

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Departamento de Silvicultura

PRESENCIA DE BOLSILLOS DE RESINA EN
Pinus radiata D. Don., EN DOS PREDIOS DE LA
VIII REGION.



MARCELO EDUARDO VALDES CISTERNAS

MEMORIA DE TITULO PRESENTADA
A LA FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE
1997

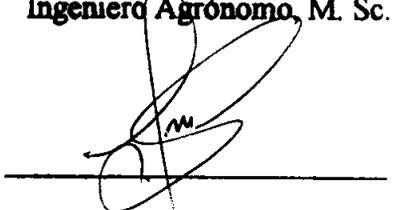
**PRESENCIA DE BOLSILLOS DE RESINA EN
Pinus radiata D. Don., EN DOS PREDIOS DE LA
VIII REGION.**

Profesor Asesor


Gastón González Vargas.
Profesor Titular.
Ingeniero Agrónomo, M. Sc.

Profesor Asesor

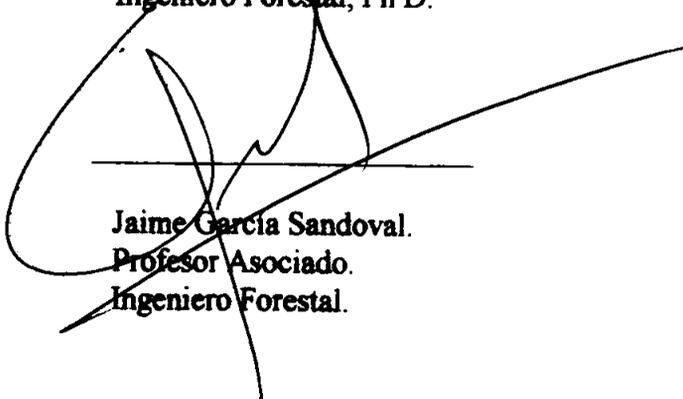



Luis Valenzuela Hurtado.
Profesor Asociado.
Ingeniero en Ejecución en
Maderas, Master in Wood
Sc., Ph D. in Wood Sc. and
Technology.

**Director Departamento
Silvicultura**


Miguel Espinosa Bancalari.
Profesor Asociado.
Ingeniero Forestal, Ph D.

**Decano Facultad de
Ciencias Forestales**


Jaime García Sandoval.
Profesor Asociado.
Ingeniero Forestal.

DEDICATORIA



A mi madre.

A mi padre.

A mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a mis padres Sigisfredo y María, que con su esfuerzo e infinito amor han permitido que me realice como persona y profesional.

A la empresa ANDINOS S.A. por haber depositado en mi la confianza de realizar este estudio, especialmente a la Subgerencia de Estudios y Calidad, por el financiamiento y colaboración para el desarrollo de este estudio.

Al Ingeniero Forestal don Ricardo Burgos V., Subgerente de Estudios y Calidad de la empresa ANDINOS S.A., por su ayuda y orientación en la realización de este estudio.

Al profesor guía don Gastón González V., por su entrega en favor del desarrollo de esta memoria, su aporte intelectual y su excelente voluntad, demostrada cada vez que fue requerida.

A mi colega y amigo Hernán Vega O., por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio.

Y por último agradecer a mi Universidad, a mis profesores y mis queridos compañeros por todo lo que me entregaron durante los años que compartimos.

INDICE DE MATERIAS.

ITEM	PAGINA
I. INTRODUCCION.....	12
II. OBJETIVOS.....	13
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	
3.1 Descripción de los bolsillos de resina en <u>Pinus radiata</u> D. Don	14
3.2 Bolsillos de resina en diferentes especies forestales.....	19
3.3 Estructura de la madera y presencia de los bolsillos de resina en <u>Pinus radiata</u> D. Don.....	20
3.4 Implicaciones de la presencia de bolsillos de resina para el manejo forestal de <u>Pinus radiata</u> D. Don.....	26
3.5 Causa de la formación de bolsillos de resina en la madera de <u>Pinus radiata</u> D. Don.....	27
3.6 Observaciones realizadas en la empresa ANDINOS S.A.....	29
IV. MATERIALES Y METODO	
4.1 Selección de predios para el estudio.....	30
4.2 Información de predios seleccionados.....	31
4.3 Caracterización del árbol que presenta mayor número de bolsillos de resina.....	31
4.3.1 Obtención de muestras.....	31

4.3.2 Evaluación del daño por viento en los árboles.....	32
4.4 Análisis Estadístico.....	34
4.5 Descripción interna de los bolsillos de resina.....	35
4.6 Relación formación bolsillos de resina con condiciones del sitio forestal.....	37
V. RESULTADOS Y DISCUSION	
5.1 Número de bolsillos de resina por rodela en árboles seleccionados.....	38
5.2 Evaluación de daño por viento en los árboles.....	46
5.3 Presencia de bolsillos de resina en rodela obtenidas en el punto de exudación en el fuste.....	48
5.4 Descripción interna de los bolsillos de resina.....	49
5.5 Relación formación de bolsillos de resina en el árbol con condiciones del sitio forestal.....	55
5.5.1 Ocurrencia de temporales de viento y heladas severas en las zonas de los predios seleccionados.....	55
5.5.2 Epoca de formación de bolsillos de resina en árboles de los predios seleccionados.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RESUMEN Y SUMMARY.....	61
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	63

IX. APENDICE..... 65

X. ANEXOS..... 77



INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Página
	<u>En el texto.</u>	
1	N° de bolsillos de resina en árboles muestreados en el predio Peñuelas.....	38
2	Medias del N° de bolsillos de resina por rodela en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	41
3	N° de bolsillos de resina en árboles muestreados en el predio Leonera.....	41
4	Medias del N° de bolsillos de resina en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	44
5	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en el fuste de árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	45
6	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en el fuste de árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	45
7	Porcentaje de árboles por categoría de daño por viento en el predio Peñuelas.....	46
8	Porcentaje de árboles por categoría de daño por viento en el predio Leonera.....	47
9	Porcentaje de árboles con algún grado de daño por viento	47
10	Porcentaje de rodela con bolsillos de resina obtenidas en el lugar de exudación externa en el fuste.....	49
11	Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra con exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	50

12	Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	51
13	Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra con exudación externa de resina en el predio Leonera.....	52
14	Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	53
15	Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en el predio Niblinto.....	54
16	Velocidad del viento, N° de días con viento y N° de días con heladas severas medidos en la estación meteorológica más cercana al predio Peñuelas en los años 1986 - 1987 - 1988.....	56
17	Velocidad del viento, N° de días con viento y N° de días con heladas severas medidos en la estación meteorológica más cercana al predio Leonera en los años 1980 - 1981.....	57
18	Epoca de formación de los bolsillos de resina en árboles del predio Leonera.....	58
19	Epoca de formación de los bolsillos de resina en árboles del predio Peñuelas.....	58

En el Apéndice.

1	Tabla de análisis y varianza para el N° de bolsillos de resina con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	68
2	Tabla de análisis y varianza para el N° de bolsillos de resina con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	69
3	Tabla de análisis y varianza para el número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en arboles con exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	70

4	Tabla de análisis y varianza para el número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en arboles sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.....	72
5	Tabla de análisis y varianza para el número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en arboles con exudación externa de resina en el predio Leonera.....	73
6	Tabla de análisis y varianza para el número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en arboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	75

En el Anexo N° 1.

1	Información de rodales en cosecha.....	77
2	Información de suelo de los predios seleccionados.....	77
3	Información climática de los predios seleccionados.....	78



Índice de Figuras.

Figura N°		Página
<u>En el Anexo N° 2.</u>		
1	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Pefuelas.....	79
2	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Pefuelas.....	80
3	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Leonera.....	81
4	Medias del N° de bolsillos de resina/rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera.....	82
<u>En el Anexo N° 3.</u>		
1	Bolsillo de resina tipo 1.....	83
2	Bolsillo de resina tipo 2.....	84
3	Bolsillo de resina tipo 3.....	85

I. INTRODUCCION.

En el proceso de elaboración de las molduras de exportación de Pinus radiata D. Don. en la empresa ANDINOS S.A., se le otorga una gran importancia al reconocimiento de los diferentes defectos que se presentan en este producto y que pueden provocar importantes pérdidas económicas. Esta problemática es evaluada de acuerdo al origen del defecto y el Area de Calidad de la empresa clasifica los diferentes defectos en 3 grupos. Dentro de esta clasificación, los defectos provenientes de la madera que corresponden a la presencia en las molduras de médula, bolsillos de resina, bolsillos de corteza, son los más importantes; específicamente los bolsillos de resina son los que originan significativas pérdidas en la producción debido al paso del producto a los procesos de corrección del defecto. Para esta problemática en particular, la empresa ANDINOS S.A. no dispone de la información necesaria para analizar la presencia de bolsillos de resina en árboles de la especie Pinus radiata D. Don, que constituyen la materia prima para la producción de molduras de exportación. Por lo tanto, el objetivo principal del estudio es la caracterización de los bolsillos de resina en plantaciones de Pinus radiata D. Don, a través de una descripción interna del defecto y características externas del árbol que presenta bolsillos de resina en la madera, además de una revisión bibliográfica sobre el tema. Los árboles seleccionados para el estudio fueron elegidos en predios pertenecientes a la empresa forestal MILLALEMU S.A., seleccionados por presentar alta presencia de bolsillos de resina según información de la empresa ANDINOS S.A.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General:

Caracterización de bolsillos de resina en plantaciones de Pinus radiata D. Don en la VIII región.

2.2 Objetivos Específicos:

- a) Determinar características externas del árbol que sirven para indicar presencia de bolsillos de resina en la madera.
- b) Describir el defecto “bolsillo de resina”.
- c) Determinar frecuencia de los bolsillos de resina según altura en el fuste.
- d) Asociar un factor medio ambiental con la presencia de bolsillos de resina en los árboles.



III. REVISION BIBLIOGRAFICA.

3.1 Descripción de los bolsillos de resina en Pinus radiata D. Don.

El defecto consiste en una abertura de forma lenticular en la madera, midiendo generalmente de 3.5 a 5 cm en la dirección longitudinal, 2 a 2.5 cm en la dirección tangencial y de 0.3 a 0.5 cm de dirección radial. El borde interior es paralelo a los anillos de crecimiento anuales (Frey - Wyssling, 1942; de Carvalho, 1957, citado por Clifton, 1969).

Wangaard (1950) define los bolsillos de resina como aberturas bien definidas entre los anillos de crecimiento anuales, usualmente conteniendo resina, en forma sólida o líquida, los que presentan forma de lente, con curvatura hacia el perímetro del árbol, y un rango en las dimensiones que va desde menos de 0.3 a 5 cm de ancho y desde 5 a 20 cm o más en longitud. Los bolsillos de resina afectan 1 o 2 anillos de crecimiento y están ocultos hasta ser expuestos por el aserrado.

Otra definición del defecto la entrega Cown (1973) señalando que los bolsillos de resina son defectos originados en los planos tangencial longitudinal en la zona del cámbium hacia el interior, este defecto crece en el tejido duro (parénquima). La presión de secreción de resina interna aparentemente causa la extensión de la hendidura formando el

bolsillo, la dureza (callo) permanece como un forro en el exterior del bolsillo. Estos defectos están asociados generalmente con bandas de falsa madera de verano.

Somerville (1980), define en términos de características anatómicas 3 tipos diferentes de bolsillos de resina presentados en la madera, que se describen a continuación:

a) Bolsillo de resina tipo 1.

Este defecto es típicamente una discontinuidad oval en forma de lente en la madera, ubicado en el plano tangencial longitudinal y que contiene resina líquida y callos. La ruptura inicial ocurre en la zona cambial y el defecto asume su proporción final ayudado por la resina bajo una alta presión (Harris y Barnett, 1975; citado por Somerville, 1980). El callo es formado por la proliferación de células del parénquima de los rayos medulares y canales resiníferos hacia la cavidad y continúa su desarrollo durante varios años (Clifton, 1969; citado por Somerville, 1980). En los primeros años los callos cubren ambas superficies del bolsillo y pequeños nódulos pueden llegar a ser aparentes, los cuales se desarrollan primero sobre la superficie interna y luego sobre la superficie externa, y pueden crecer hasta que ocupan la mayor parte del bolsillo (Anexo N° 3).

Típicamente no hay cambio en la curvatura del anillo anual externo a un bolsillo de resina tipo 1. Esto sugiere una reducción en la actividad meristemática del cambium correspondiente a la extensión radial del bolsillo inmediatamente después de su

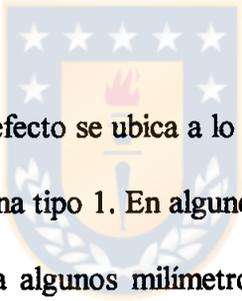
formación. No hay certeza que el bolsillo de resina inhiba por si mismo el crecimiento. El cambium aparentemente reasume su actividad normal en los años subsecuentes, aunque no es raro observar más defectos producidos en la misma sección del cambium (Somerville, 1980).

La superficie interior del bolsillo pueden ubicarse en cualquier parte del crecimiento anual, pero típicamente está a lo largo de la fibra, ya sea del límite entre madera temprana y madera tardía (esto incluye el correspondiente límite de un falso anillo de crecimiento si estuviera presente (Cown, 1973; citado por Somerville, 1980)), o una banda de canales de resina verticales estrechamente separados. Estos constituyen dos planos aparentes de debilidad a lo largo de los cuales puede ocurrir la ruptura original.

b) Bolsillo de resina Tipo 2.

El bolsillo de resina tipo 2 parece originarse como un defecto tipo 1, es decir, una separación tangencial en la zona cambial a lo largo de un plano de debilidad. Sin embargo, el bolsillo en desarrollo se rompe a través del cámbium, resultando en una exudación externa de resina, y el bolsillo original puede aplastarse formando una delgada línea de callos y resina seca, o también puede retener algo de sus proporciones espaciales originales. Cualquier cámbium vivo restante continuo a la separación original puede continuar funcionando a un ritmo reducido.

El bolsillo de resina tipo 2 contiene resina seca, corteza, callos y madera sellada, pudiendo también desarrollarse desde la diferenciación de las células de los callos. Además en el defecto particularmente en la madera tardía es a menudo visible una alta impregnación de resina. Como el proceso de oclusión prosigue, la corteza es desprendida en forma frecuente, dando al defecto un largo componente radial. En el rodal la presencia de estos defectos es usualmente detectable por la exudación externa de resina. La exudación por un largo tiempo provoca un ennegrecimiento del fuste debido al polvo del suelo que se adhiere a la resina. La depresión correspondiente a la cicatriz de la oclusión se manifiesta en el exterior de los árboles.



La separación original, causante del defecto se ubica a lo largo de los mismos planos que la superficie interna del bolsillo de resina tipo 1. En algunos casos los signos más internos de disrupción de los tejidos se ubica algunos milímetros dentro del límite de madera temprana / madera tardía o de la banda de canales resiníferos (Anexo N° 3).

c) Bolsillos de resina tipo 3.

El defecto es usualmente distinguible como un estrecho quiebre orientado longitudinalmente en la continuidad de la madera, lleno con resina seca, tejido parenquimático y a veces células de corcho.

Este defecto ocurre típicamente en la cercanía de los canales de resina y aparentemente se origina como una lesión en la zona cambial, con la consecuente oclusión. El defecto tipo 3 se asemeja al defecto tipo 2, pero no tiene una separación tangencial, de forma oval y grande en su base. El mismo proceso de oclusión ocurre con anillos de crecimiento abollados, corteza abollada y exudación externa de resina. También es característico la impregnación de resina, particularmente en la madera tardía.

En el plano tangencial, ejemplos de este defecto muestran una faja ahusada de tejido parenquimático rojo-café correspondiente a la extensión de la lesión original en la zona cambial, con bandas de resina seca correspondientes al punto o puntos de ruptura a través del cámbium (Anexo N° 3).



En resumen, el bolsillo de resina tipo 1 es un espacio ovalado, ubicado en el plano tangencial longitudinal y lleno con resina líquida . El bolsillo de resina tipo 2 es el producto de formación tipo 1 rompiendo a través del cámbium y su cicatriz de oclusión. El defecto tipo 3 tiene una estrecha separación tangencial en su base y cicatriz de oclusión similar al defecto tipo 2. Resina seca y resina impregnada son características de los bolsillos tipo 2 y 3.

3.2 Bolsillos de resina en diferentes especies forestales.

Según Cown (1973), Pinus corsica y Pinus ponderosa plantados en Nueva Zelandia entre los años 1920 y 1940, presentaron bolsillos de resina en la madera, aunque este defecto no constituyera un factor importante en la producción de madera de alta calidad. Además, este autor indica que todas las especies de pino utilizados en Nueva Zelandia contienen bolsillos de resina, aunque frecuentemente el número de éstos es insignificante y su tamaño es pequeño. Las otras especies mencionadas por este autor son Pinus elliotti, Pinus taeda, Pinus strobus, Pinus patula y Pinus jeffri.

Wangaard (1950) menciona a Larix sp., Picea sp. y Pseudotsuga menziesii, donde se encontraron bolsillos de resina. Además, refiriéndose a Forsaith (1926), indica que este autor detalla la ocurrencia de este defecto en Abies sp. en donde los conductos traumáticos son formados como resultado de heridas o llagas.

Desh (1965) se refiere a las mismas especies anteriores como poseedoras de bolsillos de resina y agrega que este tipo de defectos no está presente en especies como Sequoia sempervirens y Taxus baccata.

3.3 Estructura de la madera y presencia de los bolsillos de resina en Pinus radiata D. Don.

La información entregada por Cown (1973), es la referida a las características de los bolsillos de resina muestreados en troncos secos, donde se encontró invariablemente asociados con falsos anillos en la madera y su iniciación es durante o inmediatamente después de la formación de madera tardía.

Los falsos anillos son estrechas bandas formadas por células de paredes gruesas siendo característica distintiva de la madera de los bosques muestreados y son formados al final de la primavera o verano. Una inspección visual de rodela obtenidas de las trozas muestreadas mostraron que los falsos anillos formados año a año son muy similares entre árboles de la misma cosecha y los anillos más notorios ocurrieron en los mismos años, confirmando que su formación depende de condiciones ambientales específicas (Dobbs, 1953; citado por Cown, 1973). Además, un examen en muestras de la presencia de bolsillos de resina revelaron que la única área fuera de Canterbury donde existe la asociación con los falsos anillos es el bosque estatal de Ngaumu en Nueva Zelandia. La madera de muchas otras regiones está virtualmente libres de las falsas bandas de madera tardía y los bolsillos de resina ocurren principalmente en la madera temprana formada.

La información proporcionada por Cown (1973), referente a la estructura de la madera y la presencia de los bolsillos de resina en los bosques de Nueva Zelandia se entregan en los siguientes puntos :

a) Falsos anillos como zonas de debilidad.

Para la comparación visual de muestras del desarrollo de falsa madera tardía entre diferentes cultivos, se preparó una faja radial de 50 mm de ancho y 10 mm de profundidad, cada 2 m a lo largo de las trozas. En estas muestras se observó que las fajas de madera tardía / madera temprana pueden rajarse tangencialmente en forma parcial o completa. En examen detallado fue visto que las rajaduras tienden a seguir el límite de falsa madera tardía / madera temprana, es decir, estos son los horizontes de crecimiento en los cuales son iniciados los bolsillos de resina, demostrando la existencia de zonas de debilidad a lo largo de los límites externos de los falsos anillos.

La examinación microscópica de secciones transversales de madera que contienen falsos anillos revelan en algunos casos que está presente una clara hilera tangencial de canales resiníferos verticales estrechamente espaciados inmediatamente dentro o fuera de la región de falsa madera tardía, lo que podría contribuir a el efecto de debilitamiento.

b) Anatomía de los bolsillos de resina en la madera.

Los bolsillos de resina en la región de Canterbury (Nueva Zelanda) se originan desde la ruptura tangencial en el tejido de la madera cerca del límite exterior de los falsos anillos.

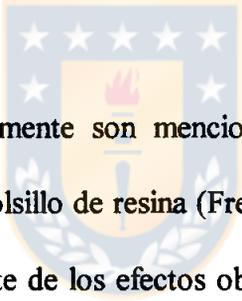
Macroscópicamente, el borde interior de los anillos usualmente se manifiestan como una clara ruptura, pero microscópicamente puede ser observado como una deformación más irregular donde la rajadura sigue la línea de menor resistencia, por ejemplo: canales de resina.

Secciones radial longitudinal de los bolsillos de resina revelaron diferentes tipos de células involucradas en la estructura del defecto: traqueidas normales en madera tardía, traqueidas septadas (cordón), parénquima rectangular y células del callo. Estas series de células son casi idénticas con aquellas circundantes a los canales de resina (Bannan, 1936; citado por Cown, 1973), aparte de la presencia de callos en la cavidad del bolsillo y la aparente ausencia de células epiteliales. Inicialmente se pensó que tales secciones pasaban a través de los canales verticales de resina pero un muestreo seriado mostró que esto no es un efecto local y, que de hecho ocurre en alguna extensión alrededor del bolsillo en ambos bordes internos y externos. El cordón de traqueidas y células parenquimáticas pueden ser vistos ocurriendo en secuencia radial con las traqueidas normales y por lo tanto deben haber sido formados desde elementos fusiformes antes de la diferenciación. Esto claramente indica que la rajadura inicial tiene lugar en la zona cambial.

El tejido de los callos resulta de la proliferación de parénquima de los rayos y células parenquimáticas de los canales de resina dentro de la cavidad del bolsillo. El crecimiento y desarrollo en pino insigne son muy rápidos, con el resultado que ninguna de las muestras estudiadas revelo claramente el inicio del proceso.

c) Iniciación y desarrollo de los bolsillos de resina.

En Nueva Zelanda se piensa que un alto nivel de bolsillos de resina tiende a ocurrir en áreas donde el estrés hídrico se desarrolla periódicamente creando falsos anillos dentro de la madera.



Vientos de gran intensidad normalmente son mencionados como el principal factor contribuyente con la iniciación del bolsillo de resina (Frey-Wyssling, 1942; Clifton, 1969; citados por Cown, 1973), pero aparte de los efectos obvios de fuertes vientos sobre los árboles, tales como derribo de árboles, quiebre de fustes, poco se conoce acerca de la influencia del movimiento por viento en el árbol sobre la zona cambial. Hocking (1949), citado por Cown (1973) observó que algunos fustes de pino insigne cayeron bajo la fuerza de compresión ejercidas por viento con fuerzas de temporal en bosques de Nueva Zelanda y los fustes de árboles remanentes mostraban fracturas horizontales en la región del colapso en el lado opuesto al viento. De acuerdo a la teoría mantenida actualmente estos defectos podrían esperarse sean prevalentes en cultivos predispuestos a la formación de bolsillos de resina. Esfuerzos mecánicos inducidos por el viento serían

mayores alrededor de las bases de las ramas, particularmente en la parte media y superior de las copas, pero Clifton (1969), citado por Cown (1973) encontró que los bolsillos de resina asociados a las ramas eran la excepción y no la regla y que gran número del defecto pueden encontrarse en las secciones podadas del fuste.

Una hipótesis alternativa sería que la iniciación del bolsillo resulta de la ruptura de las células a lo largo del límite madera tardía / madera temprana inmediatamente después de mitigarse un estrés hídrico. Vite (1961), citado por Cown (1973), estableció una relación entre déficit en el potencial de agua y presión de oleoresina, notando una declinación estacional en la presión de Pinus ponderosa a medida que se desarrolla la sequía de verano. En este caso siguiendo al período de sequía cuando la tensión de la savia es liberada y se renueva la producción de células de paredes delgadas y gran diámetro, hay un aumento en la presión de resina en un estado cuando la zona cambial sería particularmente sensitiva a estrés mecánico o fisiológicos conducentes a roturas de células, por ejemplo: por movimiento del viento o alta presión de turgencia. La resina podría entonces entrar a la cavidad resultante desde los canales horizontales y tender a aumentar de tamaño a lo largo de la línea de menor resistencia, es decir, longitudinal y radialmente a lo largo de el límite de falsa madera tardía / madera temprana. Day (1959), citado por Cown (1973), cita numerosos casos de colapso semejantes en los tejidos meristemáticos relacionados a escaso suministro de agua.

El modelo regular y la forma de los bolsillos de resina, no solamente en madera producida en Nueva Zelanda, si no también la producida en otros países, sugieren que los factores controlan el aumento del tamaño de la cavidad son los mismos en todos los casos. La evidencia circunstancial apunta a la presión de resina y al volumen de resina disponible como tales factores. Las dimensiones de los bolsillos en secciones radiales sugieren que la presión de resina determina la forma, y observaciones microscópicas muestran rajaduras distintas de las paredes del bolsillo (rajaduras en los extremos atribuida a la presión de resina). Se conoce que los tamaños de los bolsillos aumenta desde la médula hacia afuera del tallo (Clifton, 1969, citado por Cown, 1973) y esto va en forma paralela con el incremento en largo de los canales verticales de resina en los pinos (Bannan, 1936, citado por Cown, 1973). Debido a que los canales resiníferos verticales y horizontales son parte de un sistema que se anastomosa, el volumen de resina que aumenta rápidamente podría ser forzado bajo presión dentro de las cavidades en el xilema a medida que aumenta la distancia desde la médula.

El desarrollo de los bolsillos es de este modo visualizado como siendo controlado por presión y disponibilidad de resina, de tal manera que en un año cualquiera pueda formarse dentro del árbol unos pocos bolsillos grandes o varios pequeños.

El número de bolsillos de resina varía dentro y entre los árboles, según Cown (1973) la variación en el número de bolsillos de resina parece estar relacionado con la falta de agua,

desecamiento y daño por viento. De este modo sería difícil predecir cuál árbol en un bosque en particular estaría más propenso a la formación del defecto, por ejemplo árboles dominantes y codominantes pueden tener más agua disponible, debido a que poseen un sistema radicular más grandes, pero a la vez están más expuestos a efecto del viento cálido y pueden llegar a desarrollar estrés hídrico.

Dentro de los árboles individuales los bolsillos de resina tienden a estar concentrados en la mitad inferior del fuste, con muy pocos en la porción superior de la copa (Clifton, 1969, citado por Cown, 1973). Estos hechos son consistentes con la hipótesis de estrés hídrico, puesto que el estrés hídrico se desarrolla primero en el fuste inferior y progresa hacia el ápice según aumenta la severidad de la sequía (Zahner, 1968, citado por Clifton, 1969).

3.4 Implicaciones de la presencia de bolsillos de resina para el manejo forestal de *Pinus radiata* D. Don.

Según Cown (1973), los bolsillos de resina no afectan en forma importante las propiedades de la madera rolliza y madera para pulpa y su influencia económica en los bosques manejados solo se presenta en números mayores de 5 a 10 bolsillos por m².

Pérdidas de importancia económica por causa de los bolsillos de resina ocurren más probablemente en bosques manejados para la producción de madera libre de nudos o en

sitios de buena calidad en cuanto a crecimiento, pero donde la incidencia de los bolsillos es sobre la normal. Este caso se presenta en algunos bosques estatales de Nueva Zelanda, específicamente en las Reservas Auckland y Nelson (Sutton y Mc Donald, 1971, citado por Cown, 1973). De este modo es importante considerar que los bolsillos de resina en ciertas zonas, como ocurre especialmente en la región de Canterbury (Nueva Zelandia), pueden causar una reducción significativa de la producción de madera libre de nudos. El problema para el manejo de bosques puede radicar en la gran variabilidad que existe en el número de bolsillos de árbol a árbol y de sitio a sitio.

3.5 Causas de la formación de los bolsillos de resina en la madera de *Pinus radiata* D. Don.

Wangaard (1950), sostiene que los bolsillos de resina son más frecuentes en árboles que crecen solos y expuestos a temperaturas y humedades extremas en el bosque y hace referencia a Snyder (1927), el cual menciona a ciertos insectos, particularmente escarabajos de la corteza como causantes de los bolsillos de resina.

Cown (1973), menciona a el efecto del viento y estrés hídrico como los principales factores asociados a la formación de bolsillos de resina en la madera.

El autor que analiza con mayor profundidad los factores del sitio forestal que influyen en la formación de bolsillos de resina en *Pinus radiata* D. Don. es Clifton (1969), el cual

menciona la baja disponibilidad de agua para el árbol y suelo de baja disponibilidad natural y alto drenaje como causantes de este defecto. Sin embargo, este autor se refiere al efecto de vientos de gran intensidad sobre los árboles como el principal causante de los bolsillos de resina y para apoyar esta teoría menciona como evidencia la siguiente información obtenida de bosques de Nueva Zelandia:

- a) Al examinar completamente árboles que crecieron expuestos a temporales de viento se encontró que presentaron un mayor número de bolsillos de resina que aquellos que crecieron donde el viento predominante es de menor intensidad.
- b) Los árboles con ramas quebradas por efecto del viento presentan mayor cantidad de bolsillos de resina que aquellos sin esta característica.
- c) Un árbol que creció en un espacio abierto, que alcanzó unos 13 m de altura y además expuesto a la acción de vientos de gran intensidad presentó alrededor de 400 bolsillos de resina.
- d) En árboles examinados se encontró que la incidencia del defecto decrece radialmente a medida que el árbol alcanza el tamaño para resistir en mejor forma el movimiento por efecto del viento.

3.6 Observaciones realizadas en la empresa ANDINOS S.A.

Las observaciones provienen del trabajo realizado por Valdés y Vega (1995), los cuales demostraron que las molduras de exportación de Pinus radiata D. Don. obtenidas de trozas cosechadas en los predios Peñuelas y Leonera presentan un número de bolsillos de resina significativamente mayor que el resto de los predios que abastecen de materia prima a la empresa ANDINOS S.A.



IV. MATERIAL Y METODO.

4.1 Selección de predios para el estudio.

La selección de predios para el estudio se realizó a través de antecedentes obtenidos de la empresa ANDINOS S.A., los cuales permitieron seleccionar 2 predios que presentan una alta presencia de bolsillos de resina en la madera (Valdés y Vega, 1995), con el fin de elegir en ellos árboles para la etapa de caracterización de los árboles que presentan mayor número de bolsillos de resina y descripción interna del defecto. Estos predios son los siguientes:

Predios:	Edad del bosque (años)	Ubicación:
Peñuelas	24	15 km al norte de Cabrero
Leonera	25	9 km al este de Dichato

Además se seleccionó un tercer predio llamado Niblinto, ubicado 30 km al noreste de Coihueco, el cual presenta características distintas a los predios anteriores, como lo son la ausencia de exudación externa de resina en el fuste de los árboles y poca presencia de daño por viento. En este predio al momento de ser evaluado, se había terminado con las faenas de cosecha, por lo tanto solo disponía de las trozas almacenadas en la cancha de acopio de la empresa ANDINOS S.A., debido a lo cual solo se utilizó esta madera para la etapa de descripción interna del defecto.

4.2 Información de predios seleccionados.

Para cada predio seleccionado se determinó la siguiente información (Anexo 1):

- ◆ Densidad del bosque (N° árb/ha).
- ◆ N° de podas y raleos.
- ◆ Información de la acción del viento en la zona.
- ◆ Temperaturas máximas y mínimas.
- ◆ Número de meses secos durante el año en la zona.
- ◆ Condiciones fitosanitarias pasada y actual del bosque.

4.3 Caracterización del árbol que presenta mayor número de bolsillos de resina.

Para esta etapa se asumió las siguientes hipótesis:

- i) La exudación externa de resina en el fuste de los árboles es un indicador de una mayor presencia de bolsillos de resina en la madera de Pinus radiata D. Don.
- ii) La principal causa de la formación de los bolsillos de resina es el efecto de la acción del viento sobre los árboles.

4.3.1 Obtención de muestras. En terreno se procedió a identificar árboles con exudación externa de resina y durante las faenas de cosecha en los predios Peñuelas y Leonera se seleccionaron 50 árboles con esta característica y los 50 árboles más cercanos que no la

presentaran. De los individuos seleccionados en ambos predios se obtuvo una muestra de madera (rodela) de los extremos de las trozas de el 100 % de los árboles seleccionados y además una muestra de madera en el lugar de exudación externa de resina en el fuste para el 68% de los árboles con esta característica en el predio Peñuelas y para el 60% de los árboles de igual categoría en el predio Leonera.

Posteriormente se observó y cuantificó la presencia de bolsillos de resina en las muestras obtenidas mediante la variable número de bolsillos de resina/rodela, clasificando el defecto de acuerdo a su posición longitudinal en el árbol (1^a ubicación: 0.3 m de altura; 2^a ubicación: 4 m de altura; 3^a ubicación: 8 m de altura), además de identificar cada árbol con una categoría de daño por viento.

De las dos rodela obtenidas a 4 m de altura se seleccionó para cuantificar el número de bolsillos de resina en esta ubicación aquella que presentó mayor cantidad del defecto.

4.3.2 Evaluación del daño por viento en los árboles. Para conocer la magnitud del daño por viento en los árboles considerados para la obtención de muestras, estos se clasificaron en diferentes categorías de daño por viento y se determinó los siguientes parámetros:

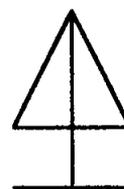
i) $\% P_i = (\text{N}^\circ \text{ de árboles en categoría } i \text{ de daño por viento} / \text{total de árboles}) * 100$

donde:

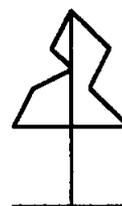
P_i = grados de daño por viento en los árboles.

categorías:

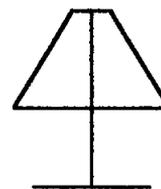
0 = árbol sin daño



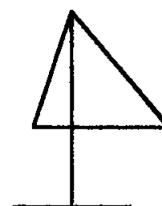
1 = árbol con ramas quebradas



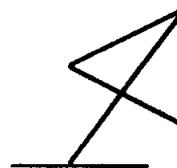
2 = árbol con ápice quebrado



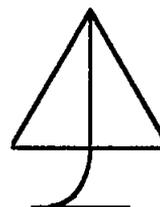
3 = árbol con copa asimétrica



4 = árbol inclinado



5 = árbol sentado



ii) Porcentaje de árboles afectados (incidencia):

$$\% \text{ árboles afectados} = (\text{árboles afectados} / \text{árboles totales}) * 100$$

4.4 Análisis estadístico.

La presencia de los bolsillos de resina en las muestras se analizó a través de la variable número de bolsillos de resina/rodela, la cual presenta una distribución de Poisson (¹Lanuza, P., comunicación personal; Steel y Torrie (1985)). Dado que para realizar un adecuado análisis de varianza se necesita una distribución normal y varianzas homogéneas, fue necesario realizar una transformación cuadrática de los datos obtenidos, realizándose la comparación de medias a través del test de Duncan (Apéndice).

¹ Lanuza, Pilar. Profesora de Estadística y Diseño Experimental, Campus Chillán, Universidad de Concepción.

Este análisis estadístico se aplicó a las siguientes comparaciones:

- a) Número de bolsillos de resina en rodela obtenidos de árboles con y sin exudación externa de resina en los predios Peñuelas y Leonera en forma individual y en conjunto.

- b) Número de bolsillos de resina en la primera ubicación (0.3 m de altura), segunda ubicación (4 m de altura) y tercera ubicación (8 m de altura) en árboles con y sin exudación externa de resina de los predios Peñuelas y Leonera.

Además se determinó la incidencia de los bolsillos de resina en rodela obtenidos en el lugar de exudación externa de resina en el fuste de los árboles seleccionados. Este cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ rodela con defecto} = (\text{rodela con defecto} / \text{total de rodela}) * 100$$

4.5 Descripción interna de los bolsillos de resina.

Se seleccionaron 3 árboles por categoría con y sin exudación externa de resina en los 3 predios seleccionados. Estos árboles fueron seccionados cada 2 metros con el fin de obtener rodela a lo largo del fuste de los árboles para posteriormente evaluar la presencia de bolsillos de resina y determinar:

- ◆ Forma de los bolsillos de resina.
- ◆ Posición longitudinal.
- ◆ Distancia bolsillo de resina a la corteza exterior.
- ◆ Epoca de formación (ubicación en los anillos de crecimiento).
- ◆ Dimensiones de los bolsillos de resina.
- ◆ Clasificación de bolsillos de resina de acuerdo a las siguientes categorías:

i) Bolsillo de resina Tipo 1: Es un bolsillo de forma ovalada, ubicado en el plano tangencial longitudinal y contiene resina líquida (Anexo N° 3).

ii) Bolsillo de resina Tipo 2: Es un bolsillo tipo 1 pero con una ruptura a través del cambium produciendo esta exudación de resina, tiene forma ovalada a lenticular y contiene resina, corteza y callos (Anexo N° 3).

iii) Bolsillo de resina Tipo 3: Es un bolsillo que se distingue como un quiebre orientado longitudinalmente, y contiene resina seca y tejido parenquimático (Anexo N° 3).

Los tres tipos de bolsillos de resina son descritos con mayor detalle en la bibliografía.

4.6 Relación formación bolsillos de resina con condiciones de sitio forestal.

Con el objetivo de visualizar alguna relación entre la época de ocurrencia de temporales de viento y heladas severas con la época de formación de bolsillos de resina, se recolectó la siguiente información en las estaciones meteorológicas del Campus Chillán y Bellavista de la Universidad de Concepción:

a) Temporadas de mayor ocurrencia de temporales de viento y heladas severas en las zonas de ubicación de los predios evaluados durante los años de desarrollo del bosque.

b) Épocas de mayor formación de bolsillos de resina en los árboles representado por la ubicación del defecto en los anillos de crecimiento.

Posteriormente se determinó las edades del árbol en las épocas de mayor formación de bolsillos de resina y se comparó con los años de mayor ocurrencia de temporales de viento y heladas severas en las zonas de los predios evaluados.

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1 Número de bolsillos de resina por rodela en los árboles seleccionados.

Tabla 1: Número de bolsillos de resina en los árboles muestreados en predio Peñuelas.

Arbol N°	Arbol con o sin (c/s) exudación externa de resina	Número de bolsillos de resina					
		Troza N° 1		Troza N° 2		Punto de exudación en el fuste	
		Rodela N°		Rodela N°			
		1	2	1	2		
1	s	0	0	1	1		
2	s	1	0	1	0		
3	s	0	1	1	0		
4	c	0	1	0	1	1	
5	s	1	0	0	1		
6	s	1	0	1	0		
7	c	1	1	2	1	1	
8	c	0	1	0	1	1	
9	c	1	0	1	1	0	
10	c	0	1	1	0	0	
11	c	1	1	0	1	1	
12	c	2	0	0	1	0	
13	c	0	1	0	0	0	
14	s	0	0	0	1		
15	s	1	0	0	1		
16	s	1	0	0	0		
17	s	0	0	0	0		
18	c	1	0	1	0	0	
19	c	1	1	1	0	1	
20	c	1	1	1	0	0	
21	c	0	1	1	1	1	
22	s	0	0	0	1		
23	c	1	0	1	0	1	
24	c	1	1	0	1	0	

25	c	0	1	1	0	1
26	s	0	0	0	0	
27	s	0	1	1	0	
28	s	1	0	0	0	
29	s	0	0	1	0	
30	c	0	2	1	0	0
31	s	1	1	0	0	
32	c	2	0	1	0	1
33	c	2	0	0	1	1
34	c	0	1	0	1	0
35	c	1	0	0	1	0
36	c	1	0	1	0	0
37	c	0	1	1	1	0
38	c	0	1	1	0	-
39	s	0	0	0	0	
40	s	0	0	0	0	
41	s	0	1	0	1	
42	s	0	0	0	1	
43	s	0	0	1	0	
44	c	1	0	1	0	1
45	s	0	1	0	0	
46	c	1	0	1	1	1
47	s	1	0	0	0	
48	s	0	0	0	0	
49	c	1	0	1	0	1
50	c	0	1	1	1	-
51	s	0	1	0	0	
52	c	0	0	0	1	-
53	c	1	0	1	1	-
54	s	0	0	0	0	
55	s	0	0	0	0	
56	c	1	0	1	0	-
57	s	0	0	0	1	
58	c	0	0	0	1	1
59	s	1	0	0	0	
60	s	0	0	0	0	
61	c	1	0	2	0	1
62	s	0	0	0	0	
63	c	0	1	0	2	-
64	c	0	1	0	1	1
65	s	0	0	1	1	
66	c	1	0	1	1	-

67	c	1	0	0	1	-
68	s	0	0	0	0	-
69	c	0	0	0	1	-
70	s	0	0	0	0	-
71	s	1	0	0	0	-
72	s	0	0	0	0	-
73	c	0	1	1	0	-
74	c	0	1	0	1	-
75	s	0	0	1	0	-
76	c	0	0	1	0	-
77	c	1	1	1	1	-
78	s	0	1	0	1	-
79	c	1	0	1	1	-
80	s	0	0	0	0	-
81	c	0	0	1	1	-
82	c	1	0	0	2	1
83	s	0	0	0	0	-
84	s	0	1	0	0	-
85	c	0	1	0	1	1
86	s	0	0	1	0	-
87	s	0	0	0	0	-
88	s	0	0	1	0	-
89	s	0	1	0	0	-
90	c	0	0	1	0	1
91	s	0	1	0	1	-
92	c	0	0	0	1	1
93	s	0	0	1	0	-
94	s	0	0	0	0	-
95	c	1	0	1	1	-
96	c	0	0	1	0	1
97	c	0	1	1	0	1
98	s	0	0	0	1	-
99	s	0	0	0	0	-
100	s	0	0	0	0	-

Observación: Simbología en la columna número 7:

- : No se obtuvo rodela en el punto de exudación de resina en el fuste de este árbol.

0 : No se encontraron bolsillos de resina en la rodela obtenida en el punto de exudación de resina en el fuste del árbol.

Tabla 2: Medias del número de bolsillos de resina/rodela en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

Media (N° bolsillos de resina/rodela)	
Arboles con exudación externa de resina	Arboles sin exudación externa de resina
0,69 a	0,27 b

* Medias con letras distintas son significativamente diferentes con $\alpha=0.05$.

En el predio Peñuelas se observa que los árboles con exudación externa de resina presentan un número de bolsillos de resina significativamente mayor que los árboles sin esta característica (Apéndice).

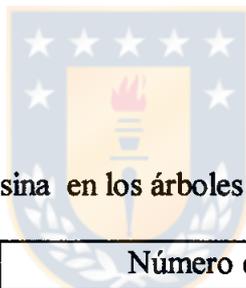


Tabla 3: Número de bolsillos de resina en los árboles muestreados en predio Leonera.

Arbol N°	Arbol con o sin (c/s) exudación externa de resina	Número de bolsillos de resina					
		Troza N° 1		Troza N° 2		Punto de exudación en el fuste	
		Rodela N°		Rodela N°			
		1	2	1	2		
1	c	0	1	0	1	0	
2	c	1	0	1	0	0	
3	c	1	0	1	0	0	
4	c	0	1	0	1	0	
5	s	1	0	0	0		
6	s	1	0	0	0		
7	c	1	0	1	1	0	
8	c	1	1	1	0	0	
9	c	1	1	0	0	0	
10	s	0	0	0	0		
11	s	1	0	0	1		

12	c	1	1	1	1	0
13	c	1	1	0	1	0
14	c	1	1	0	1	-
15	s	0	0	0	0	-
16	s	0	0	1	0	-
17	c	1	0	1	0	-
18	c	1	0	0	1	-
19	c	1	0	2	0	-
20	c	0	0	1	1	-
21	c	1	0	0	0	1
22	c	0	1	0	2	1
23	c	0	0	0	1	1
24	c	0	0	1	0	-
25	c	0	1	0	0	1
26	c	0	0	0	1	-
27	s	0	1	0	1	-
28	s	0	1	0	0	-
29	c	1	0	0	1	-
30	c	1	0	0	1	-
31	c	0	1	1	1	1
32	c	1	0	0	1	-
33	c	1	0	1	0	-
34	c	0	1	0	0	-
35	c	0	1	0	1	-
36	c	1	0	1	1	-
37	s	1	0	0	1	-
38	s	0	0	1	0	-
39	s	0	0	1	0	-
40	s	0	0	0	1	-
41	s	0	0	1	0	-
42	s	1	0	0	1	-
43	s	0	0	0	0	-
44	s	0	1	0	0	-
45	c	1	1	1	0	1
46	s	0	0	0	0	-
47	s	0	0	0	1	-
48	s	1	0	0	1	-
49	s	0	0	0	0	-
50	s	0	1	1	0	-
51	c	0	1	0	2	1
52	c	1	0	2	0	-
53	c	0	0	0	1	-

54	s	1	0	0	1	
55	s	0	0	1	0	
56	c	1	1	1	0	1
57	s	0	0	0	1	
58	s	0	0	0	0	
59	c	1	0	0	1	1
60	c	0	0	0	1	-
61	c	0	0	1	1	-
62	s	0	0	0	0	
63	s	0	0	0	0	
64	s	0	1	1	0	
65	c	1	0	1	1	-
66	s	0	0	0	1	
67	c	0	1	0	1	-
68	s	0	0	0	0	
69	c	0	0	0	1	-
70	s	0	0	1	0	
71	s	0	0	0	0	
72	c	0	0	0	1	-
73	c	1	0	1	0	-
74	s	0	0	1	0	
75	s	1	0	0	1	
76	s	0	0	1	0	
77	c	0	1	0	2	-
78	c	0	0	0	1	-
79	s	0	0	0	1	
80	s	0	0	0	0	
81	c	0	1	1	1	1
82	s	0	0	0	1	
83	c	1	0	0	1	-
84	s	0	0	1	0	
85	s	0	0	0	0	
86	s	0	0	0	1	
87	s	0	0	0	2	
88	c	0	1	0	2	-
89	c	0	0	1	0	-
90	s	1	0	1	0	
91	s	0	0	0	1	
92	s	0	0	0	1	
93	s	0	0	0	1	
94	s	1	0	0	1	
95	s	0	1	0	0	

96	s	1	0	0	0	
97	c	1	1	1	0	1
98	c	0	1	1	1	-
99	s	1	0	0	0	
100	c	1	0	1	1	-

Observación: Simbología en la columna número 7:

- : No se obtuvo rodela en el punto de exudación de resina en el fuste de este árbol.
- 0 : No se encontró bolsillos de resina en la rodela obtenida en el punto de exudación de resina en el fuste del árbol.

Tabla 4: Medias del número de bolsillos de resina/rodela en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

Media (N° bolsillos de resina/rodela)	
Arboles con exudación externa de resina	Arboles sin exudación externa de resina
0.67 a	0.33 b

* Medias con letras distintas son significativamente diferentes con $\alpha= 0.05$.

Con los datos obtenidos en el predio Leonera también se cumple que existe diferencia significativa entre el número de bolsillos de resina encontrados en árboles con exudación y árboles sin esta característica, siendo los árboles con presencia de resina en el fuste los que presentan mayor número del defecto (Apéndice).

Tabla 5: Medias del número de bolsillos de resina / rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en el fuste de árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

Medias (Nº bolsillos de resina / rodela)		
Ubicación en el fuste	Arboles con exudación externa de resina.	Arboles sin exudación externa de resina.
1ª (0.3 m de altura)	0.56 a	0.2 a
2ª (4 m de altura)	0.88 b	0.4 b
3ª (8 m de altura)	0.64 a	0.22 a

* Medias con letras distintas son significativamente diferentes con $\alpha= 0.05$.

En el predio Peñuelas el número de bolsillos de resina encontrados en rodela obtenidas a 4 m de altura es significativamente mayor al número de bolsillos cuantificados a la altura de 0.3 m y 8 m, tanto en árboles con y sin exudación externa de resina (Apéndice).

La expresión gráfica de estos resultados se presenta en Anexo Nº 2.

Tabla 6: Medias del número de bolsillos de resina / rodela en la primera, segunda y tercera ubicación en el fuste de árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

Medias (Nº bolsillos de resina / rodela)		
Ubicación en el fuste	Arboles con exudación externa de resina.	Arboles sin exudación externa de resina.
1ª (0.3 m de altura)	0.52 a	0.24 a
2ª (4 m de altura)	0.60 a	0.32 a
3ª (8 m de altura)	0.74 a	0.40 a

* Medias con letras distintas son significativamente diferentes con $\alpha= 0.05$.

En los árboles con y sin exudación externa de resina seleccionados en el predio Leonera no existe diferencia significativa entre el número de bolsillos de resina encontrados en rodelas obtenidas a 0.3 m, 4m y 8 m de altura (Apéndice).

La expresión gráfica de estos resultados se presenta en Anexo N° 2.

5.2 Evaluación del daño por viento en los árboles.

Con el objeto de visualizar alguna asociación entre el efecto del viento sobre el árbol y presencia de bolsillos de resina, cada árbol seleccionado fue asignado a cada una de las seis categorías preestablecidas de daño por viento. Los resultados de esta asignación se presentan en las tablas 7, 8 y 9.



Tabla 7: Porcentaje de árboles por categoría de daño por viento en el predio Peñuelas.

Categoría de daño por viento.	Arboles con exudación externa de resina.	Arboles sin exudación externa de resina.	Total de árboles/categoría.
0= árbol sin daño.	6	26	16
1= árbol con ramas quebradas.	56	62	59
2= árbol con ápice quebrado.	4	2	3
3= árbol con copa asimétrica.	30	8	19
4= árbol inclinado.	4	2	3
5= árbol sentado.	0	0	0
Total	100	100	100

Tabla 8: Porcentaje de árboles por categoría de daño por viento en el predio Leonera.

Categoría de daño por viento.	Arboles con exudación externa de resina.	Arboles sin exudación externa de resina.	Total de árboles/categoría.
0= árbol sin daño.	2	28	15
1= árbol con ramas quebradas.	72	64	68
2= árbol con ápice quebrado.	2	0	1
3= árbol con copa asimétrica.	24	8	16
4= árbol inclinado.	0	0	0
5= árbol sentado.	0	0	0
Total	100	100	100

Tabla 9: Porcentaje de árboles con algún grado de daño por viento (Incidencia).

Incidencia %	Predios	
	Peñuelas	Leonera
Arboles con exudación externa de resina.	94	98
Arboles sin exudación externa de resina.	74	72
Total de árboles por predio.	84	85

Con los valores entregados en las tablas anteriores se puede observar que la presencia de ramas quebradas es el síntoma más frecuente de el daño por viento en ambos predios, seguido por la deformación en la simetría de las copas, las cuales se presentan “cargadas hacia un lado indicando algún efecto constante del viento.

La presencia de árboles con curvatura en la base del fuste (árbol sentado) es nula en ambos predios y esto puede ser producto que los árboles con esta característica fueron eliminados en el raleo.

Finalmente esta información demuestra que un gran porcentaje de los árboles presentan daño por viento. El predio Peñuelas posee un 84 % de los árboles evaluados con algún grado de daño por viento y el predio Leonera un 85 % de los árboles con este tipo de característica. Además el porcentaje de individuos en cada una de las categorías de daño por viento es mayor en árboles con exudación externa de resina, que son el tipo de árbol que presenta mayor cantidad de bolsillos de resina en la madera, en comparación con los otros sin esta característica externa. Esta diferencia en porcentaje aumenta en las categorías de mayor daño por viento. Sin embargo, en el caso de árboles sin daño por viento el porcentaje es mayor en individuos sin exudación externa de resina.

5.3 Presencia de bolsillos de resina en rodajas obtenidas en el punto de exudación de resina en el fuste.

La presencia de bolsillos de resina en rodajas obtenidas en el punto de exudación externa de resina en el fuste de los árboles seleccionados en los predios Peñuelas y Leonera se presentan en la tabla 10.

Tabla 10: Porcentaje de rodela con bolsillos de resina obtenidas en el punto de exudación externa de resina en el fuste.

	Predios		
	Peñuelas	Leonera	Total de muestras
Nº de rodela obtenidas.	34	30	64
Nº de rodela con bolsillo de resina.	22	21	43
% de rodela con bolsillo de resina.	64,7	70	67,3

Estos valores muestran claramente que la exudación externa de resina en un punto determinado en el fuste del árbol, es un buen indicador de la presencia de bolsillos de resina en dicho lugar.



5.4 Descripción interna de los bolsillos de resina.

Las siguientes tablas muestran una descripción interna de los bolsillos de resina en árboles seleccionados con y sin exudación externa de resina en los predios evaluados.

Tabla 11: Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra con exudación externa de resina en el predio Peñuelas (Edad del bosque: 24 años).

Arbol N°	Rodela N°	Forma bolsillo de resina	Ubicación longitudinal (troza N°)	Tamaño long.*ancho (cm * cm)	Epoca formación (edad en años)	Clasificación según bibliografía	Distancia a corteza exterior (cm)
1 DAP= 16 cm	1	ovalada	1	3 * 1.5	15	1	7
	2	-	1	-	-	-	-
	3	ovalada	2	2.5 * 1	15	1	8
	4	lenticular	2	3 * 1	15	3	6.5
	5	ovalada	2	3 * 2	14	1	8
	6	ovalada	3	3 * 1.5	15	1	6.5
	7	-	3	2.6 * 2	-	-	-
2 DAP= 26 cm	1	ovalada	1	2 * 1	16	1	6
	2	-	1	-	-	-	-
	3	lenticular	2	3.5 * 0.5	15	3	11
	4	lenticular	2	3 * 0.5	16	3	8
	5	ovalada	2	2 * 1	15	1	9
	6	ovalada	3	2 * 3	14	3	6
	7	-	3	2 * 0.5	-	-	-
3 DAP= 30 cm	1	ovalada	1	3 * 1.5	14	1	8
	2	-	1	-	-	-	-
	3	lenticular	2	2.5 * 1	12	1	9
	4	ovalada	2	3 * 2	15	1	9
	5	ovalada	2	3 * 2	23	2	1
	6	ovalada	3	2 * 1	15	1	9
	7	-	3	-	-	-	-

Tabla 12: Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en predio Peñuelas (Edad del bosque: 24 años).

Arbol N°	Rodela N°	Forma bolsillo de resina	Ubicación longitudinal (troza N°)	Tamaño long.*ancho (cm * cm)	Epoca formación (edad en años)	Clasificación según bibliografía	Distancia a corteza exterior (cm)
1 DAP= 30 cm	1	ovalada	1	3 * 1.5	16	1	8
	2	-	1	-	-	-	-
	3	ovalada	2	3 * 2	15	1	9
	4	ovalada	2	2 * 1	16	1	8
	5	-	2	-	-	-	-
	6	ovalada	3	2.5 * 2	18	1	7
	7	ovalada	3	3 * 2	14	1	8
2 DAP= 20 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	ovalada	1	3 * 2	12	1	8
	3	ovalada	2	3.5 * 3	15	1	11
	4	lenticular	2	3 * 1	15	1	8
	5	-	2	-	-	-	-
	6	-	3	-	-	-	-
	7	lenticular	3	2 * 0.5	15	1	8.5
3 DAP= 26 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	ovalada	1	3 * 2	12	1	8
	3	ovalada	2	3 * 2.5	15	1	11
	4	lenticular	2	3 * 1	15	1	8
	5	-	2	-	-	-	-
	6	-	3	-	-	-	-
	7	lenticular	3	2 * 0.5	15	1	8.5

Tabla 13: Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra con exudación externa de resina en predio Leonera (Edad del bosque: 25 años).

Arbol N°	Rodela N°	Forma bolsillo de resina	Ubicación longitudinal (troza N°)	Tamaño long.*ancho (cm * cm)	Epoca formación (edad en años)	Clasificación según bibliografía	Distancia a corteza exterior (cm)
1 DAP= 25 cm	1	ovalada	1	2 * 1	10	1	7
	2	-	1	-	-	-	-
	3	ovalada	2	3 * 2	18	1	2
	4	ovalada	2	3 * 2	10	-	5
	5	lenticular	2	3 * 1	10	1	7
	6	lenticular	3	2.5 * 0.5	15	1	3
	7	lenticular	3	2.5 * 1	18	1	7
2 DAP= 27 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	ovalada	1	3 * 2	10	1	12
	3	lenticular	2	2.5 * 1	10	1	10
	4	ovalada	2	2 * 1	10	1	9
	5	-	2	-	-	-	-
	6	ovalada	3	3 * 2.5	18	1	5.5
	7	-	3	-	-	-	-
3 DAP= 26 cm	1	lenticular	1	4 * 0.5	10	1	9
	2	ovalada	1	3.5 * 2.5	10	1	10
	3	lenticular	2	9 * 1	10	2	11
	4	ovalada	2	3 * 2	10	1	10
	5	ovalada	2	2.5 * 1.5	9	1	12
	6	lenticular	3	2.5 * 0.5	18	3	4
	7	ovalada	3	3 * 2	15	1	6

Tabla 14: Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en predio Leonera (Edad del bosque: 25 años).

Arbol N°	Rodela N°	Forma bolsillo de resina	Ubicación longitudinal (troza N°)	Tamaño long.*ancho (cm * cm)	Epoca formación (edad en años)	Clasificación según bibliografía	Distancia a corteza exterior (cm)
1 DAP= 21 cm	1	ovalada	1	2.5 * 2	17	1	2.5
	2	-	1	-	-	-	-
	3	ovalada	2	1 * 0.5	16	1	3.5
	4	-	2	-	-	-	-
	5	lenticular	2	3 * 0.5	10	1	7.5
	6	lenticular	3	4 * 0.5	16	1	5
	7	-	3	-	-	-	-
2 DAP= 27 cm	1	ovalada	1	2.5 * 1	10	1	7
	2	-	1	-	-	-	-
	3	-	2	-	-	-	-
	4	ovalada	2	3 * 2	10	1	8
	5	ovalada	2	3.5 * 2	11	1	6
	6	ovalada	3	2.5 * 1	16	1	5
	7	lenticular	3	3.5 * 1	10	1	8
3 DAP= 31 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	ovalada	1	2 * 1	10	1	13
	3	-	2	-	-	-	-
	4	ovalada	2	2.5 * 2	10	1	11
	5	ovalada	2	3 * 2	10	1	9
	6	-	3	-	-	-	-
	7	-	3	-	-	-	-

Los bolsillos de resina encontrados después de seccionar árboles con y sin exudación externa de resina en los predios Peñuelas y Leonera mostraron que no existe una gran diferencia en el tamaño de los bolsillos de resina entre los árboles de las dos categorías, pero si lo existe en el número de bolsillos encontrados, ya que los árboles con exudación de resina poseen mayor cantidad que los árboles sin esta característica, corroborando lo presentado en la primera parte de los resultados. Además se observa que la mayoría de los bolsillos de resina poseen una forma ovalada, en donde su longitud va desde 1 a 10 cm y su ancho desde 0.5 a 3.5 cm. La categoría bolsillo de resina descrita en la

bibliografía más frecuentemente encontrada fue el tipo 1 que corresponde generalmente a un bolsillo de forma ovalada y que contiene resina líquida y la distancia a la corteza exterior depende de su ubicación en los anillos de crecimiento.

Tabla 15: Descripción interna de bolsillos de resina en árboles muestra sin exudación externa de resina en predio Niblinto (Edad del bosque: 24 años).

Arbol N°	Rodela N°	Forma bolsillo de resina	Ubicación longitudinal (troza N°)	Tamaño long.*ancho (cm * cm)	Epoca formación (edad en años)	Clasificación según bibliografía	Distancia a corteza exterior (cm)
1 DAP= 34 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	-	1	-	-	-	-
	3	ovalada	1	2.5 * 1.5	8	1	11
	4	-	2	-	-	-	-
	5	ovalada	2	2 * 1	14	1	9
	6	-	2	-	-	-	-
	7	-	3	-	-	-	-
	8	lenticular	3	10 * 2	23	2	0.5
2 DAP= 30 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	-	1	-	-	-	-
	3	-	1	-	-	-	-
	4	-	2	-	-	-	-
	5	-	2	-	-	-	-
	6	-	2	-	-	-	-
	7	-	3	-	-	-	-
	8	-	3	-	-	-	-
3 DAP= 32 cm	1	-	1	-	-	-	-
	2	-	1	-	-	-	-
	3	-	1	-	-	-	-
	4	ovalada	2	1 * 0.5	8	1	10
	5	ovalada	2	5 * 3.5	10	3	8
	6	-	2	-	-	-	-
	7	-	3	-	-	-	-
	8	ovalada	3	1.5 * 0.5	16	1	6

Los árboles seleccionados en el predio Niblinto corresponden a individuos sin exudación externa de resina y escasa presencia de daño por viento. En las muestras obtenidas se

cuantificó bolsillos de resina en baja cantidad y de pequeño tamaño, lo que sería explicado por las características de los árboles antes mencionadas.

5.5 Relación formación bolsillos de resina en el árbol con condiciones del sitio forestal.

5.5.1 Ocurrencia de temporales de viento y heladas severas en las zonas de los predios seleccionados. Se analizaron los datos de velocidad del viento y días con heladas severas en las zonas de ubicación de los predios seleccionados a través de información obtenida de las estaciones meteorológicas más cercanas a estos lugares. Con estos datos se determinó que los años con estas condiciones climáticas en el predio Peñuelas corresponde al período 1986 - 1987 - 1988 y en el predio Leonera al período 1980 - 1981. Estos valores se entregan en las tablas 16 y 17.

Tabla 16: Velocidad del viento (≥ 50 km/hr), número de días con viento y número de días con heladas severas medidos en la estación meteorológica más cercana al predio Peñuelas en los años 1986 - 1987 - 1988.

Año: 1986	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Velocidad del viento ≥ 50 km/hr	-	50 55	55	-	50 60	-
Nº de días con viento	-	2 1	1	-	2 1	-
Nº de días con heladas	2	4	5	-	7	-
Año: 1987						
Velocidad del viento ≥ 50 km/hr	-	-	-	50 60	56	50 55 60
Nº de días con viento	-	-	-	1 1	1	2 2 1
Nº de días con heladas	1	8	9	5	6	2
Año: 1988						
Velocidad del viento ≥ 50 km/hr	-	-	-	-	-	-
Nº de días con viento	-	-	-	-	-	-
Nº de días con heladas	3	6	6	13	8	4

Nota: Datos obtenidos de archivos de la Estación Meteorológica del Campus Chillán - Universidad de Concepción.

Tabla 17: Velocidad del viento (≥ 50 km/hr), número de días con viento y número de días con heladas severas medidos en la estación meteorológica más cercana al predio Leonera en los años 1980 - 1981.

Año: 1980	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Velocidad del viento ≥ 50 km/hr	-	65	65 62	50	-	-	-
Nº de días con viento	-	1	2 1	2	-	-	-
Nº de días con heladas	-	1	3	-	-	-	-
Año: 1981							
Velocidad del viento ≥ 50 km/hr	62	75	75	-	-	50	55
Nº de días con viento	1	1	3	-	-	1	1
Nº de días con heladas	2	4	2	-	-	-	-

Nota: Datos obtenidos de archivos de la Estación Meteorológica Bellavista de la Universidad de Concepción.

5.5.2 Epoca de formación de bolsillos de resina en árboles de los predios seleccionados.

Con el objetivo de visualizar alguna relación entre la época de ocurrencia de temporales de viento y heladas severas con la época de formación de los bolsillos de resina, se observó la ubicación del defecto en los anillos de crecimiento y se determinó la edad correspondiente del árbol en esta temporada. Esta información se presenta en las tablas 18 y 19.

Tabla 18: Epoca de formación de bolsillos de resina en árboles del predio Leonera (Edad del rodal: 25 años).

N° de bolsillos de resina					
Edad (años)	Año	Troza N° 1	Troza N° 2	Troza N° 3	Total
9	1980	-	1	-	1
10	1981	6	10	1	17
11	1982	-	1	-	1
13	1984	-	-	-	-
14	1985	-	-	-	-
15	1986	-	-	2	2
16	1987	-	1	1	2
18	1989	-	1	3	4
Total		6	14	7	27

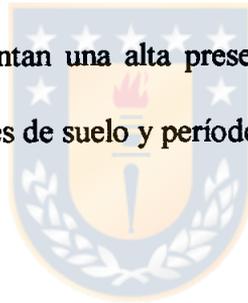
Tabla 19: Epoca de formación de los bolsillos de resina en árboles del predio Peñuelas (Edad del rodal: 24 años).

N° de bolsillos de resina					
Edad (años)	Año	Troza N° 1	Troza N° 2	Troza N° 3	Total
12	1983	1	1	-	2
14	1985	1	1	2	4
15	1986	1	11	4	16
16	1987	2	2	-	4
18	1989	-	-	1	1
23	1994	-	1	-	1
Total		5	16	7	29

En el predio Leonera 62.9 % de los bolsillos de resina encontrados se formaron en el árbol a la edad de 10 años, correspondiendo a las temporadas 1980 - 1981; en cambio, en el predio Peñuelas 57.1 % de los bolsillos de resina fueron formados a la edad de 15 años,

correspondiendo a los años 1986 - 1987. En ambos predios en estos años la ocurrencia de vientos fuertes (≥ 50 km/hr) y heladas severas durante varios días fue mayor que en el resto del período de desarrollo del bosque. Con esta información se puede considerar que existe una relación entre la ocurrencia de temporales de viento y heladas severas con la formación de bolsillos de resina en los árboles.

Respecto a las otras condiciones del sitio de los predios evaluados como lo son el tipo de suelo y el período seco (sin precipitaciones) al que es sometido el bosque, se puede establecer que no son factores importantes en la formación de los bolsillos de resina, ya que ambos predios evaluados presentan una alta presencia de bolsillos de resina en la madera y sin embargo sus condiciones de suelo y período seco son diferentes (Anexo 1).



VI CONCLUSIONES.

1. La exudación externa de resina en el fuste de árboles de la especie Pinus radiata D. Don., es un buen indicador de presencia de bolsillos de resina en la madera.
2. La mayoría de los bolsillos de resina encontrados en árboles de los predios seleccionados pertenecen a la clasificación tipo 1, y corresponden a bolsillos de resina de forma ovalada, conteniendo resina líquida y ubicados en el plano tangencial longitudinal.
3. El número de bolsillos de resina varía en forma significativa a 0.3 m, 4 m y 8 m de altura en árboles de Pinus radiata D. Don. con o sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas, en cambio, esta diferencia no es significativa en el predio Leonera.
4. La presencia de daño por viento en los árboles puede ser considerado como un signo de una alta presencia de bolsillos de resina en la madera de Pinus radiata D. Don.

VII RESUMEN Y SUMMARY.

El estudio tiene como objetivo principal caracterizar los bolsillos de resina en plantaciones de Pinus radiata D. Don. en la VIII región.

Los árboles, con y sin exudación externa de resina en el fuste, fueron elegidos en los predios Peñuelas y Leonera, pertenecientes a la empresa forestal MILLALEMU S.A., para posteriormente evaluar la presencia del defecto a lo largo del árbol, describir en forma interna el defecto y determinar condiciones del sitio forestal que puedan estar relacionadas con la formación de bolsillos de resina en la madera.

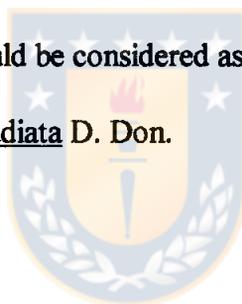
Finalmente se concluyó que los árboles con exudación externa de resina en el fuste presentan mayor cantidad de bolsillos de resina en la madera que árboles sin esta característica externa. Además, el número de bolsillos de resina no varía en forma significativa a diferentes alturas en el árbol y el daño por viento puede ser considerado como un signo de una alta presencia de bolsillos de resina en la madera de Pinus radiata D. Don.

The study as main objective had to characterize the resin pockets in plantations of Pinus radiata D. Don. in the VIII Región.

The trees, with and without external sweat of resin in stems, were chosen in Peñuelas and Leonera wood lots, belonging to the company forest MILLALEMU S.A., to evaluate the presence of the defect along the tree later, to realize an internal description of the defect and determine conditions of the forest place that could be related with the formation of resin pockets in the wood.

Finally it was conclude that the trees with external sweat of resin in the stem present major amount of resin pockets in the wood that trees without this external characteristic.

Also, the number of resin pockets doesn't vary in a significant form to several heights in the tree and the damage for wind could be considered as a sign of a discharge presence of resin pockets in the wood of Pinus radiata D. Don.



VIII BIBLIOGRAFIA.

1. Clifton, N. C., 1969. Resin pockets in Canterbury Radiata pine. New Zealand Journal of Forestry 14(1) : 38 - 49.
2. Cown, D. J., 1973. Resin pockets : their ocurrence in New Zealand forest. New Zealand Journal of Forestry 18(2) : 233 - 251.
3. Desch, H. E., 1962. Timber, its Structure and Propierties. (3a De.). Macmillan and Company limited. New York, USA.
4. Somerville, A. 1980. Resin pockets and Related Defects of Pinus Radiata Grown in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science. 10 (2): 439 - 443.
5. Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Mc Graw - Hill. Bogotá, Colombia.
6. Valdés, M. y H. Vega. 1995. Determinación de la zona de procedencia de materia prima de la empresa ANDINOS S.A., que presenta mayor N° de bolsillos de resina en molduras de exportación de Pinus radiata D. Don. Informe Técnico N° 38. Subgerencia de Estudios y Calidad de ANDINOS S.A. Cabrero, Chile.

7. Wangaard, F. F. 1950. *The Mechanical Properties of Wood*. John Wiley and Sons, Inc. New Haven, USA.



IX. APENDICE.

9.1 Análisis Estadístico.

La cuantificación del número de bolsillos de resina en las muestras (rodela) será analizado a través de la variable N° de bolsillos de resina / rodela, por lo tanto, este tipo de medición o conteo de eventos presenta distribución de Poisson y varianzas en forma heterogénea (²Lanuza, P., comunicación personal; Steel y Torrie (1985)). De acuerdo a esto, es necesario considerar que para un correcto procesamiento de los datos con pruebas estadísticas como las comparaciones múltiples y uso de estadísticos como la prueba F, se requiere de valores que presenten una distribución Normal y una homogenización de las varianzas, ya que la comparación de pares o grupos de medias de los tratamientos pueden ser afectadas seriamente al no cumplir con estas condiciones al entregar errores estándar muy grandes para algunas de estas comparaciones y muy pequeñas para otras. Una forma de corregir esta limitante es hacer una transformación de los datos obtenidos, con el fin de encontrar las diferencias significativas entre las medias de las distintas categorías.

² Lanuza, Pilar. Profesora de Estadística y Diseño Experimental, Campus Chillán, Universidad de Concepción.

Para los datos encontrados en este estudio que corresponden a valores bajos como 0, 1 y 2, la transformación cuadrática es la indicada para realizar en forma correcta el análisis de varianza y comparación de medias (Steel y Torrie, 1985).

i) Transformación Raíz Cuadrada.

$$y_i = \sqrt{(x_i + 1)}, \text{ donde:}$$

x_i = N° de bolsillos de resina en la rodela.

y_i = Valor transformado para el análisis estadístico.

ii) El análisis del número de bolsillos de resina en árboles con y sin exudación externa de resina se realizó a través del diseño completamente aleatorio, donde:



Unidad Experimental= Arbol

k = Número de categorías (con y sin exudación externa de resina).

N = Número de rodelas obtenidas en los predios seleccionados.

α = 0.05.

Supuestos: - Población con distribución normal.

- Varianzas homogéneas.

iii) La comparación de las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en el fuste de los árboles con y sin exudación externa de resina se realizó a través del test de Duncan.

9.1.1. Diferencias en el número de bolsillos de resina entre árboles con y sin exudación externa de resina.

a) Predio Peñuelas.

Ho: $\mu_1 = \mu_2$

Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$

N= 300

n= 150

k= 2



Medias (Nº de bolsillos de resina / rodela):

- Árboles con exudación de resina (\bar{x}_e)= 0.69

- Árboles sin exudación de resina (\bar{x}_s)= 0.27

Tabla 1: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Modelo:					
c/s	2.0684	1	2.0684	50.77	0.0001
rodela	0.6323	2	0.3161	7.76	0.0005
c/s * rodela	0.0316	2	0.0158	0.39	0.6792
Error	11.9774	294	0.0407		
Total	14.7097	299			

Por lo tanto se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$, es decir, existe diferencia significativa entre las medias del N° de bolsillos de resina entre árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

b) Predio Leonera.

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$

N= 300

n= 1500

k= 2

Medias (N° de bolsillos de resina / rodela):

- Árboles con exudación de resina (\bar{x}_c)= 0.61

- Árboles sin exudación de resina (\bar{x}_s)= 0.33

Tabla 2: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Modelo:					
c/s	1.0990	1	1.0990	24.76	0.0001
rodela	0.2751	2	0.1376	3.10	0.0466
c/s * rodela	0.0075	2	0.0038	0.08	0.9187
Error	13.0504	294			
Total	14.4321	299			

Por lo tanto se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$, es decir, existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina entre árboles con y sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

9.1.2 Diferencias en el número de bolsillos de resina en la primera ubicación (0.3 m de altura), segunda ubicación (4 m de altura) y tercera ubicación (8 m de altura) en árboles con y sin exudación externa de resina.

9.1.2.1 Predio Peñuelas.

a) Árboles con exudación externa de resina.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

$$N = 150$$

$$n = 50$$

$$k = 3$$

Medias (Nº de bolsillos de resina / rodela):

$$1^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.56$$

$$2^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.88$$

$$3^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.64$$

Tabla 3: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Rodela	0.4717	2	0.2358	4.97	0.0082
Error	6.9812	147	0.0475		
Total	7.4529	149			

Por lo tanto se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2$, es decir, existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

* Comparaciones múltiples con test de Duncan.

Duncan	Media reales	N	Ubicación
A	0.88	50	2
B	0.64	50	3
B	0.56	50	1

* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Este test demuestra que la media del número de bolsillos de resina encontrados en rodela a 4 m de altura es significativamente mayor que las medias de rodela obtenidas a 0.3 m y 8 m de altura.



b) Arboles sin exudación externa de resina.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

$$N = 150$$

$$n = 50$$

$$k = 3$$

Medias (N° de bolsillos de resina / rodela):

$$1^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.2$$

$$2^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.4$$

$$3^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.22$$

Tabla 4: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Rodela	0.1921	2	0.0961	2.83	0.0624
Error	4.9962	147	0.0340		
Total	5.1884	149			

Por lo tanto se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, es decir, existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.



* Comparaciones múltiples con test de Duncan.

Duncan	Media reales	N	Ubicación
A	0.4	50	2
B	0.22	50	3
B	0.2	50	1

* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con este análisis se demuestra que la media del número de bolsillos de resina encontrados en rodela a 4 m de altura es significativamente mayor que las medias de rodela obtenidas a 0.3 m y 8 m de altura.

9.1.2.2 Predio Leonera.

a) Árboles con exudación externa de resina.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

$$N = 150$$

$$n = 50$$

$$k = 3$$

Medias (Nº de bolsillos de resina / rodela):

$$1^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.52$$

$$2^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.58$$

$$3^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.76$$

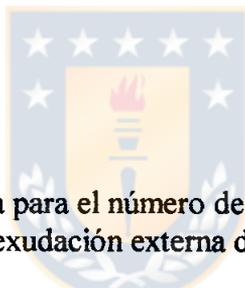


Tabla 5: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Leonera.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Rodela	0.1791	2	0.0895	1.79	0.1698
Error	7.3356	147	0.0499		
Total	7.5147	149			

Con estos valores se considera que no existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles con exudación externa de resina. Para comprobar esta aseveración se realizó comparaciones múltiples a través del test de Duncan.

* Comparaciones múltiples con test de Duncan.

Duncan	Media reales	N	Ubicación
A	0.76	50	3
A	0.58	50	2
A	0.52	50	1

* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con este test se comprueba que no existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en los árboles con exudación externa de resina.



b) Árboles sin exudación externa de resina.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

$$N = 150$$

$$n = 50$$

$$k = 3$$

Medias (Nº de bolsillos de resina / rodela):

$$1^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.52$$

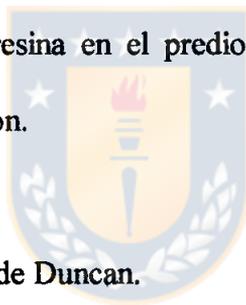
$$2^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.58$$

$$3^{\text{a}} \text{ ubicación} = 0.74$$

Tabla 6: Tabla de Análisis y Varianza para el número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

F. de variación	S. de C.	g.l.	M.S.C.	F	Pr > F
Rodela	0.1035	2	0.0518	1.33	0.2672
Error	5.7148	147	0.0389		
Total	5.8184	149			

Por lo tanto se rechaza $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$, es decir, existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera, y mediante el test de Duncan se comprobó esta aseveración.



* Comparaciones múltiples con test de Duncan.

Duncan	Media reales	N	Ubicación
A	0.4	50	3
A	0.32	50	2
A	0.26	50	1

* Medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Con este análisis se comprueba que no existe diferencia significativa entre las medias del número de bolsillos de resina en la primera, segunda y tercera ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera



ANEXOS

Anexo N° 1.

Información de los predios seleccionados.

Tabla 1. Información de rodales en cosecha.

Nombre	Rodal	Año plantación	Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	N° árb/ha	N° podas N° raleos	Condi. fit. pasada	Cond. fit. actual
Leonera	08	1969	26	27.9	29.3	985	985	Buena	Regular
	13	1971	24	25.8	27.7	1360	1360	Buena	Regular
Peñuelas	12	1972	23	38.3	26.1	≈ 200	0	Mala	Regular
Niblinto		1972	24	30	28	≈ 500	2 comerci.	Buena	Buena

Tabla 2. Información de suelo.

Nombre	Serie de suelo	Prof. efectiva (cm)	Deficiencias	Factores limitantes
Leonera	San Esteban (ET)	210	N, Ca y K	Erosión de mantos y cárcavas.
Peñuelas	Arenales (AR)	113	N, Ca, K y materia orgánica	Drenaje excesivo y altas T°.
Niblinto	Santa Bárbara (BA)	120		Erosión ligera de mantos.

Tabla 3. Información climática.

Nombre	Precipitación (mm)	Nº meses secos	Temperatura min-máx (°C)	Heladas	Vientos	Exposición
Leonera	1000 - 2500	4	Máx. 30	Sí	Sí	Noreste
Peñuelas	1200	6	Sin información	Sí	Sí	Sin información
Niblinto	2000	2 - 3	Sin información	No	Sep - Mar v. sur Abr - Ago N y Noroeste	Noreste

Fuente: Empresa Forestal MILLALEMU S.A.



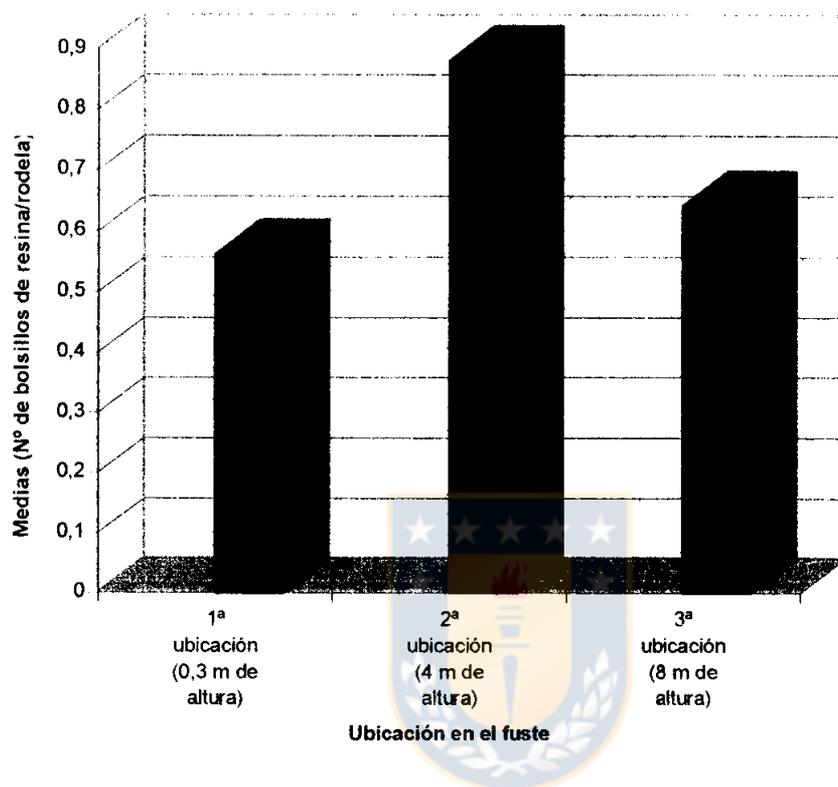
Anexo N° 2.

Figura 1: Medias del número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

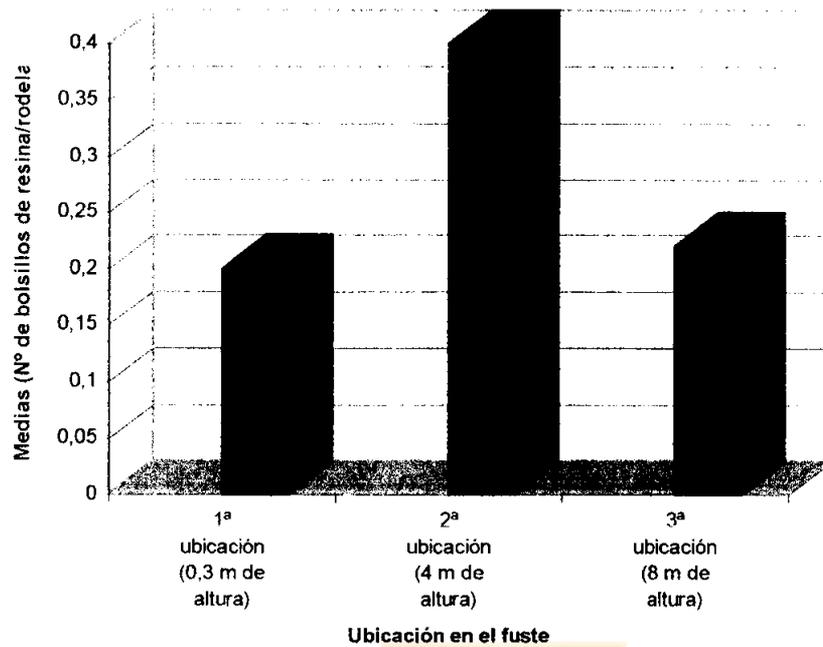


Figura 2: Medias del número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Peñuelas.

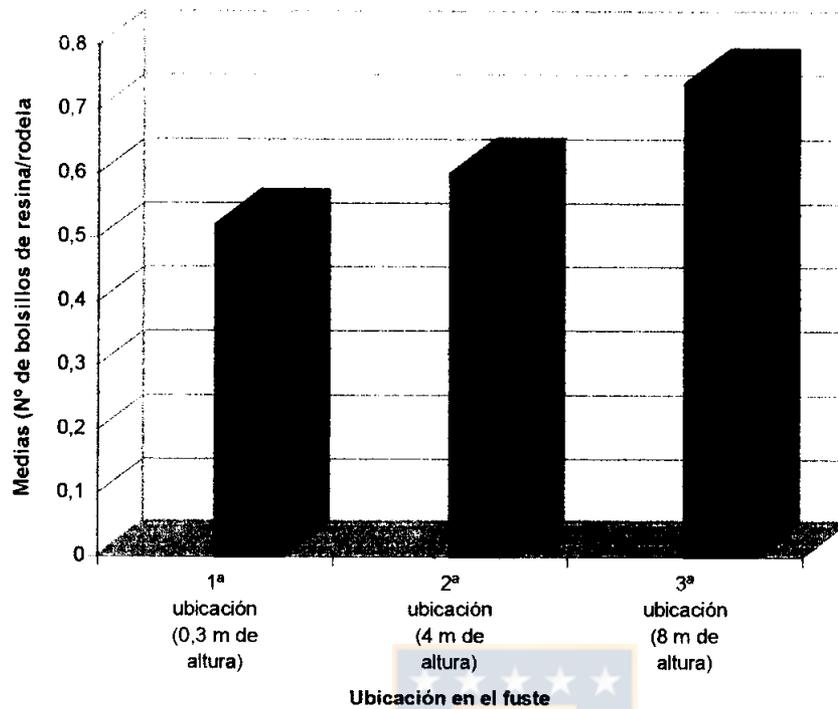


Figura 3: Medias del número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles con exudación externa de resina en el predio Leonera.

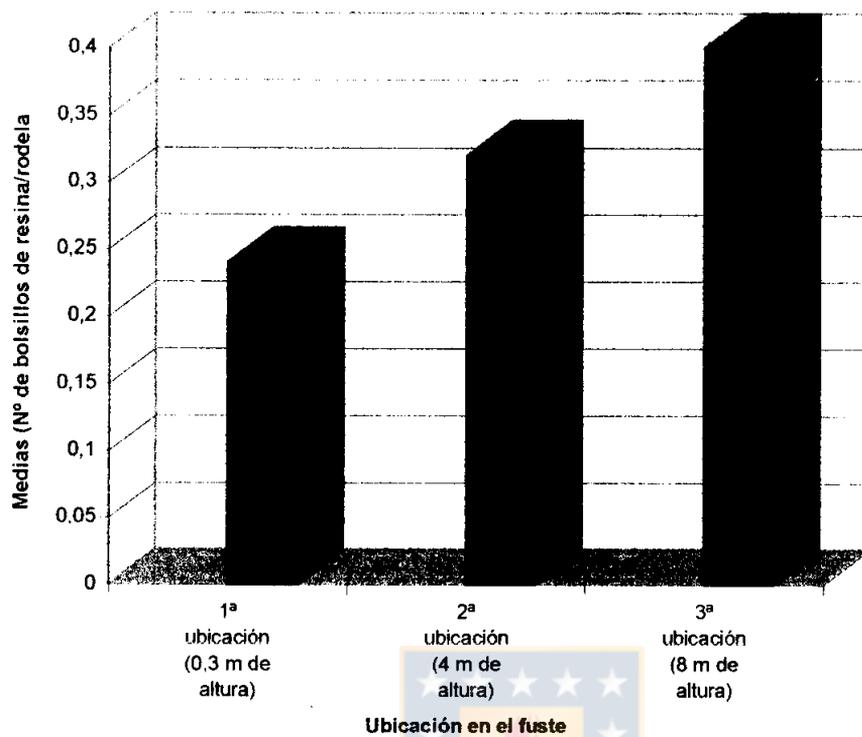


Figura 4: Medias del número de bolsillos de resina en la 1ª, 2ª y 3ª ubicación en árboles sin exudación externa de resina en el predio Leonera.

Anexo N° 3.

Tipos de bolsillos de resina.



Figura N° 1: Bolsillo de resina tipo 1.

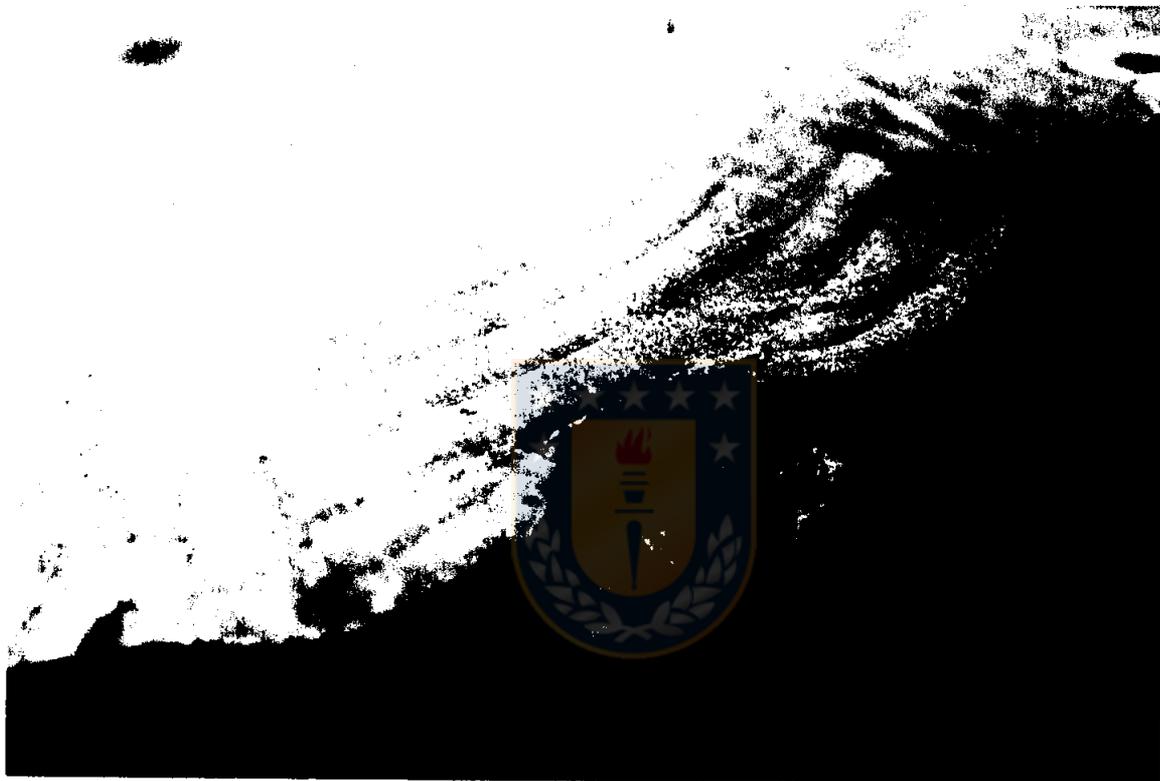


Figura N° 2: Bolsillo de resina tipo 2.

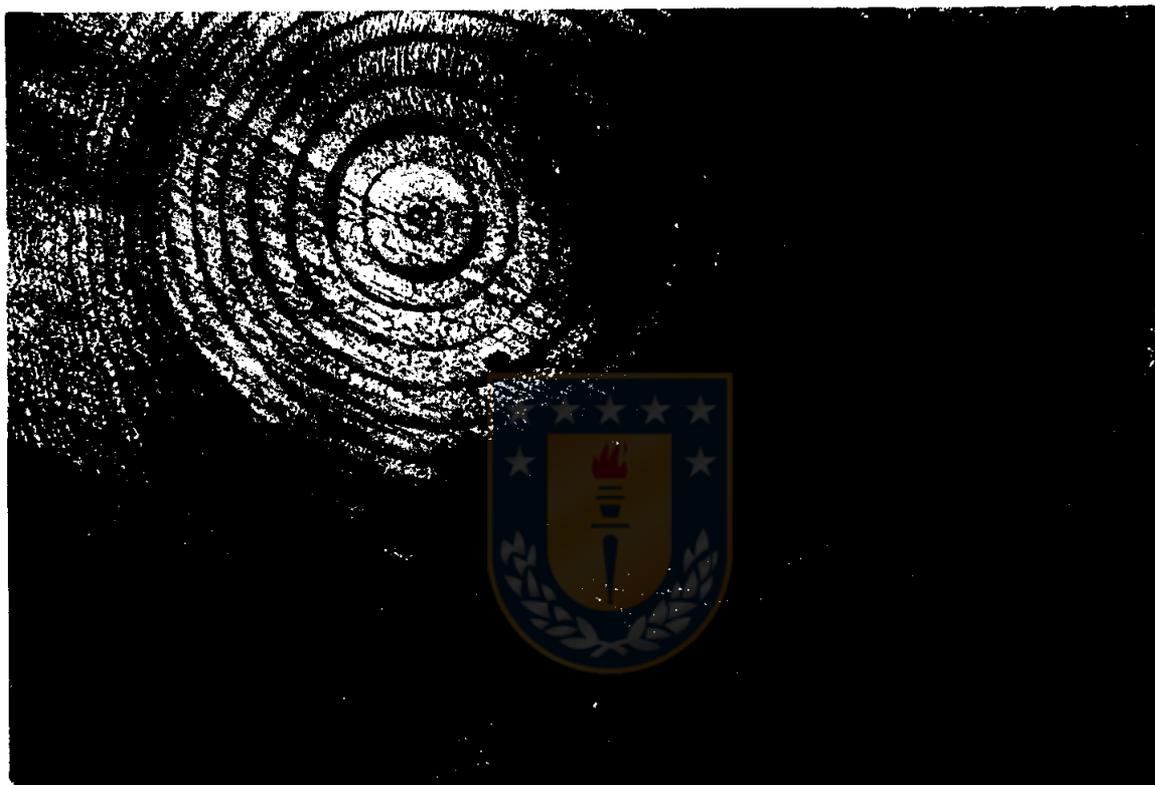


Figura N° 3: Bolsillo de resina tipo 3.