

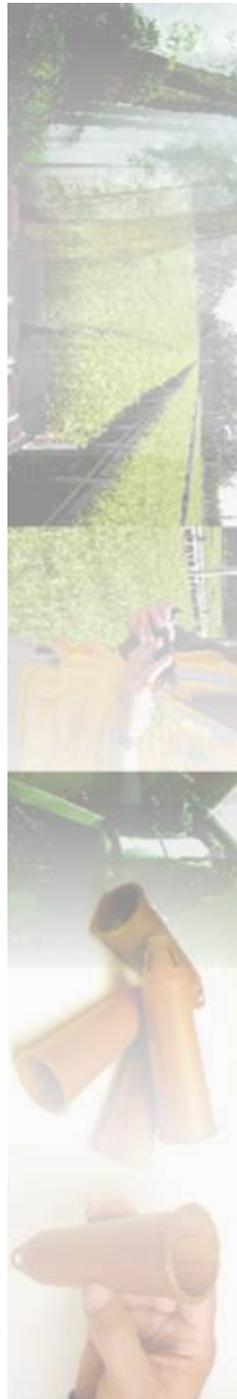
Desarrollo de contenedores biodegradables para la industria forestal.

A. Maldonado, J. Carrasco, N. Urra
Unidad de Desarrollo Tecnológico
Congreso de Biorrefinerías

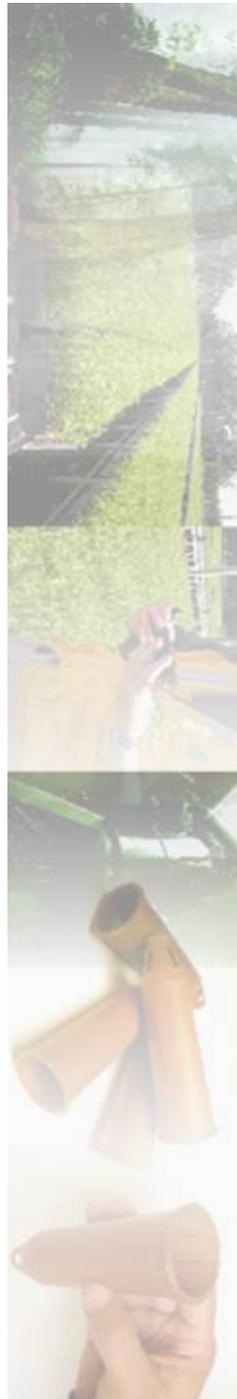
20 de Noviembre del 2012

Contenido

- 1.- Problema y oportunidad
- 2.- Solución
- 3.- Resultados
- 4.- Modelo de negocio y mercado



Problema y Oportunidad



Problema y Oportunidad

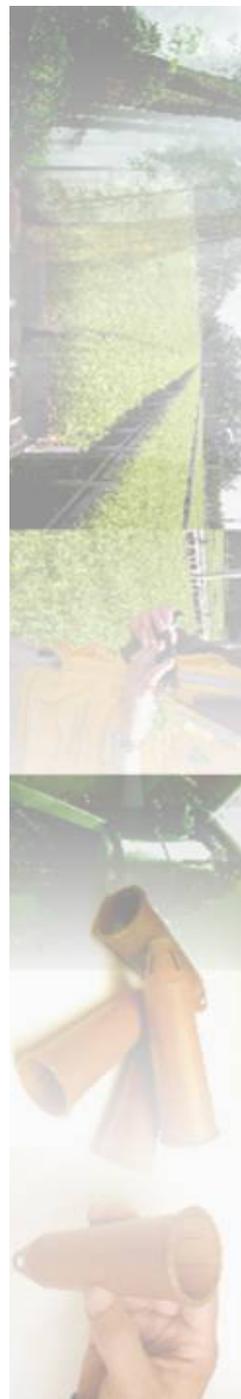
1. VIVERIZACIÓN



2. EXTRACCIÓN



3. PLANTACIÓN

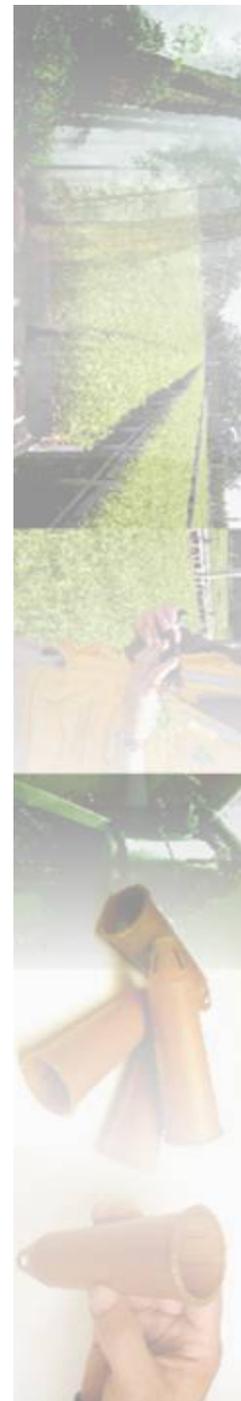


Problema y Oportunidad

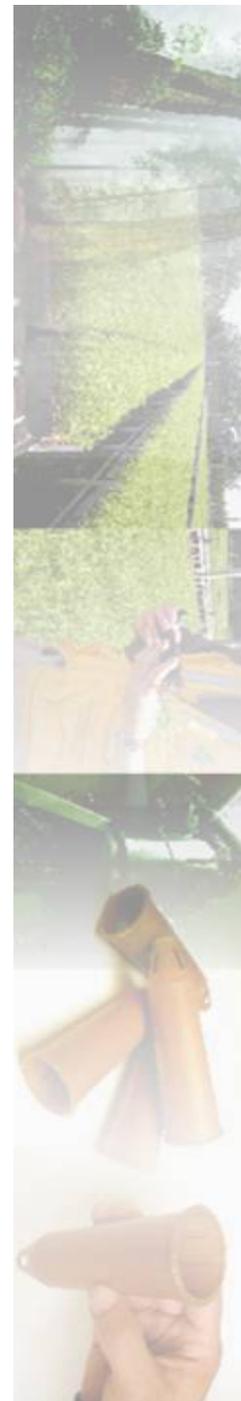


- Se produce stress en la plántulas durante la extracción y manipulación.
- Pérdida de sustrato durante el transporte (pudiendo llegar a raíz desnuda a terreno)
- Muertes de plántulas que puede llegar al 5%.
- Costos elevados de replantación.
- Generación de residuos plásticos en terreno.
- Costos de extracción y almacenamiento de plántulas previo del envío a terreno.

En Chile se plantan aproximadamente 50 millones de plantas anuales y las principales empresas CMPC y Arauco utilizan actualmente este tipo de tubetes plásticos.



Solución

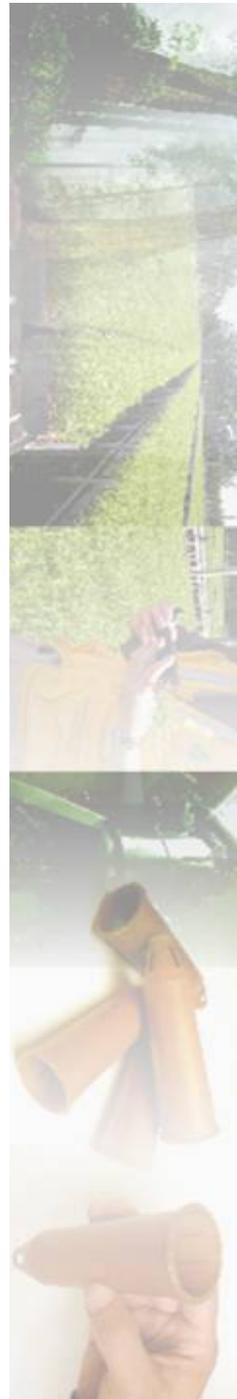


Solución

SOLUCIÓN: Desarrollar un contenedor biodegradable que permita una viverización adecuada y que posteriormente se transplante a terreno junto con la especie forestal.



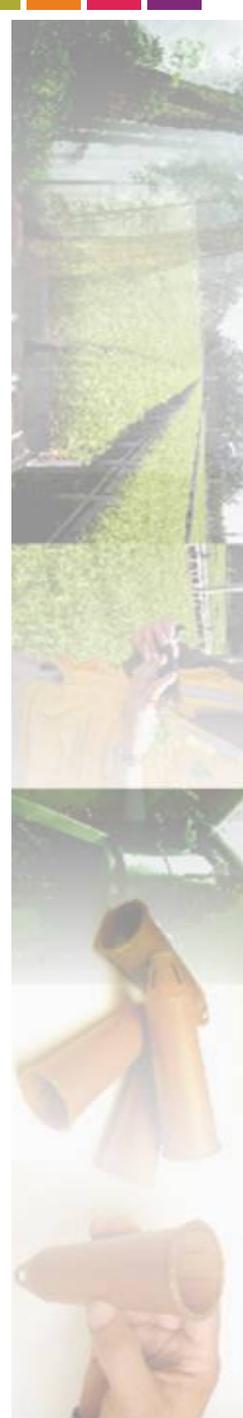
- El material deberá ser procesable por inyección y tener propiedades mecánicas adecuadas que permita su manipulación y resistencia en el vivero.



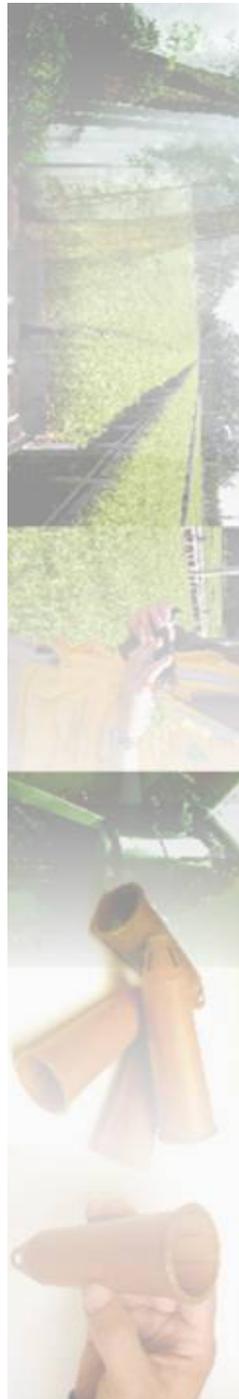
Solución



El contenedor deberá biodegradarse en terreno (en 3 meses),
permitiendo el crecimiento de la planta y establecimiento de la
raíz.

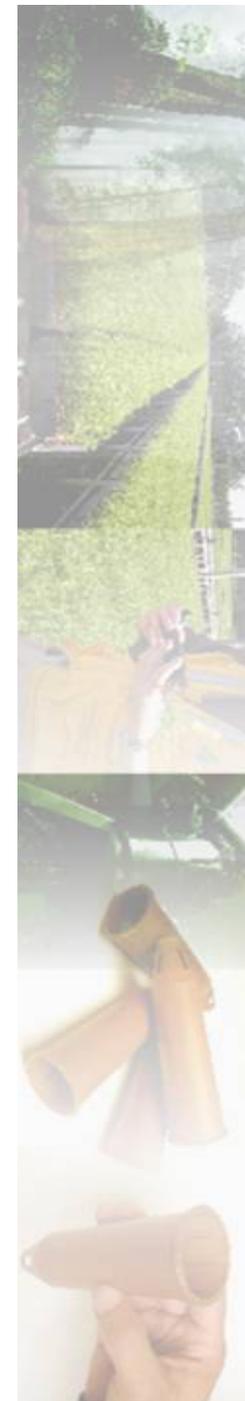


Resultados



Resultados

Material plástico biodegradable	
Proceso Productivo de Pellets	
Diseño de tubete	
Desempeño en vivero	
Desempeño en terreno	



Material plástico biodegradable



+



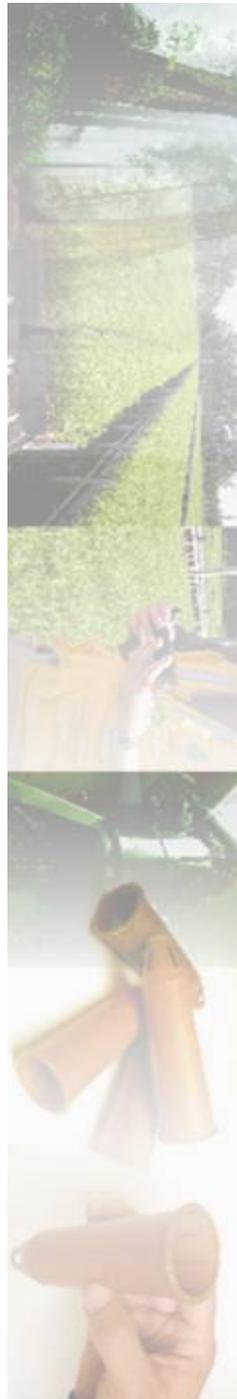
+

Aditivos compatibilizantes,
plastificantes, lubricantes

Residuos lignocelulósicos

Polímero biodegradable (PLA)

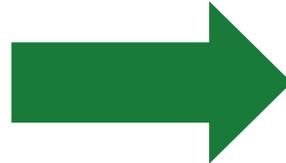
**FORMULACION TERMOPLÁSTICA: COMPUESTO
BIODEGRADABLE**



Material plástico biodegradable

COMPUESTO BIODEGRADABLE

FICHA TECNICA





 Ficha Informativa

PELLETS BIODEGRADABLES

UDT UNIDAD DE DESARROLLO TECNOLÓGICO

ANTECEDENTES

La necesidad de reducir el alto grado de dependencia de los compuestos de origen fósil, hace pensar en la incorporación dentro de la cadena del petróleo de materias primas renovables, que no sólo afecten a la producción energética sino también a los productos derivados de la industria petroquímica, como los plásticos. Esta posibilidad viene dada entre otras, por la producción de polímeros biodegradables, a partir de una fuente de carbono residual como materia prima. Así existen una serie de materiales, de características biodegradables y derivados de productos agrícolas y forestales que han sido desarrollados durante las últimas décadas, tanto a nivel laboratorio como piloto.

En el marco de un proyecto de I+D+i la Unidad de Desarrollo Tecnológico ha desarrollado materiales compuestos biodegradables a partir de blends de ácido poliláctico (APL) y polvo de madera. La adición de un material de carga no sólo beneficia los costos de procesamiento sino además acelera los procesos de biodegradación. Actualmente los pellets sirven para producir contenedores forestales. Utilizados en la siembra de plántulas de pino y eucalipto.

En algunos países el stress producido por trasplante desde contenedores de polipropileno representa grandes pérdidas económicas. El desarrollo de estos contenedores es una aplicación real de estos materiales en el mercado que permite ampliar su aplicación a otros sectores industriales.






APLICACIONES

- Desarrollo de contenedores biodegradables para la industria forestal.
- Artículos electrónicos y accesorios automotrices.
- Confección de vasos para repartición de longifolios.
- Bloques por inyección de piezas y utensilios para cocinas de alimentos.

PROCESAMIENTO

El pellet puede ser procesado por extrusión por inyección. Se sugiere el secado previo del material (0.5-1% H₂O). El flujo del material es dependiente de la temperatura de fusión. Se recomienda que la presión se establezca junto a la velocidad de tornillo. Debe ajustarse la temperatura de boquilla de acuerdo a la viscosidad del filamento saliente. Procesado el pellet es necesario almacenarlo en un ambiente seco y en envases herméticamente sellados.

CONDICIONES Y ALMACENAMIENTO

Tiempo de secado (horas)	24
T°C de almacenamiento	25



PERFIL DE TEMPERATURA DE PROCESAMIENTO

Fusión	190-200°C
Tolva	30°C
Alimentación	175-170°C
Sección de compresión	165-160°C
Sección media	155-150°C
Temperatura boquilla	145-140°C
Helido	30°C
Velocidad de tornillo	60-90 rpm

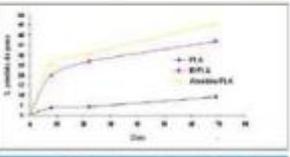
PROPIEDADES DEL MATERIAL

Densidad (g/cm ³)	1.25
Humedad (%)	0.7
Fluidez (g/10 min. 190°C)	50-55
Tiempo. Ciclo de inyección	26 s.

BIODEGRADACIÓN

La certificación de la biodegradabilidad del pellet se ha establecido de acuerdo a la implementación de la norma ASTM 5338D, bajo condiciones reales y simuladas en laboratorio. Pérdida de peso de un 50% en 180 días.





Biodegradación de pellets bajo condiciones reales. Simulas el cultivo de plántulas de Pinus radiata (Pino)

Material plástico biodegradable

Caracterización del compuesto biodegradable



Térmica
(DSC y TGA)

Reológica
(viscosidad)

Mecánica
(ASTM D638-03)

Biodegradación
(ASTM D5338)

Procesabilidad

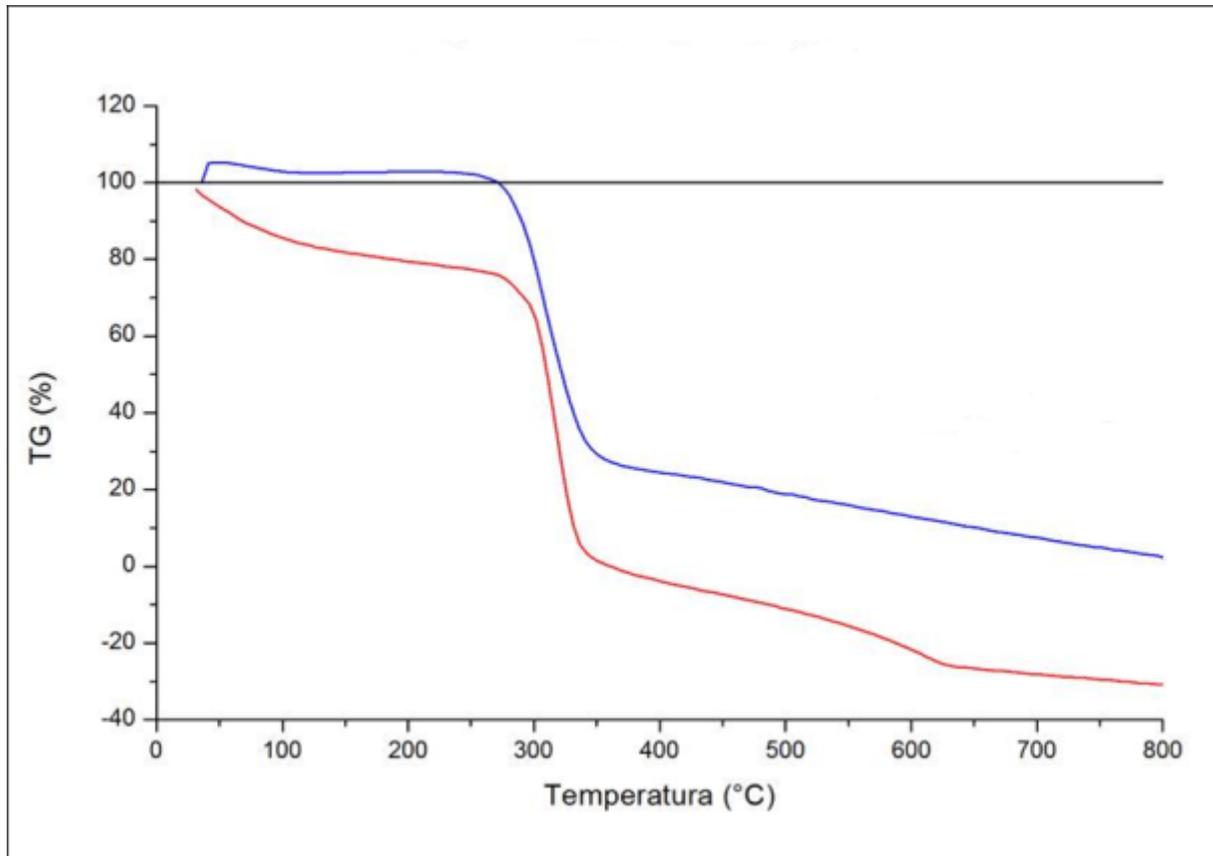
Rendimiento



Material plástico biodegradable

Análisis térmico

Termogravimetría



■ PLA grado inyección

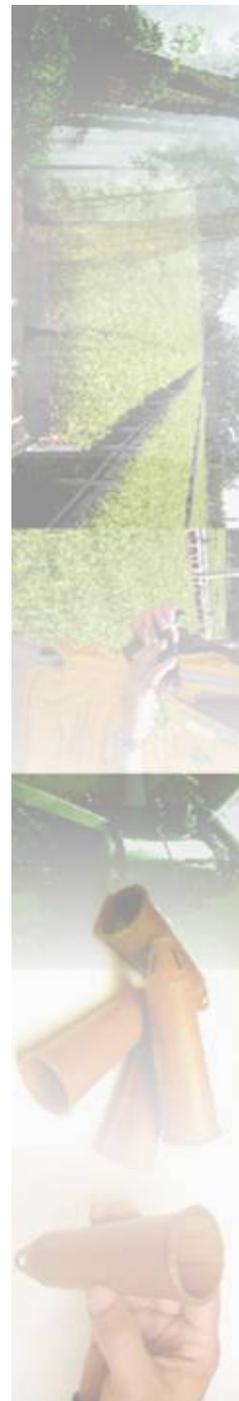
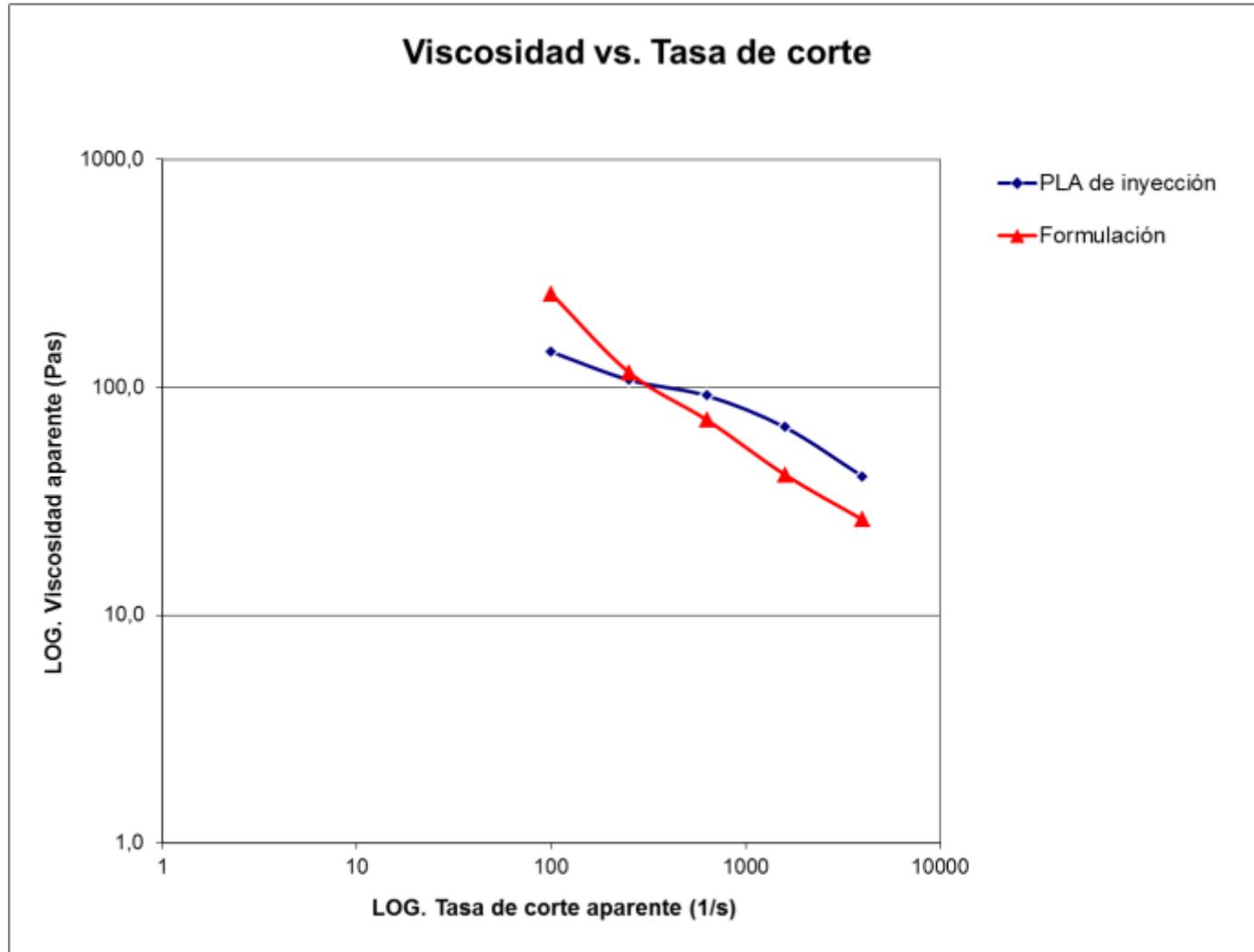
■ Formulación

La inclusión de material lignocelulósico influye en el comportamiento térmico, descomposición de hemicelulosas principalmente



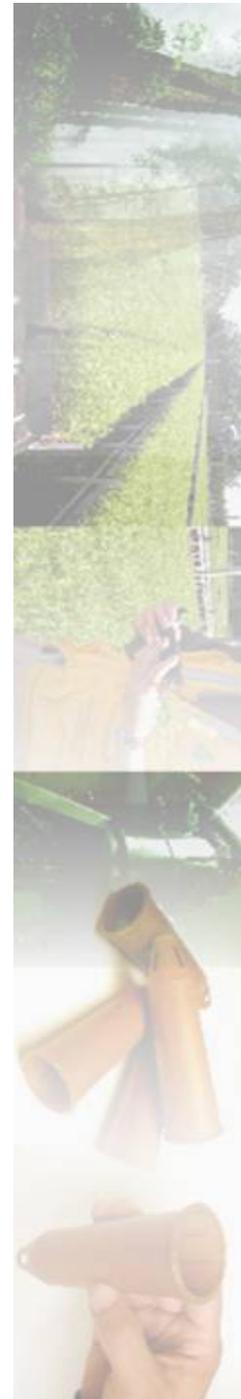
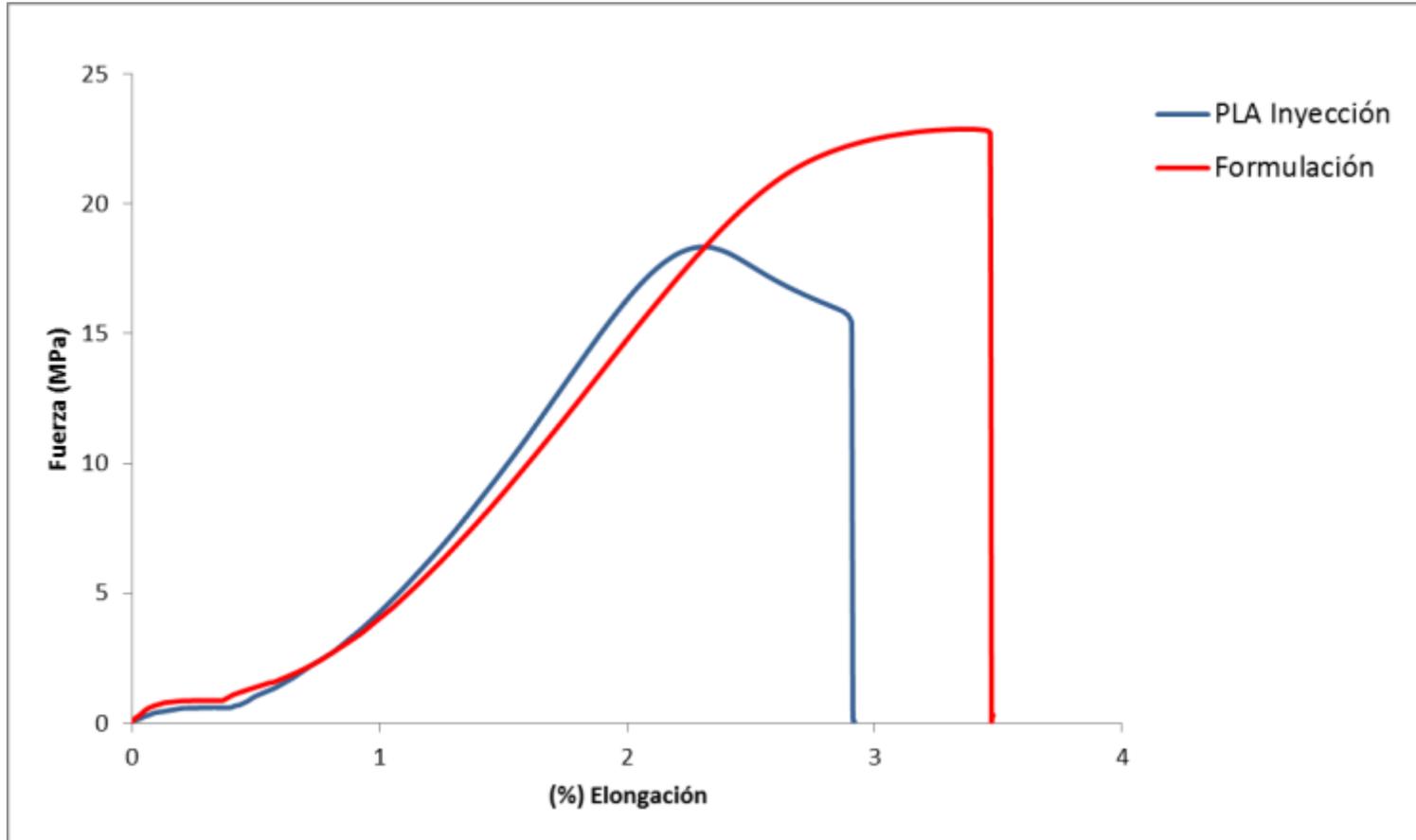
Material plástico biodegradable

Análisis Reológico



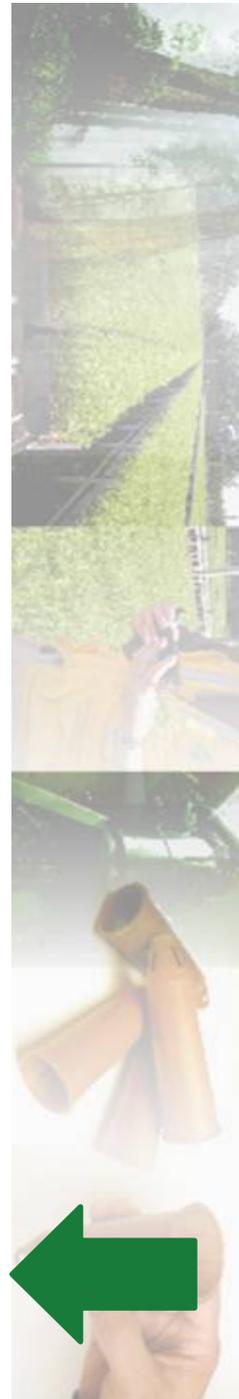
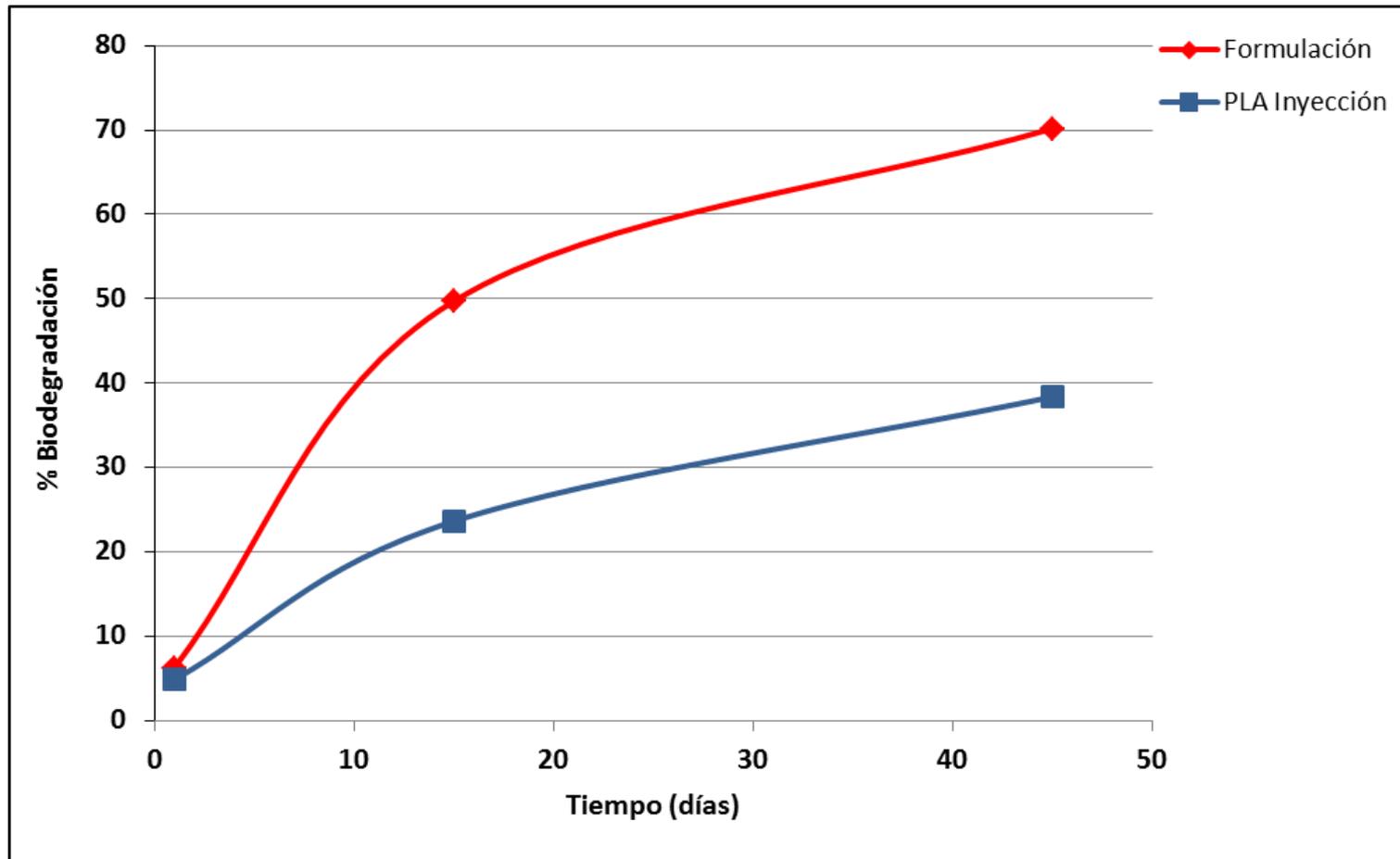
Material plástico biodegradable

Análisis de Propiedades Mecánicas



Material plástico biodegradable

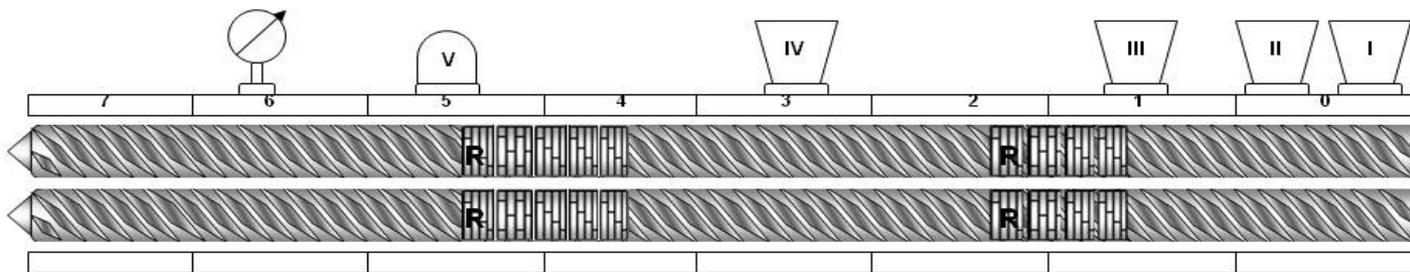
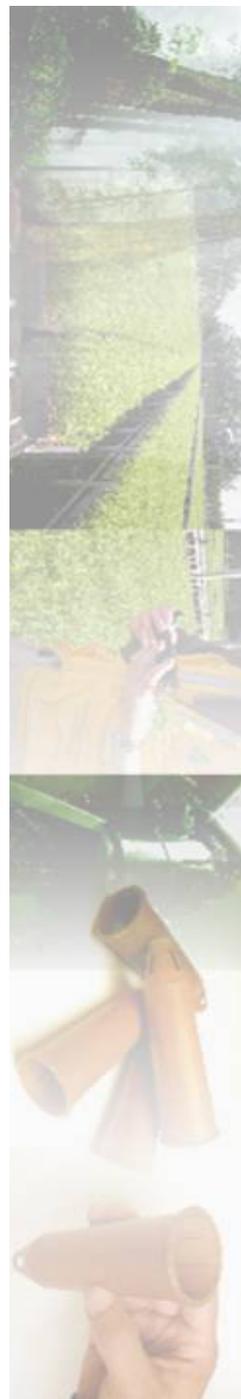
Análisis de Biodegradación



Proceso productivo de pellets

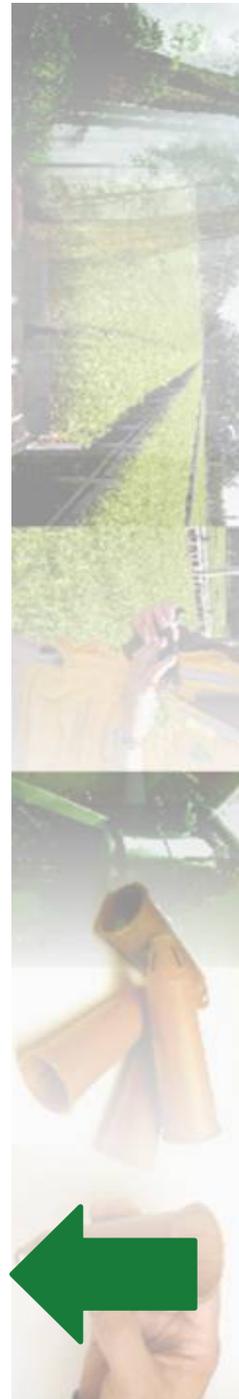
Proceso de compounding

TEMPERATURAS REFERENCIALES (°C)	
Zona 1	180±5
Zona 2	175±5
Zona 3	170±5
Zona 4	170±5
Zona 5	170±5
Zona 6	165±5
Zona 7	155±5
Zona 8	-



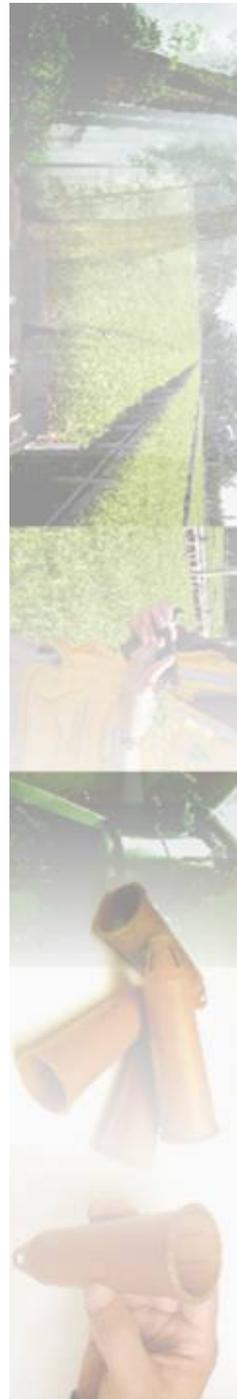
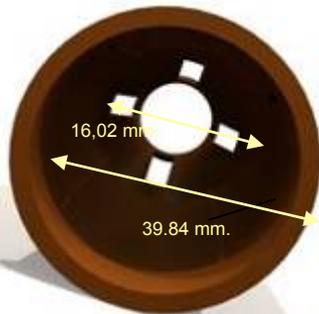
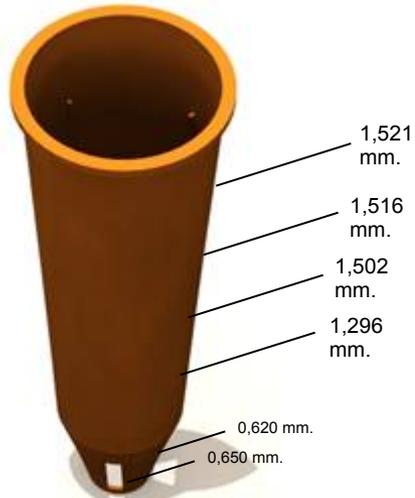
Proceso productivo de pellets

Proceso de compounding



Diseños de tubete

Diseño Tradicional

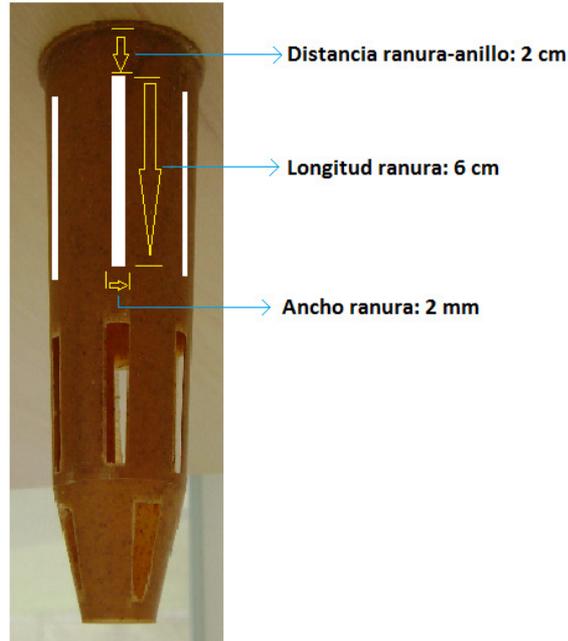


Diseños de tubete

Consideraciones

- Mantenimiento adecuado del a humedad y aireación del sustrato.
- Resistencia a la manipulación y el transporte.
- Manejabilidad.
- Precio competitivo al mercado.

Diseño final



↓ 50%

~ 14 g



Desempeño en vivero



Vivero Carlos Douglas, Forestal Mininco.

VIRTUDES

- Tubete resiste los 12 meses, no se desintegra, ni desquebraja.
- El sustrato mantiene un adecuado contenido de humedad
- Tubete resiste manipulación.



Desempeño en vivero

Atributo morfológico.

Tabla 1. Muestra el nivel promedio de atributos morfológicos que alcanzaron plantas de *P. radiata* cultivadas durante doce meses a raíz cubierta en Vivero Carlos Douglas.

Atributo	T0	T1	Nivel aceptable
Altura (cm)	21,1	24,4	18 - 40
DAC (mm)	4,4	4,8	≥ 3

Donde:

TO (Tratamiento Testigo. Incluye plantas cultivadas en contenedores de plástico sintético), T1 (Tratamiento Uno. Incluye plantas cultivadas en contenedores forestales biodegradables), Nivel aceptable (Rango establecido por la Norma Chilena 2957) y DAC (Diámetro a Nivel del Cuello de las plantas).



Desempeño en vivero

Atributo fisiológico.

Tabla 2. Muestra el nivel promedio de nutrientes en acículas de plantas de *P. radiata* cultivadas durante siete meses a raíz cubierta.

Tipo	Nutriente	T0	T1	Rango adecuado
Macronutriente (%)	N	1.64	2.35	1.70 – 2.5
	P	0.25	0.27	0.12 – 0.25
	K	1.15	1.05	0.50 – 1.50
	Ca	0.27	0.26	0.20 – 0.90
	Mg	0.23	0.22	0.10 – 0.30
Micronutriente (ppm)	S	0.17	0.16	0.15 – 0.20
	Fe	210	177	50 – 400
	Mn	303	190	100 – 1250
	Zn	36.7	46.5	10 – 150
	Cu	8.0	7.6	6 – 100
	B	19	16	10 - 100

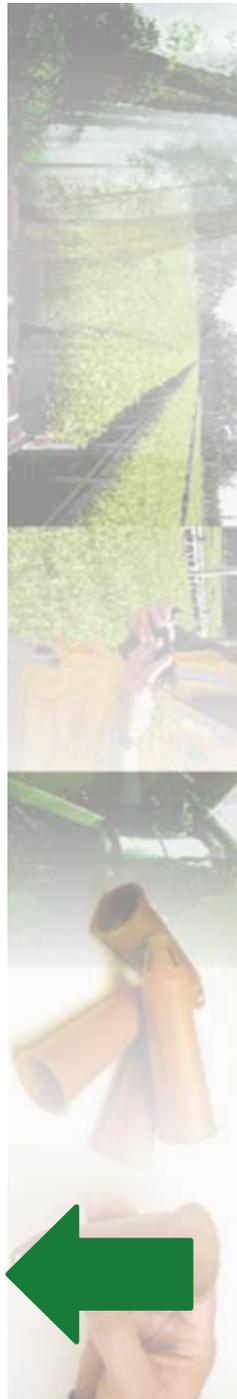
Desempeño en vivero

Conclusiones de evaluación en fase de viverización.

- Las plantas cultivadas en contenedores de plástico sintético y aquellas que fueron producidas en contenedores forestales biodegradables (CFB) lograron una calidad aceptable.
- La estructura de CFB resistió adecuadamente la etapa de viverización.



Plántulas de *P. radiata* cultivadas durante 12 meses, instalados en bandeja portacontenedor en Vivero Carlos Douglas



Desempeño en terreno

Fecha de plantación: 14 de mayo de 2011

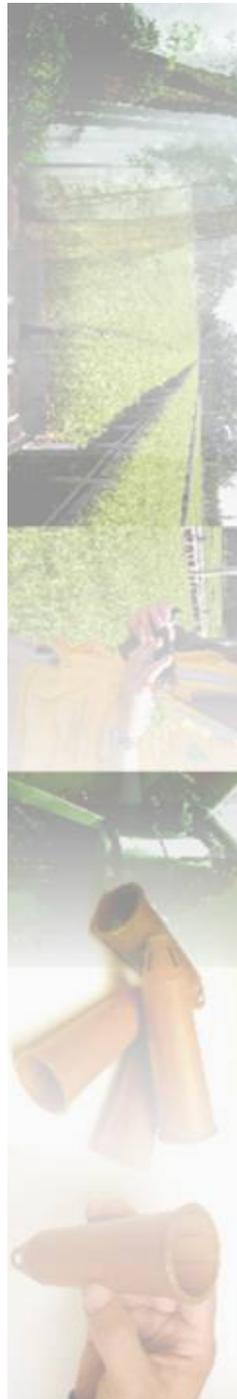
Fecha de extracción: 17 de mayo de 2012

Tamaño de la muestra extraída: 12 plantas

Mediciones:

En CFB6: desintegración

En plantas: Altura, DAC, biomasa aérea, biomasa radicular



Desempeño en terreno

Desintegración de CFB



Desempeño en terreno

Crecimiento en altura

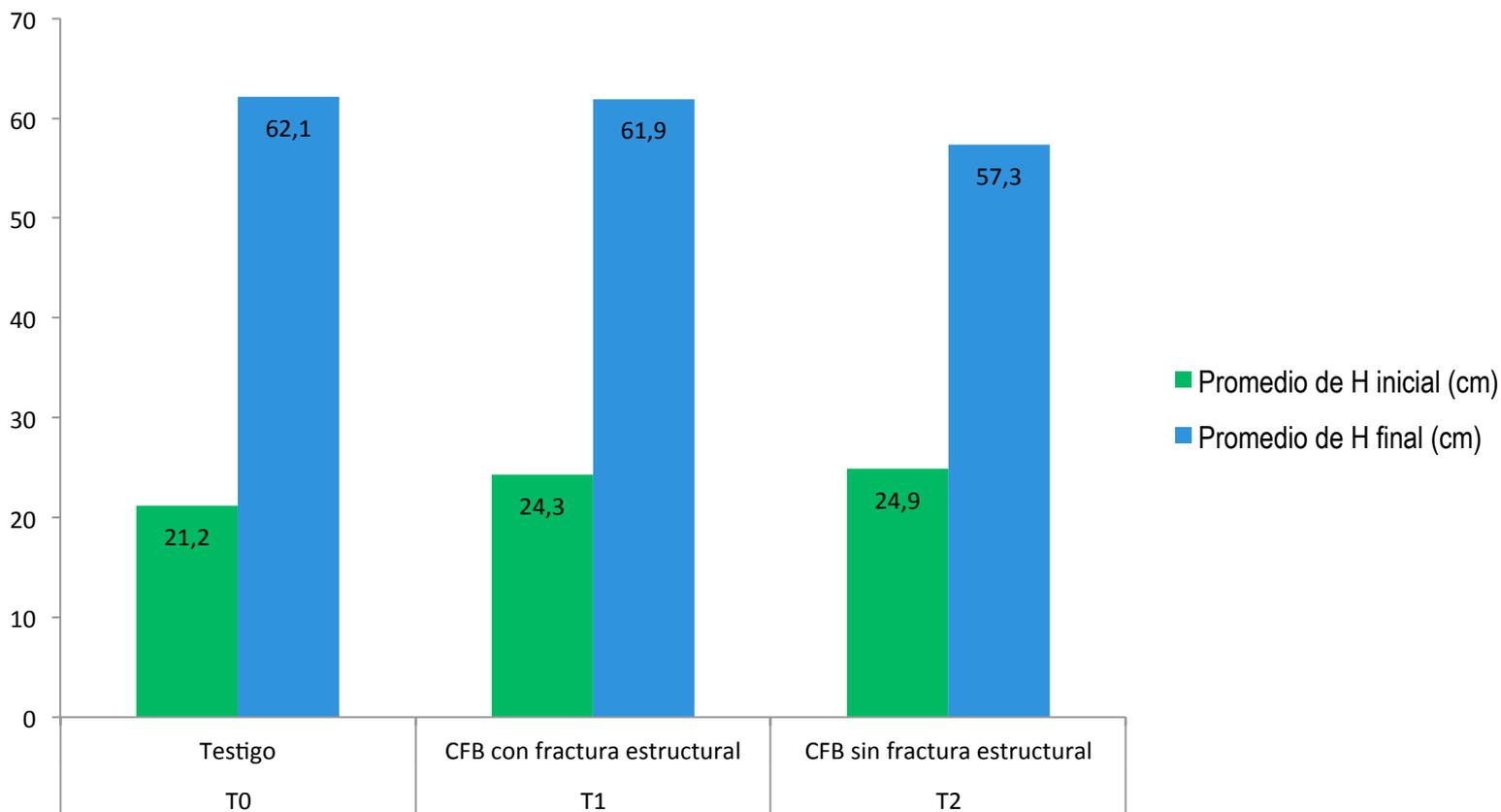
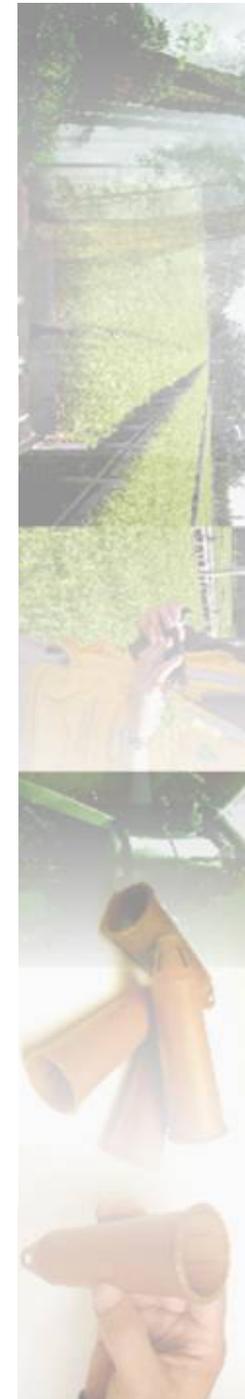


Gráfico: Muestra el promedio de crecimiento en altura (cm) de plantas por tratamiento.



Desempeño en terreno

Crecimiento en diámetro a nivel del cuello (DAC)

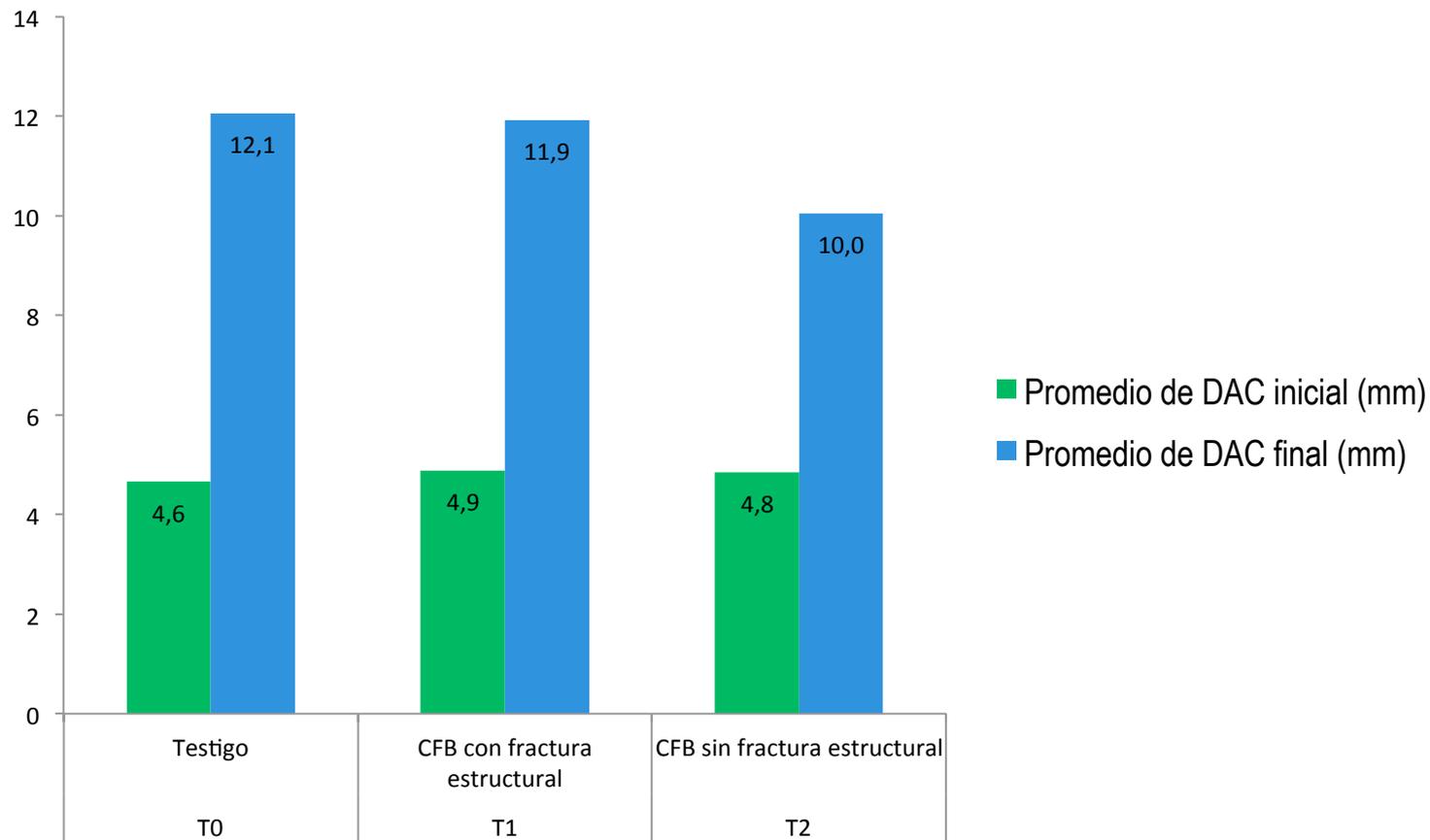
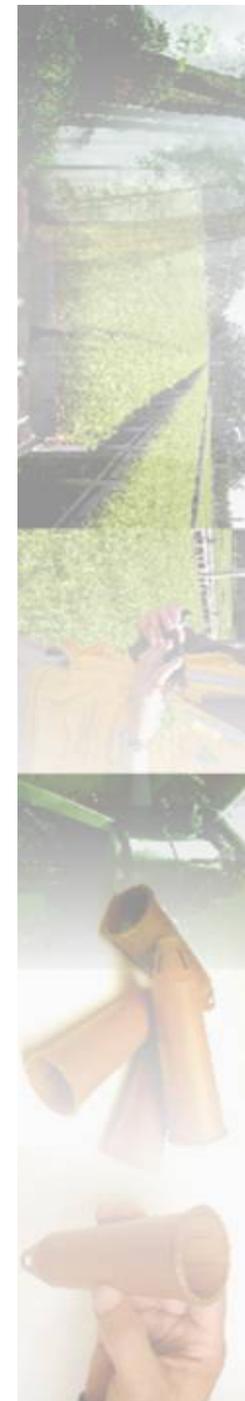


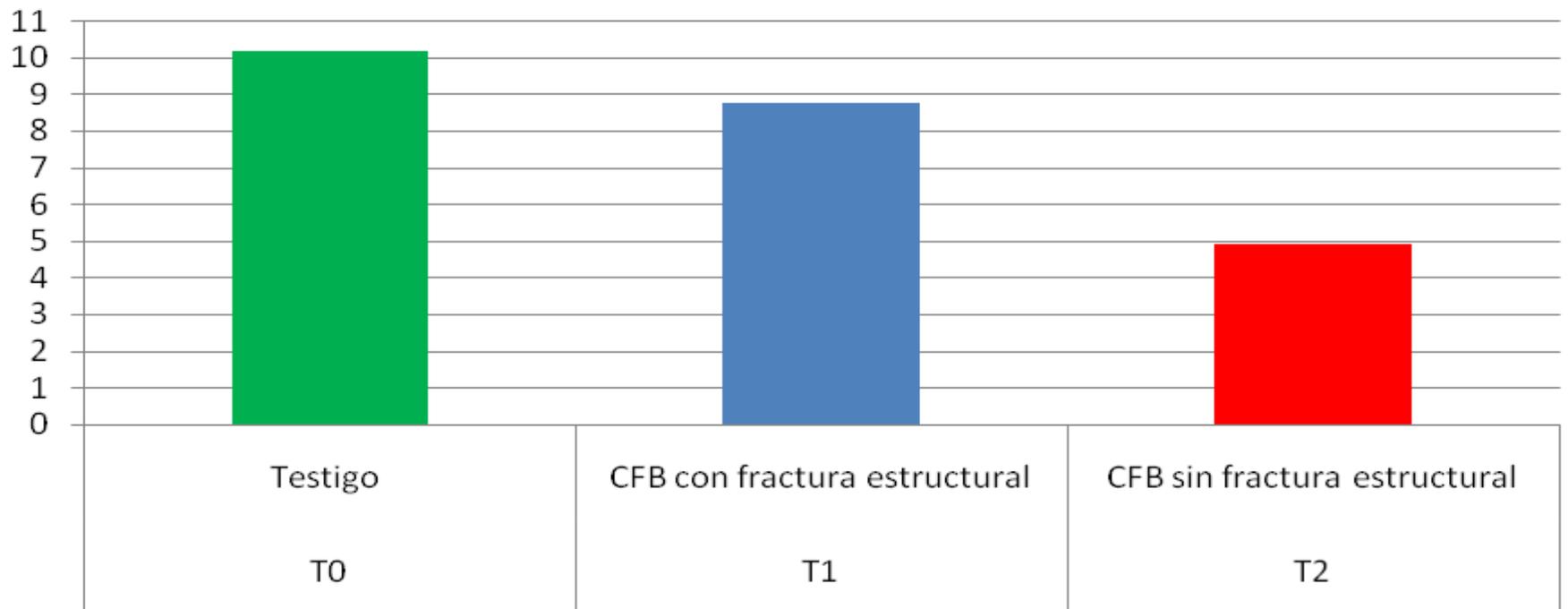
Gráfico: Indica el promedio de DAC (mm) de plantas por tratamiento.



Desempeño en terreno

Crecimiento de raíces

Promedio de N° de raíces nuevas ≥ 1 cm de largo



Se muestra el promedio de número de raíces nuevas ≥ 1 cm de largo que lograron formar plantas de *P. radiata* establecidas con CFB

Desempeño en terreno

Largo de las cabellera radicular (cm)

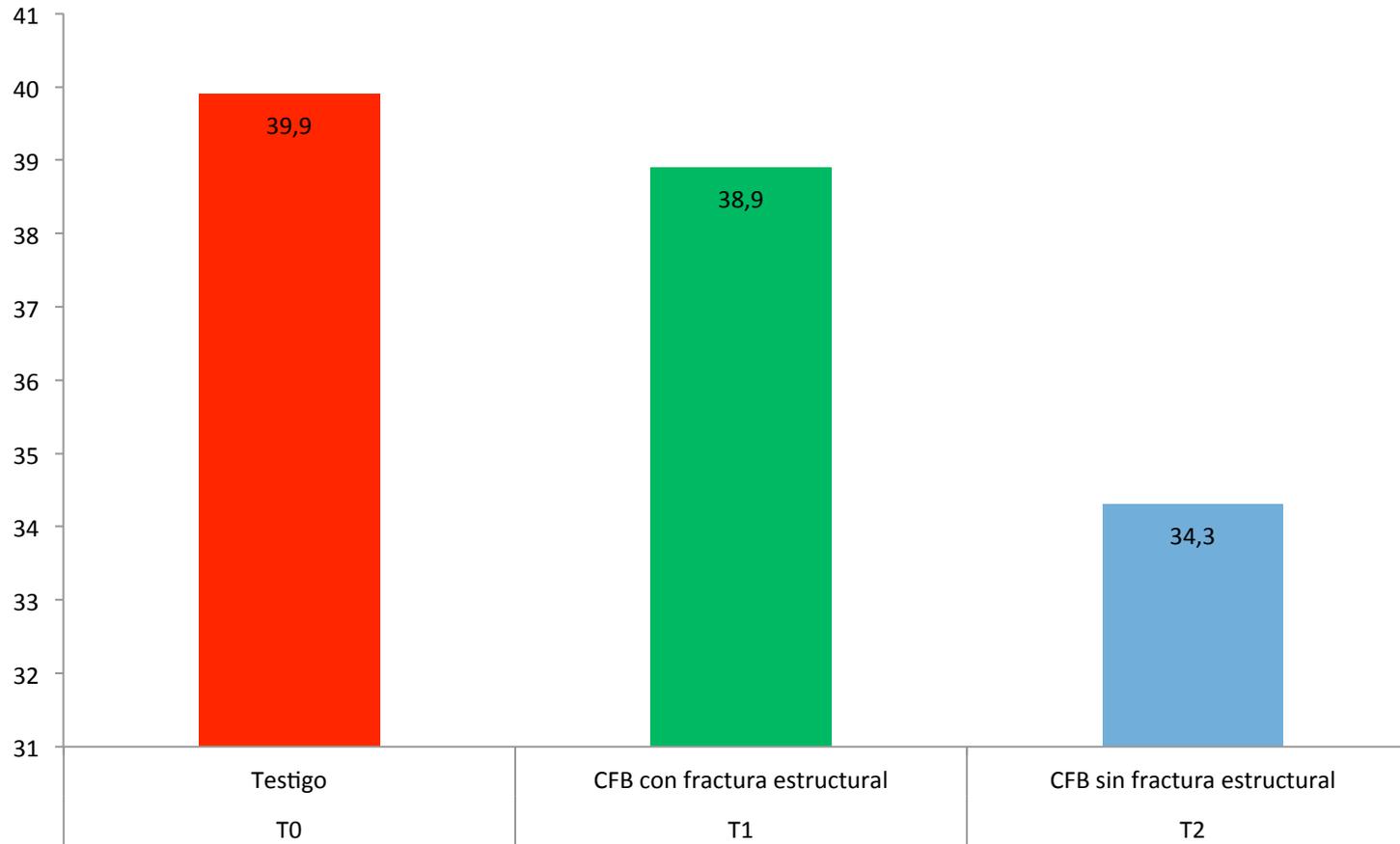
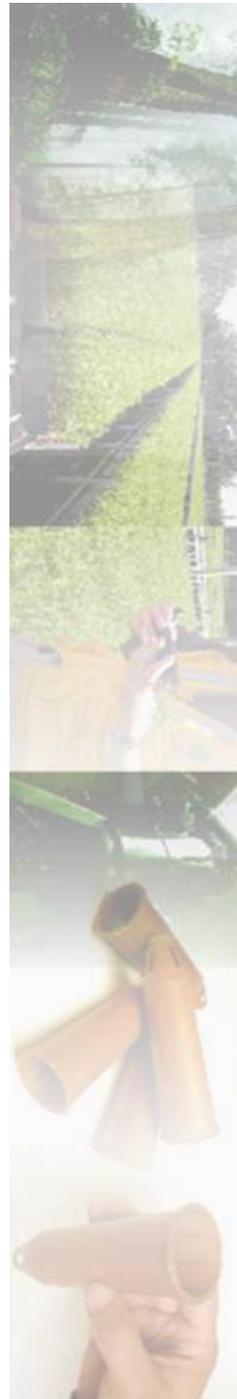


Gráfico: Muestra el promedio de largo de la cabellera radicular (cm).



Desempeño en terreno

Biomasa seca de acículas (g)

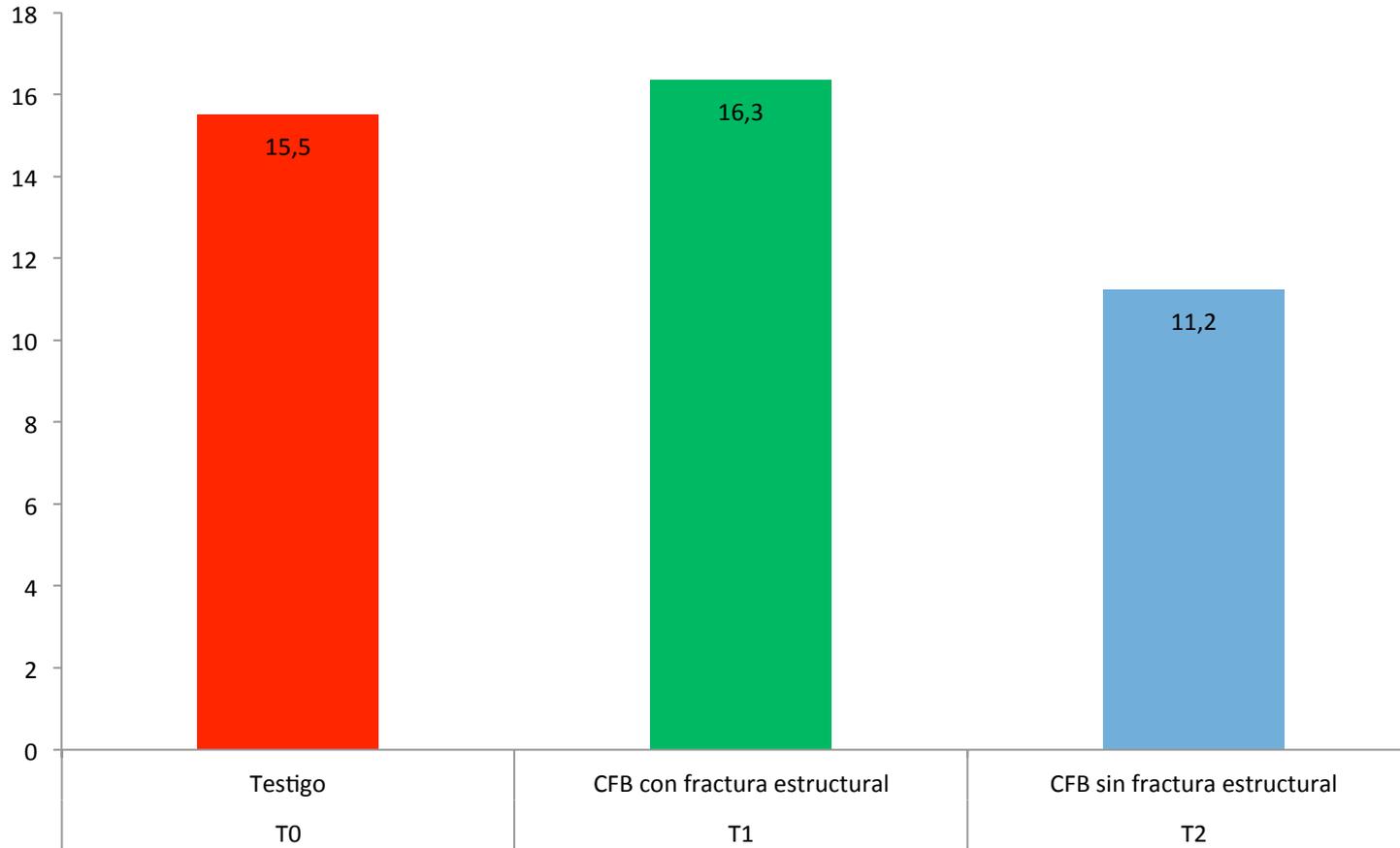
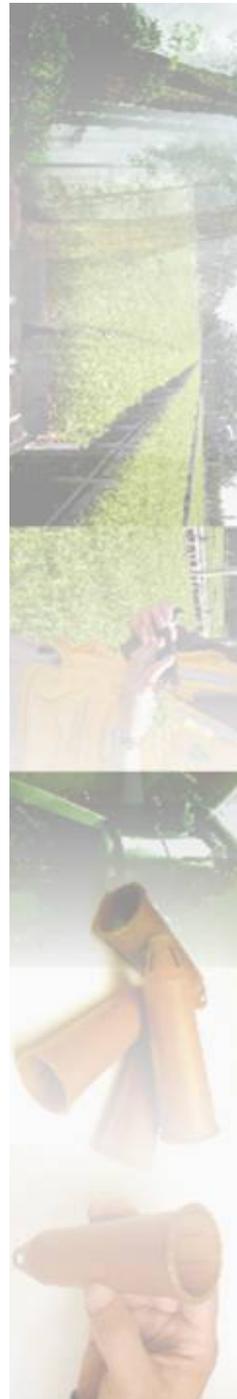


Gráfico: Indica el promedio de biomasa seca de acículas (g) de plantas por tratamiento



Desempeño en terreno

Biomasa seca de tallo (g)

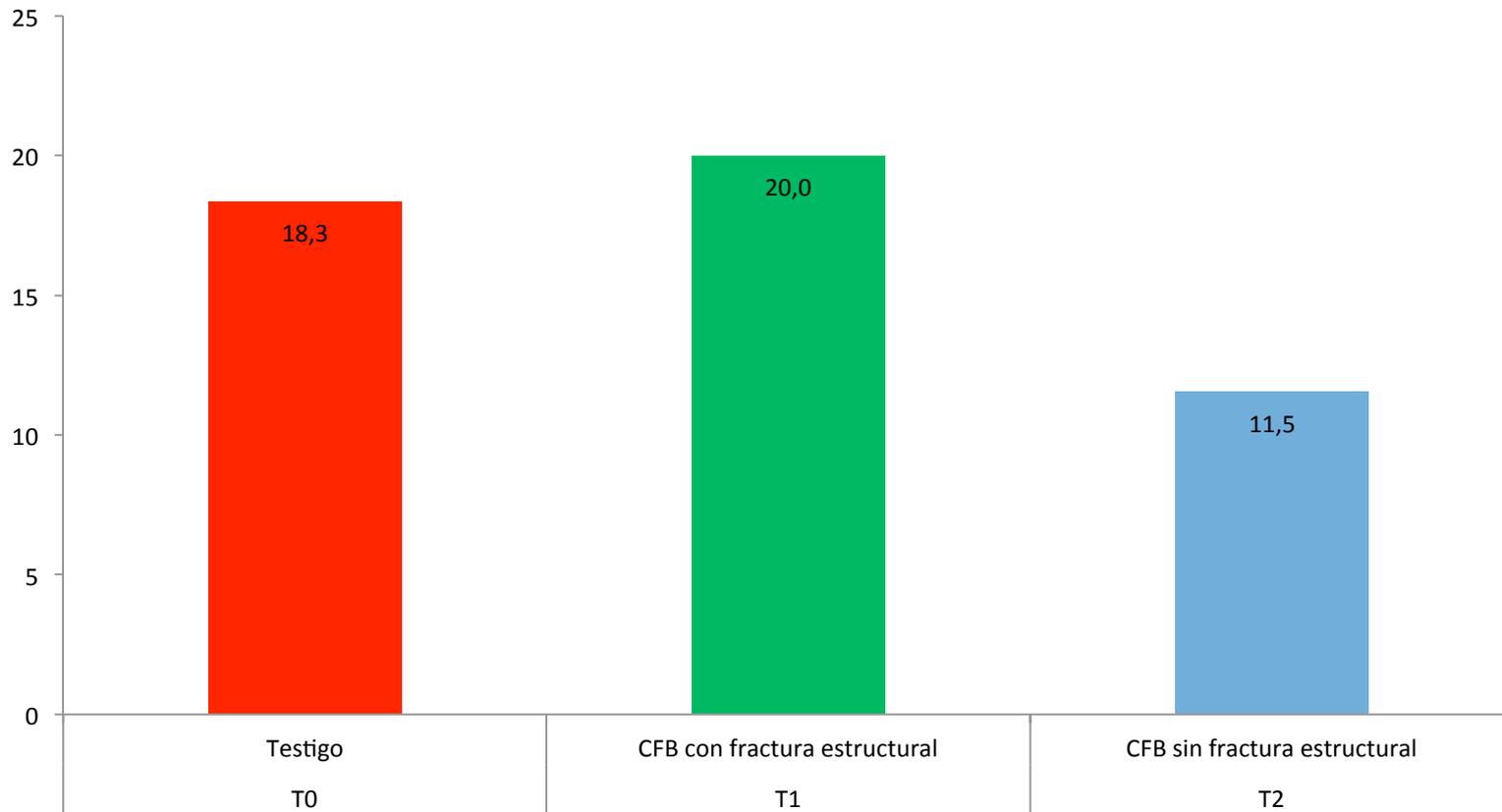
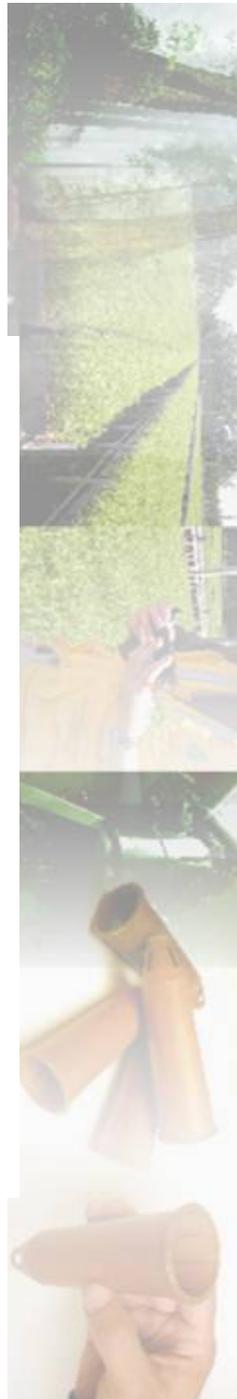


Gráfico: Indica el promedio de biomasa seca de tallo (g) de plantas por tratamiento



Desempeño en terreno

Biomasa seca de raíces (g)

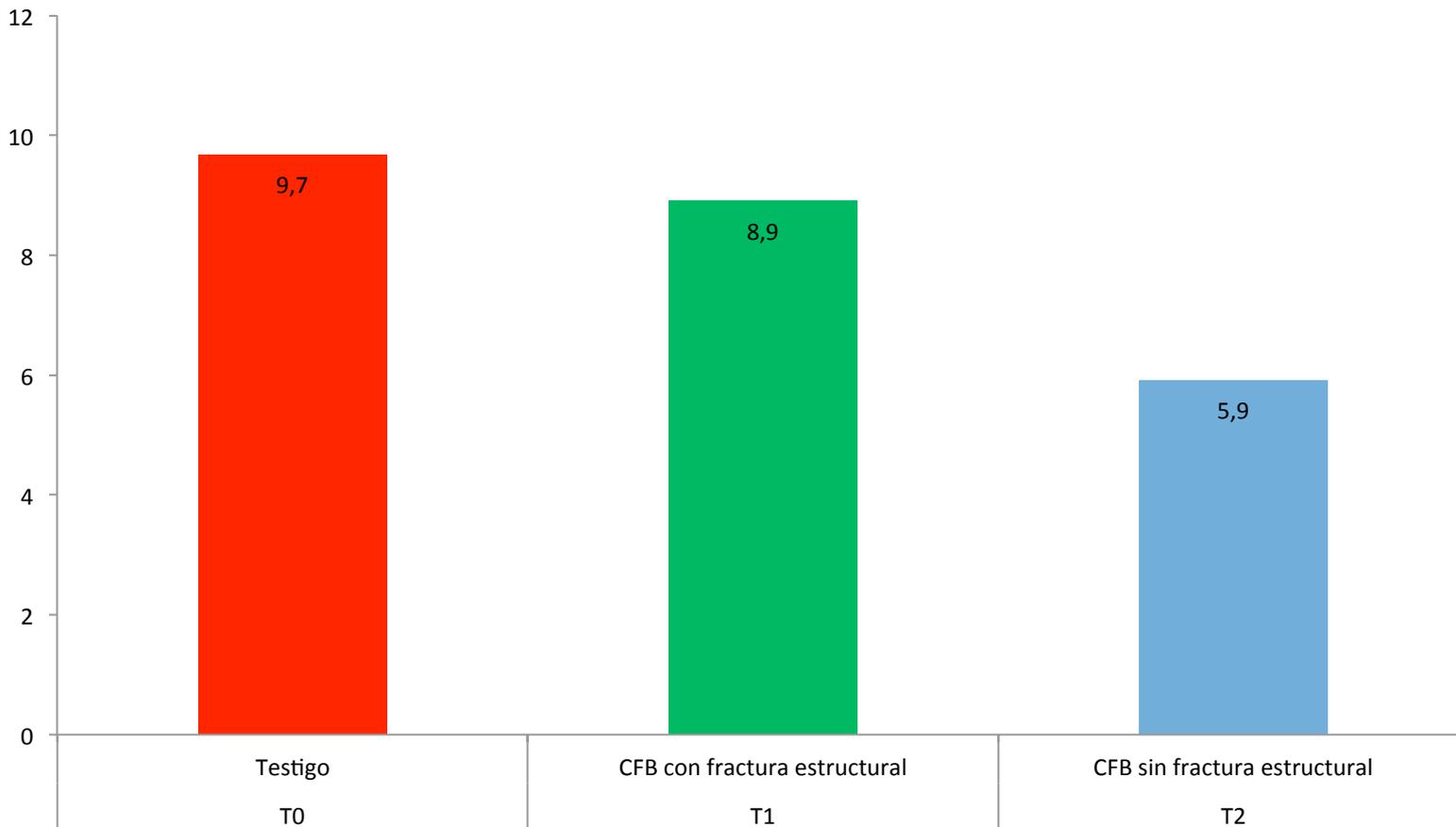
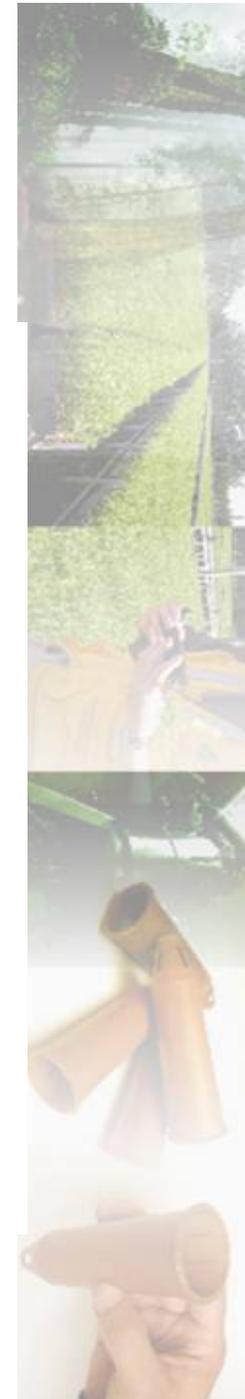


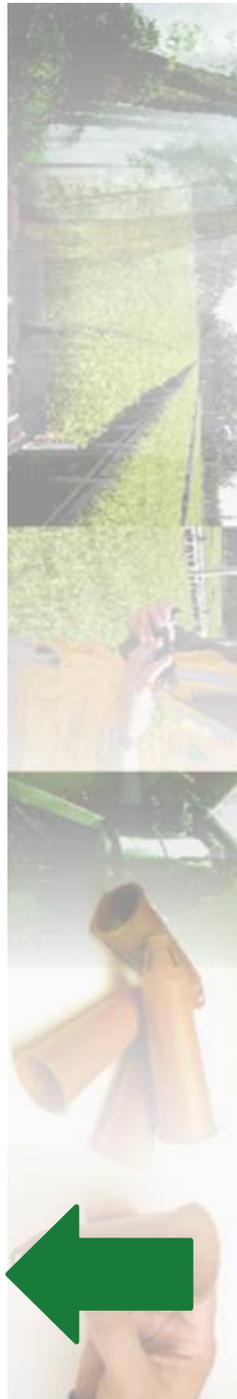
Gráfico: Indica el promedio de biomasa seca de raíces (g) de plantas por tratamiento.



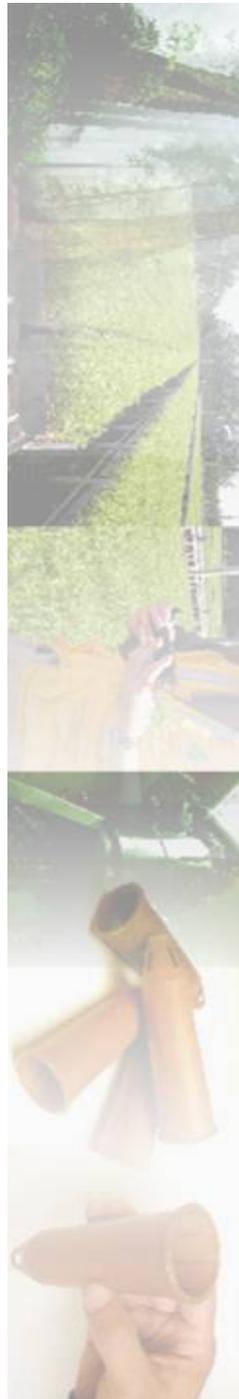
Desempeño en terreno

Conclusiones de evaluación en etapa de establecimiento en terreno.

- Los individuos plantados sin contenedor y aquellos que fueron plantados con fractura manual justo antes de realizar la plantación lograron un crecimiento subterráneo y aéreo adecuado. En cambio, las plantas plantadas con CFB sin fractura manual no lograron buen desempeño.

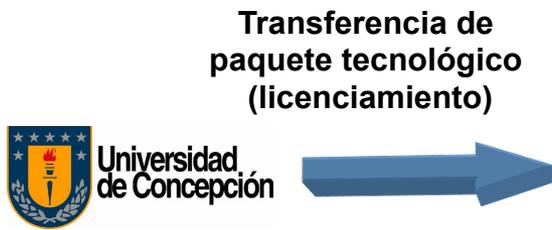


Modelo de negocio y mercado



Modelo de negocio y mercado

- ❖ Brasil, tubetes para Eucaliptus (En desarrollo)
- ❖ Costa Rica (tubete para café)
- ❖ España, Finlandia, Cánada, Nueva Zelanda (Tubete para diversas especies),



Comercializa Pellet biodegradables a empresas extranjeras

➔

Comercializa tubetes biodegradables en Chile

➔

EMPRESAS FABRICANTES DE TUBETES



EMPRESAS FORSTALES

- ❖ Forestal Mininco (CMPC)
- ❖ Arauco
- ❖ Viveros forestales menor tamaño
- ❖ Viveros para frutales (Desarrollo tubete frutícola)

Gracias por su atención

