

 <b>GOBIERNO DE CHILE</b>		<b><i>Fusarium circinatum</i> NIRENBERG &amp; O'DONNELL: CONOCIMIENTO DEL PATÓGENO Y ESTABLECIMIENTO DE BASES PARA SU CONTROL EN <i>Pinus radiata</i>.</b>	
<b>CODIGO PROYECTO</b>	C3 – 72 – 08 - 12		
<b>AREA ESTRATEGICA</b> (Ámbitos a los cuales se encuentra asociado el desarrollo del proyecto)	Control y Erradicación de Plagas Cuarentenarias, Vigilancia y Defensa del Patrimonio Sanitario Agrícola		
<b>ZONA GEOGRAFICA DE EJECUCION</b> (Áreas geográficas en las cuales se desarrolla el proyecto)	VII, VIII, IX y X		
<b>MONTO ASOCIADO</b> (Monto propuesto para la ejecución del proyecto en pesos)	\$ 238.122.753	<b>SAG</b> (Aporte SAG)	\$ 153.524.043
<b>FECHA DE INICIO DEL PROYECTO</b> (firma de contrato)	Julio 2003		
<b>FECHA DE TERMINO DEL PROYECTO</b>	Junio 2006		
<b>JEFE PROYECTO EJECUTOR</b>	Nombre	Claudio Goycoolea Prado	
	Teléfono	43-320017	
	e-mail	<a href="mailto:cgoycoolea@cpf.cl">cgoycoolea@cpf.cl</a>	

## I PARTICIPANTES

(Son los actores a nivel institucional que participan de forma directa o indirecta en la ejecución del proyecto)

<b>NOMBRE</b> (Empresas o Instituciones)	<b>NATURALEZA</b> (Público, Privada, Público-privada)	<b>ROL DENTRO DEL PROYECTO</b> (Responsable – Asociado – Beneficiarios)
Controladora de Plagas forestales S.A.	Privado	Responsable
Universidad de Concepción	Privado	Asociado

## II RESUMEN DEL PROYECTO

(Breve descripción sobre los contenidos tratados en el proyecto)

El hongo *Fusarium circinatum* Nirenberg y O'Donnell fue recientemente determinado en Chile en plantas de *Pinus radiata*, mantenidas como setos, en viveros de la VIII Región. (Wingfield *et al.* 2001). Posteriormente el hongo ha sido determinado sobre plantas de pino radiata creciendo en "contenedores", sobre plantas de viveros a raíz desnuda y, en la VII Región, en plantaciones de la temporada 2001.

*F. circinatum* es el agente causal de la enfermedad de los pinos conocida como "pitch canker" o "cancro resinoso", enfermedad que, introducida en California, (McCain *et al.*, 1987) ha demostrado ser muy severa sobre *P. radiata* tanto en sus sitios de origen, como en ejemplares mantenidos como ornamentales en parques y avenidas o cultivados para árbol de Pascua. (Adams *et al.* 1999, Owen y Adams 1999, Storer *et al.* 1995; 1999a).

Sin duda, *F. circinatum* representa la más seria amenaza para el cultivo del pino radiata en el país y se hace urgente iniciar estudios sistemáticos sobre diversos aspectos de la enfermedad, que

permitan minimizar sus efectos perjudiciales y considerar algunas posibilidades de manejo.

La enfermedad, como “cancro resinoso”, no ha sido aun observada en Chile y el patógeno se mantiene presente solamente sobre plantas en setos, en viveros, tanto a raíz cubierta como raíz desnuda y en el primer año de plantación. Los ataques en plantación se presume sean originados en el vivero, situación que sería similar al comportamiento de *F. circinatum* sobre *P. patula* en Sudáfrica (Viljoen *et al.* 1994, Wingfield *et al.* 1999 y Wingfield 1999d)

Las razones de porque la enfermedad no haya sido observada sobre pinos adultos, que crecen en la inmediata vecindad de los viveros donde el patógeno está presente, son desconocidas del todo. Tampoco se conoce como *F. circinatum* sobrevive o como se disemina en viveros.

Los estudios que se propone consideran esencialmente el problema como una “fusariosis” de plantas de pino en viveros asociada a un patógeno que se comporta como hongo de suelo, cuya dispersión a otros viveros es inevitable, aunque pueda ser retrasada, y a sitios de plantación donde causará mortalidad en los primeros años de plantación.

Las pérdidas en el mercado externo que se asocian a la mera presencia de *F. circinatum* en Chile son irreversibles y las acciones que pudieran disminuirlas no se asocian directamente con estudios de cómo ocurre la enfermedad en Chile. Donde puede y debe actuarse es en obtener conocimiento que permita minimizar las pérdidas directas que se producen en la producción de plantas, en los programas de mejoramiento y en las plantaciones en sus primeros años.

Los estudios de una investigación sobre “cancro resinoso” y su agente causal deben orientarse por ende a varias metas en forma simultánea y abarcar desde estudios de las poblaciones y su patogenicidad, hasta epidemiología, sobrevivencia y control.

### III OBJETIVOS

<b>OBJETIVO GENERAL O PROPOSITO DEL PROYECTO</b> (Meta que se desea alcanzar con el desarrollo del proyecto)	Obtener conocimiento sobre el comportamiento de <i>Fusarium circinatum</i> en el cultivo de <i>Pinus radiata</i> en Chile, aplicables al manejo de la enfermedad.	
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> (Metas intermedias que se deben cumplir para lograr el objetivo general planteado para el proyecto)	En propuesta final, ni en informe final existe descripción de objetivos específicos del proyecto.	
<b>IMPACTO SOCIAL</b> (Efectos que el proyecto plantea sobre la comunidad en general)	<b>Consumo</b> Velar por maximizar los bienes para el consumo (son todas aquellas mercancías producidas por y para la sociedad en el territorio del país o importadas para satisfacer directamente una necesidad como: alimentos, bebidas, habitación, servicios personales, mobiliario, vestido, ornato, etc.)	
	<b>Crecimiento</b> Hace referencia al aumento de un sector o sectores en particular, que se verán beneficiados a través de la ejecución del proyecto. Es importante destacar que este sector es de interés social a nivel país.	
	<b>Empleo</b> Impactos sobre la creación y la transformación del empleo.	<b>X</b>
	<b>Redistribución de ingreso</b> Valoriza el alcance sobre la distribución de ingresos y riqueza, para lo cual es preciso identificar los agentes sobre los cuales recaen los efectos (positivos y negativos) de la ejecución y operación del proyecto.	
	<b>Necesidades meritorias</b> Corresponde a la mejora de bienes en el ámbito de la salud, educación, defensa, justicia, pureza del medio ambiente, etc. Determina que se haga tan sólo una mención cualitativa como complemento de la evaluación.	<b>X</b>

OBSERVACION: Sin Observaciones

## IV DESCRIPCIÓN METODOLOGICA DEL PROYECTO

(Técnicas y conceptos empleados en el desarrollo del proyecto)

TECNICAS Y/O CONCEPTOS	DESCRIPCION
<p>Meta 1. Caracterizar las poblaciones de <i>F. circinatum</i> en el país</p>	<p><b>Formación de una colección de aislamientos de <i>F. circinatum</i> en Chile</b> Se formará una colección nacional de aislamientos de <i>F. circinatum</i> (strains), incluyendo, además de aislamientos desde plantas enfermas, otros, desde plantas sanas o desde suelo e incluyendo cepas que hayan perdido su patogenicidad. La colección será mantenidos como trozos de cultivo en PDA, en tt<sub>10ml</sub> en agua destilada estéril a 4°C o papel filtro seco, a 4°C (Correll <i>et al</i> 1986a).</p> <p><b>Determinación de la diversidad de la población de <i>F. circinatum</i> en Chile por grupos de compatibilidad vegetativa (VCG).</b> La compatibilidad vegetativa en los hongos se refiere a la capacidad que tienen dos individuos fisiológicamente distintos, de una misma especie, para fusionarse asexualmente y formar un heterocarionte estable. Se dirá, entonces, que esos individuos son vegetativamente compatibles (VC) y que pertenecen al mismo grupo de compatibilidad vegetativa (vegetative compatibility group o VCG) (Leslie 1996, Dorak 1999). En este trabajo se busca obtener antecedentes sobre el número de VCG que tendría la población de <i>F. circinatum</i> en el país o cuan diversa es esa población e inferir de allí antecedentes sobre el ingreso a Chile.</p>
<p>Meta 2. Determinar la patogenicidad de <i>F. circinatum</i> en diferentes etapas del cultivo del pino radiata y evaluar el comportamiento de la virulencia de cepas.</p>	<p><b>Virulencia de cepas de <i>F. circinatum</i> presentes en Chile</b> La virulencia puede medirse con varios indicadores en una misma población. Gaumann (1950) señalaba que la patogenicidad tenía dos componentes, uno cuantitativo que es la agresividad y la virulencia. Normalmente, la agresividad es una variable escasamente considerada como diferente a la virulencia y esta se estima en cantidad tanto como calidad bajo el aspecto de virulencia. En este estudio se propone probar como indicadores la concentración de inóculo, la severidad y la incidencia de la enfermedad. Se evaluará la virulencia comparativamente entre aislamientos de <i>F. circinatum</i> de diferentes orígenes, como suelo, substrato, setos, plantas de vivero u otros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Efecto de la concentración de inóculo de <i>F. circinatum</i> en plantas de <i>P. radiata</i>.</li> <li>➤ Severidad de los síntomas producidos por <i>F. circinatum</i> en plantas de <i>P. radiata</i></li> <li>➤ Período incubación de <i>F. circinatum</i> en plantas de <i>P. radiata</i></li> <li>➤ Período de latencia de <i>F. circinatum</i> en plantas de <i>P. radiata</i></li> </ul> <p><b>Estudios de patogenicidad de <i>F. circinatum</i></b> Los estudios de patogenicidad son necesarios para el conocimiento de todos los aspectos de la enfermedad. La prueba de patogenicidad es una prueba del rol que el patógeno puede jugar en la naturaleza y, bajo la denominación de Postulados de Koch, es la prueba base que se realiza para juzgar la capacidad de causar enfermedad de un organismo que, si la causa, será considerado como patógeno. Además, es necesario que, para comprender las diferentes etapas de una enfermedad, deba contarse con un procedimiento que pueda repetir el proceso tantas veces como sea requerido para comprobar información o resultados sobre aspectos tan lejanos como control o epidemiología. En este proyecto se propone realizar estudios de patogenicidad de <i>F. circinatum</i> como habitante de suelo y causante de damping off, de muerte tardía de plantas en vivero y como patógeno de plantas jóvenes de pino.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inoculación de semillas de <i>P. radiata</i> con <i>F. circinatum</i> bajo condiciones de invernadero La semilla será lavada y esterilizada superficialmente con NaCl y lavada luego tres veces con agua destilada esterilizada. Las semillas serán secadas luego sobre papel filtro esterilizado en cámara de flujo y almacenadas. La semilla será dividida en tres lotes para su inoculación: un lote será rociado con H<sub>2</sub>O y los otros dos con suspensión de esporas en concentraciones de 1x10<sup>4</sup> y 1x10<sup>6</sup> y luego dejadas secar al aire. La semilla se sembrará en bandejas (28 x 17 x 6 cm) con suelo previamente esterilizado (autoclave 30 min., 100 kPa, 121°C), en dos días consecutivos. Las bandejas serán mantenidas bajo condición de invernadero durante la duración del estudio (60 días)</li> <li>- Inoculación de semillas de <i>P. radiata</i> con <i>F. circinatum</i> bajo condiciones de Microparcelas Las microparcelas estarán conformadas por tambores de metal de 0.8 m de diámetro y de 0.3 m de profundidad, enterrados en el suelo 2/3 de su altura. Las microparcelas se ubicarán en el predio Escuadrón y el suelo será esterilizado con formalina 2% (6 L m<sup>2</sup>) antes de sembrar el ensayo y una vez terminado. La semilla será inoculada con aspersión de una suspensión de esporas en diferentes concentraciones.</li> <li>- Inoculación del suelo con <i>F. circinatum</i> bajo condiciones de invernadero Se contempla dos procedimientos de inoculación de suelo: grano de avena y harina gruesa de maíz (chuchoca) como substrato. Inóculo de grano de avena: 25 g de avena hidratada se colocan en matraces Erlenmeyer de 250 mL y luego son esterilizados en autoclave (20 min, 100 kPa, 121°C) por dos días consecutivos. Los matraces con avena son inoculados con 3 discos (9 mmØ) de cultivos monospóricos de <i>F. circinatum</i>, de 10 días, creciendo en PDA</li> </ul>

desde medio SNA. Los matraces serán mantenidos a 25° C, con luz blanca, durante dos semanas con una agitación manual cada dos días para evitar que se agreguen.

Inoculo de harina gruesa de maíz: en bandejas (35 x 25 x 5 cm) o moldes (30 x 11 x 7 cm) de metal, recubiertos con papel de aluminio doble, se prepara una mezcla de harina gruesa de maíz (150 g) humedecida con PDA 1% caliente (300 ml) que se deja reposar 15 minutos antes de agregar perlita (75 g) y mezclar completamente. Las bandejas o moldes se cubren con papel de aluminio y se esterilizan en autoclave por 60 minutos a 121° C, 100 kPa. Una vez enfriada la masa, se inocula con cultivos de 14 días en PDA (2 discos) cortados en trozos de 1 cm<sup>2</sup> con bisturí esterilizado, se mezcla el inoculo con espátula esterilizada y se agrega 50 ml de agua destilada esterilizada, se cubre y se sella. Las bandejas o moldes sellados son incubados a 24°C por 24 días. Luego de la incubación, la masa fungosa es secada al aire por 3 días y almacenada en bolsas plásticas a 8° C hasta su uso. El inoculo se usa en mezclas de 1:25 y 1:50 con suelo o mezcla sustrato. El suelo a usar en los ensayos será esterilizado en autoclave (30 min. 100 kPa, 121°C) por dos días consecutivos.

Inoculación suelo con grano: (a) 2 granos de avena colonizados por el hongo se depositan en el surco de siembra por cada semilla de pino y (b) con granos molidos en cantidad equivalente a granos/surco, y distribuido en el suelo.

Inoculación del suelo con harina gruesa de maíz: en mezcla 1:12,5 y 1:25 con el suelo.

*Patogenicidad de F. circinatum en vivero con producción de plantas a raíz desnuda*

- Inoculación retrasada del suelo con *F. circinatum* en bandejas

Se preparará cultivos monospóricos desde cepas mantenidas en la colección

Colección ⇒CLA o SNA ⇒ monospórico WA ⇒SNA ⇒PDA masificación

El inoculo se preparará en granos según lo descrito punto anterior, igual situación para el inoculo de suspensión de esporas. Ambos tipos de inoculo serán aplicados al suelo antes que a las plantas. La cantidad de inoculo de grano a usar será la equivalente a 2 granos/planta y para la suspensión de esporas se usará 250 mL de suspensión por 2 L de volumen de suelo como riego.

- Inoculación retrasada del suelo con *F. circinatum* en microparcela

Se realizará solamente con 1 procedimiento de inoculación, en microparcelas en terreno. Las microparcelas serán esterilizadas antes y después de realizado el ensayo, usando 6 L /m<sup>2</sup> de formalina 2%.

- Efecto del trasplante de plantas sanas de *P. radiata* a suelo inoculado con *F. circinatum*

Plantas sanas serán producidas en maceteros con suelo esterilizado e inoculado con micorrizas y luego trasplantadas en diferentes tiempos a suelo artificialmente infestado, algunos tratamientos con y sin poda de raíces. Producción de plantas: las plantas requeridas serán producidas en maceteros pequeños: (500 mL) con suelo esterilizado. Trasplante a suelo inoculado: las plantas se trasplantarán a baldes de 9 L de capacidad e inoculados con 10 granos de avena machacada, mezclados hasta 5 cm de profundidad 30 días antes de iniciar el ensayo. La viabilidad del inoculo será comprobada por muestreo de suelo y uso de dilución suelo (25 g) en medio selectivo NSM.

*Patogenicidad de F. circinatum en vivero con producción de planta de P. radiata a raíz cubierta*

- Inoculación de semillas de *P. radiata* con *F. circinatum*

El sustrato de corteza homogenizado será hidratado y luego esterilizado en autoclave (60 min. 100 kPa, 121°C) por dos días consecutivos. Los tubos a utilizar se lavarán y luego sumergirán en NaCl 2.5% durante 5 minutos y luego vueltos a lavar tres veces y dejados secar antes de ser llenados con el sustrato de corteza. La semilla se esterilizará con NaCl (1% durante 3 minutos) y la inoculación de la semilla se realizará con suspensión de esporas en dos concentraciones.

- Inoculación del sustrato con *F. circinatum* en tubete

En el estudio se inoculará sustrato de corteza para sembrar o plantar estacas de pino y observar la eventual ocurrencia de la enfermedad. El sustrato será obtenido de pilas nuevas y de proveedores corrientes, será homogenizado y esterilizado.

El sustrato se inoculará de 2 modos:

- por aspersión (200 ml/m<sup>2</sup>) de esporas (1x10<sup>5</sup>) sobre el sustrato extendido sobre mesón, y
- regando el sustrato de las celdas o tubetes (3 ml) con suspensión de esporas (1 x 10<sup>5</sup>)

Siembra con semilla esterilizada superficialmente (NaCl 1% 3 min.) y lavada con agua destilada esterilizada. Instalación de estacas previamente enraizadas y tratadas con hipoclorito sodio (0,5%) por 10 min y lavadas tres veces con agua esterilizada

*Infección tardía de plantas de P. radiata con F. circinatum*

Plantas de pino, de semilla, de 4 meses de edad, creciendo en tubos con sustrato serán heridas en forma previa a la inoculación por aspersión de suspensión de esporas. Las plantas sanas serán heridas en la base del tallo con aguja hipodérmica: 5 heridas por cm de tallo. Otro grupo será herido por extracción de las 5 acículas primarias basales verdes más inferiores. La inoculación se realizará con aspersión de esporas en concentración de 1x10<sup>5</sup>

*Inoculación de plantas de P. radiata mayores de 4 años con F. circinatum*

- Ensayo preliminar de inoculación de plantas de *P. radiata* mayores de 4 años con *F. circinatum*

	<p>Sitios de inoculación</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inoculación en la base del tallo, ca. 20 cm del suelo</li> <li>2. Inoculación de rama de más de 1 año</li> <li>3. Inoculación de rama más de un año podada inmediatamente antes</li> <li>4. Inoculación en la base brote del año</li> </ol> <p>Sistemas de inoculación</p> <p>Inoculación con parche de cultivo, sacando un círculo de corteza con sacabocado y colocando en ese lugar uno del cultivo de <i>F. circinatum</i> obtenido con sacabocado de 6 mm Ø. Inoculación con herida e incisión con aguja hipodérmica y depósito de 0,5 mL de suspensión de esporas de <math>1 \times 10^5</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensayo de corroboración de un sistema de inoculación de <i>P. radiata</i> mayor a 4 años con <i>F. circinatum</i></li> </ul> <p>En el ensayo anterior se prueba diferentes sistemas de inoculación y es probable que sea necesario determinar entre ellos un sistema de inoculación que sea a la vez el más fácil de aplicar y seguro en cuanto a asegurar que la inoculación ha sido exitosa, por lo que plantea una segunda prueba inoculando mayor número de cepas de <i>F. circinatum</i> comparando solamente 2 sistemas de inoculación.</p>
<p>Meta 3. Establecer una metodología para evaluación de resistencia a <i>Fusarium circinatum</i> en las poblaciones de <i>P. radiata</i> de Chile</p>	<p><i>Determinación de efecto de la edad en respuesta a la inoculación</i></p> <p>Una población de una misma familia, por ejemplo de 1.000 individuos, se dividirá en 4 lotes de 250 plantas que se probarán el año 1, año 2 y año 3 inoculado por el mismo procedimiento (decapitación, aspersión de suspensión de esporas 10-5 ml) Los resultados permitirán establecer si varía o no el comportamiento del material con la edad. El número de familias en prueba, para propósito de comparación, será de 5.</p> <p><i>Prueba de métodos de inoculación</i></p> <p>El comportamiento de un mismo material clonal se estudiará inoculándolo por dos procedimientos diferentes: aspersión de suspensión de esporas (<math>10^{-5}</math> ml) y por extracción de corteza (3 mm Ø) mas colocación de 50 µl de suspensión de esporas.</p> <p><i>Prueba de estabilidad del material.</i></p> <p>Pretende obtener antecedentes sobre la variabilidad de las muestras en ensayo. La población será dividida en unidades de 25 plantas, de 1 hasta 25 repeticiones. Los lotes se inocularán todos en forma simultánea y a los grupos se les aplicará el método de cálculo de tamaño mínimo de la muestra (repeticiones).</p>
<p>Meta 4. Generar antecedentes sobre patogénesis, saprogénesis y epidemiología de la enfermedad en setos y viveros de <i>Pinus radiata</i>.</p>	<p><i>Efecto de la temperatura en la ocurrencia de la enfermedad</i></p> <p>Las plantas se inocularán con 50 µL de suspensión de esporas (<math>2 \times 10^5</math>) preparada de una mezcla de 4 cultivos provenientes de la colección de aislamientos. Los cultivos serán traspasados desde almacenamiento a medio SNA o CLA y desde estos medios se obtendrá la suspensión de esporas con agua destilada esterilizada. Se considera un solo procedimiento de inoculación: incisión y colocación de la suspensión de esporas en la base de los ápices, inmediatamente sobre los tejidos del año anterior. Los brotes inoculados se embolsarán y se evaluarán semanalmente desde la segunda semana de la inoculación y se considerará resinación y avance del cancro como variable respuesta. Se evaluará igualmente cuando ocurre el período infeccioso y como se produce el nuevo inoculo. Si fuese necesario, las plantas serían compradas de 1 año y colocadas en baldes u otros recipientes con suelo como substrato de crecimiento, podadas y manejadas como setos</p> <p><i>Efecto del contenido de humedad de suelo en la ocurrencia de la enfermedad</i></p> <p>A muestras de un suelo sobre la cual se ubicará el ensayo, se le medirán sus constantes hídricas para determinar sus requerimientos de agua para mantener niveles de 75, 50 y 25% de la humedad aprovechable. El suelo se colocará en recipientes de 20 L o más de capacidad (tachos para basura, por ejemplo) y se plantará plantas de 1 o más años en ellos. Los pinos serán mantenidos entre 6 y 12 meses en crecimiento, con riego normal. Dos semanas antes de la inoculación, las plantas serán sometidas a diferentes niveles de estrés hídrico. Las plantas se inocularán en la base del tallo, con parche de cultivo sobre una herida circular de 6 mm Ø en la corteza, hecha con sacabocado.</p> <p><i>Saprogénesis de F. circinatum</i></p> <p>El estudio contempla dos series de ensayos. Uno en suelo normal y otro en el mismo suelo pero donde la materia orgánica ha sido reducida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelo natural: Alícuotas de suelo inoculado con <i>F. circinatum</i> o de mezclas de suelos inoculados artificialmente para otros ensayos, cuya carga de inoculo ha sido conocida por el método de dilución de suelo, serán enterradas en el suelo del vivero FORMIN CDP (de modo de usar datos de registro de temperatura y humedad de suelo) dentro de bolsas de malla fina de nylon (medias) y luego extraídas cada 30 días durante dos años o hasta que durante 2 meses consecutivos no se determine presencia del inoculo de <i>F. circinatum</i> en las muestras. La presencia de <i>F. circinatum</i> se determinará suspendiendo 25 g de suelo en 250 mL de agua destilada estéril, mantenidos en agitación durante 20 minutos, para preparar luego diluciones 1:20, 1:200 y 1:2000 que se sembrarán en medio NSM para determinar las unidades formadoras de colonias (cfu).</li> <li>-Suelo con materia orgánica reducida: Cantidad de suelo suficiente para llenar 120 bolsas de 0,25 kg será tratado para eliminar la materia orgánica, sea por reducción o por calcinación. El suelo desprovisto de materia orgánica será esterilizado y depositado en baldes con orificios en el fondo y previamente tratados con hipoclorito de sodio (2,5%). La inoculación se efectuará regado diariamente con suspensión <math>1 \times 10^5</math> de esporas de <i>F. circinatum</i> durante tres días, mezclando el suelo en cada ocasión.</li> </ul>

La suspensión de esporas se preparará cultivando el hongo en medio líquido según Anderson (1986). Terminado el proceso de inoculación, el suelo se mantendrá 2 días en laboratorio y se medirá la presencia de *F. circinatum* por estimación de las "cfu" vía dilución de 10 submuestras de suelo, en medio NSM. Posteriormente se llenará las "bolsas" de nylon con 0,25 kg de suelo inoculado y se enterrarán en suelo. Además de los tratamientos de permanencia de *F. circinatum* en el suelo, 16 bolsas serán colocadas en baldes con arena esterilizada y muestreadas cada 4 meses.

*Rol del substrato de corteza en la sobrevivencia de F. circinatum*

Muestras de partículas de substrato obtenido de contenedores donde las plantas hubiesen muerto por acción del patógeno y muestras del mismo substrato desde bolsas o contenedores con plantas sanas se "sembrarán" en medio NSM selectivo para *F. circinatum*. Lotes similares de corteza serán esterilizadas superficialmente con hipoclorito de sodio 1% durante 3 minutos.

- Sobrevivencia de *F. circinatum* sobre substrato artificialmente inoculado.

En este estudio se inoculará artificialmente substrato compostado de corteza de pino y se mantendrá en incubación por diferentes períodos, para verificar la posibilidad de alguna actividad saprofítica del patógeno. Substrato compostado humedecido será esterilizado en autoclave (1 hora 121° C, 100 kPa) antes de ser inoculado con *F. circinatum*. La inoculación se hará colocando el substrato en vasos de vidrio (600 mL) y añadiendo una suspensión de esporas ( $1 \times 10^5$ ) hasta rellenar el vaso. La suspensión de esporas se preparará con una mezcla de 3 cepas del hongo creciendo en medio líquido (Anderson 1986). Una primera muestra de 100 partículas tomadas al azar del substrato inoculado se colocará en medio NSM para determinar el éxito de la inoculación. El substrato inoculado (75 g) se colocará luego en bolsas de plástico esterilizado y se incubará a 24°C por períodos de 30, 60 y 90 días. Cada muestra de 75 g se dividirá en 3 lotes de 25 g cada uno, uno de los cuales servirá para sacar partículas que se "sembrarán" directamente en medio selectivo NSM, 10 partículas por placa de Petri. Los otros lotes (25 g) servirán para estudiar la colonización del substrato por el patógeno.

- Colonización de partículas de substrato artificialmente inoculado con *F. circinatum*

La colonización o crecimiento del hongo dentro de partículas de substrato será determinada sometiendo al substrato inoculado (2 bolsas de 25 g) a dos sistemas de esterilización, para luego sembrar las partículas en medio NSM. Si hubiere habido colonización, el porcentaje de partículas positivas deberá ser similar en ambos lotes

*Rol de contenedores en permanencia del inóculo de F. circinatum*

- Rol de contenedores como fuente de inóculo primario de *F. circinatum*

Contenedores nuevos, tanto bandejas de poliestireno como "tubetes", serán esterilizados superficialmente con baño en hipoclorito de sodio 2,5% por 15 minutos, luego las cavidades serán rociadas en cámara de flujo con agar 1% para ser inoculados de inmediato con aspersión de suspensión de esporas ( $1 \times 10^6$ ) y colocadas en bolsas plásticas. (Puede considerarse una prueba de otros productos como metil-celulosa o goma arábica para adherir el hongo a los contenedores ya que el agar puede significar alimento). Las bandejas serán llenadas con substrato de corteza esterilizado en autoclave (30 min. 121° 100 kPa, dos días consecutivos) y sembradas con semilla esterilizada superficialmente con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30 vol. por 15 minutos.

- Sobrevivencia del inóculo de *F. circinatum* sobre la bandeja o tubete

Para determinar la capacidad de sobrevivencia del inóculo en ausencia del cultivo de pinos, bandejas o tubetes tratados e inoculados como en el estudio anterior serán almacenados por 2 y 4 meses y luego llenados con substrato y semilla esterilizados.

- Determinación del tipo de inóculo de *F. circinatum* presente en la bandeja o tubete

No es conocido cual sea el tipo de estructura, micelio, conidias o ambos, que se mantiene en las bandejas o en los tubetes. Para determinarlo, se obtendrá desde viveros María Las Cruces y Quivolgo, almacigueros o tubos con plantas sospechosas de infección por *F. circinatum*. La presencia del hongo se confirmará por aislamiento en NSM. Confirmada la presencia, las celdas serán cortadas de la bandeja almaciguera o tubo, según sea el caso, lavadas con agua destilada estéril más detergente (Twin ), colectando el agua de lavado la que se someterá a centrifugación, descartando el supernadante. Una parte del sedimento será teñido con floxina y observado directamente al microscopio en portaobjeto excavado, otra porción será usada para preparar diluciones para ser sembrada en medio selectivo NSM.

*Rol de las plantas muertas de P. radiata en vivero o plantación*

- Determinación de extensión de la colonización de *F. circinatum*.

Desde viveros con infestación reconocida se obtendrán 100 plantas con claros síntomas de la enfermedad. En cada planta se marcará con lápiz indeleble el área con cancro. Las plantas se colocarán separadamente en bolsas de papel, numeradas y mantenidas a temperatura y condición ambiente. Periódicamente se sacará una muestra de 10 plantas para aislamientos. En cada tiempo de muestreo, se aislará desde la lesión en medio selectivo NSM.

*Epidemiología de F. circinatum*

- Presencia de *F. circinatum* sobre brotes en plantas de jardín de setos

Se obtendrán 10 "estacas" (cuttings) desde 5 plantas de setos con síntomas iniciales de ataque por *F. circinatum*, 5 estacas de la parte baja y 5 de la parte alta de la planta madre. Las estacas serán esterilizadas superficialmente (NaCl 1%, 10 min) lavadas en agua destilada estéril y preparadas para aislamientos directamente en medio NSM. Una muestra de estacas del mismo tamaño tomada desde plantas sanas será procesada en forma similar.

- Distribución de la enfermedad en el jardín de setos



Se aplicará un muestreo sistemático, en transectos, que contemplará el registro de plantas sanas, sintomáticas, muertas y faltantes. La ocurrencia espacial de los cuatro tipos de plantas (sanas, sintomáticas, muertas y faltantes), será graficada y analizada matemáticamente, con el propósito de determinar el patrón de distribución de la enfermedad. Se contempla la extracción aleatoria de plantas muertas, las que serán sometidas a diagnóstico. Se hará una caracterización del suelo, en los puntos que presenten mortalidad de plantas, atribuible a *Fusarium circinatum*, (según diagnóstico), mediante una calicata de 1.2 m, o bien muestreo de suelo cada 30 cm, en el caso de que no se distinga horizontes para análisis físico y químico. Una calicata similar a la anterior, se realizará en un punto de mortalidad negativa de plantas madres.

- Avance de la enfermedad en jardín de setos establecido a raíz desnuda

El estudio será montado en el jardín de setos del vivero Carlos Douglas, considerando plantas madres de dos años de edad. Las mediciones serán efectuadas sobre tres unidades permanentes de observación (UPO=parcelas) de 40 m por 40 m, establecidas en sectores con ocurrencia de mortalidad. En las UPO, se realizará, con periodicidad mensual:

- 1.-Cuantificación de mortalidad de individuos.
- 2.- Diagnóstico de a lo menos 3 plantas muertas/parcela.

Las condiciones atmosféricas serán registradas durante el período de medición.

El comportamiento de la enfermedad en el tiempo será analizado matemáticamente y se ajustaran los modelos ya existentes.

Distribución del inoculo de *F. circinatum* en jardín de setos

Desde uno de los huertos de setos con presencia de *F. circinatum*, se seleccionarán, aleatoriamente, 9 plantas madres sintomáticas (punto de marchitamiento irreversible) y 9 a-sintomáticas. Estas plantas serán sometidas a diagnóstico, el que estará especialmente orientado a la determinación de *Fusarium circinatum*, *Phytophthora cinamomi*, *Macrophomina phaseolina* y *Sphaeropsis sapinea*. A partir de plantas diagnosticadas o seleccionadas, se muestreará suelo en radios de 20cm, 50 cm, 1m y 2m. Cada muestra de suelo, será procesada por el métodos de placa – dilución y estudiada la presencia de *F. circinatum* (medio selectivo), *para M. phaseolina* (medio selectivo) y *P. cinamomi* (medio selectivo), *S. sapinea* (medio selectivo). Se determinará el gradiente de inoculo en el suelo, para el caso de *Fusarium circinatum* positivo.

- Distribución del problema en plantaciones de *P. radiata* con determinación positiva.

Se solicitará a las empresas, fundamentalmente F. CELCO, FORMIN y F. Millalemu información sobre los predios plantados en la temporada 2002 con plantas provenientes de los sectores del vivero con diagnóstico positivo de *F. circinatum* o *F. oxysporum*. Con el objetivo de disminuir el tamaño de la muestra, se solicitará a las mismas empresas que informen de casos de mortalidad ocurrida en esas plantaciones que pueda ser atribuible a canchros fusariosos, sea por no conocer la causa de mortalidad o por tener diagnóstico positivo.

Asociación de *F. circinatum* con otros patógenos

Se tomarán, durante un año, muestras de plantas de pino con síntomas de clorosis, marchitamiento, necrosis foliar o canchros basales desde 3 viveros: Carlos Douglas, (setos y vivero), La Posada (setos) y San Isidro (plantas a raíz desnuda). Las plantas muestreadas serán enviadas al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Forestales (U de Concepción). Cada planta ingresará con un código que indique su procedencia y tipo y originará una ficha descriptiva de sus síntomas, o se registrará como fotografía. En laboratorio se procederá a hacer aislamientos desde el cuello (canchros) y desde las raíces en, a lo menos, los siguientes medios: NSM, Tsao, PDA, y WA para raicillas. Si se demostrare alguna asociación, por ejemplo frecuencia de infecciones dobles mayores a un 20%, será necesario estudiar inoculaciones cruzadas.

Rol insectos en la presencia de la enfermedad

- Rol de *Rhyaciona buoliana*

Implante de larvas de *R. buoliana* inoculadas con *F. circinatum*

Implante de larvas de *R. buoliana* en brote inoculados con *F. circinatum*

Determinación de *F. circinatum* sobre de brotes de pino muertos por ataques de *R. buoliana*

- Rol de los Escolitidos

Presencia de *F. circinatum* sobre escolitidos

Inoculación de escolitidos con *F. circinatum*

Rol de las plantas de *P. radiata* sintomáticas en terreno

- Plantación dirigida de *P. radiata*

Plantas del vivero Carlos Douglas (FORMIN VIII R.) o Quivolgo (CELCO 4.3 R) serán seleccionadas en una de las siguientes 4 categorías: sanas o 1, clorosis o 2, marchitamiento incipiente o 3 y necrosis localizada del follaje o 4. Las plantas serán plantadas y mantenidas hasta 1 año en macetas (baldes) llenadas con suelo libre de *F. circinatum*, (calificado por lectura de "cfu") siendo revisadas semanalmente, registrándose los síntomas y la aparición de esporodocios u otras estructuras

- Prospección de *F. circinatum* en plantación normal

	<p>Se revisará plantaciones hechas con plantas de sectores infestados de los viveros Quivolgo, (F. CELCO VI Región), Carlos Douglas P. (FORMIN VIII Región), San Isidro (F. Millalemu VIII Región - Este vivero tiene diagnóstico de <i>F. oxysporum</i> como infección tardía en plantas a raíz desnuda) y Los Castaños (F. Valdivia X Región - Este vivero no tiene diagnóstico de <i>F. circinatum</i> pero si plantaciones con plantas del vivero). Si la enfermedad se determina en plantación, las plantas muertas serán extraídas cuidadosamente y enviadas a laboratorio para identificación del patógeno, quedando marcado el punto exacto ocupado por la planta con una estaca amarilla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Replantación en lugares donde existió una planta infestada con <i>F. circinatum</i></li> </ul> <p>Para este caso, se tomarán 100 puntos (plantas) con diagnóstico positivo de <i>F. circinatum</i>, los que se habrían marcado según el procedimiento señalado en 4.3.8.2, para replantar en el mismo punto tan pronto como fuese posible. Se tomara especial cuidado para asegurarse o minimizar al máximo la posibilidad de que las plantas a usar en el replante estén contaminadas con <i>Fusarium circinatum</i>.</p> <p><i>Presencia de inóculo de F. circinatum en el ambiente</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de esporas de <i>F. circinatum</i> en el aire</li> </ul> <p>En viveros con presencia reconocida de <i>F. circinatum</i> se realizará muestreo quincenal de aire exponiendo por 30 minutos dos placas de Petri con medio selectivo NSM, colocadas sobre estaca a 0,5 m de altura, en 3 a 5 puntos determinados durante el período Octubre a Abril. En producción bajo invernadero u otro, las placas se colocarán ligeramente sobre la altura de las plantas en los mesones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de esporas de <i>F. circinatum</i> en agua de riego escurrida</li> </ul> <p>En los viveros seleccionado para el estudio anterior( 4.3.9.a) se procederá cada 30 días a coleccionar agua de riego en frascos plásticos con un embudo colector de 15 cm de diámetro, colocados semienterrados en el suelo entre las plantas o a nivel de las bandejas o bolsas.</p> <p><i>Determinación de ocurrencia de cancro resinoso en estacas de P. radiata a raíz desnuda</i></p> <p>Se procederá a empadronar los viveros que produzcan plantas vía estacas enraizadas a raíz desnuda. Estos viveros serán revisados mensualmente para presencia de la enfermedad desde inicio de primavera. Esta revisión puede ser efectuada por personal de las empresas asociadas al proyecto. Las plantas con síntomas atribuibles a <i>F. circinatum</i> serán extraídas y enviadas en bolsas de papel al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Forestales, U. de Concepción, donde procederá a aislarse los patógenos en medio selectivo NSM para <i>Fusarium</i></p> <p><i>Revisión de plantaciones de P. radiata vecinas a puntos con infestación conocida de F. circinatum</i></p> <p>Se propone que esas plantaciones, cortinas o plantaciones, sean observadas periódica y sistemáticamente para presencia de <i>F. circinatum</i>. La presencia de inóculo será determinada por lavado de corteza: para ello, se extraerá corteza en áreas marcadas del tronco o ramas accesibles. 25 g de corteza picada se colocara en 250 ml de agua destilada estéril, mantenidas en agitación por 15 minutos, para luego preparar diluciones de 20, 200 y 2000, que se sembrarán en medio selectivo NSM.</p>
<p>Meta 5. Probar medidas de control de la “fusariosis” en viveros y setos de <i>Pinus radiata</i></p>	<p><i>Selección de productos para el control de F. circinatum in vitro</i></p> <p>Las conidias requeridas para las pruebas se obtendrán de cultivos de <i>F. circinatum</i> en agar hojas de clavel (CLA) y las pruebas se realizarán con conidias de diferentes cepas mezcladas.</p> <p>No hay antecedentes en la literatura sobre las condiciones óptimas para la germinación de las esporas por lo que deberán ser estudiadas en forma previa. Conocidos los requerimientos para la germinación, si los hubiese, se preparan soluciones o suspensiones de fungicidas de prueba en concentraciones predeterminadas y las esporas se hacen germinar en esas concentraciones. Los productos y concentraciones se evalúan por porcentaje de germinación determinado bajo microscopio. En estas pruebas se determina las dosis efectivas (ED90) y comparativamente se tiene el o los productos más eficaces en inhibición de germinación de las conidias.</p> <p><i>Control con fungicidas de damping off provocado por F. circinatum</i></p> <p>Se preparará concentraciones de 50, 100, 200, 400 y 800 ppm i.a. en suelo naturalmente infestado obtenido de viveros y colocado en bandejas de 22 x 16 x 4 cm, que soportan 2 hileras de 10 semillas cada una a la siembra. La evaluación para control de damping off se efectuará diariamente hasta el inicio del crecimiento secundario. Todas las plantas muertas serán colocadas en cultivo de agua para determinar los agentes envueltos.</p> <p><i>Fungicida en suelo para control de infecciones tardías de F. circinatum</i></p> <p>Se prepararán concentraciones similares a 5.1.2, excepto que las mezclas fungicida suelo naturalmente infestado se colocarán en pequeñas macetas de 300 mL a las que se transplantará plantas de 30 o más días de emergidas y producidas en suelo esterilizado. (autoclave, 121° 1 hora por 2 días consecutivos). Los tratamientos serán iguales al estudio 5.1.2, pero la unidad experimental es la maceta y el número de repeticiones 20, las que se mantendrán bajo condiciones de invernadero cuarentenario. La evaluación final del control de infecciones tardías se realizará a los 120 días de establecidas las plantas en ensayo.</p> <p><i>Sanitización: uso de desinfectantes de contenedores, sustratos y otros</i></p> <p>5 m3 de substrato usado obtenido desde contenedores donde haya ocurrido la enfermedad será fumigado con bromuro de metilo (1 libra por 1,5 m<sup>2</sup> de substrato) y una cantidad se dejará sin fumigar. Cada lote de corteza (fumigada y sin fumigar) servirá para llenar 100 bandejas almacigueras usadas y donde haya ocurrido la enfermedad, en total 200 bandejas. La mitad de las bandejas se esterilizará por inmersión en NaCl 5% durante 15 minutos y luego lavadas en agua.</p> <p><i>Control Cultural</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultivo intercalar</li> </ul>



	<p>El estudio debe efectuarse en un vivero de infestación positiva (Quivolgo, Carlos Douglas u otro), donde se sembrarán cultivos anuales, con incorporación de materia verde, y otros cultivos de duración de más de un año, como una pradera de gramíneas o alfalfa. Para lograr los propósitos de la prueba, el estudio debe realizarse en parcelas, sin embargo, como la superficie con presencia del problema puede ser escasa, las parcelas deben ser pequeñas y deberá considerarse siembra manual para los cultivos. Por la misma razón se debe minimizar el número de tratamientos</p> <p><i>Rol de fertilizantes en la incidencia de la enfermedad.</i></p> <p>El efecto de los fertilizantes puede también ser estudiado en macetas sobre suelo artificialmente inoculado o sobre suelo sin inóculo e inoculando las plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efecto de dosis creciente de nitrógeno en plantas inoculadas (tallo y ápice) con <i>F. circinatum</i></li> <li>- Efecto de N, P, K y B en plantas inoculadas con <i>F. circinatum</i> en la severidad de la enfermedad</li> <li>- Efecto de la deficiencia nutricionales asociadas a severidad de la enfermedad</li> <li>-</li> </ul> <p>Efecto de enmiendas orgánicas sobre la enfermedad en invernadero</p> <p>Se probará en terreno y en contenedores el efecto de dos tipos de guano, cada uno en dos dosis</p> <p><i>Control biológico de F. circinatum.</i></p> <p>El procedimiento habitual de trabajo consiste en aislar organismos de rizosfera y de rizoplano de plantas enfermas y vecinas sanas. En el trabajo a realizar debe incluirse para muestreo substrato y plantas producidas en almacigueras, tubetes o bolsas. En una segunda etapa, los organismos aislados se prueban in vitro contra <i>F. circinatum</i>, según procedimientos normados. Es poco probable que en el proyecto se pueda incluir pruebas en invernadero y terreno con "productos" formulados, por lo que solamente se considera realizar las etapas de obtención de aislamientos y las de prueba in vitro. En etapas posteriores, los resultados obtenidos en laboratorio de probarán en terreno.</p>
<p>Meta 6. Transferir los resultados al sector forestal y capacitar al personal técnico en manejo de la enfermedad.</p>	<p>Se editara documentación de divulgación y se realizaran seminarios para promover la conciencia del problema y transferir los conocimientos adquirido a los viveristas de <i>Pinus radiata</i> del país.</p>

<b>V PLAN DE TRABAJO</b> (Procesos que se planificaron para el desarrollo del proyecto)	
<b>ACTIVIDADES</b> (Actividades que comprende el desarrollo del proyecto)	<b>DURACION</b> (Tiempo que se emplea en el desarrollo de la etapa en meses)
Construcción invernadero	Julio a diciembre 2003
Construcción cobertizo	Julio a diciembre 2003
Formación de una colección	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Determinación diversidad población (VCG)	Julio a diciembre 2003 - enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Efecto concentración inóculo	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Severidad de los síntomas	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Período de incubación	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Período de latencia	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Inoculación semillas invernadero	Julio a diciembre 2003
Inoculación semillas microparcels	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Inoculación del suelo	Enero a junio 2004
Inoculación retrasada del suelo en bandeja	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004

Inoculación retrasada del suelo en microparcelas	Enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Trasplante plantas sanas suelo inoculado	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Inoculación de semillas	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Inoculación del sustrato	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Inoculación de plantas de 4 meses	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Inoculación plantas mayores de 4 años - Ensayo preliminar	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Inoc. plantas mayores de 4 años - Ensayo de corroboración	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Estudio método evaluación - Efecto de la edad	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Estudio método evaluación - Prueba método inoculación	Enero a diciembre 2004
Estudio método evaluación - Prueba estabilidad material	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Efecto temperatura	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Efecto humedad factor predisposición	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Efecto humedad sobre desarrollo enfermedad	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Duración inóculo suelo natural	Julio a diciembre 2003 - enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Duración inóculo en el suelo con materia orgánica reducida	Julio a diciembre 2003 - enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Sobrevivencia sobre sustrato artificial inoculado	Enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Colonización partículas sustrato artificial inoculado	Enero a Junio 2004
Rol contenedor fuente inóculo primario	Enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Sobrevivencia inóculo sobre bandeja o tubete	Julio a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Determinación tipo inóculo presente bandeja o tubete	Enero a diciembre 2004
Rol planta muerta- extensión colonización	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Rol planta muerta- duración colonización	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Presencia sobre brotes plantas de setos	Julio a diciembre 2003 – julio a diciembre 2004 – julio a diciembre 2005
Distribución enfermedad jardín de setos	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Avance de la enfermedad en jardín de setos a raíz desnuda	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Distribución inóculo en jardín de setos	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Distribución plantaciones con determinación positiva	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Asociación con otros patógenos	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Rol Rhyaciona buoliana - Implante larvas inoculadas	Julio a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Rol R. buoliana- Implante de larvas en brotes inoculados	Julio a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005

Rol R. buoliana -Determinación brotes atacados	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Rol Escolitidos -Presencia sobre insectos	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Rol Escolitidos -Inoculación escolitidos	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Plantación dirigida	Enero a diciembre 2004 – enero a junio 2004
Prospección plantaciones normales	Julio a diciembre 2003 – julio a diciembre 2004 – julio a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Replantar en lugar de una planta infectada	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Determinación esporas en el aire	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Determinación esporas agua riego escurrida	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Ocurrencia en estacas raíz desnuda	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Prospección de plantaciones vecinas a puntos infección	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Efecto de poda de raíces en la infección	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Selección productos químicos in vitro	Julio a diciembre 2003 – enero a junio 2004 – julio a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Control químico de Damping off	Enero a junio 2005
Control químico - Control infección tardía maceta	Enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Sanitización, desinfección contenedores, substrato y otros	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004
Cultivo intercalar	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005
Efecto dosis creciente de nitrógeno en plantas inoculadas	Julio a diciembre 2004 – enero a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Efecto de N, P, K y B severidad enfermedad, planta inoc.	Julio a diciembre 2004 – enero a junio 2005
Deficiencia nutricional asociada severidad, planta inoculada	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – julio a diciembre 2005
Efecto enmiendas en invernadero	Enero a diciembre 2004 – julio a diciembre 2005
Determinación biocontroladores	Julio a diciembre 2003 – enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Seminarios	Julio a diciembre 2003 – enero a junio 2005 – enero a junio 2006
Documento de divulgación	Enero a junio 2006
Informes de avance	Enero a diciembre 2004 – enero a diciembre 2005 – enero a junio 2006
Informe final	Enero a junio 2006

## VI RESULTADOS ESPERADOS

(Son los logros que se proyectaba alcanzar mediante el desarrollo del proyecto)

1. Caracterizar las poblaciones de *F. circinatum* en el país
2. Determinar la patogenicidad de *F. circinatum* en diferentes etapas del cultivo del pino radiata y evaluar el comportamiento de la virulencia de cepas

3. Establecer una metodología para evaluación de resistencia a *Fusarium circinatum* en las poblaciones de *P. radiata* de Chile
4. Obtener antecedentes sobre patogénesis, saprogénesis y epidemiología de la enfermedad en setos y viveros de *Pinus radiata*
5. Probar medidas de control de la "fusariosis" en viveros y setos de *Pinus radiata*
6. Transferir los resultados al sector forestal y capacitar al personal técnico en manejo de la enfermedad

Observación: la numeración empleada en este punto, se utilizara en las siguientes etapas de la evaluación para hacer referencia a cada uno de estos resultados.

## VII EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

**OBJETIVO GENERAL:** Obtener conocimiento sobre el comportamiento de *Fusarium circinatum* en el cultivo de *Pinus radiata* en Chile, aplicables al manejo de la enfermedad.

<b>GRADO DE LOGRO [%]</b> (Nivel porcentual asociado al cumplimiento del objetivo bajo análisis)	<b>83,5%</b>
<b>INTERPRETACION DE RESULTADO</b> (Explicación sobre el significado del grado de logro alcanzado para el objetivo)	<i>Se logró obtener el conocimiento suficiente sobre el comportamiento de Fusarium circinatum en el cultivo de Pinus radiata en Chile, sin embargo, no se logró obtener toda la información esperada ya que existieron problemas en el establecimiento de algunos ensayos, que arrojaron resultados erráticos, como también no se realizaron actividades del plan de trabajo por motivos no previstos en el diseño del proyecto.</i>
<b>CONCLUSIONES</b> (Establecer si los resultados obtenidos para el objetivo son o no son adecuados a los propósitos del proyecto)	Se concluye que el proyecto aporta en forma importante información con respecto al manejo de <i>Fusarium circinatum</i> con la cual generar nuevas alternativas de control. Si bien es cierto, no se cumplió con todo lo programado y hubo resultados erráticos que generan un grado de discrepancia en la metodología establecida, los resultados positivos generados son suficientes y atingentes con el propósito general del proyecto, y abren la posibilidad de profundizar en forma más específica en el tema.

### OTRAS OBSERVACIONES

La interpretación del objetivo general se realizó a partir de la información disponible en la presentación de los resultados esperados y cumplimiento de las actividades planteadas en la metodología de trabajo (informe final) y no del cumplimiento de objetivos específicos (no se presentan).

## VIII ANALISIS METODOLOGIA EMPLEADA

(Verificación de la metodología propuesta versus la empleada para el proyecto)

Caracterizar las poblaciones de <i>F. circinatum</i> en el país	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>75%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología establecida para caracterizar las poblaciones de <i>F. circinatum</i> en el país se cumplió dentro de los plazos establecidos, sin embargo, presentó algunos inconvenientes. Se caracterizó la población de <i>F. circinatum</i> a partir de aislamientos mantenidos en papel filtro, donde se observó algunos problemas de mantención del medio líquido por espacio. La determinación de diversidad poblacional por grupos compatibles vegetativamente se utilizó 21 aislamientos de mutantes NIT. Por otro lado se implementó la técnica de diagnóstico por PCR evaluando 7 cepas de <i>F. circinatum</i> , primer ensayo realizado erróneo por problema en protocolo de trabajo (baja cantidad de MgCl <sub>2</sub> )	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología utilizada para caracterizar las poblaciones de <i>F. circinatum</i> en el país se considera válida aún cuando existieron problemas en el desarrollo de algunas de sus actividades, las cuales pueden mejorar si se mejora las condiciones de mantención de las muestras y si se ajusta protocolo de trabajo para los ensayos de PCR.	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No se observan diferencias entre lo propuesto y lo desarrollado.	
Determinar la patogenicidad de <i>F. circinatum</i> en diferentes etapas del cultivo del pino radiata y evaluar el comportamiento de la virulencia de cepas	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>

<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología establecida para determinar la patogenicidad de <i>F. circinatum</i> en diferentes etapas del cultivo del pino radiata y evaluar el comportamiento de la virulencia de cepas se cumplió exitosamente y dentro de los plazos establecidos. Se evaluó la virulencia de <i>F. circinatum</i> inoculando las cepas 4641, 6522 y CDP, también se evaluó la interacción familia <i>P. radiata</i> /cepas/concentración. Se midió la severidad de los síntomas producidos por <i>F. circinatum</i> como también su periodo de incubación y de latencia. En cuanto a la patogenicidad, se evaluó si el hongo es causante del problema de damping off para lo cual se inocularon semillas y posteriormente se midió emergencia según cepa inoculada. Este ensayo se complementó con la inoculación de semillas de pino siendo establecidas en microparcelas, donde se observó problemas externos por presencia de pájaros. Se midió la inoculación del suelo bajo condiciones de invernadero con las cepas evaluadas, donde se observó la falta de daño lo que no permitió la comparación de las observaciones. En cuanto a la patogenicidad de <i>Fusarium circinatum</i> en vivero con plantas a raíz desnuda se realizó una inoculación retrasada del suelo en microparcelas estableciendo tratamientos con y sin inóculo. Otra evaluación realizada dentro de la metodología planteada fue el efecto del trasplante de planta sana a suelo inoculado con <i>F. circinatum</i> para lo cual se utilizó suelo arenoso inoculado con cepas 4651 y 6255. Se inoculó además sustrato de corteza para determinar si esta puede ser fuente de reservorio. Por último se evaluó la inoculación tardía de plantas, como también la inoculación de plantas mayores de cuatro años.
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología utilizada para determinar la patogenicidad de <i>F. circinatum</i> en diferentes etapas del cultivo del pino radiata y evaluar el comportamiento de la virulencia de cepas se considera válida y pertinente al propósito general del proyecto. Los ensayos realizados en plantas, semillas, suelo y sustrato, permiten caracterizar de buena forma el desarrollo de cada cepa evaluada. Con la información generada de esta parte de la metodología se podrá establecer bajo qué condiciones las cepas generan mayor pérdida de plantas.
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No hay observaciones.

Establecer una metodología para evaluación de resistencia a <i>Fusarium circinatum</i> en las poblaciones de <i>P. radiata</i> de Chile	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>66%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología planteada para establecer una evaluación de resistencia a <i>Fusarium circinatum</i> en las poblaciones de <i>P. radiata</i> de Chile se cumplió dentro de los plazos establecidos, aún cuando no se desarrollaron todas las actividades planteadas. Para esto se realizaron pruebas de métodos de inoculación directa al tallo con incisión y con aspersión con microgota. La prueba de estabilidad de material no se realizó porque exigía altas poblaciones de <i>P. radiata</i> genéticamente homogéneas.	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología utilizada para establecer una evaluación de resistencia a <i>Fusarium circinatum</i> en las poblaciones de <i>P. radiata</i> de Chile se considera válida y atingente al propósito general del proyecto, aunque se indica que se requiere establecer más evaluaciones de resistencia que se ajusten al contexto del proyecto con lo cual complementar la información ya generada.	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No hay observaciones.	

Generar antecedentes sobre patogénesis, saprogénesis y epidemiología de la enfermedad en setos y viveros de <i>Pinus radiata</i> .	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología planteada para generar antecedentes sobre patogénesis, saprogénesis y epidemiología de la enfermedad en setos y viveros de <i>Pinus radiata</i> se cumplió exitosamente y dentro de los plazos establecidos. Se evaluó el efecto de la temperatura, del contenido de humedad en el suelo y la duración del inóculo en el suelo. Por otra parte se determinó el rol del sustrato de corteza en la sobrevivencia del patógeno, evaluando métodos de desinfección eficientes de sustrato. Se evaluó también el rol de los contenedores en la permanencia del inóculo y de las plantas muertas en vivero o plantación. Siguiendo con la metodología, se evaluó la distribución de las enfermedades establecido a raíz desnuda, determinando su avance y la identificación de otros hongos presentes, evaluando si existe asociación entre ellos. Parte de la metodología consistió también en evaluar el rol de los insectos en la presencia de la enfermedad, evaluando mediante implante de larvas a <i>R. buoliana</i> inoculadas con <i>F. circinatum</i> . Por otro lado se evaluó la acción de los escolitidos y su interacción con el hongo. Por último se evaluó la relación de las plantas sintomáticas en terreno con el ataque del hongo, como también la presencia del inóculo en el ambiente y en espacios abiertos y cerrados.	

<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología planteada para generar antecedentes sobre patogénesis, saprogénesis y epidemiología de la enfermedad en setos y viveros de <i>Pinus radiata</i> se considera válida y relevante para el propósito del proyecto. A partir de la información generada es posible establecer las líneas de acción con respecto al control y manejo de la enfermedad, y junto con esto establecer los puntos críticos que determinarán el éxito o fracaso a nivel de vivero la producción de plantines de <i>P. radiata</i> .
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No hay observaciones.

Probar medidas de control de la “fusariosis” en viveros y setos de <i>Pinus radiata</i>	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>100%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología planteada para probar medidas de control de la “fusariosis” en viveros y setos de <i>Pinus radiata</i> se cumplió exitosamente y dentro de los plazos establecidos. Se evaluó el control químico seleccionando productos químicos y realizando ensayos para controlar el damping – off e infecciones en suelo. Se evaluó también la sanitización de contenedores y sustratos con tratamientos de calor e hipoclorito de sodio. En una segunda etapa se evaluó el control cultural, estableciendo en gamellas suelo inoculado y este sembrado con avena, repollo, brócoli y pino (trabajo seriamente afectado por ataque de roedores). Se determinó también el efecto de las dosis crecientes de nitrógeno en plantas inoculadas con <i>F. circinatum</i> para lo cual se utilizó plantas de 18 meses de edad, producidas a raíz descubierta, las cuales fueron fertilizadas en forma periódica quincenalmente durante diez meses. Siguiendo el plan de trabajo de fertilización, se evaluó el efecto de N, P, K y B en plantas inoculadas, estableciendo los ensayos de igual forma que para ensayo con nitrógeno. Por último se evaluó el efecto de las deficiencias nutricionales en la planta con respecto a la severidad del daño de la enfermedad y el efecto de las enmienda orgánicas sobre la enfermedad en invernadero. Otra parte importante de la metodología establecida fue la evaluación del control biológico de <i>F. circinatum</i> , se utilizaron cepas de <i>Trichoderma</i> y <i>Gliocladium</i> las cuales fueron aisladas e incrementadas en medios de cultivos para después ser inoculadas en medios con presencia de <i>F. circinatum</i> .	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología planteada para probar medidas de control de la “fusariosis” en viveros y setos de <i>Pinus radiata</i> se considera válida y pertinente al propósito general del proyecto. Como parte final del proyecto, el establecimiento de medidas de control mediante el uso de productos químicos o bien a través de alternativas culturales (rotación de cultivos, manejo de nutrición, control biológico) es parte fundamental de un manejo integrado del problema.	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No hay observaciones.	

Transferir los resultados al sector forestal y capacitar al personal técnico en manejo de la enfermedad	<b>GRADO DE CUMPLIMIENTO [%]</b> (Es el grado en que la metodología desarrollada se ajusta a la propuesta)	<b>60%</b>
<b>INTERPRETACION GRADO DE CUMPLIMIENTO</b>	La metodología planteada para transferir los resultados al sector forestal y capacitar al personal técnico en manejo de la enfermedad se cumplió exitosamente y dentro de los plazos establecidos. Se realizó un seminario con 27 asistentes de 17 empresas, posteriormente se envió presentación digital y acuerdos tomados. Por otra parte se realizó la presentación de los resultados preliminares en la XX Silvotecnía “Sanidad Forestal en un Mundo Globalizado”, realizada en Concepción entre el 7 y 8 de noviembre de 2005. Se contó con la especialista española Dra. Eugenia Iturrutxa, quien trabaja hace varios años en <i>F. circinatum</i> . El 30 de mayo de 2007 se realizó el seminario “ <i>Fusarium circinatum</i> , conocimiento del patógeno y establecimiento de bases para su control en <i>Pinus radiata</i> ” con la participación de 46 personas de 17 instituciones.	
<b>VALIDEZ DE LA METODOLOGIA</b>	La metodología establecida para transferir los resultados al sector forestal y capacitar al personal técnico en manejo de la enfermedad, se considera válida, aún cuando carece de algunos instrumentos relevantes en materia de difusión y transferencia, como la elaboración de boletines técnicos y/o manual de campo, realización de prácticos o demostrativos en laboratorio, salidas a terreno, difusión por medios escritos o visuales, entre otras. Como sea, la transferencia de los conocimientos generados se realizó a los agentes relevantes del sector (empresas, productores, investigadores) dentro de los plazos y contenidos establecidos	
<b>OBSERVACIONES</b> (Desarrollo de las diferencia detectadas entre la metodología propuesta y la desarrollada)	No hay observaciones	

**IX ANALISIS PLAN DE TRABAJO**



<b>ACTIVIDADES</b> (Actividades que comprende el desarrollo del proyecto)	<b>CUMPLIMIENTO PLAZOS</b> (Indica si se cumplen o no los plazos propuestos para la actividad)	<b>CUMPLIMIENTO DE CONTENIDOS</b> (Indica si se cumplen o no los contenidos propuestos para la actividad)	<b>OBSERVACIONES</b> (Explicar los motivos de los problemas detectados en el análisis)
Construcción invernadero	Si	Si	
Construcción cobertizo	Si	Si	
Formación de una colección	Si	Si	
Determinación diversidad población (VCG)	Si	Si	
Efecto concentración inoculo	Si	Si	
Severidad de los síntomas	Si	Si	
Período de incubación	Si	Si	
Período de latencia	Si	Si	
Inoculación semillas invernadero	Si	Si	
Inoculación semillas microparcels	Si	Si	
Inoculación del suelo	Si	Si	
Inoculación retrasada del suelo en bandeja	Si	Si	
Inoculación retrasada del suelo en microparcels	Si	Si	
Trasplante plantas sanas suelo inoculado	Si	Si	
Inoculación de semillas	Si	No	
Inoculación del substrato	Si	No	
Inoculación de plantas de 4 meses	Si	No	
Inoculación plantas mayores de 4 años - Ensayo preliminar	Si	No	
Inoc. plantas mayores de 4 años - Ensayo de corroboración	Si	Si	
Estudio método evaluación - Efecto de la edad	Si	Si	
Estudio método evaluación - Prueba método inoculación	Si	Si	
Estudio método evaluación - Prueba estabilidad material	No	No	No se realizó porque exigía altas poblaciones de <i>Pinus radiata</i> genéticamente homogéneas.
Efecto temperatura	Si	Si	
Efecto humedad factor predisposición	Si	Si	
Efecto humedad sobre desarrollo enfermedad	Si	Si	
Duración inoculo suelo natural	Si	Si	
Duración inoculo en el suelo con materia orgánica reducida	Si	Si	
Sobrevivencia sobre substrato artificial inoculado	Si	Si	
Colonización partículas substrato artificial inoculado	Si	Si	
Rol contenedor fuente inoculo primario	Si	Si	
Sobrevivencia inoculo sobre bandeja o tubete	Si	Si	
Determinación tipo inoculo presente bandeja o tubete	Si	Si	

Rol planta muerta- extensión colonización	Si	Si	
Rol planta muerta- duración colonización	Si	Si	
Presencia sobre brotes plantas de setos	Si	Si	
Distribución enfermedad jardín de setos	Si	Si	
Avance de la enfermedad en jardín de setos a raíz desnuda	Si	Si	
Distribución inóculo en jardín de setos	Si	Si	
Distribución plantaciones con determinación positiva	Si	Si	
Asociación con otros patógenos	Si	Si	
Rol Rhyaciona buoliana - Implante larvas inoculadas	Si	Si	
Rol R. buoliana- Implante de larvas en brotes inoculados	Si	Si	
Rol R. buoliana -Determinación brotes atacados	Si	Si	
Rol Escolitidos -Presencia sobre insectos	Si	Si	
Rol Escolitidos -Inoculación escolitidos	Si	Si	
Plantación dirigida	Si	Si	
Prospección plantaciones normales	Si	Si	
Replantar en lugar de una planta infectada	Si	Si	
Determinación esporas en el aire	Si	Si	
Determinación esporas agua riego escurrida	Si	Si	
Ocurrencia en estacas raíz desnuda	Si	Si	
Prospección de plantaciones vecinas a puntos infección	Si	Si	
Efecto de poda de raíces en la infección	Si	Si	
Selección productos químicos in vitro	Si	Si	
Control químico de Damping off	Si	Si	
Control químico - Control infección tardía maceta	Si	Si	
Sanitización, desinfección contenedores, substrato y otros	Si	Si	
Cultivo intercalar	Si	Si	
Efecto dosis creciente de nitrógeno en plantas inoculadas	Si	Si	
Efecto de N, P, K y B severidad enfermedad, planta inoc.	Si	Si	
Deficiencia nutricional asociada severidad, planta inoculada	Si	Si	
Efecto enmiendas en invernadero	Si	Si	
Determinación biocontroladores	Si	Si	
Seminarios	Si	Si	
Documento de divulgación	Si	Si	
Informes de avance	Si	Si	
Informe final	Si	Si	

## X RESULTADOS

(Son los logros que se proyectaba alcanzar y los que efectivamente se obtuvieron mediante el desarrollo del proyecto)

ESPERADO (Ver punto VI)	OBTENIDO (Resultados conseguidos al final del proyecto)	CONCLUSION
1	Se obtuvieron los aislamientos necesarios para determinar la diversidad la población por grupos de compatibilidad vegetativa, de los cuales se utilizaron 21 aislamientos (NIT 1, NIT 3 y NIT M). No se obtuvo resultados positivos en ninguna de las cuatro veces que se realizó el estudio, en todos los estudios los mutantes pertenecían a una clase fenotípica o revertían al tipo original. En cuanto la implementación técnica de diagnóstico por PCR, el primer ensayo no resultó por problemas en protocolo de trabajo, el segundo no se corrió completamente electroforesis. Se indica que posteriormente se obtuvo resultados positivos en SAG Chillán.	A partir del resultado obtenido se puede concluir que la caracterización de <i>F. circinatum</i> depende en gran medida del material genético con el cual se trabajó y su estabilidad (mutación). En cuanto al establecimiento del protocolo de trabajo para caracterizar <i>F. circinatum</i> mediante técnica molecular no se estableció de forma correcta, lo que incidió en los resultados negativos de los dos ensayos realizados. El diagnóstico mediante PCR es un método preciso y rápido de realizar, pero exige un protocolo ajustado y bien establecido.
2	Se obtuvo que el 80% de las enfermedades fuera generado por las cepas 4641, 6522 y CDP. En cuanto a la interacción familia <i>P. radiata</i> /cepas/concentración, existió. La severidad de los síntomas se reflejó primero en follaje verde-grisáceo, para luego virar a café rojizo con muerte de follaje. E cuanto al porcentaje de ataque las cepas Álamo y 6597 presentaron el menor, mientras que 4641, 6522 y CDP, presentaron el mayor porcentaje de ataque. El periodo de incubación varía según tipo de inoculación, en cuanto a la duración del periodo de incubación dependerá de virulencia de la cepa, mayor o menor susceptibilidad de las plantas de pino y factores ambientales. El periodo de latencia es altamente variable, pero siempre sobre tejido muerto, y va desde 8 a 12 meses. En cuanto a la determinación de incidencia en damping –off de plantas de pino causada por <i>F. circinatum</i> , se obtuvo una emergencia promedio de 61,1%, siendo la cepa 6522 la de mayor incidencia en el problema. La permanencia del hongo en el suelo luego de siembra es de 90 días, causando muerte hasta tres meses después de siembra. Por otro lado, la cepa 4641 puede causar damping-off en pre y post-emergencia, resiembra demuestra la persistencia del inoculo en el suelo. <i>F. circinatum</i> es capaz de atacar plantas en crecimiento activo, puede avanzar también en el suelo. Se inoculó semillas de pino con esporas de <i>F. circinatum</i> , obteniendo una emergencia de 19,3%, siendo al cepa 6522 la que causó mayor mortalidad (46%). En cuanto a la inoculación tardía de plantas, la cepa 6522 causó 100% de mortalidad de plantas con fusarium.	A partir del resultado obtenido se concluye que dentro la especie <i>F. circinatum</i> existen cepas con mayor o menor grado de virulencia, por lo que es importante identificar y caracterizar la cepa en cuestión, por otra parte se conoce el comportamiento y severidad de cada cepa, y su persistencia en el tiempo, información con la cual desarrollar estrategias de manejo control eficaces para contrarrestar la pérdida de plantas de pino en vivero.
3	La inoculación en la base del tallo no es un método adecuado en plantas de diámetro menor a 5 mm. Un corte levemente en bisel permite buena inoculación. La inoculación por aspersion es mayor que lesión, dado el efecto generado por la microgota.	A partir del resultado obtenido es posible determinar cuál es la forma de inoculación de esporas de <i>F. circinatum</i> más probable en el proceso de propagación de plantas de pino. Con esta información se podrá fijar los puntos críticos en donde exista mayor probabilidad de contaminación (p.e. riego por mist con agua contaminada).
4	La incidencia total de la temperatura en el desarrollo patogénico de <i>F. circinatum</i> fue de 72% de las plantas inoculadas, ocurriendo enfermedad en todos los periodos del estudio. Se determinó también que no existe dependencia entre la formación de canchales y el contenido de humedad en el suelo. En cuanto a la supervivencia del hongo en la corteza del sustrato fue de un 100% después de los 90 días. Se evaluó la desinfección de la semilla, obteniendo que el peróxido de hidrógeno entrega un mejor resultado que el hipoclorito de sodio. El hongo presenta gran capacidad saprofitica y puede sobrevivir más de un año en la corteza, pero sin llegar a colonizarla. Se determinó que el hongo puede sobrevivir hasta cinco meses en el tubete de propagación, mientras que en canchales de plantas muertas puede perdurar hasta un año confinado en el tejido infestado. Otro resultado fue que ningún brote de la planta afectada en la base del tallo presenta infecciones inactivas o latentes. En cuanto a la distribución de la enfermedad en el jardín de setos, se aislaron varios hongos, pero ninguno de ellos <i>F. circinatum</i> . Se obtuvo también, que las plantas puedan permanecer asintomáticas por más de tres años. En cuanto a la interacción con otros hongos, se determinó que cualquiera	

	de los tres patógenos puede atacar en forma simultánea las raíces, en el caso de <i>Fusarium</i> y <i>S. sapinea</i> predomina <i>F. circinatum</i> . Otro resultado obtenido fue el rol de los insectos, se determinó que larvas de <i>R. buoliana</i> pueden acarrear el hongo incrementando la incidencia de la enfermedad en un 55%. En cuanto al establecimiento en brotes por polilla, no se observa asociación hasta el momento. En cuanto a la presencia de plantas contaminadas, se determinó que es posible la propagación de la enfermedad desde ellas.	
5	En la prueba <i>in vitro</i> se determinó que Difenconazole y Fludioxonil son incapaces de inhibir el crecimiento de <i>F. circinatum</i> . En medio de cultivo se determinó que Tebuconazol, Difenconazole y Fludioxanil inhiben crecimiento en medio de cultivo. En cuanto a las pruebas en suelo en invernadero, tebuconazole y Difenconazole en todas sus concentraciones, disminuye la mortalidad asociada a <i>Fusarium</i> . Las pruebas realizadas al follaje no entregan resultados positivos (alta carga de inóculo y constante). Para la sanitización de contenedores y sustratos, el tratamiento de calor (80 – 100°C) e hipoclorito de sodio elimina completamente el inóculo. En cuanto al tratamiento de tubetes, Calor, Cloro y Sanosil, eliminarían completamente a <i>F. circinatum</i> . En cuanto al uso de cultivos intercalar, se determinó que en todos los tratamientos se logró disminuir el inóculo, pero en el caso de repollo logró disminuir la presencia de inóculo en forma significativa a partir de la segunda medición. En cuanto al efecto de dosis crecientes de nitrógeno, las plantas con altas dosis presentaron mayor severidad de la enfermedad, casi el doble en comparación al testigo. Las dosis de 100 u N/ha o más, aumentan tanto la longitud de los canchales, como el % de anillamiento del tallo. En cuanto a la fertilización completa (N – P – K) no se observaron diferencias significativas con respecto al testigo, si se infiere que la deficiencia de K provocaría mayor severidad de la enfermedad. En cuanto al control biológico, las cepas con mayor porcentaje de inhibición del crecimiento de <i>F. circinatum</i> fueron: UDC-024, UDC080, UDC-109, UDC-161, UDC-163, UDC-280, UDC-294, UDC-344, UDC-345, UDC-350, UDC-351, UDC-354, UDC-360, UDC-403 Y UDC-405, de estas la mayor inhibición la presentó UDC-280. En cuanto a la prueba de antagonistas, ningún tratamiento aplicado después de inocular con <i>F. circinatum</i> presenta resultados promisorios.	A partir del resultado obtenido es posible establecer las medidas de control de mayor eficiencia, ya sea químico o cultural, como también identificar posibles factores predisponentes de la enfermedad (p.e. fertilización nitrogenada). Con todo esto, sumado al resto de información generada por el proyecto, se podrá generar un manejo integral de la enfermedad a nivel de vivero, para así reducir las pérdidas de plantines.
6	Se realizó un mesa redonda con la participación de 27 personas de 17 instituciones, para presentar el tema de <i>Fusarium circinatum</i> en viveros de Chile. Por otra parte, se contó con la asesoría especialista de la Dra. Eugenia Iturrutxa, quien lleva varios años trabajando en <i>F. circinatum</i> . Se realizó además el seminario " <i>Fusarium circinatum</i> , conocimiento del patógeno y establecimiento de bases para su control en <i>Pinus radiata</i> ", en el cual participaron 46 personas de 17 instituciones.	A partir del resultado obtenido se concluye que existe una difusión y transferencia de los resultados generados, sin embargo, los instrumentos de difusión utilizados son pocos y no contemplan todos los medios de comunicación, como tampoco queda un registro tangible del cual poder obtener información relevante en forma posterior.
Observación: en caso que se obtengan resultados no esperados, su situación esperada se identificará como "N/E" (No esperado)		

XI EVALUACION ECONOMICA			
VAN			OBSERVACIONES
PROPUESTO	OBTENIDO	VARIACION PORCENTUAL	
1.254.013.998	No especificado	-----	El VAN propuesto contempla una estructura "un poco" confusa, dado que no presentan un orden claro en los flujos netos y en el signo asociado a cada uno. Haciendo la salvedad de la presentación de los flujos, los cálculos son correctos.
TIR			OBSERVACIONES
PROPUESTO	OBTENIDO	VARIACION PORCENTUAL	
29,02%	No especificado	-----	La tasa interna de retorno es calculada sobre flujos confusos pero que cuentan con fuentes de procedencia explícitas. Luego del análisis y comprensión del error de fondo, el cual era únicamente de orden y presentación, fue posible identificar un resultado

consecuente.

## XII EVALUACION SILVOAGROPECUARIA

(Establecer el impacto que tiene el proyecto sobre los recursos del sector silvoagropecuario)

### RECURSO: Producción

<b>SIN PROYECTO</b> (Situación inicial del recurso)	La producción de plantas de Pino radiata se ve afectada por el comportamiento de la demanda del mercado, que en estos últimos años ha ido incrementándose, por lo que la oferta, bajo el supuesto de existir una alta incidencia de la enfermedad en los principales viveros, podría ser menor a lo requerido por el mercado.	<b>CON PROYECTO</b> (Situación final del recurso)	Incremento en la producción de plantines en los principales viveros de Chile, de mejor calidad y sin problemas fitosanitarios, específicamente <i>Fusarium circinatum</i> .
<b>EFECTO</b> (Cambio que genera en el entorno agrícola la nueva situación del recurso)	La situación productiva, una vez aplicado los resultados del proyecto, debería incrementarse, mejorando la calidad en el proceso de producción, esto reflejado en el producto final de mayor calidad, y a su vez en mayor número de plantas totales. Si bien mejora la oferta, existirá un aumento en los costos de producción (mano de obra calificada, mayor número de manejos y nuevos productos)		
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay observaciones.		

### RECURSO: Fitosanitario

<b>SIN PROYECTO</b> (Situación inicial del recurso)	Desconocimiento en los manejos fitosanitarios de identificación, caracterización y control con respecto al problema de <i>F. circinatum</i> a nivel de vivero. Este problema genera pérdidas sustanciales por la presencia de canchales en el tallo y posterior decaimiento y muerte de los plantines.	<b>CON PROYECTO</b> (Situación final del recurso)	Reducción de la incidencia de <i>Fusarium circinatum</i> en la producción de plantines, a partir de un manejo integral desde el punto de vista fitosanitario.
<b>EFECTO</b> (Cambio que genera en el entorno agrícola la nueva situación del recurso)	El principal cambio observado en el entorno agrícola, es la mejora de la condición fitosanitaria de producción de plantines a nivel de vivero. Se contará con los conocimientos necesarios para poder identificar y caracterizar el patógeno y posteriormente desarrollar el plan de manejo y control. Con esto se prevé que la ocurrencia de mortalidad por este patógeno tendrá un máximo de 10%.		
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay observaciones.		

### RECURSO: Mano de obra

<b>SIN PROYECTO</b> (Situación inicial del recurso)	Uso de mano de obra restringido por número reducido de manejos realizados en la producción de plantines en vivero.	<b>CON PROYECTO</b> (Situación final del recurso)	Mayor demanda de mano de obra en la producción de plantines al incorporarse un mayor número de manejos al sistema productivo.
<b>EFECTO</b> (Cambio que genera en el entorno agrícola la nueva situación del recurso)	El efecto inmediato en el entorno será un aumento en los manejos productivos, principalmente orientados al control fitosanitario y mejora de la calidad de los plantines. Esto conlleva una especificación de la mano de obra (capacitación) y mayor número de actividades (incremento de los costos de producción).		
<b>OBSERVACIONES</b>	No hay observaciones		

## XIII EVALUACION SOCIAL PROPUESTA DEL PROYECTO

Proceso de identificación, medición y valoración de los beneficios y costos de un proyecto desde el punto de vista del bienestar social (sociedad en su conjunto)

<b>BENEFICIOS</b> (Considerada beneficios en áreas tales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Crecimiento:</b> Fomentar el crecimiento del sector a través de la disminución de las pérdidas causadas por <i>F. circinatum</i> en vivero.</li> <li>• <b>Empleo:</b> Mantención y generación de empleo en el ámbito forestal.</li> </ul>
---	---

<p>como: Consumo, crecimiento, empleo, redistribución del ingreso y necesidades meritoria)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Necesidades meritorias:</b> Se propone contribuir al conocimiento nacional e internacional que se tiene de este hongo, y permitir implementar las bases para definir diferentes medidas de control o manejo, en viveros de <i>P. radiata</i>, del hongo <i>F. circinatum</i>.</li> </ul>
<p><b>DESCRIPCION</b> (Explicación sobre como es presentado el beneficio dentro del proyecto)</p>	<p>El beneficio esperado de este proyecto es lograr disminuir la incidencia de <i>Fusarium circinatum</i> en viveros, con el objetivo de evitar o demorar la aparición de este hongo en plantaciones de <i>Pinus radiata</i>. Lo antes expuesto, provoca una disminución de la mortalidad de plantas de vivero y la no aparición del <i>F. circinatum</i> en las plantaciones de <i>Pinus radiata</i>, evitando que países importadores de maderas chilenas, coloquen tratamientos o barreras cuarentenarias a alguno de los productos exportados.</p> <p>Se proyecta menor contaminación por uso indiscriminado de fungicidas. Mejoramiento de la higiene y seguridad en el trabajo, debido a la implementación de normas de sanitización. Disminución del riesgo de contraer enfermedades relacionadas con la aplicación de pesticidas, por el uso más racional de ellos.</p> <p>Se propone el Mantener la fuente laboral del personal que labora en el área forestal, al evitar o retrasar la aparición de mortalidad de árboles causada por <i>Fusarium circinatum</i>, que llevaría a una disminución de la rentabilidad de las empresas y a la imposición de medidas cuarentenarias a la exportación de maderas, con la posibilidad de cierre de mercados, también es proyectada la generación de nueva mano de obra, especialmente en los viveros forestales de pino</p>
<p><b>METODOLOGIAS DE CALCULO Y/O ANALISIS</b> (Comprende la revisión de las técnicas de evaluación social propuestas y utilizadas)</p>	<p><b>Línea base definida:</b> El consumo pasado por parte de las empresas forestales ha sido por dos factores: primero, la obligación de reforestar las superficies cosechadas, y segundo el crecimiento de su patrimonio. Según las estadísticas del CONAF (2002), ambos factores han tenido grandes fluctuaciones a través de los años. La tasa de forestación nacional ascendió a 42.900 hectáreas el año 2001, cifra levemente inferior a la registrada en 2000, cuando se plantaron 43.500 hectáreas nuevas en el país. No obstante, desde una perspectiva de largo plazo, ambas cifras estarían anunciando el inicio de la recuperación del ritmo de forestación.</p> <p>Según CORMA (2003) se espera que de una tasa de corta anual de pino radiata de 50 mil hectáreas, en el trienio 1998-2000, se llegue cerca del doble de ésta superficie en el año 2027.</p> <p>En el país existen 292 viveros inscritos en CONAF y el SAG respectivamente, la mayoría de ellos se encuentra entre la VII y IX regiones y están orientados especialmente a la producción de plantas de pino radiata y eucalipto. La producción de plantas de pino radiata se concentra principales en los viveros Carlos Douglas de Forestal Mininco, Quivolgo de Forestal Celco y San Isidro de Forestal Millalemu, entre otros. La producción de plantas de esta especie en la temporada 2000-2001, según (INFOR 2001) alcanza a 79,44 millones de plantas.</p> <p><b>Metodología:</b> El proyecto ha sido evaluado como Proyecto Marginal, esto es que no considera los costos fijos que tienen las empresas por: gastos generales, gerencias y subgerencia, depreciación, arriendo de nuevos terreno, etc., ya que estos costos se seguirán incurriendo si el proyecto no se realiza.</p> <p>Teresa Coutinho del Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI) de Sudáfrica, en su presentación en el Congreso "Fusarium in the Forestry Industry; del 23 Octubre de 2002", describe la tendencia que ha tenido el crecimiento de la enfermedad en los viveros sudafricanos. Utilizando como supuesto que esta tendencia se comportará de igual manera para la situación chilena, fue ajustada una distribución logística calibrada con datos proporcionados por los principales viveros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situación sin proyecto: Diagnosticada la enfermedad en Chile y los viveros habiendo confirmado pérdidas, éstas fueron ajustadas a una probabilidad de ocurrencia. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ingresos: Teniendo en cuenta una producción anual de 20.000.000 de plantas, descrita en el programa de producción de las principales empresas forestales del país, no existirán ingresos por este concepto pues para ambas situaciones con y sin proyecto, son los mismos. Por lo tanto, estos valores no son relevantes para la evaluación.</li> <li>○ Costos: Los costos del proyecto pueden clasificarse en tres grandes grupos: costos de inversión, reinversiones y costos de operación</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Criterios de evaluación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Horizonte: Los antecedentes recopilados indican que la curva de crecimiento de la enfermedad en Sudáfrica ha resultado ser exponencial, aun teniendo extremados cuidados. Para el análisis propuesto fue necesario dar un periodo de operación de 15 años, lapso suficiente para que la enfermedad manifieste su potencial.</li> <li>○ Tipo de cambio: Una variación sobre el tipo de cambio puede tener alguna consecuencia sobre el proyecto, principalmente debido a la compra de bienes de capital. Estas son funciones directas de la composición de insumos y productos transables y no transables que tenga el proyecto en el tiempo. Sin embargo, este no fue considerado por tener hoy una alta composición de insumos no transables.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situación con proyecto: Para esta posición, el proyecto propicia una probabilidad de ocurrencia similar a la anterior, con una ocurrencia máxima de mortalidad no superior al 10% de la probabilidad ajustada. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mano de Obra: Sería lógico colocar en el flujo de caja de esta situación (con proyecto) sólo la diferencia en el uso de mano de obra. Sin embargo, esta situación también necesita la contratación de nuevo personal, lo cual no se vería reflejado al poner en el flujo de caja la diferenciación de costos. Se considera una contratación de personal menor equivalente a: para dos personas los primeros cinco años, cinco para los cinco siguientes y 10 para los últimos 5 años.</li> <li>○ Sanitización: Se considera en forma similar a la situación sin proyecto pero con una disminución del 70% de sus costos.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Calculo y análisis:</b> A continuación es posible apreciar el comportamiento de las hectáreas dada la ejecución del proyecto versus la situación actual proyectado a 15 años como fue mencionado en la</p>



metodología.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos	-8682767	-8705495	-8756780	-8859849	-9068951	-15930524	-16909555	-19192045	-24781717	-39131954	-90564409	-210524117	-560469285	-1621111638	-1839072314
Inversión	238092954	-36073	-49371	-74926	-124344	-223325	-430597	-885596	-1932660	-4455980	-10814549	-29400344	-80357848	-225738037	-656672886
Beneficios	-229410187	8741568	8806152	8934775	9193295	16153848	17340152	20077641	26714377	43587934	101378958	239924461	640827133	1846849675	2495745200

Los indicadores financieros obtenidos son:

VAN = \$1.254.013.998

TIR= 29,02%

#### OBSERVACIONES

(Sugerencias alcances y salvedades identificadas)

**Beneficios propuestos:** En cuanto a los beneficios propuestos por los ejecutores del proyecto estos son planteados de manera clara con fuentes fidedignas, se encuentran estructurados y ordenados de manera explícita dejando poco espacio a supuestos que escapen a la realidad o den paso a dudas al respecto, son precisos concisos y autoexplicativos. El problema radica en la no profundización sobre la generación y mantención del empleo, dado que este fue un beneficio destacado hubiera sido interesante plantear la situación actual del empleo y la proyección de los impactos generados por la ejecución del proyecto.

**Línea base:** La línea base propuesta aporta información fundamental sobre el impacto del proyecto, siempre aduciendo a las fuentes y el porqué de su utilización situación que presenta un proyecto claro y explicativo en sí mismo.

**Metodología:** La metodología fue planteada y ejecutada de manera clara y estructurada, esta fue bastante explicativa en sí misma no presentando grandes problemas de análisis y cada una de sus etapas iba siendo enunciada y explicada para facilitar su entendimiento. Como fue mencionado anteriormente esta última se centra en la realización de análisis en base a una experiencia ya realizada y probada presentada por Teresa Coutinho del Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI) de Sudáfrica, en su presentación en el Congreso "Fusarium in the Forestry Industry; del 23 Octubre de 2002", realizando ciertos ajustes que pro de la realidad Chilena.

Como se mencionó en los beneficios propuestos, es evidente la ausencia del trabajo y análisis de uno de sus beneficios propuestos que es la mantención y generación de nuevas fuentes de empleo, dado que esta variable fue planteada como un beneficio se requiere el análisis y cuantificación de su impacto para demostrar que sí se vería influenciada por la ejecución de un proyecto como este y no solo enunciar un beneficio de manera somera sin bases que apoyen su real existencia.

**Cálculo y análisis:** Los cálculos fueron presentados de manera clara pero ejecutados de manera confusa al momento de presentar los flujos como tal, dado que hubiera sido más explicativo el ilustrar las ganancias del proyecto como beneficios y no como costos negativos esto lleva a una cierta confusión a primera vista que después de un análisis profundo fue posible ratificar la correcta ejecución de cada uno de los cálculos.

Observación: Sin observaciones

## XIV PROYECCION DEL BENEFICIO SOCIAL

(Estimación del impacto que tendrá el proyecto a nivel social para los 5 años posteriores a su finalización)

#### BENEFICIOS

(Considerada beneficios en áreas tales como: Consumo, crecimiento, empleo, redistribución del ingreso y necesidades meritoria)

- **Crecimiento:** Fomentar el crecimiento del sector a través disminución de las pérdidas causadas por *F. circinatum* en vivero.
- **Empleo:** Mantención y generación de empleo en el ámbito forestal.
- **Necesidades meritorias:** Se propone contribuir al conocimiento nacional e internacional que se tiene de este hongo, y permitir implementar las bases para definir diferentes medidas de control o manejo, en viveros de *P. radiata*, del hongo *F. circinatum*.

#### DESCRIPCION

(Explicación sobre cómo se presentado el beneficio dentro del proyecto)

El beneficio esperado de este proyecto es lograr disminuir la incidencia de *Fusarium circinatum* en viveros, con el objetivo de evitar o demorar la aparición de este hongo en plantaciones de *Pinus radiata*. Lo antes expuesto, provoca una disminución de la mortalidad de plantas de vivero y la no aparición del *F. circinatum* en las plantaciones de *Pinus radiata*, evita que países importadores de maderas chilenas, coloquen tratamientos o barreras cuarentenarias a alguno de los productos exportados.

Se proyecta en el ámbito de la ambiental una menor contaminación ambiental por uso indiscriminado de fungicidas. Mejoramiento de la higiene y seguridad en el trabajo, debido a la implementación de normas de sanitización. Disminución del riesgo de contraer enfermedades relacionadas con la aplicación de pesticidas, por el uso más racional de ellos.

Se propone el Mantener la fuente laboral del personal que labora en el área forestal, al evitar o retrasar la aparición de mortalidad de árboles causada por *Fusarium circinatum*, que llevaría a una disminución de la rentabilidad de las empresas y a la imposición de medidas cuarentenarias a la exportación de maderas, con la posibilidad de cierre de mercados, también es proyectada la generación de nueva mano de obra, especialmente en los viveros forestales de pino

#### METODOLOGIAS DE CALCULO Y/O

**Línea base definida:** El consumo pasado por parte de las empresas forestales ha sido por dos factores: primero, la obligación de reforestar las superficies cosechadas, y

### ANÁLISIS

(Comprende la ejecución de técnicas de evaluación social)

segundo el crecimiento de su patrimonio. Según las estadísticas del CONAF (2002), ambos factores han tenido grandes fluctuaciones a través de los años. La tasa de forestación nacional ascendió a 42.900 hectáreas el año 2001, cifra levemente inferior a la registrada en 2000, cuando se plantaron 43.500 hectáreas nuevas en el país. No obstante, desde una perspectiva de largo plazo, ambas cifras estarían anunciando el inicio de la recuperación del ritmo de forestación.

Según CORMA (2003) se espera que una tasa de corta anual de pino radiata de 50 mil hectáreas, en el trienio 1998-2000, se llegue cerca del doble de ésta superficie en el año 2027.

En el país existen 292 viveros inscritos en CONAF y el SAG respectivamente, la mayoría de ellos se encuentra entre la VII y IX regiones y están orientados especialmente a la producción de plantas de pino radiata y eucalipto. La producción de plantas de pino radiata se concentra principalmente en los viveros Carlos Douglas de Forestal Mininco, Quivolgo de Forestal Celco y San Isidro de Forestal Millalemu, entre otros. La producción de plantas de esta especie en la temporada 2000-2001, según (INFOR 2001) alcanza a 79,44 millones de plantas.

**Metodología:** El proyecto es planteado bajo un análisis de la situación actual y de la situación futura que ha recibido el impacto de la realización del proyecto, la idea es comparar los beneficios generados de la ejecución y la no ejecución del mismo. Todo lo anterior se realiza planteando cada uno de los flujos del proyecto bajo una mirada puesta en las experiencias exitosas fuera de Chile, donde se caracterizan cada uno de los factores críticos y procedimientos de cálculo para la proyección del beneficio en los próximos 15 años.

En cuanto a la variable "empleo", la metodología propuesta no podrá ser ejecutada dada la ausencia de una línea base sobre la caracterización del estado de la variable en el momento de inicio de la implementación de los resultados del proyecto. Si ésta información hubiera estado presente, la metodología a seguir para efectuar su análisis sería determinar el grado de relación entre la disminución de pérdidas y el empleo en el sector enunciado, para luego realizar una estimación de los cambios en el empleo, bajo la condición de que resultara significativa la relación entre las variables antes nombradas.

Para la obtención del impacto social se ha recurrido a la información elaborada en la ODEPA con información de INFOR, CONAF y empresas en la cual se expresan las plantaciones forestales industriales de Pinus Radiata por región en hectáreas, a fines de diciembre de cada año, a continuación un extracto de estos valores:

Plantaciones forestales industriales regionales						
(Hectáreas a fines de diciembre de cada año)						
REGIÓN	2003	2004	2005	2006	2007	2008
VII	358.052	361.703	369.932	373.505	389.434	397.292
VIII	607.074	606.240	608.374	615.214	610.124	607.659
IX	277.384	249.910	253.976	257.540	262.430	257.093
X	117.496	116.404	117.070	116.521	15.179	14.543

### Cálculo y análisis:

Para la evaluación del impacto se han estudiado las variaciones presentadas en las plantaciones de las regiones en estudio y se ha percibido lo siguiente:

- Durante los años en que dura el proyecto estas regiones presentan un aumento promedio anual de 0,11%. Luego de ejecutado el proyecto hasta el año 2008 el escenario mejora y las plantaciones de Pinus Radiata incrementan en promedio en un 0,63% anual.
- Son variados los motivos por los cuales se ha visto incrementado el número de plantaciones forestales de esta especie, principalmente tenemos la calidad del plantín, el suelo, los manejos técnicos y el control de otras plagas. Para estos factores se ha estimado un grado de participación de 20%, 22%, 40% y 10% respectivamente en el incremento de los pinos.
- Según lo anterior y suponiendo que se hayan construido efectivamente las bases para la realización de distintas medidas de control para este hongo detectado, además de que los resultados obtenidos por el proyecto se hayan difundido e implementado exitosamente, es entonces que se estima que el proyecto ha influido en un 8% en el incremento de estas plantaciones. Sin embargo este 8% no puede ser aplicado solamente en las variaciones obtenidas a partir del año 2006 hasta el 2008, ya que no sería representativo. Es por ello que se tomará en consideración el incremento producido desde el año en que se ejecutó el proyecto (2003). Finalmente, es posible concluir que el proyecto ha afectado positivamente en el aumento de la producción de las plantaciones de Pinus Radiata en las regiones VII, VIII, IX y X, en un 0,03%. Esto corresponde a cerca de 1.600 hectáreas más, hasta el 2008.
- Hay que mencionar que no ha sido posible obtener el impacto de la variable empleo por falta de antecedentes.

## CONCLUSIONES

El proyecto presenta una metodología clara y ligeramente estructurada es posible apreciar cada uno de los impactos enunciados a principio del mismo, además fueron realizadas proyecciones que cuantifican y califican cada uno de los beneficios enunciados no dejando nada al azar excepto el aspecto del empleo que deja un vacío en el proyecto.

Se recurrió a gran número de fuentes bibliográficas expertas y se analizó cada uno de los puntos críticos tras la ejecución del mismo, además la clara presentación y análisis de experiencias ya realizadas pone un claro foco en las experiencias internacionales y estudios que proporcionan información fundamental a la hora de ejecutar proyectos.

Observación: Sin observaciones

## XV CONCLUSION FINAL DEL PROYECTO

Proposición final, a la que se llega después de la consideración de la evidencia, de las discusiones o de las premisas identificadas en el proyecto evaluado

En base a los análisis realizados sobre el proyecto "*Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell: conocimiento del patógeno y establecimiento de bases para su control en *Pinus radiata*" es posible mencionar que:

- El proyecto presenta falencias técnicas en la metodología planteada para el desarrollo de las actividades. Muchos de los resultados erráticos, o la no ejecución de actividades programadas a causa de situaciones no previstas al momento de la formulación del proyecto, se deben a un error en la planificación de las actividades, o bien a la falta de recopilación de antecedentes que permitiesen evitar dichos tropiezos y posibilitar la obtención de mejores resultados en algunos de los ensayos realizados.
- Sin desconocer lo señalado en el punto anterior, el proyecto entrega la información suficiente para establecer un plan de manejo de la enfermedad, y así reducir su incidencia en la producción de plántines en vivero, como también para dar inicio a nuevos proyectos que profundicen en el tema desarrollado.
- El proyecto presenta una clara orientación social, es decir, otorga la base necesaria para que sea definida la situación del país con la ejecución del proyecto versus sin la ejecución del proyecto, dado que se demostró que la inversión impactará de forma positiva a la sociedad. Para la obtención del impacto social, este ha sido calculado en base al aumento de las plantaciones del *Pino Radiata* a partir del año en que comenzó el proyecto. Según las cifras, supuestos y antecedentes mencionados en el punto anterior, el proyecto ha generado un aumento en la productividad de las plantaciones del 0,03%, cuyo equivalente corresponde al aumento de cerca de 1.600 hectáreas hasta el año 2008.
- Por otro lado, no ha sido posible obtener el impacto en el empleo por falta de antecedentes de la línea base de esta variable al momento de implementar los resultados del proyecto.
- La principal justificación para la evaluación económica-social recae en el modelo utilizado para su valoración. El trabajo de referencia corresponde a un estudio del comportamiento del hongo en Sudáfrica, cuyo alcance es abordado en el congreso "Hongo *Fusarium Circinatum* en la Industria Forestal" (Teresa Coutinho, 2002). Por tal motivo, el análisis y evaluación del proyecto se hizo bajo el supuesto que el comportamiento de la enfermedad producida por el hongo en los viveros Sudafricanos se desarrollaría con una tendencia similar en Chile, pero se ajustó el modelo a los datos provenientes de los viveros nacionales. Se plantea que una base de estudio más consistente hubiera requerido un análisis de las condiciones de ambas industrias para determinar si son comparables entre sí, con el fin de concluir si es factible trabajar bajo los supuestos expuestos.
- La evaluación económica realizada sobre el proyecto, aporta elementos de juicios necesarios para la toma de decisiones de ejecutar o no el proyecto, respecto a las condiciones en la cual se desarrolla. Dado lo anterior, es posible considerar altamente viable el proyecto, aunque hay ciertos aspectos en la presentación de la evaluación económico-social que podrían ser mejorados a fin de facilitar su comprensión, es por tal motivo que se recomienda la estandarización de una estructura de presentación de evaluación económico social, que evidencie de manera clara y precisa los retornos esperados del proyecto analizado.
- Finalmente es posible concluir que la estructura de presentación final del proyecto es precisa, y acorde con la formulación inicial de postulación del proyecto. Si bien es claro que este tipo de proyectos está sujeto o condicionado en gran medida a los cambios en el entorno, fue respetada una cierta estructura de presentación que otorgo un cierto orden al proyecto en cuestión, es por tanto de vital importancia plantear una estructura de presentación de informes finales que no ensucie el proyecto y más bien ensalce los beneficios y resultados obtenidos de este.