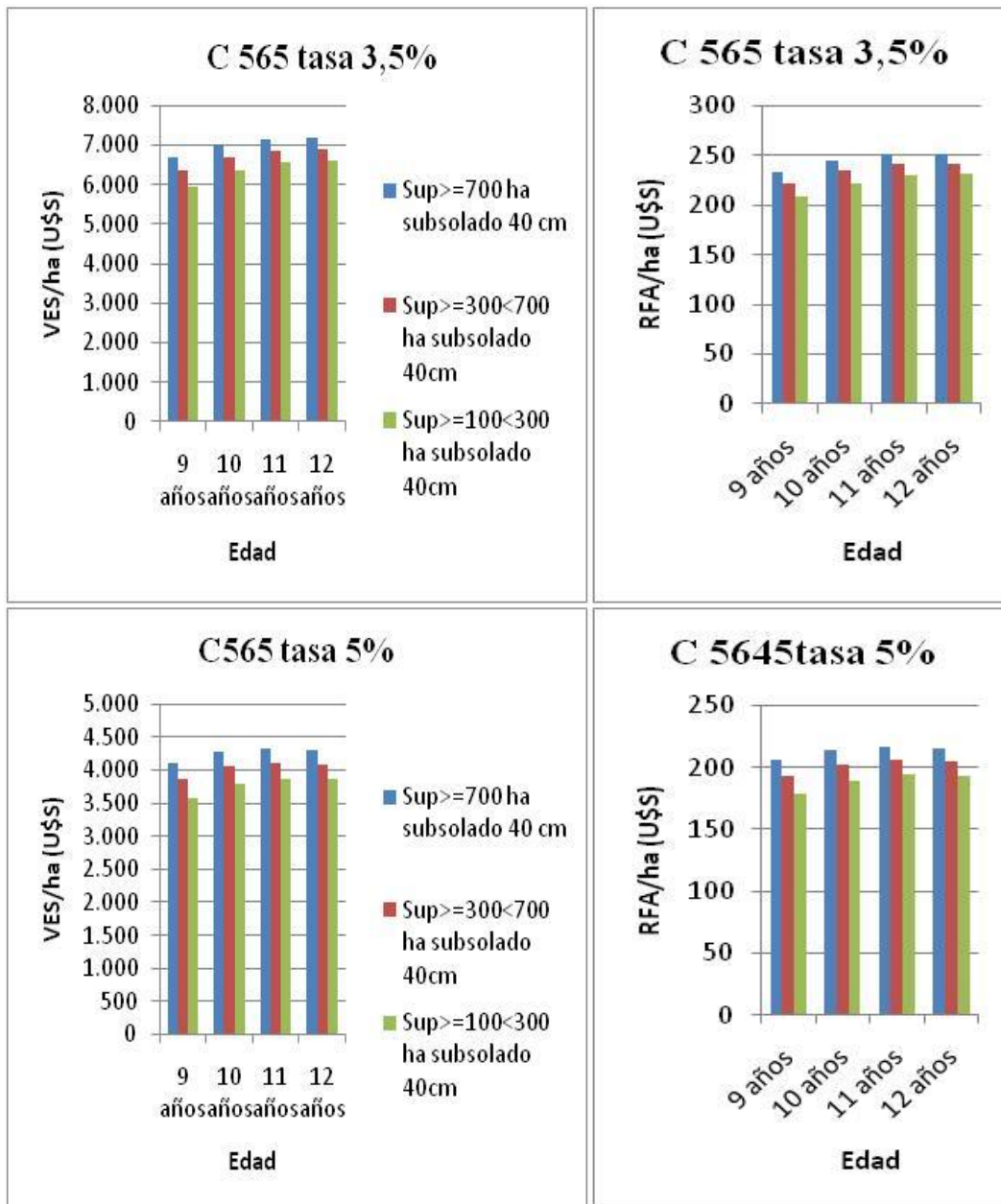
los maximos valores se obtienen a los 11 años en las dos escalas mayores y a los 12 años a la escala de 100 a 300 ha.

Gráfico no. 10 Valores del VES y de RFA, para C 99 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento



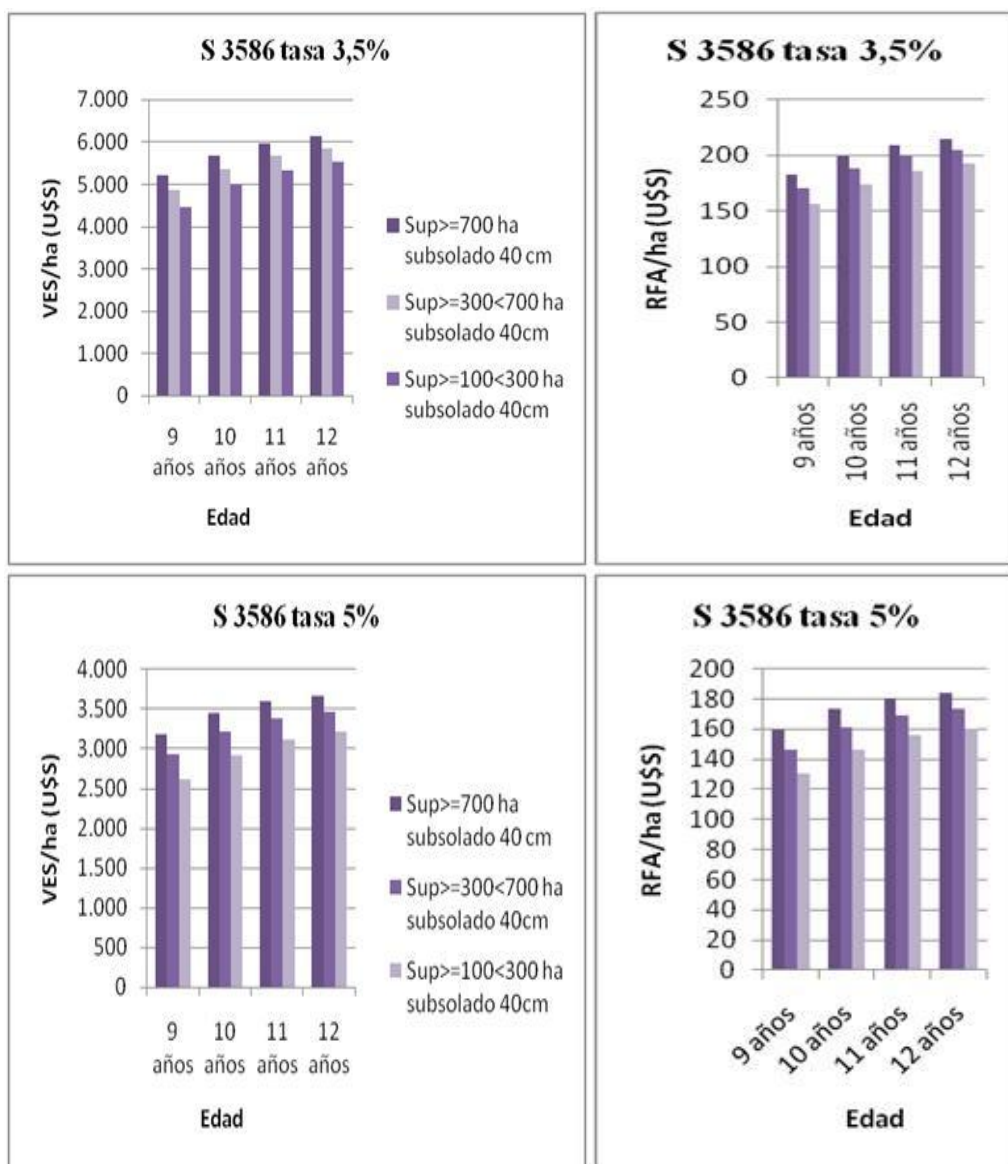
Para C565 se obtienen los máximos valores del VES a los 12 años a la tasa del 3,5% y a los 11 años a la tasa del 5%, en las 3 escalas de plantación consideradas.

Gráfico no. 11 Valores del VES y de RFA, para C 565 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.



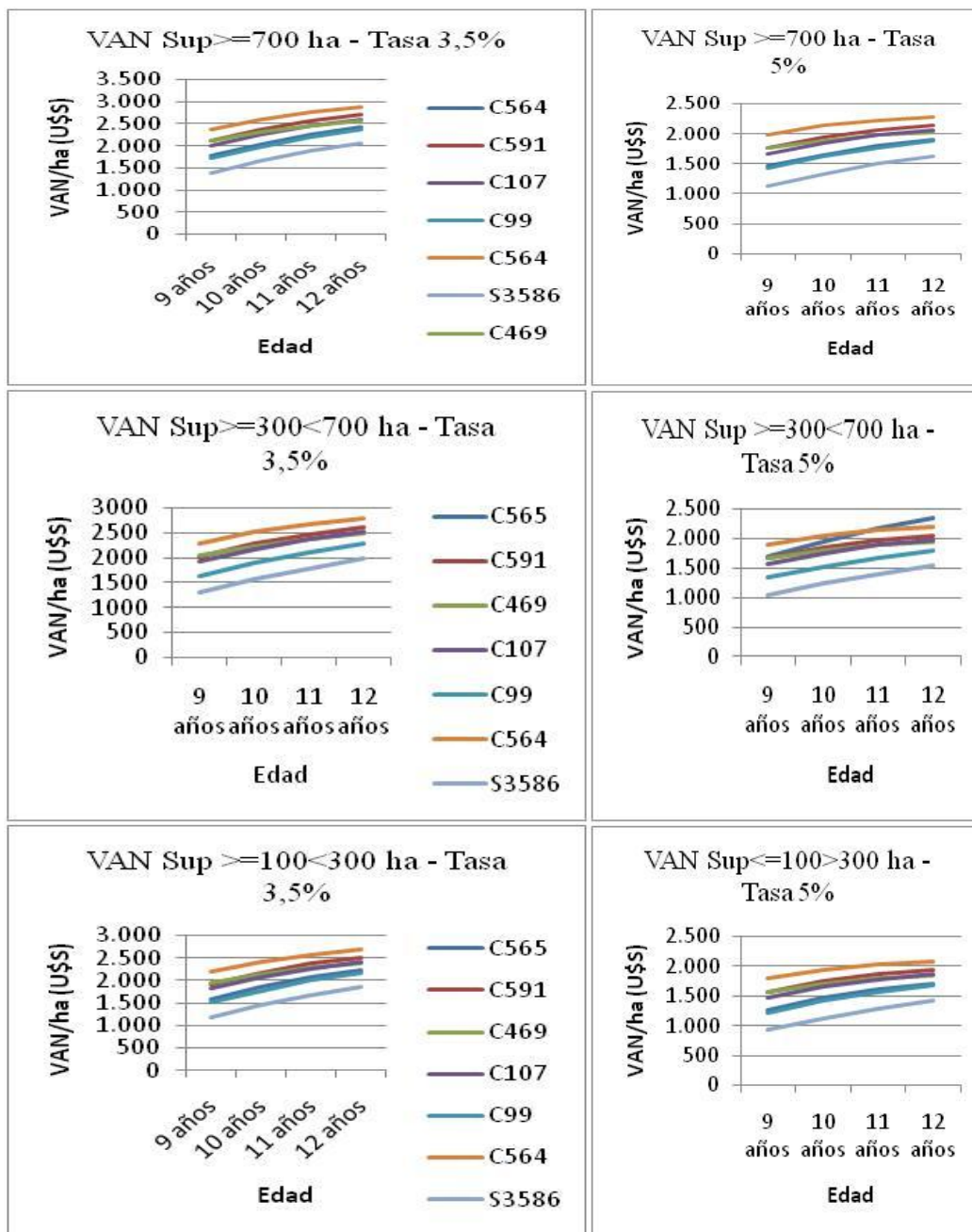
Para el S3586 se obtienen los máximos valores del VES y de RFA, a los 12 años en las 3 escalas de plantación y a las dos tasas de descuento consideradas.

Gráfico no. 12 Valores del VES y de RFA, para S 3586 (sin incluir la tierra) para tres escalas de producción y dos tasas de descuento.



Para el VAN, los máximos valores se obtienen a los 12 años en todos los materiales analizados a la tasa de descuento del 3,5%, y a los 11 años al 5% (Gráfico no. 13).

Gráfico no. 13 Valores del VAN (sin incluir la tierra), según escala y tasa de descuento.



Observamos que los indicadores económicos de los materiales de origen clonal presentan entre sí un comportamiento similar. Dentro de los clones se destaca el C564, se diferencian claramente del material proveniente de semilla (S3586).

Los indicadores financieros, para tres escalas de producción incluyendo el precio del activo tierra y a las dos tasas de descuento definidas se presentan en los Gráficos no. 14 al no. 17 y en el Anexo no. 13.

Al incluir el precio de la tierra, la incidencia mayor en los valores del VES y de la RFA la tienen la tasa de descuento y el volumen de producción. Cuando se alargan las edades de corta aumentan los valores del VES alcanzados.

Para C564, los valores calculados del VES y RFA presentan solo valores negativos a los 9 años a la tasa del 5% en las tres escalas consideradas. Para C591 los valores calculados del VES y RFA son positivos a las cuatro edades de corta, a las dos tasas de descuento y en las tres escalas de superficie consideradas (Gráfico no. 14).

Los valores calculados del VES y RFA para el C565 son negativos a todas las edades de corta a la tasa del 5% para las tres escalas de plantación. A la tasa de descuento del 3,5% a los 11 y 12 años los valores son positivos para las 3 escalas de plantación (Gráfico no. 15).

Para el material S3586 los valores del VES y RFA son negativos en todas las escalas de plantación y a las dos tasas de descuento, excepto a los 12 años con una superficie mayor a 700 ha y una tasa de 3.5% (Gráfico no. 16).

Gráfico no. 14 Valores calculados del VES y RFA para C564 y C591 incluyendo el precio de la tierra.

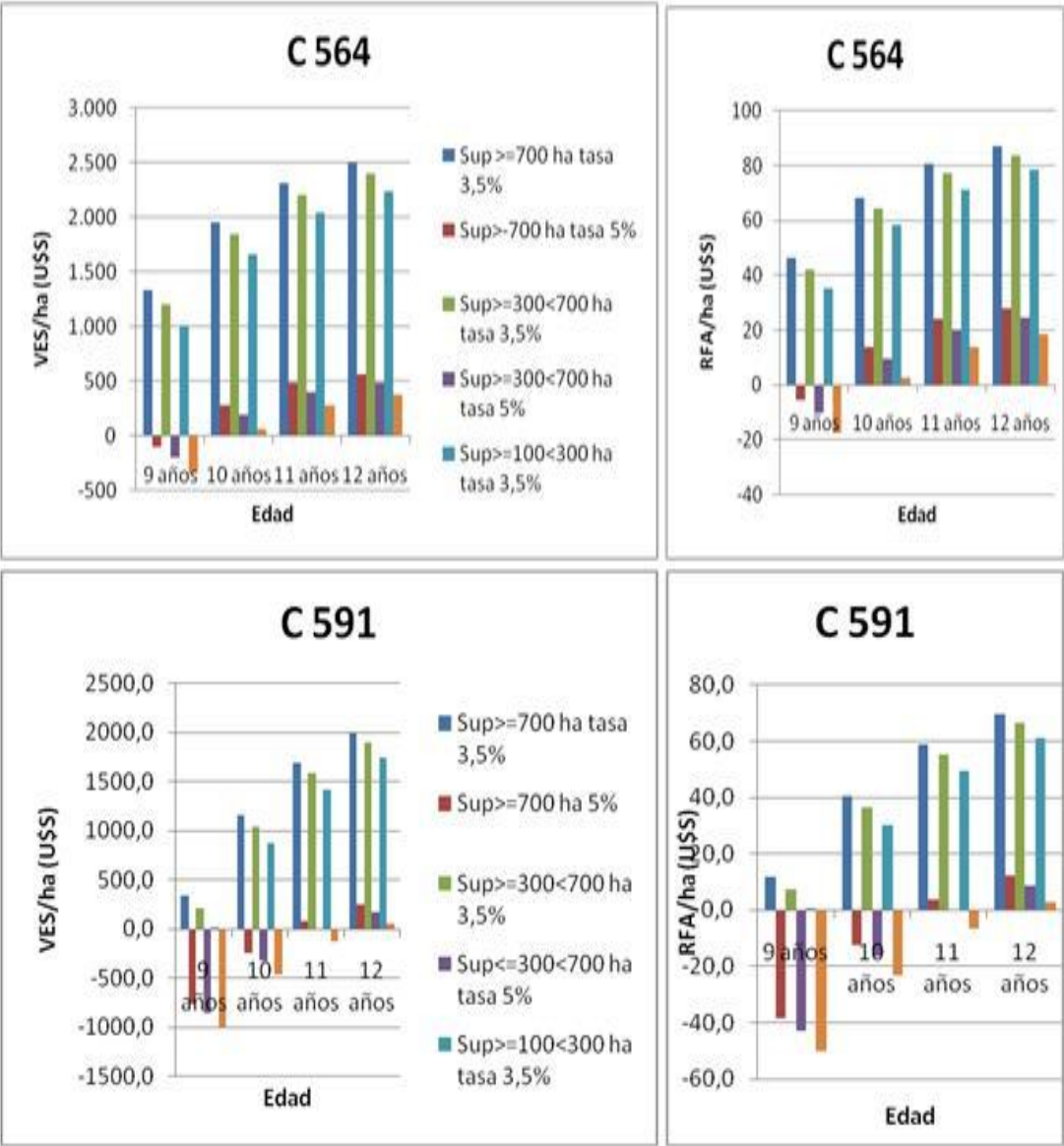


Gráfico no. 15 Valores calculados del VES y RFA para C565 incluyendo el precio de la tierra.

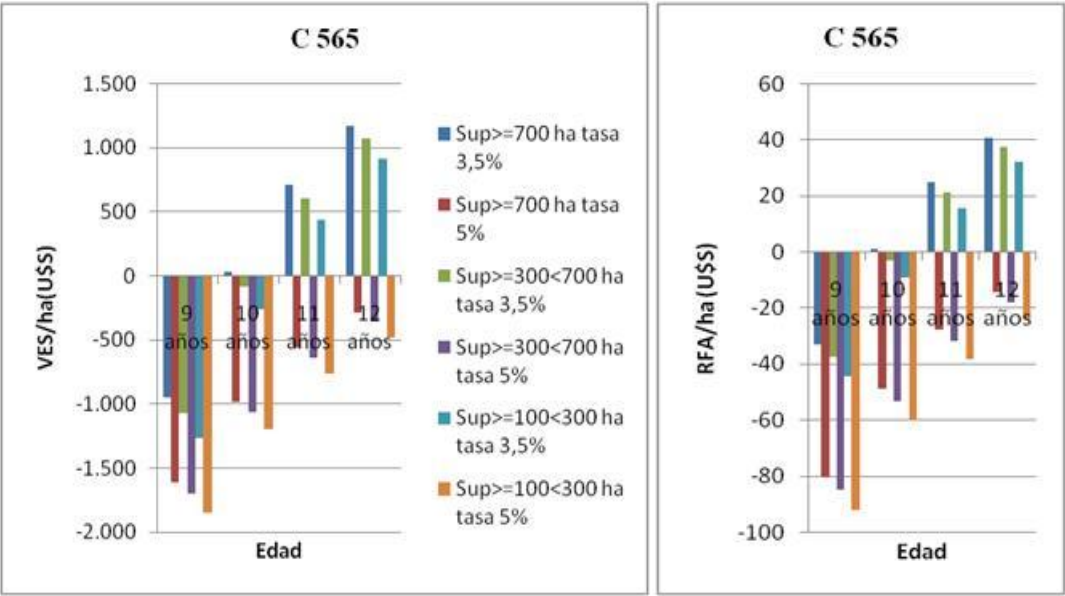


Gráfico no.16 Valores calculados del VES y RFA para S3586 incluyendo el precio de la tierra.

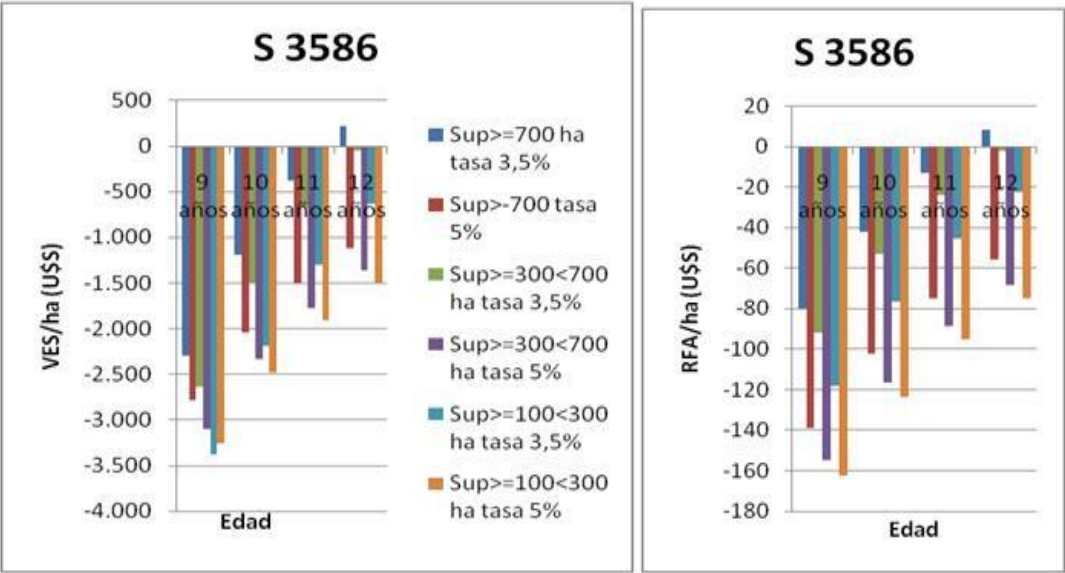
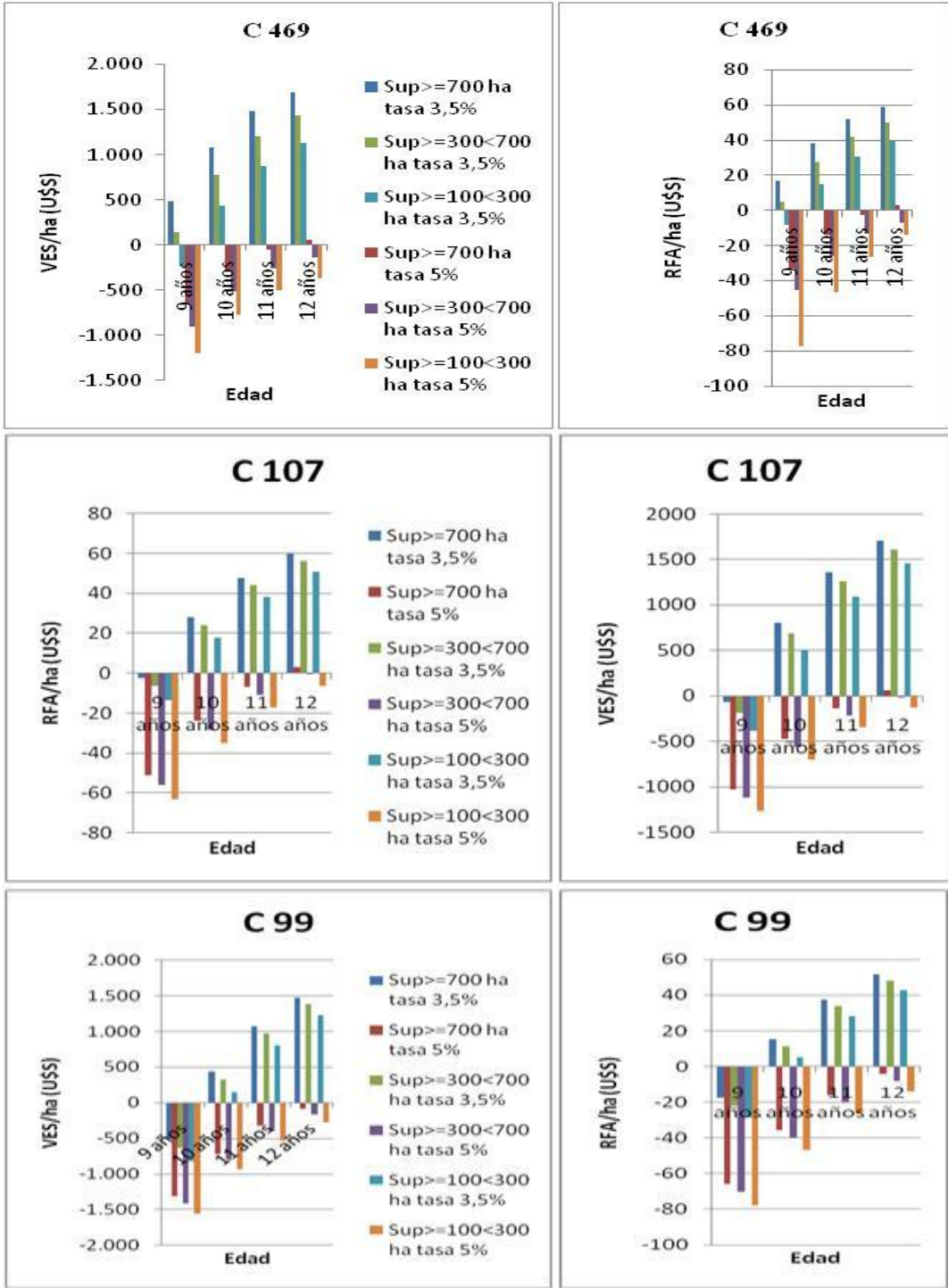


Gráfico no. 17 Valores calculados del VES y RFA para C469, C107 y C99 incluyendo el precio de la tierra.

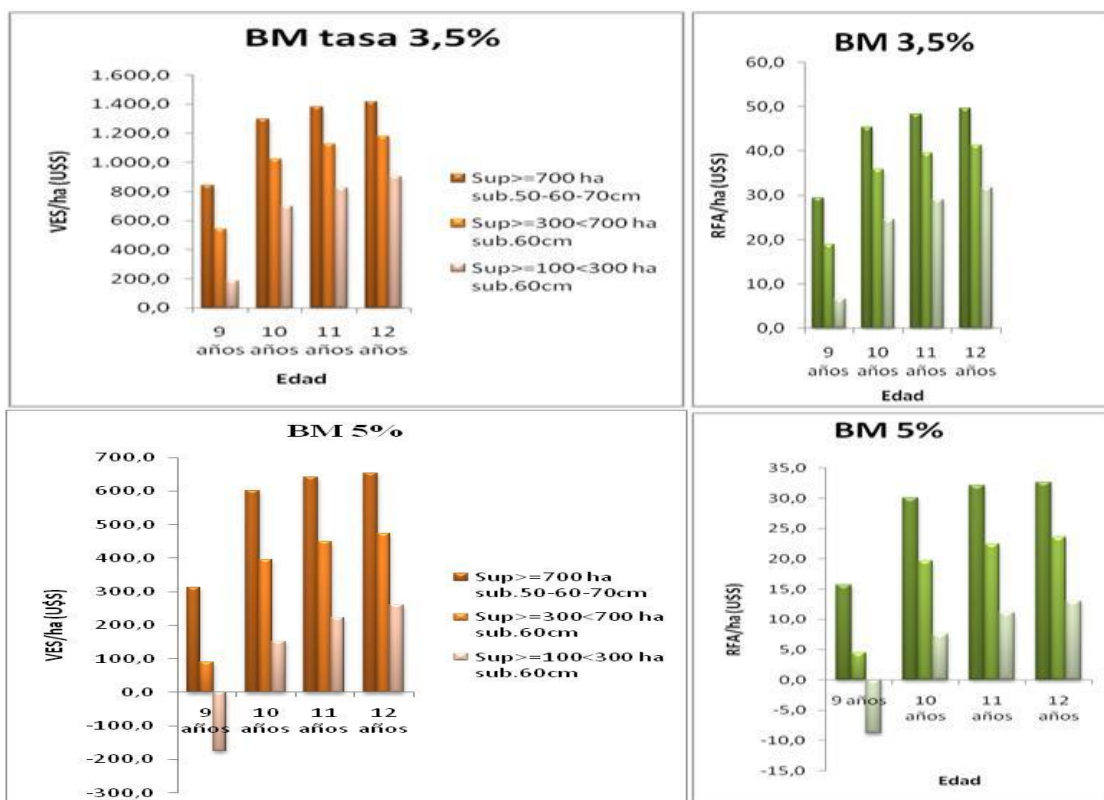


Los valores del VES y RFA para C469 son positivos, en las cuatro edades, a la tasa del 3,5% en las escalas de plantación de 300 a 700 ha y mayor o igual a 700 ha. Son negativos en todas las escalas de plantación a la tasa de descuento del 5% y en la escala entre 100 y 300 ha a los 9 años. Para C107 y C 99 a los 9 años los valores calculados son negativos en todas las escalas de plantación a las dos tasas de descuento (Gráfico no. 17).

4.4.5.2. Zona Centro Este

Se presentan los indicadores financieros, VES y RFA, para tres escalas de producción y una profundidad de subsolado de 60 cm, sin incluir el precio de la tierra y a las dos tasas de descuento definidas calculados a 200 km de distancia a planta (Gráficos no. 18 y no. 19). Los cuadros con los valores de todos los indicadores calculados se presentan en el Anexo no. 14.

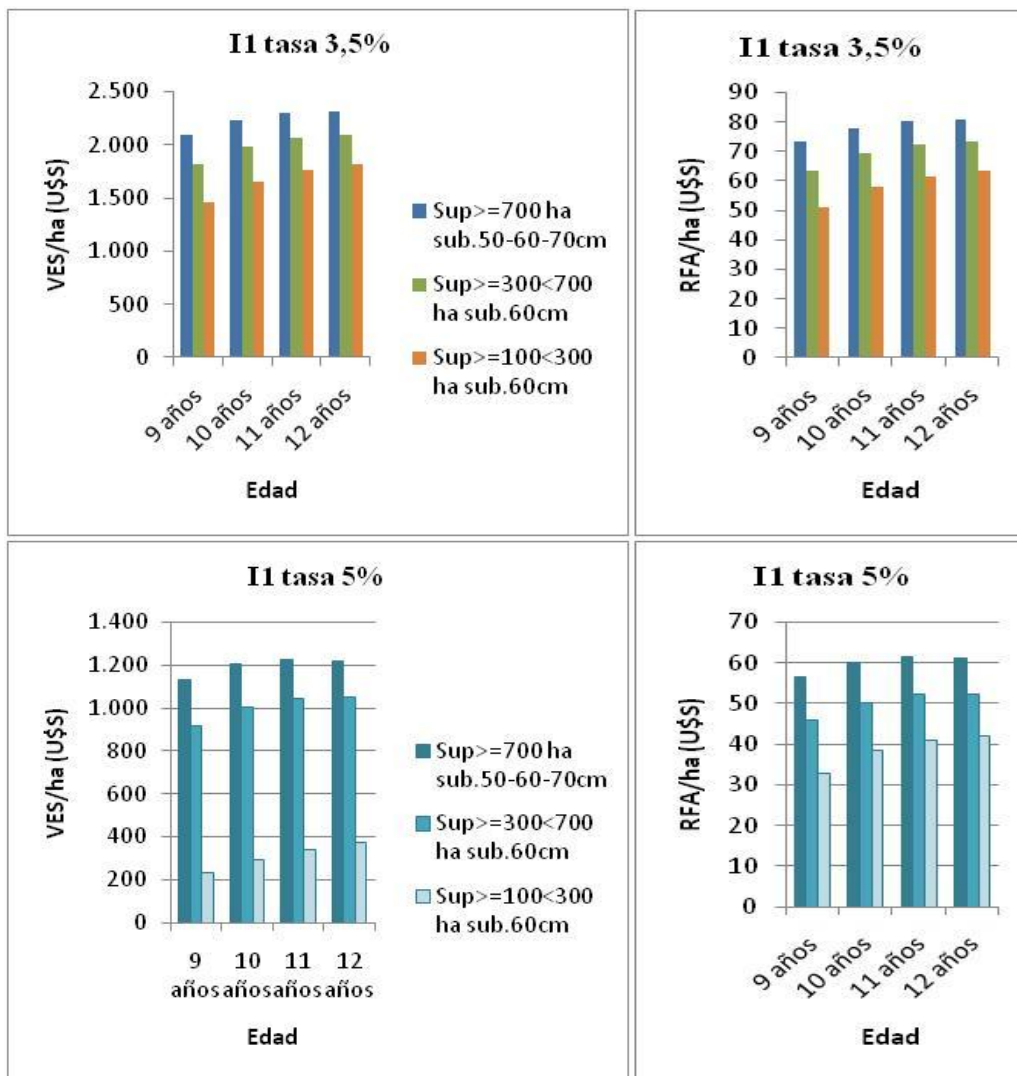
Gráfico no. 18 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para el material BM, no se incluye la tierra. Distancia a planta 200 km.



La tasa de descuento tiene incidencia solamente en el monto de los valores alcanzados del VES. Cada material alcanza los máximos valores a diferentes edades de corta, comportamiento éste relacionado a su curva de crecimiento.

Para BM los máximos valores del VES y RFA se obtienen a los 12 años en todas las escalas de plantación. Se presentan valores negativos a los 9 años a la tasa del 5% para la escala de plantación $\geq 100 < 300$ ha.

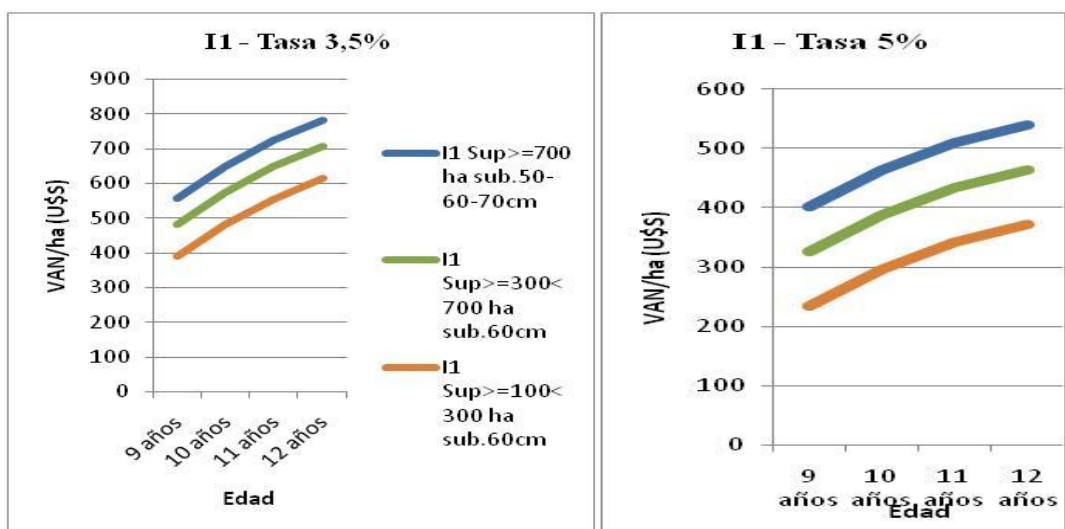
Gráfico no. 19 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para el material I1, no se incluye la tierra. Distancia a planta 200 km.



Para I1 los máximos valores del VES y RFA se obtienen a los 11 años en todas las escalas de plantación y profundidades de subsolado consideradas.

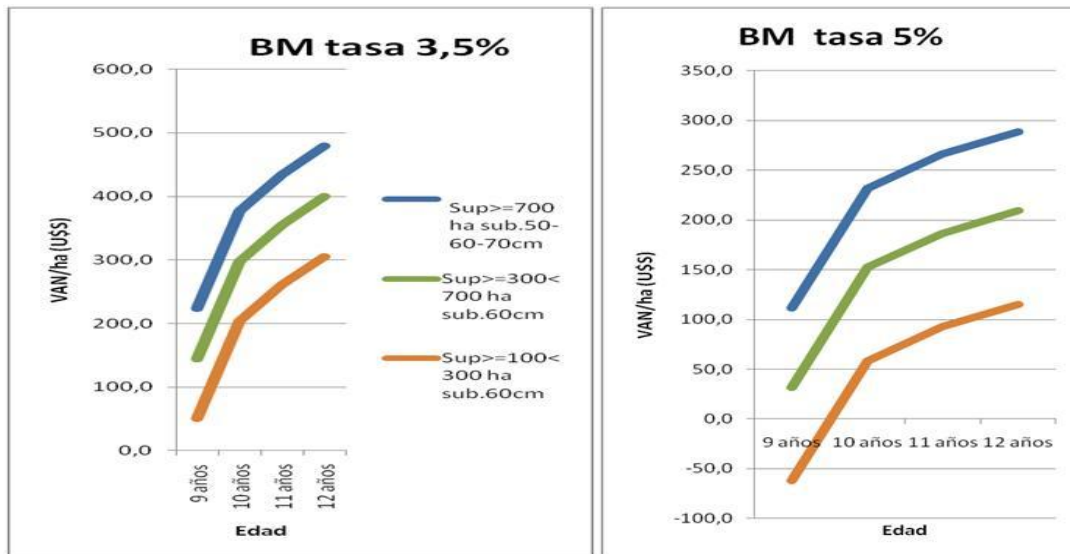
La edad a la que se obtienen los máximos valores de VAN va a depender del material y de la tasa de descuento (Gráficos no. 20 y no. 21).

Gráfico no. 20 Valores promedio del VAN sin incluir la tierra, calculados para I1 según escala y tasa de descuento. Distancia a planta 200 km.



Para I1 la incidencia mayor sobre los valores del VAN está dada por la edad de corta. Los máximos valores se alcanzan a los 12 años independientemente de la escala y de la tasa de descuento.

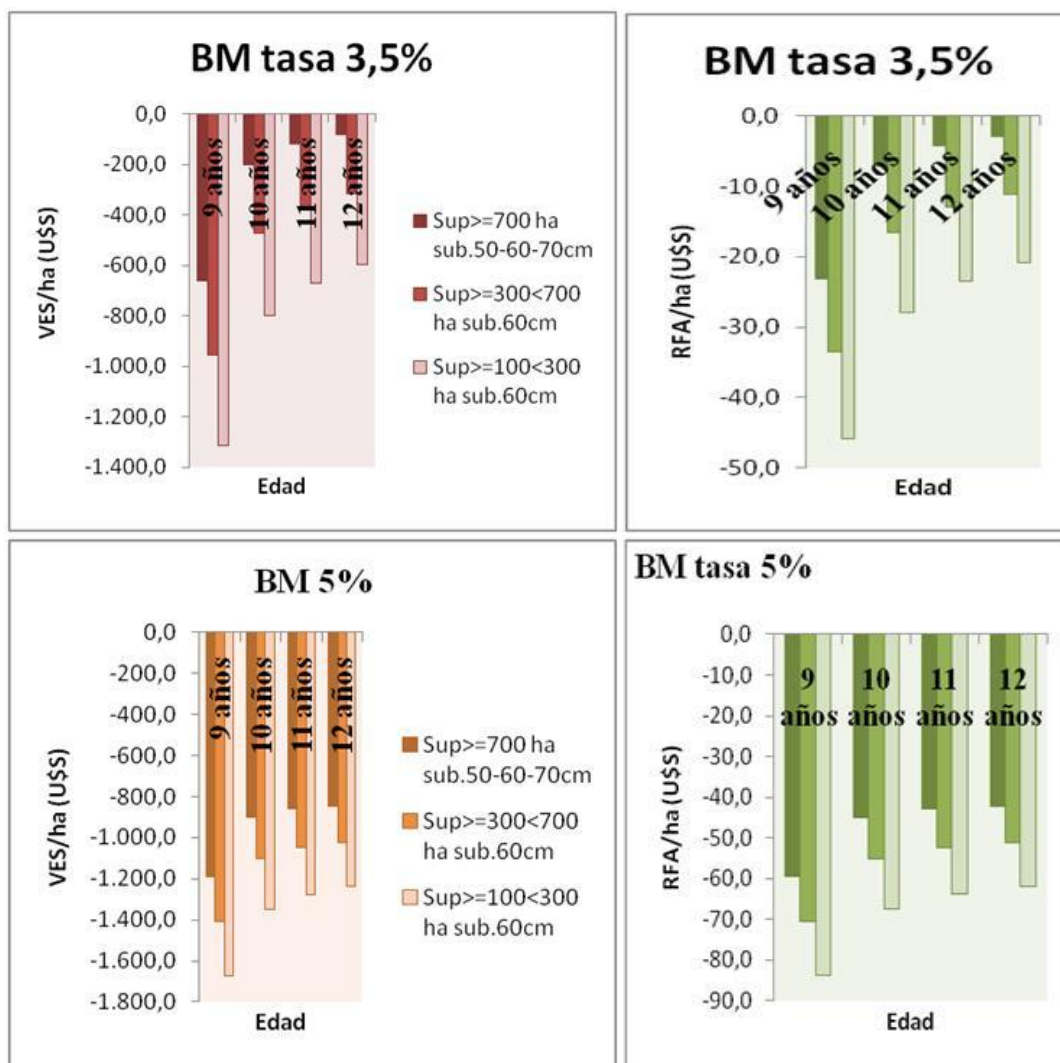
Gráfico no. 21. Valores promedio del VAN sin incluir la tierra, calculados para BM según escala y tasa de descuento. Distancia a planta 200 km.



Para BM la incidencia mayor sobre los valores del VAN está dada por la edad de corta. Los máximos valores se alcanzan a los 12 años independientemente de la escala y de la tasa de descuento.

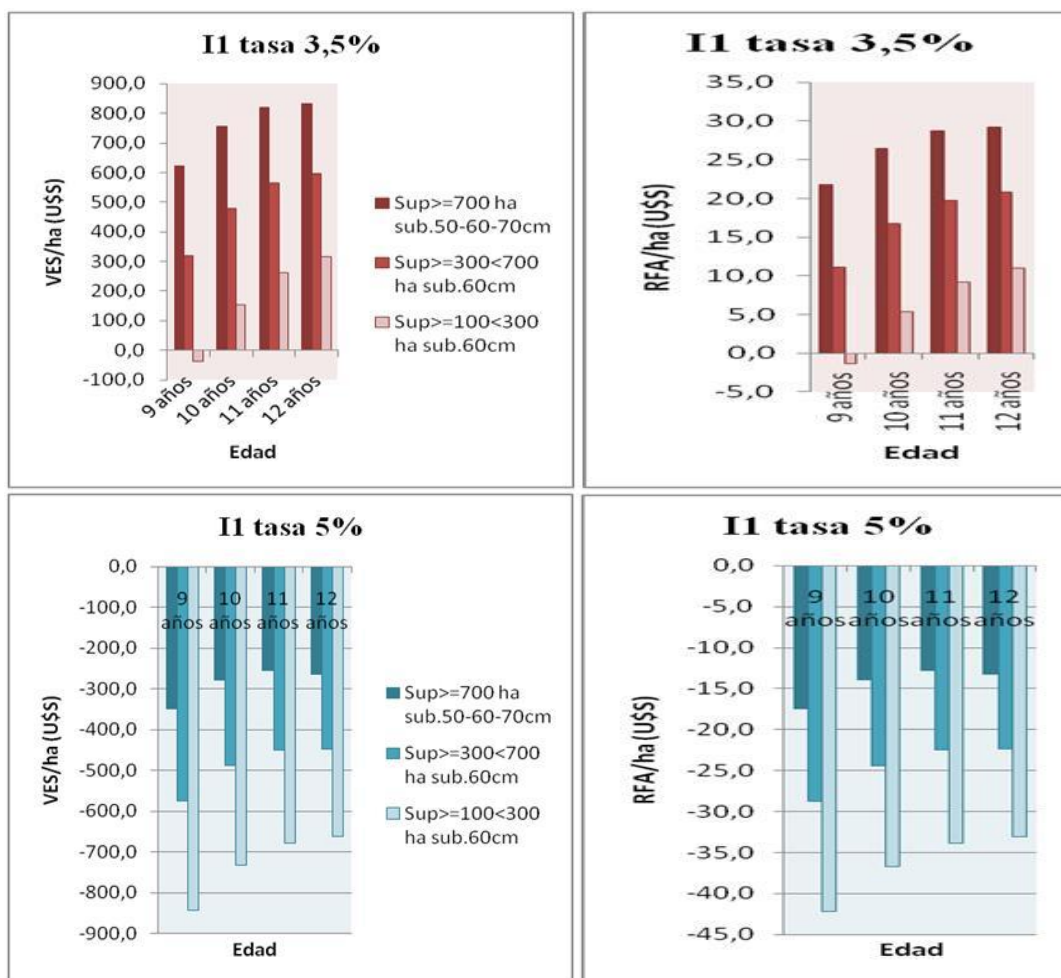
Los indicadores financieros de los dos materiales, incluyendo el precio del activo tierra, para tres escalas de producción, a las dos tasas de descuento definidas y a las tres profundidades de subsolado se presentan en los Gráficos no. 22 y no. 23.

Gráfico no. 22 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie, incluyendo la tierra, para el material BM. Distancia a planta 200 km.



Para BM al incluir el precio de la tierra los valores de los indicadores son negativos en todas las edades, tanto a la tasa del 3,5% como al 5%.

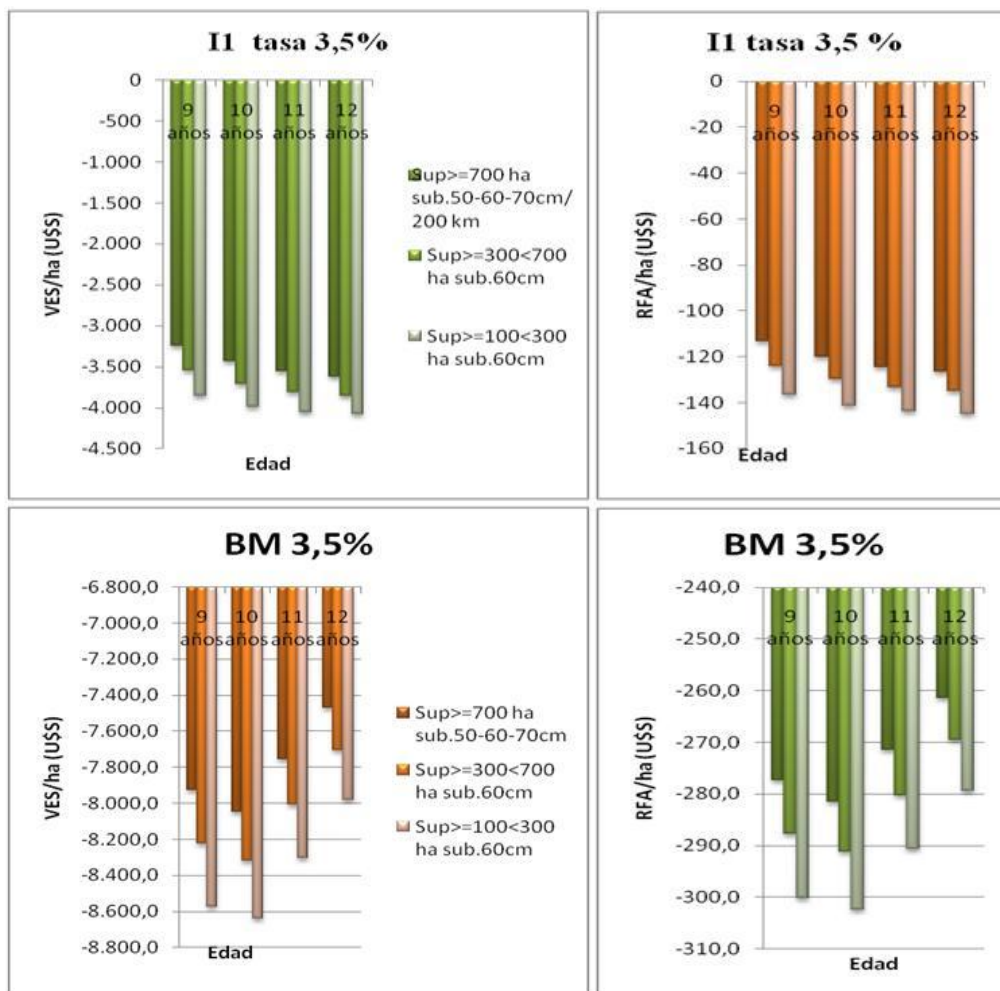
Gráfico no. 23 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie, incluyendo la tierra, para el material I1. Distancia a planta 200 km.



Para I1 a la tasa de descuento del 3,5% los máximos valores del VES y de la RFA se obtienen entre los 11 y 12 años. A la tasa del 5% todos los valores son negativos.

Al considerar una distancia a planta de 350 km los indicadores económicos para I1 y BM presentan valores negativos, para todas las escalas sin considerar el valor del activo tierra (Gráfico no. 24). Los cuadros con los valores de todos los indicadores calculados se presentan en el Anexo no. 15.

Gráfico no. 24 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para los materiales I1 y BM, no se incluye la tierra. Distancia a planta 350 km.



Con el objetivo de identificar la distancia a partir de la cual los resultados del VES comienzan a ser negativos se consideró trabajar con distancias intermedias entre 200 y 350 km, a las tres escalas de plantación a una tasa del 3,5% (Gráficos no. 25 y no. 26). Los cuadros con todos los indicadores calculados se presentan en el Anexo no. 16.

Para el material I1 y BM los valores calculados del VES son negativos a partir de los 250 km. Seria por lo tanto la distancia máxima a planta considerando como transporte el carretero y a los precios actuales de mercado.

Gráfico no. 25 Resultados del VES para el material I1. No se incluye la tierra. Distancias a planta de 200 ,250 y 350 km.

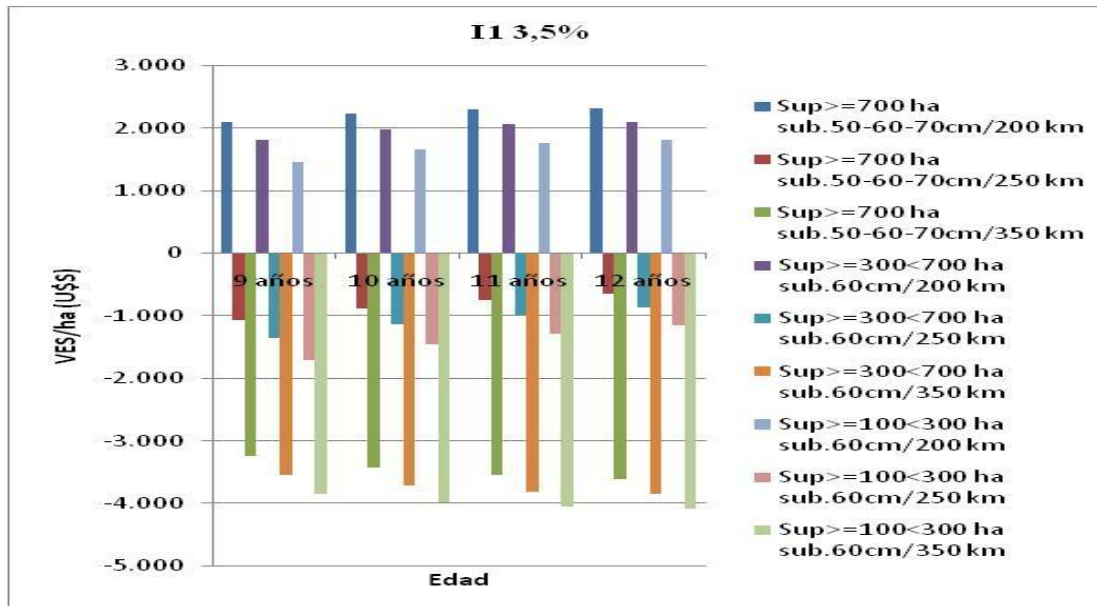
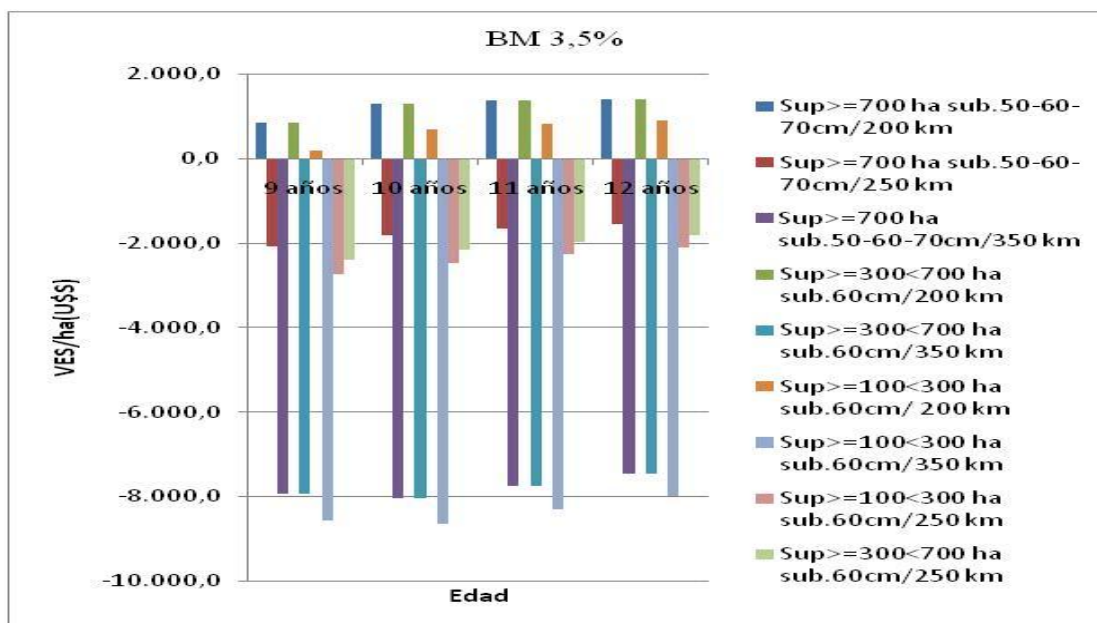


Gráfico no. 26 Resultados del VES para el material BM. No se incluye la tierra. Distancias a planta de 200, 250 y 350 km.



4.4.6. Promedio de los valores de producción y de los indicadores financieros calculados para ambas Zonas

Los promedios obtenidos para la Zona Litoral Oeste se presentan en los Cuadros no. 18 al no. 23 y los obtenidos para la Zona Centro Este en los Cuadros no. 24 al no. 29.

Cuadro no. 18 Zona Litoral Oeste. Volumen de madera (m³/ha) promedio a diferentes edades.

	Volumen promedio (m ³ /ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
MediaClonal	287	329	366	400
S3586	243	282,9	321,2	357,5
Diferencia	44,4	46	44	43

Se observa que la utilización del clones tiene un incremento promedio de 46 m³ de madera /ha en un ciclo de producción de 10 años.

Cuadro no. 19 Zona Litoral Oeste. Rendimiento pulpable (Mg/ha) promedio a diferentes edades.

	Rendimiento pulpable (Mg /ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
Media Clonal	67,0	76,4	85,2	93,3
S 3586	56,6	65,9	74,8	83,3
Diferencia	10,4	10,5	10,4	10,0

La utilización de clones tiene un incremento promedio de 10,5 Mg de celulosa/ha, en un ciclo de producción de 10 años. Esto representa un aumento por año de 1,05 Mg/ha (Cuadro no. 4).

Cuadro no. 20 Zona Litoral Oeste. Rendimiento pulvable promedio anual.

	Rendimiento pulvable anual (Mg/ha/año)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
Media Clonal	7,44	7,64	7,75	7,78
S 3586	6,29	6,59	6,80	6,94
Diferencia	1,16	1,05	0,95	0,83

Cuadro no. 21 Zona Litoral Oeste, RFA promedio a una tasa de descuento del 3,5%, sin incluir la tierra.

	RFA Promedio (U\$S/ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
Clones	228	249	250	251
S3586	171	199	199	205
Diferencia	57	50	51	46

Cuando se realizan los cálculos a la menor tasa de descuento (3,5%) se observa que la utilización del material mejorado produce un aumento en la renta anual por hectárea entre U\$S 46 y U\$S 57, según ciclo de corta.

Al utilizar una tasa de descuento mayor (5%), como se observa en el Cuadro no. , la diferencia en la renta anual por hectárea se encuentra entre U\$S 33 y U\$S 54 según ciclo de corta. A ambas tasas la mayor diferencia se produce en un ciclo de corta de 9 años.

Cuadro no. 22 Zona Litoral Oeste, RFA promedio a una tasa de descuento del 5% sin incluir la tierra.

	RFA Promedio (U\$S/ha/año)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
Clones	200	207	207	206
S3586	146	161	169	173
Diferencia	54	46	38	33

Cuadro no. 23 Zona Litoral Oeste, TIR promedio, sin incluir la tierra.

	TIR Promedio (%)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
Clones	18	17	16	16
S3586	15	15	15	15
Diferencia	3	2	1	1

La utilización del material mejorado produce un aumento en la TIR entre un 1% y un 3%, según ciclo de corta. La mayor diferencia se produce en un ciclo de corta de 9 años.

Se presentan a continuación los valores calculados en los materiales originados de semilla en la Zona Centro Este (I1 y BM).

Cuadro no. 24 Zona Centro Este. Valores de producción de madera (m³/ha) promedio para I1 y BM a diferentes edades.

	Volumen promedio (m ³ /ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
I1	328,1	365,3	400,1	432,5
BM	302,9	342,5	379,9	414,9
Diferencia	25,2	22,8	20,2	17,6

Se observa que la utilización de material I1 genera un incremento en la producción por hectárea en los cuatro ciclos de corta. La mayor diferencia, 25,2m³/ha se produce en el ciclo de 9 años.

Cuadro no. 25 Zona Centro Este. Rendimiento pulpable promedio.

Edad	Rendimiento pulpable (Mg/ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
I1	67,5	75,2	82,3	89
BM	62,4	70,6	78,3	85,5
Diferencia	5,1	4,6	4	3,5

El material I1 presenta un mayor rendimiento pulpable en los cuatro ciclos de corta considerados. La mayor diferencia de 5,1 Mg/ha, se produce en un ciclo de corta de 9 años. Considerando la producción de celulosa anual el incremento es de 0,57 Mg/ha.

Cuadro no. 26 Zona Centro Este. Rendimiento pulpable promedio anual.

Edad	Rendimiento pulpable anual (Mg/ha/año)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
INIA 1	7,5	7,52	7,48	7,42
BM	6,93	7,06	7,12	7,125
Diferencia	0,57	0,46	0,36	0,29

Cuadro no. 27 Zona Centro Este, RFA promedio a una tasa de descuento del 3,5%, sin incluir la tierra.

	RFA Promedio (U\$S/ha/año)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
I1	64	69	72	73
BM	19	36	39	41
Diferencia	45	33	33	32

Cuando se realizan los cálculos a la menor tasa de de descuento (3,5%) se observa que la utilización del material I1 produce un aumento en la renta anual por hectárea entre U\$S 32 y U\$S 45, según ciclo de corta.

Al utilizar una tasa de descuento mayor (5%), como se observa en el Cuadro no. 28, el aumento en la renta anual por hectárea se encuentra entre U\$S 28 y U\$S 41 según ciclo de corta. A ambas tasas la mayor diferencia se produce en un ciclo de corta de 9 años.

Cuadro no. 28 Zona Centro Este, RFA promedio a una tasa de descuento del 5%, sin incluir la tierra.

	RFA Promedio (U\$S/ha)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
I1	46	50	52	52
BM	5	20	23	24
Diferencia	41	30	29	28

Cuadro no. 29 Zona Centro Este, TIR promedio, sin incluir la tierra.

	TIR Promedio (%)			
	9 años	10 años	11 años	12 años
I1	9,1	9,3	9,2	9,1
BM	6	6,9	7	7,1
Diferencia	3,1	2,4	2,2	2

La utilización del material I1 produce un aumento en la TIR entre un 2% y un 3,1%, según ciclo de corta. La mayor diferencia se produce en un ciclo de corta de 9 años.

5. CONCLUSIONES

1) En las dos zonas estudiadas los programas de mejoramiento genético analizados en *Eucalyptus grandis*, produjeron un aumento en producción de madera por hectárea y en densidad básica, generando por lo tanto una mayor producción de celulosa por hectárea.

2) Si bien el uso de material mejorado implica en todos los casos un aumento de los costos de producción, el aumento en la producción de madera logrado cubre estos costos y logra un aumento en los retornos económicos.

3) En la Zona Litoral Oeste, en un ciclo de corta de 10 años, con el uso de los materiales clonales se produce un aumento en la producción de madera de 46 m³/ha y un aumento en la producción de celulosa de 10,5 Mg/ha, lo que representa un 16 % con respecto al material de semilla.

4) En la Zona Centro Este, en un ciclo de corta de 10 años, con el uso de una fuente de semilla mejorada se produce un aumento en la producción de madera de 22,8 m³/ha y un aumento en la producción de celulosa de 4,6 Mg/ha, lo que representa un aumento de producción de celulosa de un 7 %.

5) En la Zona Litoral Oeste, en un ciclo de corta de 10 años, el uso de clones produce en promedio un aumento en la Renta Forestal Anual de U\$S 50/ha a una tasa de descuento del 3,5 % y de U\$S 46/ha a una tasa de descuento del 5 %.

6) En la Zona Centro Este, en un ciclo de corta de 10 años, con el uso de una fuente de semilla mejorada, se produce en promedio un aumento en la Renta Forestal Anual de U\$S 33/ha a una tasa de descuento del 3,5 % y de U\$S 30/ha a una tasa de descuento del 5 %.

7) La tasa de descuento, la escala de plantación y la productividad de cada material inciden en la edad de corta a la que se alcanza el mayor VES.

8) Se constató un estancamiento del VES a partir de los 11 años de corta para todos los materiales estudiados.

5.1. CONSIDERACIONES FINALES

A nivel general la información documentada sobre manejo, producciones volumétricas y producciones de fibra de celulosa/ha, es muy escasa, y en algunos casos nula. Esto es muy importante a la hora de planificar la producción, tanto a nivel nacional como predial.

Esta falta de información no permite una correcta elección del material más adecuado al sitio de plantación.

El acceso por parte de los productores no integrados a los materiales clonales utilizados en este estudio, sólo es posible a partir de la adhesión al programa de fomento forestal, promovido por la empresa industrializadora. En este tipo de acuerdo la empresa le provee al productor el material genético mejorado.

Debería analizarse bajo qué condiciones es más conveniente para un productor no integrado el uso de los materiales clonales, si bien en términos generales se constató un aumento de volumen de madera y de rendimiento industrial.

Debería contarse con datos de los dos materiales analizados para la Zona Centro Este, en condiciones de suelos tipo 9. De esta manera se podría completar el análisis y generar modelos de producción que se adapten a las condiciones de productores no integrados.

Seria de gran importancia llegar a obtener un manejo silvícola para cada material según el sitio de plantación. Esto potenciaría la productividad a lograr y lograría ajustar costos y, por lo tanto aumentar el retorno económico.

Se debería continuar la evaluación y seguimiento de los planes de mejoramiento de la producción forestal, combinando las nuevas formas de manejo que optimicen el objetivo de mayor productividad por unidad de superficie, y producción sostenible en el tiempo y sustentable ambientalmente.

6. RESUMEN

En 1980 la producción mundial de celulosa totalizaba 128 millones de toneladas. Dos décadas después esta producción se incrementa en un 46,6 %, alcanzando 187,63 millones de toneladas en el año 2005. Como forma de cubrir esta demanda creciente las estrategias de producción adoptadas fueron aumentar la productividad de las plantaciones a través del mejoramiento genético (aumentos en m^3/ha , Mg celulosa/ha) y mejorar permanentemente el proceso de fabricación. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el incremento generado por el uso de materiales genéticos en *Eucalyptus grandis* resultantes de los programas de mejoramiento para la producción de celulosa, mejorados tanto a partir de semilla como a partir de propagación vegetativa en el Uruguay. Se relevaron las prácticas utilizadas a nivel de preparación del sitio, plantación, mantenimiento y cosecha a través de entrevistas a informantes calificados en dos Zonas de producción. En la Zona Litoral Oeste los materiales estudiados son Materiales Clonales (MC) y semilla (S3586). En la Zona Centro Este, Semilla INIA primera generación (I1) y Semilla Bañado de Medina (BM). La ganancia genética se midió a través de tres parámetros: incremento en volumen de madera (m^3/ha), incremento en toneladas de celulosa (Mg/ha) y aumento en los indicadores financieros. Se efectuaron para ello proyecciones de crecimiento para cuatro edades. Se calculan los costos de: preparación de suelo, plantación, cosecha y transporte. Se calcularon los indicadores financieros: VAN, VES, RFA y TIR a dos tasas de descuento, para tres escalas de plantación, con y sin inclusión del precio de la tierra. Los materiales MC e I1, presentaron aumentos en los tres indicadores. A los 10 años, entre MC y S3586 se produce un aumento promedio de 46 m^3/ha de madera y 10,5 Mg/ha de celulosa. A los 9 años, entre I1 y BM, esos aumentos son de 23 m^3/ha y 5,1Mg/ha. A los 11 años, la RFA para MC, a la tasa de descuento del 3,5%, tiene un incremento del 26 % con respecto a S3586 y a una tasa del 5 % ese aumento es del 23 %. A los 11 años, la RFA para I1, a la tasa de descuento del 3,5%, tiene un incremento respecto a BM del 185% y a una tasa del 5% ese aumento es del 126%.

Palabras clave: Producción de celulosa; Mejoramiento genético; Ganancia genética; Parámetros de evaluación; Cadena de pulpa industrial.

7. SUMMARY

Total pulp production in 1980 amount was 128 million tonnes. Two decades afterwards, this was 46.6% higher, reaching 187.63 million tonnes in 2005. Strategies adopted for meeting such growing demand were increasing plantation productivity through breeding (increases in m^3/ha , Mg pulp/ha) and constant improvement of the manufacturing process. The objective of present work is assessing the increase brought forth by the use of *Eucalyptus grandis* genetically improved stock for pulp production, both from seedlings and vegetative propagation in Uruguay. Site preparation, plantation, tending and harvesting practices were surveyed through qualified informant interviewing in two production zones. In the West Litoral Zone, stocks studied were clonal stock (CS) and seedlings (S3586). In the Central Eastern Zone, first generation seed orchard INIA seed (I1) and Bañado de Medina (BM) seed. Genetic gain was measured using three parameters, wood volume increase (m^3/ha), pulp weight increase (Mg/ha) and financial indicator increase. Growth was projected for four ages. Soil preparation, plantation, harvest and transport costs were computed. NPV, LEV, AFR and IRR were computed as financial indicators at two discount rates, for three plantation scales, with or without considering the cost of land. Breeding Program stock, CS and I1 showed increase in all indicators. At age 10 years, an average increase of $46 \text{ m}^3/\text{ha}$ in wood volume and $10,5 \text{ Mg}/\text{ha}$ in pulp production. At age 9 years comparing I1 and BM, these increases were $23 \text{ m}^3/\text{ha}$ and $5, 1 \text{ Mg}/\text{ha}$, respectively. At age 11 years AFR for CS at a discount rate of 3,5% had an increase of 26% when compared to S3586 and at a discount rate of 5% this increase amounts to 23%. At age 11 years, AFR for I1 at a 3,5% discount rate showed an increase when compared with BM of 185%; this increase amounts to 126% when discount rate is 5%.

Key words: Pulp production; Forest tree breeding; Genetic gain; Assessment parameters; Pulp industry supply chain.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. APARICIO, J.; GHIO, A. 2005. Respuesta de *Eucalyptus grandis* a la preparación del terreno y al control de malezas en el Sudoeste de Corriente. (en línea). In: Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano (3º, 2005, Corrientes). Trabajos presentados. Corrientes, INTA. s.p. Consultado 23 nov. 2009.
Disponible en
<http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/forestales/respuestas.pdf>.
2. ASOCIACIÓN BRASILEIRA DE CELULOSA Y PAPEL (BRACELPA). 2002. Papel y celulosa. (en línea). San Pablo. Consultado 22 may. 2009.
Disponible en
<http://www.bracelpa.org.br/eng/institucional/index.html>
3. BALMELLI, G. 2006. Dos generaciones de mejora en *Eucalyptus grandis*. Montevideo, INIA. pp. 313-316 (Serie Técnica no. 159)
4. BRUSSA, C. 1994. *Eucalyptus*; especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Hemisferio Sur. 325 p.
5. _____.; GRELA, I. 2007. Flora arbórea del Uruguay. Montevideo, COFUSA. 529 p.
6. CAAMAÑO, L.; STIRLING, M. 2009. Evaluación del crecimiento de clones de *Eucalyptus grandis* en el litoral del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
7. CAMPINHOS, E. 1999. Sustainable plantations of high-yield *Eucalyptus* trees for production of fiber; the Aracruz case. New Forests. no. 17: 129-143.

8. CARRERE, R.; LOHMANN, L. 1997. El papel del Sur; plantaciones forestales en la estrategia papelera internacional. (en línea).Montevideo, Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. 253 p. Consultado 25 jun. 2009.
Disponible en
<http://www.wrn.org.uy/plantaciones/.../papel10.html>.
9. CORONEL, C. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas; aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales. p. 187.
10. CUSANO, N.; ETTLIN, G.; OCAÑO, C. 2009. Cosecha forestal mecanizada, capacidad operacional y estudio económico de un sistema CTL. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.77 p.
11. DALLA TEA, F.; LARROCA, F. 1998. Establecimiento de plantaciones forestales en la costa del rio Uruguay. (en línea). In: Jornadas Forestales de Entre Rios (8as., 1998, Entre Rios). Trabajos presentados. Concordia, CIDEFOR. s.p. Consultado 4 may. 2010.
Disponible en
<http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/.../79%20LarroccaDallaTeaIV.pdf>
12. DARRAIDOU, J.L. 1998. Aspectos económicos del uso de los bosques. (en línea). In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (12as., 1998, Concordia). Trabajos presentados. Concordia, INTA. s.p. Consultado 4 mar. 2010.
Disponible en
<http://www.inta.gov.ar/conconrdia/.../1998/84%20Darraidou%20XIIb.pdf>
13. DONOSO, S.; OBISPO, A.; SANCHEZ, C.; RUIZ, F.; HERRERA, M. 1999. Efecto del laboreo sobre la biomasa de *Eucalyptus globulus* en el Suroeste de España. (en línea). Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 8(2): 377-386. Consultado 4 may. 2010.
Disponible en
http://www.inia.es/gcontrec/pub/09/S.DONOSO_1047993300318.pdf

14. DOWNES, G.; HUDSON, L.; RAYMOND, C.; DEAN, G.; MICHEL, A.; SCHMLECK, R.; EVANS, R.; MUNERI, A. 1997. Sampling plantation *Eucalyptus* for wood and fiber properties. Sydney, CSIRO. 124 p.
15. DUTER, E.; HUIDOBRO, S.; PIACENZA, M. 1998. Calidad de semilla de *Eucalyptus grandis*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
16. DU TOIT, B.; SMITH, C.; LITTLE, K.; BOREHAM, G.; PALLETT, R. 2009. Intensive, site-specific silviculture; manipulating resource availability at establishment for improved stand productivity. A review of South African research. *Forest Ecology and Management*. 259: 1836–1845.
17. FAO. 2009. Situación de los bosques del mundo 2009. (en línea). Roma. s.p. Consultado 10 ene. 2010
Disponible en
<http://www.fao.org/docrep/011/i0350s/i0350s00.HTM-En>
18. FOSSATI, A.; VAN HOFF, E. 2006. Estrategias y mecanismos financieros para el uso sostenible y la conservación de bosques. Fase 1: América Latina. (en línea). Proyecto FAO–UICN–CCAD–LNV/DK. Roma, FAO. 72 p. Consultado 15 dic. 2009
Disponible en
<http://kediap.cebem.org/index.php?esl/content/download/835/4409/file/...pdf>
19. GASPAR, M.; BORALHO, N.; LOPES, A. 2003. Comparison between field performance of cuttings and seedlings of *Eucalyptus globulus*. *Scientia Forestalis*. no. 13: 19-23.
20. GRATTAPAGLIA, D. 2007. Genomics of *Eucalyptus*, a global tree for energy, paper and wood. In: Moorre, R. ed. *Genomics of tropical crop plants*. Champaign, Springer. pp. 259-297.

21. GREAVES, B.; BORRALHO N.M.G.; RAYMOND, C.A. 2003. Early selection in eucalypt breeding in Australia optimum selection age to minimize the total cost of Kraft pulp production. *New Forests*. no. 25: 201-210.
22. LARROCA, F.; DALLA TEA, F.; APARICIO, J. 2004. Técnicas de implantación y manejo de *Eucalyptus grandis* para pequeños y medianos forestadores en Entre Ríos y Corrientes (en línea). *In*: Jornadas Forestales de Entre Ríos (19as., 2004, Concordia). Trabajos presentados. Concordia, INTA. s.p. Consultado el 4 may. 2010.
Disponibile en
<http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/.../2004-00.pdf>
23. LEKSONO, B.; KURINOBU, S.; IDE, Y. 2008. Realized genetic gains observed in second generation seedling seed orchards of *Eucalyptus pellita* in Indonesia. *Journal of Forest Research*. no. 13: 110-116.
24. LORENZO, F.; LANZILOTTA, B. 2002. El precio de la tierra en Uruguay. *Anuario OPYPA 2002*: 1-40.
25. LUPI A.M.; FERNANDEZ, R.; REAL DE AZUA, M.; AZAME, S.; REIS H.; REBORATTI, H.; MARTIARENA, R. 2004. Preparación del terreno para la segunda rotación de *Eucalyptus grandis*. Efecto sobre la condición química (en línea). Montecarlo, INTA. s.p. Consultado 15 ene. 2010.
Disponibile en
[http://www.inta.gov.ar/region/misiones/boletines/Memoria 2003.pdf](http://www.inta.gov.ar/region/misiones/boletines/Memoria%202003.pdf)
26. MARCÓ, M. A. 2005. Conceptos generales del mejoramiento genético forestal y su aplicación a los bosques cultivados de la Argentina. *In*: Norberto, C.ed. Mejores arboles para mas forestadores, el programa de producción de material de propagación mejorado y el mejoramiento genético en el proyecto forestal de desarrollo. Buenos Aires, INTA. pp. 9-17.
27. METHOL, R. 2006. SAG grandis; sistema de apoyo a la gestión de plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Montevideo, INIA. 33 p. (Serie Técnica no. 158).

28. MONTOUTO, C.; CAZABAN, J. 2009. Efecto del laboreo en la eficiencia de herbicidas premergentes y en el crecimiento del clon *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 45 p.
29. PEREZ, C. 2000. Plantaciones forestales en la pradera uruguaya. (en línea). Montevideo, Grupo Guayubira. 20 p. Consultado 20 nov. 2008.
Disponible en
<http://www.guayubira.org.uy/wordpress/temas/plantaciones/socioeconomicos/.../2/>
30. RAMIREZ, M.; RODRÍGUEZ, J.; PEREDO, M.; VALENZUELA, S.; MENDONCA, R. 2009. Wood anatomy and biometric parameters variation of *Eucalyptus globulus* clones. Wood Science Technology. no. 43: 131-141.
31. RESQUIN, F.; DE MELLO J.; FARIA, I.; MIERES, J.; ASSANDRI, L. 2005. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. Montevideo, INIA. 82 p. (Serie Técnica no. 152)
32. _____. 2006. Propiedades de la madera y la pasta de varias fuentes de semilla de *Eucalyptus grandis* en 30 años de investigación en areniscas. Tacuarembó, INIA. pp. 335-347 (Serie Técnica no. 159).
33. _____. 2007. ¿Es posible modificar las propiedades de la madera y la pasta de celulosa de *Eucalyptus* a través del momento de cosecha? Revista INIA. no. 11: 31-34.
34. SANCHEZ A. 1999. Tecnología de la madera de Eucalipto en el Mercosur y otros países. (en línea). In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (14as., 1999, Concordia). Trabajos presentados. Concordia, INTA. s.p. Consultado el 12 feb. 2010.
Disponible en
<http://www.int.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/p...->

35. SANJUAN, A.; BACHA, C. 2007. Estructura de mercado e desempenho da Industria Brasileira de Celulosa; periodo de 1980 a 2005. Pesquisa e Debate (SP). 18(1): 83-104.
36. SANTOS, F.W.; SEBBENN, A. M.; FLORSHEIM, S. M. B. 2009. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações genéticas e fenotípicas entre propriedades físicas da madeira em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (en línea). In Seminário de Iniciação Científica do Instituto Florestal (3º, 2009, São Paulo). Trabalhos apresentados. São Paulo, Instituto Florestal. pp. 45-49. Consultado 20 feb. 2010.
Disponível en
www.iflorestal.sp.gov.br/pibic/.../SANTOS,%20F.%20W..pdf
37. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. OFICINA DE PROGRAMACION Y POLITICA AGROPECUARIA. 2000. Anuario. (en línea). Montevideo. Consultado 12 mar. 2010.
Disponível en
<http://www.mgap.gub.uy/opypa/OpypaAnuarios.htm>
38. _____. DIRECCIÓN GENERAL FORESAL. 2007a. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. (en línea). Montevideo. Consultado 6 set. 2009.
Disponível en
<http://www.magp.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
39. _____. 2007b. Las políticas forestales y el sector agropecuario familiar. (en línea). Montevideo. Consultado 6 set. 2009.
Disponível en
<http://www.magp.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
40. _____. 2009a. El proceso de desarrollo forestal y agroforestal en el Uruguay. (en línea). Montevideo. Consultado 6 set. 2009.
Disponível en <http://www.magp.gub.uy/Forestal/DGF.htm>

41. _____. _____. _____. 2009b. El sector forestal en 2008 y perspectivas para 2009. (en línea). Montevideo. Consultado 6 set. 2009.
Disponible en
<http://www.magp.gub.uy/Forestal/DGF.htm>
42. ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México, Limusa. 545 p.

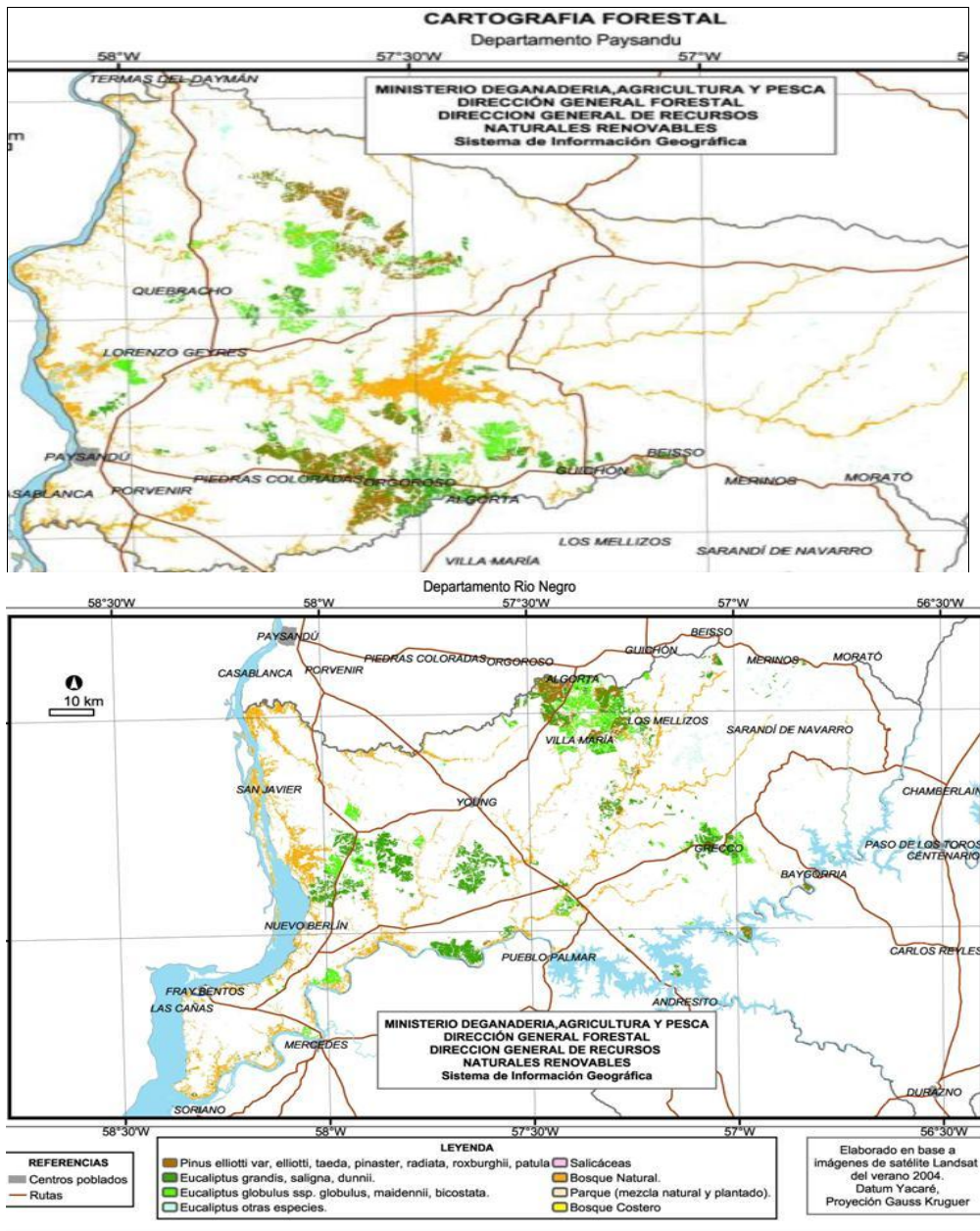
9. ANEXOS

Anexo no. 1 Superficie plantada en el período 1990-2007 según Especies,
Géneros, y región.

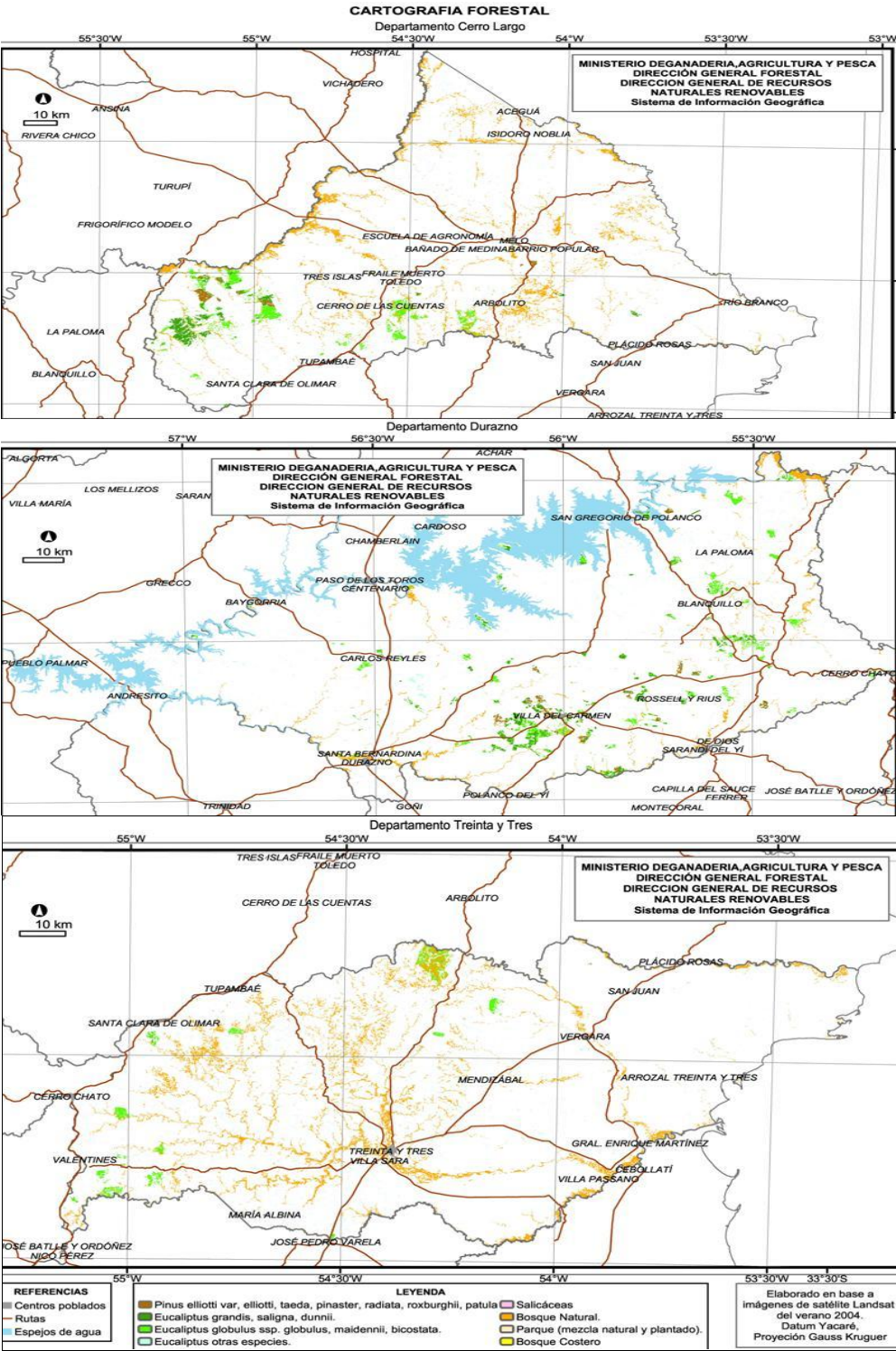
	Region Norte	Region Litoral	Region Centro	Region Sur-Este Rocha, Lavalleja	
sup.plantada según generos y especies	Rivera y Tacuarembó	Oeste. Paysandú y Rio Negro	Durazno C.Largo y T. y Tres	Maldonado Florida	Total (has)
<i>Eucalyptus globulus</i> <i>sp.globulus</i> (332.496 ha)	59.794	50.882	54.051	167.769	332.496
<i>Eucalyptus grandis</i> (199.408 ha)	68.656	94.921	29.721	6.11	199.408
Otros <i>Eucalyptus</i> (69.114 ha)	14.265	20.091	17.412	17.346	69.114
<i>Pinus</i>	177.172	45.144	11.45	20.204	253.97
Total (has)	319.887	211.038	112.634	211.429	854.988

Fuente: URUGUAY. MGAP.DGF (2009)

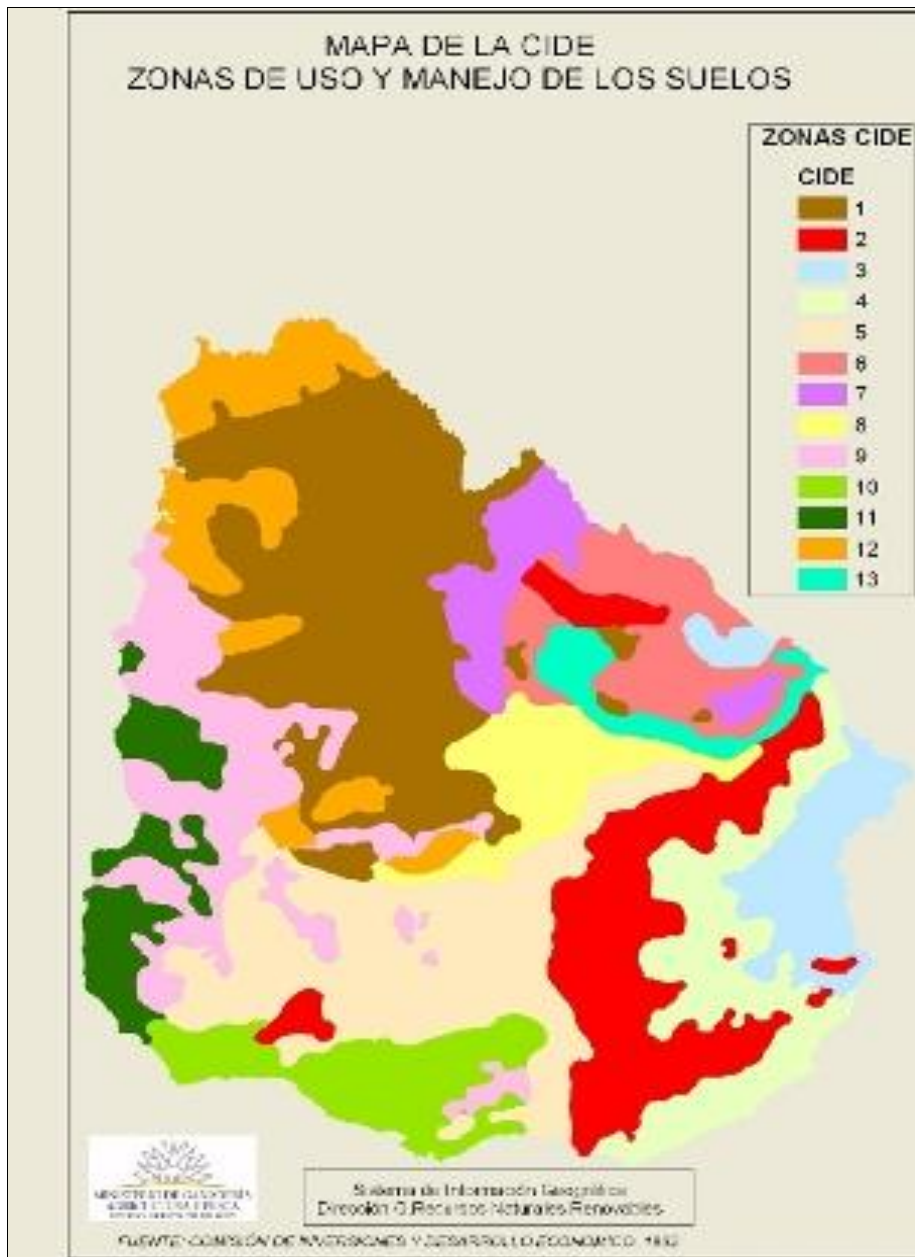
Anexo no. 2 Zona Litoral Oeste



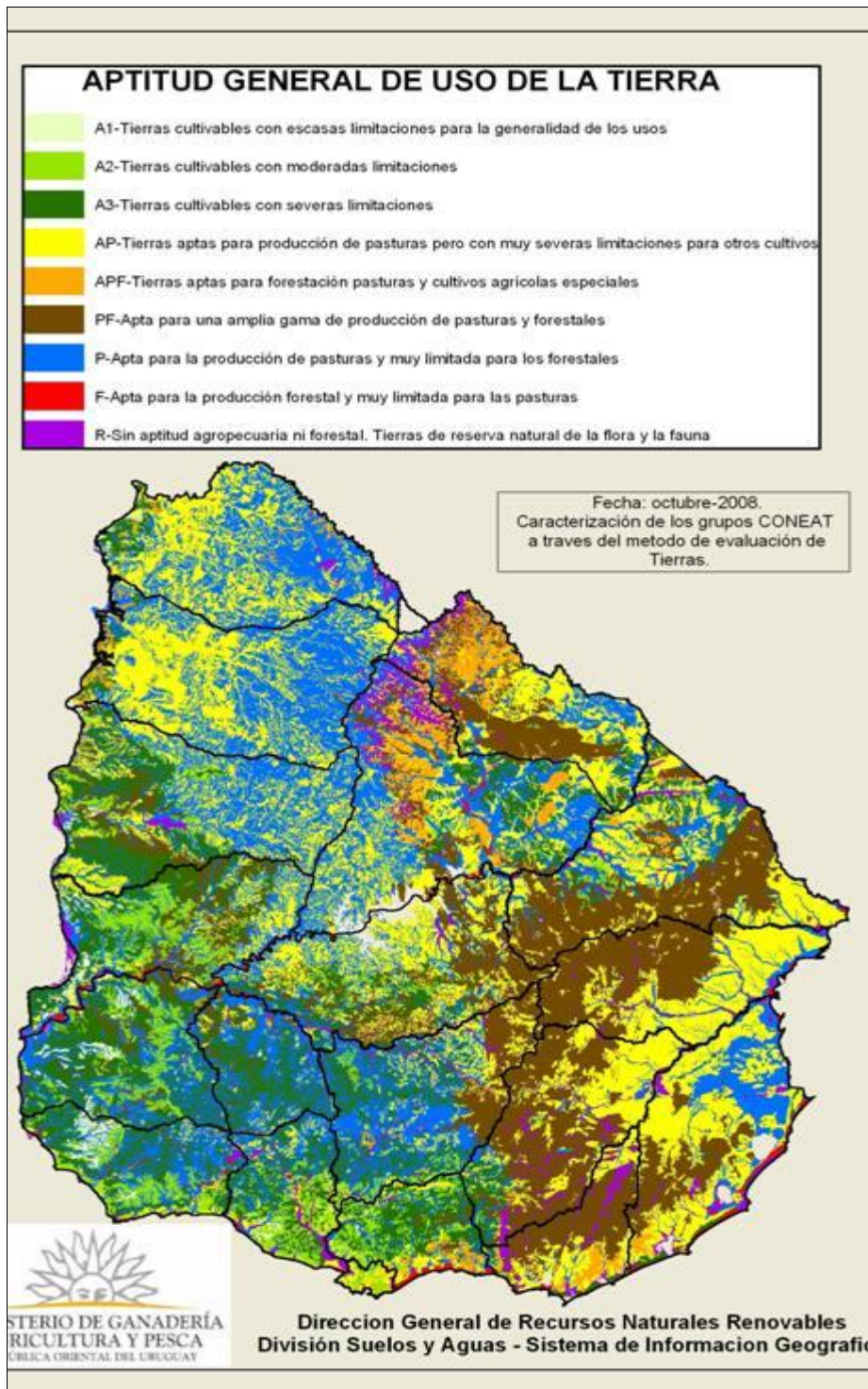
Anexo no. 3 Zona Centro Este.



Anexo no. 4 Uso y manejo de los Suelos (CIDE).



Anexo no. 5 Clasificación de los suelos según uso de la tierra.



Anexo no. 6 Formulario de encuesta.

1) PLANTACION

RELEVAMIENTO DATOS PREPARACION DE SUELOS

1.-Tractor :

HP	Gasto/hora/gasoil	Gasto lubrican/hora	Depreciación anual		

2.- Herramienta utilizada

tipo	Ancho de trabajo	No.de pasadas	Profundidad de trabajo			

3.- HERBICIDA (Momento de aplicación)

Producto	Modo de aplicación		Dosis/ha	No de pasadas	Costo/litro	Maquinaria utilizada	Depreciación anual de la maquinaria
Pre Plantación	En la fila	total					
Post-Plantación						Ancho de trabajo	

4.-CALENDARIO DE ACTIVIDADES

5.-MANO DE OBRA

PLANIFICACION DE LA PLANTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

1. CONTROL DE HORMIGAS (momento, horas hombre, producto dosis y método de aplicación, equipos utilizados para la aplicación y para los operarios)

2.- LABOREO: según tipo de suelo

3.-HERRAMIENTAS EMPLEADAS: (tractor, rastras, disqueras, pulverizadora, ancho de trabajo, horas hombre etc.)

4.- PLANTACION (marco, fertilización, riego, método, horas hombre)

INSUMO	\$ /ha efectiva	\$ /planta	% del costo total	Costo total
Gasoil				
Herbicida				
Fertilizante				
Plantines				
Hormiguicida				
Transporte				
Laboreo				

6) MANO DE OBRA Mano de obra

7) INVERSIONES

Anexo no. 7 Planilla de Proyecciones de Crecimiento. INIA SAG grandis.

Edad									
Identificación de parcela			de mo				Datos requeridos		
Zona									
Indice de Sitio						o Altura Media Dominante (m)			
Area basal (m ² /ha)						o Diametro medio (cm)			DAP máximo (cm)
Población (arb/ha)						Edad final			Desvío estándar de DAPs
	AM D	Población	A.B.	DAP	Vol. s.c	IMA vol	ICA vol	DAP max	Desv. St.
Edad	(m)	(arb/ha)	(m ² /ha)	medio (cm)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha/año)	(m ³ /ha/año)	(cm)	DAPs (cm)

Anexo no. 8 Planilla de cálculo de costo de laboreo.

Planilla preparada por Ing. Agr. (MsSc) Adriana Bussoni	Tiempo disponible	40	518	127			
Valores a ingresar en amarillo	Tiempo estimado de la operación	60	782				
	Tiempo Neto	-20	-263				
Laboreo franjas	Tractor de 100 HP de Potencia						
Superficie a laborear (ha)	600						
Precio combustible (\$U)	27,8	CV					
Precio dólar (\$U/US\$)	20,0	100					
	Unidad	Tractor	Rastra de disco-tiro excéntrica	Surcador	Pulverizadora	Boquillas total	Boquillas unitaria
Precio de lista máquina (US\$)		47.000	8.000	3.500	5.500	120	5
Valor Residual (%)		25%	20%	20%	20%	0%	
Valor Residual (US\$)		11.750	1.600	700	1.100	0	
Valor depreciación (US\$)		35.250	6.400	2.800	4.400	120	
Tasa interés anual (%)	10%						
Vida Util (hs)		10.000	3.000	3.000	5.000	200	
Disponibilidad Técnica *(%)		90%	90%	90%	100%	100%	
Capacidad efectiva de campo (ha h ⁻¹)							
* Equivalente a disponibilidad mecánica							
Mantenimiento y Funcionamiento							
Repuestos (% VN)		120%	120%	120%	150%		
Repuestos (US\$)		56.400	9.600	4.200	8.250		
Repuestos (cada US\$/1.000 hs)		5.640	3.200	1.400	1.650		
Servicio (10% anual)		4.700	800	350	550		
Insumos							
Consumo combustible (l h ⁻¹)			12	8	6		
Precio combustible (US\$ l ⁻¹)		0,97					
Consumo líquido hidráulico (l h ⁻¹)		0,1					
Precio líq. Hidr.(US\$ l ⁻¹)		8,0					
Consumo aceite motor (l h ⁻¹)		0,6					
Precio aceite (US\$ l ⁻¹)		3,3					
Consumo líquido caja (l h ⁻¹)		0,0					
Precio aceite caja(US\$ l ⁻¹)		3,3					

Consumo grasa (Kg h ⁻¹)		0,0				
Precio grasa (US\$ Kg ⁻¹)		6,6				
Herbicida + coadyuvante (US\$ l)		4,0				
Horas - Cálculo capacidad de campo						
Tiempo disponible (días) para la operación	40					
Tiempo turno (hs/día)	8					
Número de turnos	2					
hs efectivas/ día	13,0					
Velocidad media operación (km/h)			7,0	4,0	12,0	
Ancho operativo apero (m)			2,2	1,0	12,0	
Eficiencia (%)			80%	80%	60%	
Sup.efectiva cubierta (ha)			0,5	0,3	1	
Prof.Trabajo (cm)			10,0	30,0		
Tiempo disponible (horas) para la operación	518					
Capacidad de campo (ha h ⁻¹)			2,5	1,3	8,6	
Horas programadas por operación			243,5	468,8	69,4	
Horas trabajo programada total	781,7					
Horas estimadas/ año tractor	1.000					
Disponibilidad operación	90%					
Disponibilidad total= Disp.operación* Disp. técnica	81%					
Salarios						
Salario tractorista (US\$ h ⁻¹)	6,0					
Salario ayudante carga (US\$ jornada)	10,0	1,3				
Seguridad social* (%)	65%					
Costos Fijos						
Amortización (US\$ h ⁻¹)		3,5	2,1	0,9	0,9	
Interés(US\$ h ⁻¹)		2,9	2,0	0,4	4,8	
Salarios (US\$ h ⁻¹)*	12,0					
Total CF(US\$ h⁻¹)	66,4		22,5	19,8	24,1	
Total CF(US\$ ha⁻¹)	27,4		9,1	15,5	2,8	
Costos Variables						
Combustibles (US\$ h⁻¹)			11,7	7,8	5,8	
Lubricantes (US\$ h ⁻¹)		2,9				
Repuestos (US\$ h ⁻¹)		5,6	3,2	1,4	1,7	
Servicios (US\$ h ⁻¹)		4,7	0,8	0,4	0,6	
Herbicida (US\$ h) [*]					103,7	
[*] (Dosis / ha ⁻¹)	3		TRAC TOR+ RD	TRACTOR + Surcador	Pulverizadora	

Total Costos Variables US\$ h ⁻¹			28,9	22,8	125,0		
Total Costos Variables US\$ ha ⁻¹			23,5	17,8	14,5		
Costos Totales US\$ h ⁻¹			51,4	42,6	149,0		
Costos Totales US\$ ha ⁻¹			32,6	33,3	17,2		
Costo total del laboreo (US\$ ha ⁻¹)		127					
			CV Tractor		240	120	100
			Profundidad (cms)		90	70	50
CONSUMO ESPECIFICO (l/CV*h)	0,20		Potencia		80%	80%	75%
			Consumo (l/h)		38	19	15
							100
							40
							65%
							13

Anexo no. 9 Planilla de cálculo costos de plantación y mantenimiento.

Costos de Implantación	Unidades		Costos Unitario (US\$)	Costos Unitario (US\$)	Costos Total (US\$)	Costos Total (US\$)	Costos Total Promedio (US\$)
Laboreo (elegir uno)							
Rastra tiro excéntrica + Surcador	1				0	0	0
Rastra tiro excéntrica + Laboreo en franjas	1				0	0	0
Subsolador+Surcador	1						
Control de Hormiga	1		18	18	0	0	0
Aplicación herbicida	4	7	4	4	0	0	0
Fertilizante (75 Kg/ha)	75		0,45	0,45	0	0	0
Plantines					0	0	0
Plantación			0,05	0,06	0,35	0,42	0
Caminería	1		8	15	0	0	0
Reparación alambrados	1		5	5	0	0	0
Proyecto	50	75	1	1	0	0	0
Ejecución y Administración	2	3	3	3	0	0	0
Otros (imprevistos)	1	1	50	75	0	0	0
Total costos de Plantación					0	0	0
Costo total Plantacion + Beneficio					0	1	0
Costos de Mantenimiento 1° año							
Reposición	0	0	0,2	0,2	0	0	0
Mano Obra reposición	0	0	0,08	0,08	0	0	0
Control de Hormigas	1	3	5	5	0	0	0
Total Costos de Mantenimiento					0	0	0

Anexo no. 10 Planilla cálculo costo de cosecha.

Poner información en celdas amarillas	No tocar celdas verdes	Planilla preparada por Ing. Agr. (MSc) Adriana Bussoni		
Precio divisa (\$/US\$)	20			
Precio combustible (\$/l)	27,8			
Precio combustible (US\$/l)	1,39			
		Harvester	Forwarder	
Valor a Nuevo (VN) (US\$)		250.000	185.000	
Valor residual		25%	15%	
Valor residual		62.500	27.750	
Depreciación total		187.500	157.250	
Tasa interés		10%	10%	
Vida Útil (hs)		15.000	18.000	
Disponibilidad Total *		72%	81%	
Disponibilidad Operacional		85%	90%	
Disponibilidad Técnica		85%	90%	
*Disponibilidad total: disponibilidad operacional (do) x disp.técnica(dm)				
Producción horaria ($m^3 h^{-1}$)		8	40	
Mantenimiento y Funcionamiento		10.000	10.000	
Repuestos y Servicios (% VN)		70%	70%	
(cada 10000 h)				
Repuestos y Servicios (US\$)				
(cada 10000 h)		175.000	129.500	
Costos de estructura				
(US\$ año ⁻¹)		7.500	7.500	
Consumo combustible ($l h^{-1}$)		11,32	9,18	
Precio combustible		1,39	1,39	
(US\$ l^{-1})				
Consumo líquido hidráulico		0,16	0,15	
Precio líquido hidráulico		1,83	1,83	
(US\$ l^{-1})				
Consumo aceite caja ($l h^{-1}$)		0,02	0,05	
Precio aceite caja		6,83	6,83	
Consumo aceite motor ($l h^{-1}$)		0,04	0,07	
Precio aceite motor (US\$ l^{-1})		5,08	5,08	
Consumo grasa ($Kg h^{-1}$)		0,01	0,01	
Precio grasa (US\$ Kg^{-1})		6,60	6,60	
Consumo lubricante de la cadena ($l h^{-1}$)		0,02		
Precio lubricante cadena (US\$ l^{-1})		3,08		
Duración espada corte ($m^3 unidad^{-1}$)		3.000		
Precio espada corte (US\$ $unidad^{-1}$)		75		
Precio cadena (US\$ $unidad^{-1}$)		16		
Duración cadena ($m^3 unidad^{-1}$)		500		
Substitución Juego de Cubiertas		4.000	4.000	
Coeficiente substitución		0,0006	0,0006	
HORAS				
Horas programadas año(h)		4.032	4.032	
Horas efectivas año(h)		2913	3266	
Salarios				
Operarios (US\$ h^{-1} efectiva)		5,50	5,50	
Carga Social (%)		70%	70%	
Costos Fijos				
Amortización(US\$ h^{-1})		13	9	
Intereses (US\$ h^{-1})		3,9	2,6	
Salarios (US\$ h^{-1})		5,50	5,50	
Be Sociales (US\$ h^{-1})		3,85	3,85	

Costos de estructura (US\$ h ⁻¹)		1,9	1,9	
Total CF (US\$ h ⁻¹)		27,59	22,58	
Total CF (US\$ m ⁻³)		3,45	0,56	
Costos Variables				
Combustibles (US\$ h ⁻¹)		15,73	12,76	
Lubricantes (US\$ h ⁻¹)		0,76	1,04	
Repuestos y servicios		17,50	12,95	
Costo Herramientas de corte				
Costo espada+ cadena (US\$ h ⁻¹)		0,23		
Costo Substitución Cubiertas (US\$ h ⁻¹)		2,40	2,40	
Total Costos Variables (US\$ h ⁻¹)		36,62	29,15	
Total Costos Variables (US\$ m ⁻³)		4,58	0,73	
Costos totales (US\$ h ⁻¹)		64,21	51,73	
Costos totales (US\$ m ⁻³)		8,03	1,29	
Costo caminería (US\$ m ⁻³)		2		
Costo total del sistema(Harvester+ Forwarder) (US\$ h ⁻¹)			115,94	
Costo total del sistema(Harvester+ Forwarder) (US\$m ⁻³)			11,32	

Anexo no. 11 Planilla de flujos de caja.

[illegible]

Anexo no. 12 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie sin incluir la tierra, para los materiales de la Zona litoral Oeste.

C564			Tasa de descuento 3,5%		C469			Tasa de descuento 3,5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	2.384	2.599	2.759	2.873	VAN	2.128	2.316	2.466	2.571
VES	8.955	8.930	8.756	8.494	VES	7.992	7.956	7.826	7.603
RFA	313	313	306	297	RFA	280	278	274	266
TIR	20%	19%	18%	17%	TIR	19%	18%	17%	16%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	2.296	2.511	2.670	2.784	VAN	2.039	2.227	2.377	2.483
VES	8.622	8.626	8.475	8.232	VES	7.659	7.651	7.545	7.341
RFA	302	302	297	288	RFA	268	268	264	257
TIR	19%	18%	17%	16%	TIR	18%	17%	16%	15%
				100-200 ha					100-200 ha
VAN	2.194	2.409	2.568	2.682	VAN	1.938	2.125	2.275	2.381
VES	8.240	8.276	8.152	7.931	VES	7.277	7.302	7.222	7.040
RFA	288	290	285	278	RFA	255	256	253	246
TIR	18%	17%	15,94%	15,11%	TIR	16%	16%	15%	14%
			Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	1.992	2.137	2.229	2.280	VAN	1.767	1.891	1.979	2.026
VES	5.605	5.534	5.367	5.145	VES	4.971	4.898	4.765	4.573
RFA	280	277	268	257	RFA	249	245	238	229
TIR	20%	19%	18%	17%	TIR	19%	18%	17%	16%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	1.903	2.048	2.140	2.191	VAN	1.678	1.802	1.890	1.938
VES	5.356	5.305	5.154	4.945	VES	4.722	4.669	4.551	4.373
RFA	268	265	258	247	RFA	236	233	228	219
TIR	19%	18%	17%	16%	TIR	18%	17%	16%	15%
				100-200 ha					100-200 ha
VAN	1.802	1.946	2.039	2.090	VAN	1.576	1.701	1.789	1.836
VES	5.069	5.041	4.909	4.715	VES	4.435	4.405	4.306	4.143
RFA	253	252	245	236	RFA	222	220	215	207
TIR	18%	17%	16%	15%	TIR	16%	16%	15%	14%

C591			Tasa de descuento 3,5%		C99			Tasa de descuento 3,5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	2.119	2.368	2.562	2.705	VAN	1.722	1.984	2.205	2.381
VES	7.960	8.135	8.131	7.999	VES	6.466	6.817	6.998	7.039
RFA	279	285	285	280	RFA	226	239	245	246
TIR	19%	18%	18%	17%	TIR	19%	18%	18%	17%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	2.031	2.279	2.473	2.617	VAN	1.630	1.892	2.113	2.289
VES	7.627	7.831	7.850	7.737	VES	6.121	6.501	6.706	6.767
RFA	267	274	275	271	RFA	214	228	235	237
TIR	18%	17%	16%	16%	TIR	17%	17%	16%	16%
				100 ha					100-200 ha
VAN	1.929	2.178	2.371	2.515	VAN	1.517	1.779	2.000	2.176
VES	7.245	7.481	7.527	7.436	VES	5.697	6.113	6.348	6.434
RFA	254	262	263	260	RFA	199	214	222	225
TIR	16%	16%	15%	15%	TIR	15%	15%	15%	14%
			Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	1.759	1.936	2.061	2.139	VAN	1.424	1.620	1.773	1.885
VES	4.950	5.015	4.962	4.827	VES	4.008	4.196	4.270	4.253
RFA	248	251	248	241	RFA	200	210	214	213
TIR	19%	18%	18%	17%	TIR	19%	18%	18%	17%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	1.671	1.848	1.972	2.051	VAN	1.332	1.528	1.682	1.793
VES	4.701	4.786	4.749	4.627	VES	3.749	3.958	4.049	4.046
RFA	235	239	237	231	RFA	187	198	202	202
TIR	18%	17%	16%	16%	TIR	17%	17%	16%	16%
				100-200 ha					100-200 ha
VAN	1.569	1.746	1.871	1.949	VAN	1.220	1.415	1.569	1.680
VES	4.414	4.522	4.504	4.397	VES	3.432	3.665	3.777	3.791
RFA	221	226	225	220	RFA	172	183	189	190
TIR	16%	16%	15%	15%	TIR	15%	15%	15%	14%

C107			Tasa de descuento 3,5%		C565			Tasa de descuento 3,5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años	9	10	11	12
VAN	2.013	2.264	2.459	2.608	VAN	1.779	2.040	2.255	2.425
VES	7.561	7.776	7.806	7.711	VES	6.680	7.009	7.156	7.171
RFA	265	272	273	270	RFA	234	245	250	251
TIR	19%	18%	17%	16%	TIR	18%	17%	17%	16%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	1.925	2.175	2.371	2.519	VAN	1.690	1.952	2.166	2.337
VES	7.228	7.472	7.525	7.449	VES	6.347	6.705	6.875	6.909
RFA	253	262	263	261	RFA	222	235	241	242
TIR	17%	17%	16%	15%	TIR	16%	16%	15%	15%
				100-200 ha					100-200 ha
VAN	1.823	2.073	2.269	2.418	VAN	1.588	1.850	2.064	2.235
VES	6.846	7.122	7.202	7.148	VES	5.965	6.355	6.552	6.608
RFA	240	249	252	250	RFA	209	222	229	231
TIR	16%	16%	15%	14%	TIR	15%	15%	14%	14%
			Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años	9	10	11	12
VAN	1.666	1.846	1.974	2.057	VAN	1.460	1.652	1.799	1.903
VES	4.687	4.781	4.752	4.642	VES	4.107	4.280	4.331	4.295
RFA	234	239	238	232	RFA	205	214	217	215
TIR	19%	18%	17%	16%	TIR	18%	17%	17%	16%
				300-600 ha					300-600 ha
VAN	1.577	1.757	1.885	1.969	VAN	1.371	1.564	1.710	1.815
VES	4.438	4.552	4.539	4.442	VES	3.858	4.050	4.118	4.095
RFA	222	228	227	222	RFA	193	203	206	205
TIR	17%	17%	16%	15%	TIR	16%	16%	15%	15%
				100-200 ha					100-200 ha
VAN	1.475	1.655	1.783	1.867	VAN	1.269	1.462	1.608	1.713
VES	4.152	4.288	4.293	4.212	VES	3.572	3.787	3.873	3.866
RFA	208	214	215	211	RFA	179	189	194	193
TIR	16%	15%	15%	15%	TIR	15%	15%	14%	14%
S3586			Tasa de descuento 3,5%					Tasa de descuento 5%	
				≥700 ha					≥700 ha
Edad (años	9	10	11	12	Edad (años	9	10	11	12
VAN	1.389	1.652	1.880	2.074	VAN	1.132	1.332	1.497	1.626
VES	5.218	5.675	5.968	6.131	VES	3.186	3.450	3.603	3.670
RFA	183	199	209	215	RFA	159	173	180	184
TIR	17%	17%	16%	16%	TIR	17%	17%	16%	16%
				≥300 <700 ha					≥300 < 700 ha
VAN	1.297	1.560	1.788	1.982	VAN	1.040	1.240	1.405	1.535
VES	4.873	5.359	5.676	5.860	VES	2.927	3.212	3.382	3.463
RFA	171	188	199	205	RFA	146	161	169	173
TIR	15%	15%	15%	15%	TIR	15%	15%	15%	15%
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
VAN	1.185	1.447	1.675	1.869	VAN	927	1.127	1.292	1.422
VES	4.449	4.971	5.318	5.526	VES	2.610	2.920	3.110	3.208
RFA	156	174	186	193	RFA	130	146	156	160
TIR	13%	14%	14%	13%	TIR	13%	14%	14%	13%

Anexo no. 13 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie incluyendo la tierra, para los materiales de la Zona litoral Oeste.

			Tasa de descuento 3,5%		C469			Tasa de descuento 3,5%	
C564				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	354	569	728	842	VAN	128	316	466	571
VES	1.329	1.954	2.311	2.490	VES	480	1.085	1.478	1.690
RFA	47	68	81	87	RFA	17	38	52	59
TIR	5%	5%	5,6%	5,7%	TIR	4%	5%	4,9%	5,1%
			≥300<700ha					≥300<700ha	
VAN	321	536	695	809	VAN	39	227	377	483
VES	1.205	1.841	2.206	2.393	VES	148	780	1.197	1.428
RFA	42	64	77	84	RFA	5	27	42	50
TIR	5%	5%	5,5%	5,6%	TIR	4%	4%	4,6%	4,8%
			≥100<300ha					≥100<300ha	
VAN	269	484	643	757	VAN	-62	125	275	381
VES	1.009	1.662	2.041	2.239	VES	-235	431	874	1.127
RFA	35	58	71	78	RFA	-8	15	31	39
TIR	5%	5%	5,4%	5,5%	TIR	3%	4%	4,3%	4,5%
			Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
VAN	-39	106	198	249	VAN	-233	-109	-21	26
VES	-109	275	478	563	VES	-657	-282	-51	60
RFA	-5	14	24	28	RFA	-33	-14	-3	3
TIR	5%	5%	5,6%	5,7%	TIR	4%	5%	4,9%	5,1%
			300-600 ha					≥300<700ha	
VAN	-72	73	165	216	VAN	-322	-198	-110	-62
VES	-202	189	398	488	VES	-906	-512	-264	-140
RFA	-10	9	20	24	RFA	-45	-26	-13	-7
TIR	5%	5%	5,5%	5,6%	TIR	4%	4%	4,6%	4,8%
			≥100<300ha					≥100<300ha	
VAN	-124	21	113	164	VAN	-424	-299	-211	-164
VES	-348	55	273	371	VES	-1.192	-775	-509	-370
RFA	-17	3	14	19	RFA	-60	-39	-25	-18
TIR	5%	5%	5,4%	5,5%	TIR	3%	4%	4,3%	4,5%

			Tasa de descuento 3,5%		C99			Tasa de descuento 3,5%	
C591				≥ 700 ha					≥ 700 ha
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	89	337	531	675	VAN	-134	127	339	500
VES	333,6	1.159	1.686	1.995	VES	-503	436	1.076	1.478
RFA	11,7	41	59	70	RFA	-18	15	38	52
TIR	4%	5%	5,1%	5,3%	TIR	3%	4%	4,5%	4,9%
				≥300<700ha					≥300<700ha
VAN	56	304	498	642	VAN	-167	94	306	467
VES	210	1.045	1.581	1.898	VES	-627	323	971	1.380
RFA	7	37	55	66	RFA	-22	11	34	48
TIR	4%	5%	5,0%	5,2%	TIR	3%	4%	4,4%	4,8%
				≥100<300ha					≥100<300ha
VAN	4	252	446	590	VAN	-219	42	254	415
VES	14,4	867	1.416	1.744	VES	-822	144	806	1.226
RFA	0,5	30	50	61	RFA	-29	5	28	43
TIR	4%	4%	4,8%	5,1%	TIR	3%	4%	4,3%	4,6%
			Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
VAN	-271	-94	30	108	VAN	-467	-277	-134	-39
VES	-764	-245	73	245	VES	-1.314	-716	-322	-88
RFA	-38	-12	4	12	RFA	-66	-36	-16	-4
TIR	4%	5%	5,1%	5,3%	TIR	3%	4%	4,5%	4,9%
				≥300<700ha					≥300<700ha
VAN	-304	-127	-3	75	VAN	-500	-310	-167	-72
VES	-857	-330	-7	170	VES	-1.407	-802	-402	-162
RFA	-43	-17	0	9	RFA	-70	-40	-20	-8
TIR	4%	5%	5,0%	5,2%	TIR	3%	4%	4,4%	4,8%
				≥100<300ha					≥100<300ha
VAN	-356	-179	-55	23	VAN	-552	-362	-219	-124
VES	-1003	-465	-132	53	VES	-1.554	-936	-527	-279
RFA	-50	-23	-7	3	RFA	-78	-47	-26	-14
TIR	4%	4%	4,8%	5,1%	TIR	3%	4%	4,3%	4,6%

C107	Tasa de descuento 3,5%				C565	Tasa de descuento 3,5%			
	≥ 700 ha					≥ 700 ha			
Edad(años	9	10	11	12	Edad (años	9	10	11	12
VAN	-17	233	429	577	VAN	-252	10	224	395
VES	-66	800	1361	1707	VES	-947	33	711	1.167
RFA	-2	28	48	60	RFA	-33	1	25	41
TIR	3%	4%	4,8%	5,1%	TIR	2%	4%	4,2%	4,6%
≥300<700ha					≥300<700ha				
VAN	-50	200	396	544	VAN	-285	-23	191	362
VES	-190	687	1.256	1.609	VES	-1.071	-81	606	1.069
RFA	-7	24	44	56	RFA	-37	-3	21	37
TIR	3%	4%	4,7%	5,0%	TIR	2%	3%	4,1%	4,5%
≥100<300ha					≥100<300ha				
VAN	-102	148	344	492	VAN	-337	-75	139	310
VES	-385	508	1.091	1.456	VES	-1.266	-259	441	916
RFA	-13	18	38	51	RFA	-44	-9	15	32
TIR	3%	4%	4,5%	4,8%	TIR	2%	3%	3,9%	4,4%
Tasa de descuento 5%					Tasa de descuento 5%				
	≥ 700 ha					≥ 700 ha			
VAN	-365	-185	-57	27	VAN	-571	-378	-232	-127
VES	-1.027	-479	-138	60	VES	-1.606	-980	-558	-287
RFA	-51	-24	-7	3	RFA	-80	-49	-28	-14
TIR	3%	4%	4,8%	5,1%	TIR	2%	4%	4,2%	4,6%
≥300<700ha					≥300<700ha				
VAN	-398	-218	-90	-6	VAN	-604	-411	-265	-160
VES	-1.119	-564	-217	-15	VES	-1.699	-1.065	-638	-361
RFA	-56	-28	-11	-1	RFA	-85	-53	-32	-18
TIR	3%	4%	4,7%	5,0%	TIR	2%	3%	4,1%	4,5%
≥100<300ha					≥100<300ha				
VAN	-450	-270	-142	-58	VAN	-656	-463	-317	-212
VES	-1.266	-699	-342	-132	VES	-1.846	-1.200	-763	-479
RFA	-63	-35	-17	-7	RFA	-92	-60	-38	-24
TIR	3%	4%	4,5%	4,8%	TIR	2%	3%	3,9%	4,4%

		Tasa de descuento 3,5%					Tasa de descuento 5%			
S3586				≥ 700 ha	S3586				≥ 700 ha	
Edad (años	9	10	11	12	Edad (años	9	10	11	12	
VAN	-611	-348	-120	74	VAN	-988	-788	-623	-493	
VES	-2.293	-1.196	-380	218	VES	-2.779	-2.041	-1.501	-1.113	
RFA	-80	-42	-13	8	RFA	-139	-102	-75	-56	
TIR	0,01	0,02	0,03	0,04	TIR	0,2%	2%	2,7%	3,4%	
			≥300 <700 ha					≥300 <700 ha		
VAN	-703	-440	-212	-18	VAN	-1099	-899	-735	-605	
VES	-2.638	-1.512	-672	-54	VES	-3093	-2329	-1769	-1365	
RFA	-92	-53	-24	-2	RFA	-155	-116	-88	-68	
TIR	0%	2%	2,80%	3,40%	TIR	-0,0027	0,0128	0,0233	0,0303	
			≥100 <300 ha					≥100 <300 ha		
VAN	-899	-637	-409	-215	VAN	-1.157	-957	-792	-662	
VES	-3.378	-2.188	-1.297	-636	VES	-3.254	-2.478	-1.907	-1.494	
RFA	-118	-77	-45	-22	RFA	-163	-124	-95	-75	
TIR	-0,005	0,01	0,02	0,03	TIR	-0,005	0,011	0,021	0,029	

Anexo no. 14 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie sin incluir la tierra, para los materiales de la zona Centro Este. Distancia a planta 200 km.

I 1			Tasa de descuento 3,5%		I1			Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	558	649	724	782	VAN	402	465	510	540
VES	2.095	2.231	2.297	2.313	VES	1.131	1.203	1.228	1.220
RFA	73	78	80	81	RFA	57	60	61	61
TIR	10,3%	10,3%	10,2%	9,9%	TIR	10,3%	10,3%	10,2%	9,9%
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	486	577	652	710	VAN	330	392	438	468
VES	1.823	1.983	2.068	2.099	VES	928	1.016	1.054	1.056
RFA	64	69	72	73	RFA	46	51	53	53
TIR %	9,2%	9,3%	9,2%	9,1%	TIR	9,2%	9,3%	9,2%	9,1%
			subsolado 60 cm					subsolado a 60 cm	
VAN	484	575	650	708	VAN	326	389	434	465
VES	1.817	1.977	2.062	2.094	VES	918	1.007	1.045	1.048
RFA	64	69	72	73	RFA	46	50	52	52
TIR %	9,1%	9,3%	9,2%	9,1%	TIR	9,1%	9,2%	9,2%	9,0%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	480	571	646	704	VAN	324	386	432	462
VES	1.801	1.962	2.049	2.081	VES	911	1.001	1.040	1.043
RFA	63	69	72	73	RFA	46	50	52	52
TIR	9,1%	9,2%	9,2%	9,0%	TIR	9,1%	9,2%	9,2%	9,0%
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	390	482	557	615	VAN	235	297	343	373
VES	1.466	1.656	1.766	1.818	VES	661	770	825	842
RFA	51	58	62	64	RFA	33	38	41	42
TIR %	7,8%	8,1%	8,1%	8,1%	TIR %	7,8%	8,1%	8,1%	8,1%
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	389	481	555	614	VAN	234	296	342	372
VES	1.462	1.652	1.763	1.815	VES	657	767	822	839
RFA	51	58	62	64	RFA	33	38	41	42
TIR %	7,8%	8,0%	8,1%	8,1%	TIR %	7,8%	8,0%	8,1%	8,1%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	388	480	554	613	VAN	232	295	340	371
VES	1.457	1.648	1.759	1.811	VES	654	764	819	837
RFA	51	58	62	63	RFA	33	38	41	42
TIR	7,7%	8,0%	8,1%	8,0%	TIR %	7,7%	8,0%	8,1%	8,0%

BM			Tasa de descuento 3,5%		BM			Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	223,6	377,3	434,5	479,1	VAN	111,2	231,8	266,3	288,9
VES	839,7	1.296,2	1.379,2	1.416,5	VES	312,9	600,5	641,3	651,9
RFA	29,4	45,4	48,3	49,6	RFA	15,6	30,0	32,1	32,6
TIR	6,7%	8,0%	8,1%	8,0%	TIR	6,7%	8,0%	8,1%	8,0%
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	146,4	300,1	357,3	401,9	VAN	34,0	154,7	189,2	211,7
VES	549,8	1.031,0	1.134,2	1.188,3	VES	95,7	400,6	455,5	477,7
RFA	19,2	36,1	39,7	41,6	RFA	4,8	20,0	22,8	23,9
TIR	5,5%	6,9%	7,1%	7,1%	TIR	5,5%	6,9%	7,1%	7,1%
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	144,0	297,7	354,9	399,5	VAN	31,6	152,3	186,8	209,3
VES	540,8	1.022,8	1.126,6	1.181,2	VES	89,0	394,4	449,7	472,3
RFA	18,9	35,8	39,4	41,3	RFA	4,4	19,7	22,5	23,6
TIR	5,5%	6,9%	7,0%	7,1%	TIR	5,5%	6,9%	7,0%	7,1%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	141,6	295,3	352,5	397,1	VAN	29,2	149,9	184,4	206,9
VES	531,8	1.014,5	1.119,0	1.174,1	VES	82,2	388,1	443,9	466,9
RFA	18,6	35,5	39,2	41,1	RFA	4,1	19,4	22,2	23,3
TIR	5,4%	6,8%	7,0%	7,0%	TIR	5,4%	6,8%	7,0%	7,0%
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	51,2	204,9	262,1	306,7	VAN	-61,2	59,5	94,0	116,5
VES	192,3	704,0	832,1	906,9	VES	-172,1	154,0	226,3	262,9
RFA	6,7	24,6	29,1	31,7	RFA	-8,6	7,7	11,3	13,1
TIR	4,2%	5,7%	6,0%	6,1%	TIR	4,2%	5,7%	6,0%	6,1%
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	50,0	203,7	260,9	305,5	VAN	-62,4	58,3	92,8	115,3
VES	187,8	699,9	828,3	903,3	VES	-175,5	150,9	223,4	260,2
RFA	6,6	24,5	29,0	31,6	RFA	-8,8	7,5	11,2	13,0
TIR	4,1%	5,7%	6,0%	6,1%	TIR	4,1%	5,7%	6,0%	6,1%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	48,8	202,5	259,7	304,3	VAN	-63,6	57,1	91,6	114,1
VES	183,3	695,8	824,5	899,8	VES	-178,9	147,8	220,5	257,5
RFA	6,4	24,4	28,9	31,5	RFA	-8,9	7,4	11,0	12,9
TIR	4,1%	5,7%	5,9%	6,1%	TIR	4,1%	5,7%	5,9%	6,1%

Anexo no.15. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie incluyendo la tierra, para los materiales de la zona Centro Este. Distancia a planta 200 km.

I1			Tasa de descuento 3,5%		I1			Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	165	220	258	282	VAN	-123,9	-107,5	-105,9	-117,2
VES	621	756	820	834	VES	-348,6	-278,4	-254,9	-264,5
RFA	22	26	29	29	RFA	-17,4	-13,9	-12,7	-13,2
TIR	4,3%	4,5%	4,5%	4,5%	TIR	4,3%	4,5%	4,5%	4,5%
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad(años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	87	142	180	204	VAN	-202,1	-185,7	-184,0	-195,4
VES	328	487	572	603	VES	-568,6	-480,9	-443,1	-441,0
RFA	11	17	20	21	RFA	-28,4	-24	-22	-22
TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%	TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	85	139	178	201	VAN	-204,5	-188,1	-186,4	-197,8
VES	319	479	564	595	VES	-575,4	-487,2	-448,9	-446,4
RFA	11	17	20	21	RFA	-28,8	-24,4	-22,4	-22,3
TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%	TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	82	137	175	199	VAN	-206,9	-190,5	-188,8	-200,2
VES	310	470	557	588	VES	-582,1	-493,4	-454,7	-451,8
RFA	11	16	19	21	RFA	-29,1	-24,7	-22,7	-22,6
TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%	TIR	3,9%	4,1%	4,2%	4,2%
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-9	46	84	108	VAN	-298,3	-281,9	-280,2	-291,6
VES	-34	156	266	318	VES	-839,3	-730,1	-674,7	-658,0
RFA	-1	5	9	11	RFA	-42,0	-36,5	-33,7	-32,9
TIR	3,5%	3,7%	3,8%	3,9%	TIR	3,5%	3,7%	3,8%	3,9%
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	-10	44	83	106	VAN	-299,5	-283,1	-281,4	-292,8
VES	-38	152	263	315	VES	-842,7	-733,2	-677,6	-660,7
RFA	-1	5	9	11	RFA	-42,1	-36,7	-33,9	-33,0
TIR	3,5%	3,7%	3,8%	3,9%	TIR	3,5%	3,7%	3,8%	3,9%
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	-11	43	82	105	VAN	-300,7	-284,3	-282,6	-294,0
VES	-43	148	259	311	VES	-846,0	-736,3	-680,5	-663,4
RFA	-1	5	9	11	RFA	-42,3	-36,8	-34,0	-33,2
TIR	3,4%	3,7%	3,8%	3,9%	TIR	3,4%	3,7%	3,8%	3,9%

BM			Tasa de descuento 3,5%		BM			Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
			subsolado	50,60,70 cm				subsolado	50,60,70 cm
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-176	-59	-38	-28	VAN	-421,9	-347,3	-356,6	-375,9
VES	-660	-204	-121	-84	VES	-1.187,1	-899,5	-858,7	-848,1
RFA	-23	-7	-4	-3	RFA	-59,4	-45,0	-42,9	-42,4
TIR	2,50%	3,20%	3,30%	3,40%	TIR	2,5%	3,2%	3,3%	3,4%
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado	50 cm				subsolado	50 cm
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-252	-135	-114	-104	VAN	-497,9	-423,3	-432,6	-451,8
VES	-946	-465	-362	-308	VES	-1.400,9	-1.096,3	-1.041,7	-1.019,6
RFA	-33	-16	-13	-11	RFA	-70,0	-55	-52	-51
TIR	2,20%	2,90%	3,00%	3,10%	TIR	2,2%	2,9%	3,0%	3,1%
			subsolado	60 cm				subsolado	60 cm
VAN	-255	-138	-117	-107	VAN	-500,9	-426,3	-435,6	-454,8
VES	-957	-475	-372	-317	VES	-1.409,3	-1.104,1	-1.048,9	-1.026,4
RFA	-33	-17	-13	-11	RFA	-70,5	-55,2	-52,4	-51,3
TIR	2,10%	2,90%	3,00%	3,10%	TIR	2,1%	2,9%	3,0%	3,1%
			subsolado	70 cm				subsolado	70 cm
VAN	-258	-141	-120	-110	VAN	-503,9	-429,3	-438,6	-457,8
VES	-968	-485	-381	-326	VES	-1.417,8	-1.111,9	-1.056,1	-1.033,1
RFA	-34	-17	-13	-11	RFA	-70,9	-55,6	-52,8	-51,7
TIR	2,10%	2,80%	3,00%	3,10%	TIR	2,1%	2,8%	3,0%	3,1%
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado	50 cm				subsolado	50 cm
Edad(años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-348	-232	-210	-201	VAN	-594,3	-519,7	-529,0	-548,2
VES	-1.308	-796	-668	-593	VES	-1.672,1	-1.346,0	-1.273,7	-1.237,1
RFA	-46	-28	-23	-21	RFA	-83,6	-67,3	-63,7	-61,9
TIR	1,70%	2,40%	2,60%	2,70%	TIR	1,7%	2,4%	2,6%	2,7%
			subsolado	60 cm				subsolado	60 cm
VAN	-349	-233	-212	-202	VAN	-595,5	-520,9	-530,2	-549,4
VES	-1.312	-800	-672	-597	VES	-1.675,5	-1.349,1	-1.276,6	-1.239,8
RFA	-46	-28	-24	-21	RFA	-83,8	-67,5	-63,8	-62,0
TIR	1,70%	2,40%	2,60%	2,70%	TIR	1,7%	2,4%	2,6%	2,7%
			subsolado	70 cm				subsolado	70 cm
VAN	-351	-234	-213	-203	VAN	-596,7	-522,1	-531,4	-550,6
VES	-1.317	-804	-676	-600	VES	-1.678,9	-1.352,2	-1.279,5	-1.242,5
RFA	-46	-28	-24	-21	RFA	-83,9	-67,6	-64,0	-62,1
TIR	1,70%	2,40%	2,60%	2,70%	TIR	1,7%	2,4%	2,6%	2,7%

Anexo no. 16. Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para los materiales de la zona Centro Este, no se incluye la tierra. Distancia a planta 350 km.

II			Tasa de descuento 5%		BM			Tasa de descuento 5%	
				≥ 700 ha					≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-845	-962	-1.062	-1.146	VAN	-1.939	-2.123	-2.190	-2.240
VES	-2.377	-2.492	-2.557	-2.586	VES	-5.456	-5.499	-5.273	-5.054
RFA	-119	-125	-128	-129	RFA	-273	-275	-264	-253
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-923	-1.040	-1.140	-1.224	VAN	-2.015	-2.199	-2.266	-2.316
VES	-2.597	-2.695	-2.746	-2.762	VES	-5.670	-5.695	-5.456	-5.226
RFA	-130	-135	-137	-138	RFA	-283	-285	-273	-261
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	-925	-1.043	-1.143	-1.227	VAN	-2.019	-2.202	-2.270	-2.319
VES	-2.603	-2.701	-2.751	-2.768	VES	-5.680	-5.705	-5.464	-5.234
RFA	-130	-135	-138	-138	RFA	-284	-285	-273	-262
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	-928	-1.045	-1.145	-1.229	VAN	-2.021	-2.205	-2.272	-2.322
VES	-2.610	-2.707	-2.757	-2.773	VES	-5.686	-5.711	-5.470	-5.239
RFA	-131	-135	-138	-139	RFA	-284	-286	-274	-262
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad (años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-1.019	-1.137	-1.236	-1.320	VAN	-2.111	-2.295	-2.362	-2.412
VES	-2.867	-2.944	-2.977	-2.979	VES	-5.941	-5.945	-5.688	-5.443
RFA	-143	-147	-149	-149	RFA	-297	-297	-284	-272
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	-1.020	-1.138	-1.238	-1.322	VAN	-2.113	-2.296	-2.363	-2.413
VES	-2.871	-2.947	-2.980	-2.982	VES	-5.944	-5.948	-5.691	-5.446
RFA	-144	-147	-149	-149	RFA	-297	-297	-285	-272
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	-1.021	-1.139	-1.239	-1.323	VAN	-2.114	-2.298	-2.365	-2.415
VES	-2.874	-2.950	-2.983	-2.985	VES	-5.948	-5.951	-5.694	-5.449
RFA	-144	-148	-149	-149	RFA	-297	-298	-285	-272

Anexo no. 17 Resultados de los indicadores financieros por unidad de superficie para los materiales de la Zona Centro Este, no se incluye la tierra. Distancia a planta 250 y 300 km.

I1			Tasa de descuento 3,5%		I1			Tasa de descuento 3,5%	
250km				≥ 700 ha	300km				≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad(años)	9	10	11	12	Edad(años)	9	10	11	12
VAN	636	608	575	540	VAN	-20	-93	-160	-222
VES	1.789	1.574	1.385	1.218	VES	-74	-319	-508	-655
RFA	89	79	69	61	RFA	-3	-11	-18	-23
				≥300<700 ha					≥300<700 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad(años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	558	529	497	462	VAN	-98	-171	-238	-300
VES	1.569	1.371	1.197	1.042	VES	-368	-588	-756	-886
RFA	78	69	60	52	RFA	-13	-21	-26	-31
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	555	527	495	459	VAN	-100	-173	-241	-302
VES	1.562	1.365	1.191	1.036	VES	-377	-596	-764	-893
RFA	78	68	60	52	RFA	-13	-21	-27	-31
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	553	525	492	457	VAN	-103	-176	-243	-305
VES	1.556	1.359	1.186	1.031	VES	-386	-604	-771	-900
RFA	78	68	59	52	RFA	-13	-21	-27	-32
				≥100<300 ha					≥100<300 ha
			subsolado 50 cm					subsolado 50 cm	
Edad(años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	461	433	401	365	VAN	-194	-267	-334	-396
VES	1.299	1.122	966	825	VES	-729	-918	-1.061	-1.171
RFA	65	56	48	41	RFA	-26	-32	-37	-41
			subsolado 60 cm					subsolado 60 cm	
VAN	460	432	400	364	VAN	-195	-268	-336	-397
VES	1.295	1.119	963	822	VES	-733	-922	-1.065	-1.174
RFA	65	56	48	41	RFA	-26	-32	-37	-41
			subsolado 70 cm					subsolado 70 cm	
VAN	459	431	399	363	VAN	-196	-270	-337	-398
VES	1.292	1.116	960	819	VES	-738	-926	-1.069	-1.178
RFA	65	56	48	41	RFA	-26	-32	-37	-41
BM			Tasa de descuento 3,5%		BM			Tasa de descuento 3,5%	
250km				≥ 700 ha	300km				≥ 700 ha
			subsolado 50,60,70 cm					subsolado 50,60,70 cm	
Edad(años)	9	10	11	12	Edad (años)	9	10	11	12
VAN	-554	-529	-525	-523	VAN	-1.332	-1.435	-1.484	-1.524
VES	-2.082	-1.818	-1.665	-1.545	VES	-5.003	-4.932	-4.710	-4.507
RFA	-73	-64	-58	-54	RFA	-175	-173	-165	-158