



Universidad Austral de Chile  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Escuela de Agronomía

**Incidencia de *Neonectria galligena* Bresadola, en  
manzano var. Braeburn, por uso del sellante con  
lluvias durante la poda invernal en Valdivia.**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al título de  
Licenciado en Agronomía

**VICTOR M. LEIVA MUÑOZ**

VALDIVIA-CHILE

2011

PROFESOR PATROCINANTE:

---

Nancy Andrade S.  
Ing. Agr., M. Sc.  
Instituto de Producción y Sanidad vegetal

PROFESOR INFORMANTES:

---

Ricardo Fuentes P.  
Ing. Agr., M. Sc.  
Instituto de Producción y Sanidad vegetal

---

Eduardo Valenzuela F.  
Lic. Cs., M. Sc., Dr. En Cs. Biológicas  
Instituto de Microbiología

## **AGRADECIMIENTOS**

Con mucho cariño agradezco a mis padres que con mucho esfuerzo y amor educaron y formaron dos profesionales, a mis tíos por su apoyo incondicional, a mis amigos Rodrigo, Luis, Pablo, Mónica por su tiempo y compañerismo a toda prueba, a mis profesores sobre todo aquellos que realmente marcaron mis procesos formativos y profesionales, y en forma muy especial a mi querida profesora Nancy Andrade.

A todas aquellas personas que directamente o indirectamente formaron parte de mi formación profesional desde que decidí seguir el camino del agro, pero de forma muy especial y particular a mis padres Joel y Rosa, como a mis grandes razones para seguir y luchar en la vida, mis hijos Javier y Sofía.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
	SUMMARY	3
1	INTRODUCCION	5
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	7
2.1	Cancro Europeo del manzano ( <i>Neonectria galligena</i> Bresadola)	7
2.1.1	Importancia Mundial	8
2.1.2	Importancia Nacional	8
2.2	Especies susceptibles	8
2.2.1	Frutales	9
2.2.1.1	Manzanos	9
2.2.1.1.1	Antecedentes de la variedad Braeburn	9
2.2.1.2	Perales	10
2.2.2	Especies forestales y ornamentales	10
2.3	Taxonomía del Cancro Europeo del manzano	10
2.4	Ciclo Biológico	11
2.4.1	Fuente de inóculo	13
2.4.2	Condiciones predisponentes	13
2.4.3	Infección	15
2.4.4	Diseminación	17
2.4.5	Sobrevivencia	17
2.5	Sintomatología causada por <i>Neonectria</i>	18
2.5.1	Síntomas en madera	18
2.5.2	Síntomas en frutos	19
2.5.3	Signos de la enfermedad	20
2.6	Control del cancro europeo	20
2.6.1	Control químico	21
2.6.2	Control biológico	22

2.6.3	Control cultural	22
2.6.3.1	Medidas preventivas	23
2.6.3.2	Medidas curativas	23
3	MATERIAL Y METODO	25
3.1	Material Biológico	25
3.1.1	Fungicida utilizado como sellante	25
3.2	Metodología	25
3.3	Detalle de los tratamientos	27
3.4	Características de la poda en Braeburn	29
3.5	Reconocimiento del agente causal	30
3.6	Evaluación de los ensayos	30
3.7	Análisis estadísticos	31
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	32
4.1	Identificación del agente causal	32
4.2	Promedio de brotes nacidos tras la poda invernal	32
4.2.1	Efectos del uso de sellantes bajo las condiciones climáticas evaluadas, sobre el promedio de brotes emergidos por corte de poda	33
4.2.2	Efecto de la lluvia sobre los distintos tercios en relación al número promedio de brotes emergidos en los cortes de poda	37
4.2.3	Efectos del uso de sellantes sobre los distintos tercios en relación al número promedio de brotes emergidos en los cortes de poda	38
4.3	Estado sanitario de los brotes nacidos tras la poda invernal	40
4.3.1	Efectos del uso de sellantes bajo las condiciones climáticas evaluadas, sobre el promedio de brotes sintomáticos emergidos de los cortes de poda	41
4.3.2	Efecto de la condición climática durante la poda en relación al estado sanitario de los brotes por tercio	43
4.3.3	Efecto del uso de sellante de poda en el estado sanitario de los brotes por tercio	44

5	CONCLUSIONES	47
6	BIBLIOGRAFIA	48
7	ANEXOS	51

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>Página</b>
1	Caracterización de la estratificación de los bloques	26
2	Condición pluviométrica al momento de la poda	28
3	Promedio de la medición macroconidias de <i>Cylindrocarpon mali</i>	32
4	Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Primera evaluación	33
5	Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Segunda evaluación	33
6	Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Tercera evaluación	34
7	Promedio de brotes emergidos por tercio en cada tratamiento, dado por la interacción tercio por lluvia	37
8	Promedio de brotes emergidos por tercio en cada tratamiento, dado por la interacción tercio por sellante	39
9	Brotos sintomáticos emergidos de la interacción lluvia por sellante	41
10	Promedio de brotes sintomáticos emergidos por tercio, dado por la interacción tercio por lluvia	43
11	Promedio de brotes sintomáticos emergidos por tercio, dado por la interacción tercio por sellante	44

**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
1	Ciclo biológico de <i>N. galligena</i> .	11
2	Humedad relativa posteriores a la poda	28
3	Temperaturas posteriores a la poda	29
4	Estado de los cortes un mes después de la poda	35

**INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXOS</b>		<b>Página</b>
1	Análisis de varianza para el promedio de brotes emergido por corte de poda, árbol completo	52
2	Análisis de varianza para el promedio de brotes emergido por corte de poda, en cada tercio del árbol.	52
3	Análisis de varianza para el porcentaje de brotes sintomáticos emergido por corte de poda, árbol completo	53
4	Análisis de varianza para el porcentaje de brotes sintomáticos emergido por corte de poda, en cada tercio del árbol	53
5	Resultado de la medición de 50 macroconidias proveniente de ramillas sintomáticas de cancro Europeo del manzano, cuartel N° 11 Manzano Variedad Braeburn	54
6	Condiciones climáticas durante y post poda.	55

## RESUMEN

La enfermedad conocida comúnmente como Cancro Europeo del Manzano causada por el hongo Ascomycota *Neonectria galligena* Bresad, es considerada uno de los mayores problemas fitopatológicos que afectan al establecimiento, mantención y producción de huertos comerciales de manzano desde Talca al Sur de Chile. Especialmente en la provincia de Valdivia por su alta pluviometría, provocando heridas sobre la madera de troncos, ramas y ramillas. Además también se han observado daños sobre fruta, tanto en el huerto como en almacenaje, siendo de todas formas de menor significancia que el daño provocado a la madera. Estos daños sobre la madera reducen la estructura de la planta y con ello el potencial productivo de un huerto de manzano.

Las esporas del hongo que tienen mayor relevancia en la infección son las conidias producidas en otoño e invierno, principalmente, dejándole una importancia secundaria a las esporas sexuales conocidas como ascosporas que emergen principalmente en primavera. El ingreso de estas es a través de heridas naturales, donde predomina la caída de hojas, y heridas provocadas por prácticas culturales, causadas en su mayoría por la poda invernal.

Con el afán de esclarecer la influencia que tiene la poda bajo condiciones de lluvia al momento de podar, sobre la incidencia de *Neonectria galligena*, en el manzano, se podaron 32 árboles, sobre los cuales se realizaron podas con y sin lluvias durante el invierno. Y adicionalmente se ensayó el efecto del sellado de los cortes y su funcionalidad, con y sin lluvia.

La evaluación de los ensayos se midió bajo dos parámetros, los cuales consistieron en contabilizar el promedio de brotes emergidos de los cortes de poda y luego cuantificar los que presentaban sintomatología típica del hongo (marchitez generalizada), para que de esta forma poder determinar su incidencia. Además las evaluaciones permitieron dividir el árbol en tres, de tal manera de determinar si existían zonas de la planta, con mayor incidencia y severidad causado por *Neonectria*.

Este estudio permitió reafirmar el hecho de realizar las podas sin la presencia de condiciones ideales para el desarrollo del hongo, principalmente la presencia de lluvias, ya que esta además de proporcionar condiciones al ingreso del hongo actúa perjudicialmente frente al sellante, lavando el producto de los cortes de poda y por lo tanto facilitando el ingreso del patógeno a la madera al no tener una barrera ni química ni física.

## SUMMARY

The disease commonly known as European canker apple tree caused by the fungus Ascomycete *Neonectria galligena* Bresad, is considered one of the biggest phythopathologic problems that affect the settlement, keeping and production of commercial apple tree from south of Talca to the south of Chile, especially in the province Valdivia for its high standard of rain, causing wounds on the woods of trunks, branches and springs or twigs . It has also been noted damages on the fruit as for as in the orchard as in the storage been any way of minor significance than the damage caused in the wood. There damages on the wood reduce the structure of the plant and therefore the productive potential of the orchard of the apple tree.

The spores of the fungus that have a big importance in the infection are the conidian produced in autumn and winter, mainly, leaving a minor importance to the sexual spores known as ascospores that emerge mainly in spring. The entering of ascospores is through the natural wounds, where prevails the falling of leaves and wounds produce by cultural practices, caused in general by the winter pruning.

With the anxiety to establish the influence that the pruning under rainy conditions have at the moment of the pruning on the incidence of *Neonectria galligena* Bresad., In the apple tree, thirty two apple trees were pruned, over which pruning were made with and without rain during winter. Besides and its functionality were without rain.

The evaluation of the testing was measured under two parameters, to stabilize the average of the emerged buds from the pruning cuttings and there quantify those that presented a typic symptomatology of the fungus (a general fading), so in this way be able to specify its incidence. Besides the evaluations allowed to divide the tree in three parts to determine if there were areas of the plant, with mayor incidence and severity caused by *Neonectria*.

This work allowed to confirm the fact that the pruning could be done without the presence of ideal conditions for the growing of the fungus, mainly with the presence of rain, since this on besides to provide the entering conditions of the fungus acts harmfully in front of the easing washing the product from the cuttings of the prune and therefore ensiling the entering of the pathogenic to the wood non existing a chemical or to physical barrie.

## 1 INTRODUCCION

El manzano (*Malus pumila* Mill) es el segundo frutal más plantado en Chile después de las vides, con aproximadamente 35.000 hectáreas en el presente, luego de una notable caída desde mediados de la década de los 90` en adelante, donde llegó a ocupar una superficie de 40.000 hectáreas aproximadamente. La gran expansión alcanzada se debió gracias a esfuerzos mancomunados entre el estado y el sector privado a partir de 1970, donde se introdujeron variedades modernas y además, se fomentó la expansión del cultivo desde la VII región al sur de Chile.

Sin embargo, y a pesar de los distintos esfuerzos por expandir el cultivo a zonas cada vez más australes, existen fuertes restricciones de tipo climáticas, las cuales junto a decisiones agronómicas poco acertadas, han hecho que actualmente en la Región de Los Ríos sólo existan alrededor de 150 hectáreas productivas y comercialmente sostenibles, y una de las razones más poderosas es la fuerte incidencia de enfermedades de tipo fungosas como consecuencia de lo anteriormente mencionado.

Una de las mayores amenazas bajo las condiciones climáticas del sur de Chile y particularmente en la Provincia de Valdivia, es la producida por el hongo *Neonectria galligena* Bresadola, conocido como “cancro europeo del manzano”, dicha enfermedad afecta troncos, ramas y ramillas, dificultando con esto un establecimiento exitoso, ya que se dificulta la formación de plantas, por consiguiente se atrasa la entrada en producción y junto con ello se disminuye el potencial productivo de dicha planta. Todo ello lleva a que el cultivo sea menos rentable y que finalmente el agricultor decida arrancar su huerto o no llevar a cabo el proyecto.

Por esta razón muchos huertos del sur del país toman decisiones que atentan con la eficiencia en el uso de la mano de obra, como es podar sólo en días sin lluvias, ya que el agua puede ser capaz de lavar la pasta sellante aplicada sobre los cortes y de esta forma se facilita el ingreso de las esporas del hongo en la madera. De ahí nace la incertidumbre de muchos de podar o no bajo la lluvia y si realmente el usar un sellante en los cortes posibilita el podar bajo esta condición climática.

### Hipótesis:

Con el uso de pasta sellante en los cortes de poda es posible podar bajos condiciones de lluvia en la zona de Valdivia, sin que esta práctica incremente la incidencia del cancro europeo del manzano.

### Objetivo general:

Evaluar la efectividad del uso del sellante en la poda invernal bajo condiciones de lluvia, en manzanos variedad Braeburn, en relación a la incidencia de *N. galligena*.

### Objetivos específicos:

Evaluar el estado sanitario de los brotes nacidos posterior a una poda invernal, en relación a la presencia de *N. galligena* sobre estos, a causa de podar con lluvia y el uso de pasta sellante bajo esta condición climática.

Determinar la incidencia de *N. galligena*, sobre los brotes nacidos en los distintos tercios del árbol por la presencia de lluvia y uso de pasta sellante, al momento de podar.

Cuantificar y determinar la incidencia de *N. galligena*, sobre los brotes nacidos en los distintos tercios del árbol por la presencia de lluvia y uso de pasta sellante, al momento de podar.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 CANCRO EUROPEO DEL MANZANO (*Neonectria galligena* Bresadola).

*Neonectria galligena* Bres., es un hongo parasito común del manzano y de otros árboles de madera dura, y ha sido reconocido como un problema fitopatológico serio (SWINBURNE, 1975). A pesar de su nombre, que indica al patógeno como originario de Europa, los estudios realizados por Plante *et al.*, (2002) citados por BOYSEN (2007), sugieren que este hongo es originario de Norte América. Esta enfermedad según ALVAREZ *et al.*, (2004) es muy importante en aquellas zonas o regiones productoras de manzana, donde prevalece el clima lluvioso durante el período fenológico de caída de hojas.

Su importancia está relacionada con la severidad e intensidad del daño observado en algunas plantaciones, especialmente cuando la infección afecta árboles en formación, lo que determina la pérdida de ejes o de brazos. En tales circunstancias es imposible formar la estructura productiva, sin antes efectuar una poda para rebajar los árboles afectados por debajo de las lesiones causadas por este patógeno. Esto significa perder uno o dos años con los consiguientes perjuicios económicos (LATORRE y CONTRERAS, 1990). Además, las frutas son afectadas también, desarrollándose una pudrición circular hundida de color café conocida como "eye rot" (AGRIOS, 1985).

Chile es uno de los países de América del Sur más afectados por esta enfermedad, y por hoy constituye uno de los problemas más serios para las pomáceas desde Santiago al Sur (PINTO y ENGLISH, 1972). Aunque no se ha determinado con exactitud los factores que han incidido en su gran incremento. CARREÑO y PINTO (1980), postularon que el aumento de nuevas plantaciones, la densidad de los huertos, la introducción de nuevas variedades de mayor susceptibilidad, el uso de plantaciones recientes de árboles procedentes de viveros infectados y el gran volumen de árboles trasladados de viveros de distinta zonas a nuevas áreas de plantación, han influido en el desarrollo de este hongo.

**2.1.1 Importancia Mundial.** La enfermedad en manzano y peral se ha registrado en Europa, Norteamérica (Canadá, y los EE.UU.), Asia (Japón, China), África (Sudáfrica, Madagascar), Sudamérica (Argentina, Chile y Uruguay) y Nueva Zelanda (COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (CMI), 1985).

SWINBURNE (1975), señala que es difícil estimar exactamente las pérdidas, puesto que existen muchos factores implicados, sin embargo, estima una pérdida total que va desde un 5% a un 10% de árboles jóvenes, en áreas donde está presente la enfermedad. La pudrición de fruta en el huerto y en el almacenaje el daño causado por el anamorfo se estima en 11.500 dólares por cada 100 toneladas de fruta (Wallis *et al.*, 1998 citado por BOYSEN, 2007).

**2.1.2 Importancia Nacional.** El cancro europeo, es la enfermedad más importante detectada en manzanos de la zona sur de Chile, constituyendo una limitación para el manejo de los huertos y el establecimiento de nuevas plantaciones de manzanos (ACUÑA, 2000).

Este hongo ocasiona sus mayores daños en las provincias de Bío-Bío al Sur; existiendo además focos importantes en provincias situadas más al Norte, tal es el caso de Talca, Ñuble y Concepción. Sin embargo, aumenta su intensidad en aquellas regiones más australes como la IX y X (LATORRE y CONTRERAS, 1990; ALVAREZ *et al.*, 2004).

En estudios realizados por LOLAS y LATORRE (1996), para medir la incidencia y severidad de la enfermedad en manzanos, se determinó que en huertos comerciales de Talca, Linares y Angol, que no habían recibido control químico, existía un 48%, 52% y 34% de presencia de la cancrrosis, respectivamente.

## **2.2 ESPECIES SUSCEPTIBLES.**

FLACK y SWINBURNE (1977), citan más de 60 especies de árboles que serían hospederos de *N. galligena* en Europa y Norte América, estas especies se encontrarían dentro de las familias: Salicaceae, Junglanceae, Betulaceae, Fagaceae,

Ulmaceae, Magnoliaceae, Rosaceae, Anacardiaceae, Rhamnaceae, Aceraceae, Hippocastanaceae, Tiliaceae, Nyssaceae, Cornaceae, Oleaceae y Saxifragaceae. Sin embargo, se reconoce que en Chile se ha observado principalmente sobre manzano (*Malus pumila* Mill.), y en menor medida sobre peral (*Pyrus communis* L.).

**2.2.1 Frutales.** En Chile, se ha observado en manzanos, peral europeo y peral asiático, siendo el manzano mayormente afectado por este hongo (ACUÑA, 2000).

2.2.1.1 Manzanos. En condiciones de California, la variedad Red Delicious y sus mutantes rojas son más susceptibles, mientras las variedades Goldvenstein, Jonathan y Golden Delicious, lo son menos. En estas variedades las ramas afectadas forman con rapidez callo de cicatrización, lo que no ocurre en Red Delicious en que invariablemente las ramas afectadas mueren (DUBIN y ENGLISH, 1975b).

En tanto que en Chile, TORRES y CONTRERAS (1992), señalan que según estudios hechos por INIA Carillanca, las variedades se pueden clasificar en cuatro categorías; (1) altamente susceptibles: Starkrimson, Red King Oregon, Top Red; (2) susceptibles: Starking, Red Spur, Black John, Jonathan, Red Delicious, Braeburn; (3) levemente susceptibles: Granny Smith Spur, Lodi, Mc Intosh; (4) moderadamente tolerantes: Granny Smith, Goleen Spur.

Mientras que ALVAREZ *et al.*, (2004), destacan la extrema susceptibilidad al hongo de la variedad tipo Royal Gala, lo cual incluso limita la posibilidad de su cultivo en zonas de alta incidencia de la enfermedad, como por ejemplo Temuco, Valdivia y Osorno, entre otras.

2.2.1.1.1 Antecedentes de la variedad Braeburn. La variedad que dio origen a “Braeburn” fue descubierta en el año 1952 por O. Moran, en la región de Nelson (Nueva Zelanda). Su origen preciso es incierto, pero se cree que procede de una semilla de “Lady Williams” procedente de una libre polinización (MCARTNEY y LI, 1998)

El fruto es parcialmente rojo; cónico; tamaño medio a grande, con buen balance azúcar/acidez y una calidad de consumo sobresaliente. Posee un estriado rojo sobre un color de fondo verde con rojo parcial.

La principal característica de Braeburn en relación al clima es su capacidad de responder, más rápido que otras variedades, a períodos de clima cálido a fines de invierno e inicios de primavera. Cuando esto ocurre, Braeburn brota y florece antes que Gala, Red Delicious y Golden Delicious.

Aunque es una variedad de media estación a tardía, necesita de una estación de crecimiento bien larga y relativamente cálida, para producir satisfactoriamente y con buena calidad de fruta. (UNIVERSIDAD DE CHILE, 1992).

El requerimiento de frío de esta variedad oscila entre las 600 y 1000 horas de frío. La producción media es bastante alta variando entre 60 a 80 t/ha, dependiendo de la densidad de plantación. La época de cosecha de esta variedad se concentra entre mediados de abril a mediados de mayo en la zona sur. (CVCHILE, S/F).

2.2.1.2 Perales. LATORRE y CONTRERAS (1990), mencionan la presencia de *N. galligena* sobre peral asiático en Chile, la cual es infrecuente o desconocida en otros países, en tanto que sobre peral europeo, esta enfermedad es casi desconocida, aún cuando se ha detectado ocasionalmente en esta especie frutal.

**2.2.2 Especies forestales y ornamentales.** Dentro de los árboles forestales de madera dura, susceptibles a la infección por este patógeno se encuentran los géneros *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Crataegus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Malus*, *Populus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Salix*, *Sorbus* y *Ulmus* (SWINBURNE, 1975; AGRIOS, 1985).

### **2.3 TAXONOMIA DEL CANCRO EUROPEO DEL MANZANO.**

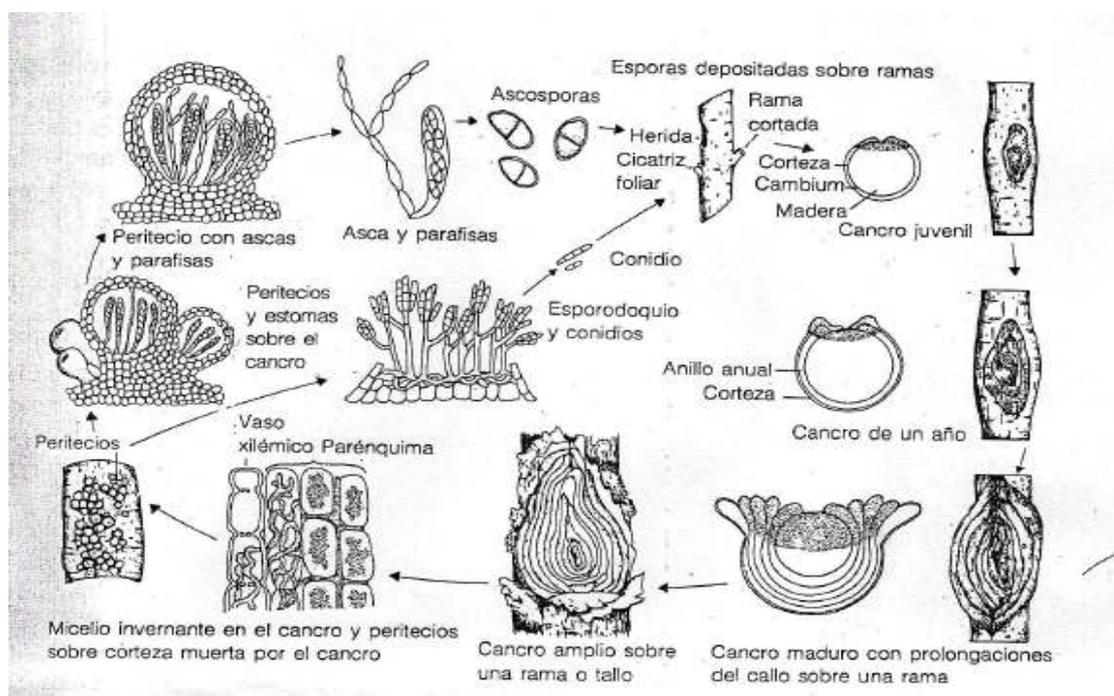
La especie *Neonectria galligena* pertenece al Phylum Ascomycota, subclase Sordariomycetidae, orden Hypocreales, y a la familia Nectriaceae (Kirt *et al.*, 2001 citado por BOYSEN 2007). Y el anamorfo corresponde a *Cylindrocarpon mali* (Berk. y Broome) Wollenweeb (ALVAREZ *et al.*, 2004).

La clasificación más reciente del género *Nectria* ha sido analizado a fondo por ROSSMAN *et al.*, (1999), ellos basaron la taxonomía en caracteres morfológicos y biológicos. MANTIRI *et al.*, (2001) confirmaron la relación filogenética en la especie de *Neonectria*, para las especies anteriores que tienen anamorfos de *Cylindrocarpon* usando los métodos moleculares basados en secuencias ribosomal-mitocondriales del DNA. La conclusión es que los únicos telomorfos identificados y probados de *Cylindrocarpon* hasta la fecha son *Neonectria*.

Todas las especies de *Neonectria* producen ascosporas bicelulares en peritecios coloreados sobre la superficie, en un estroma en forma de cojín. Estas diferentes especies producen conidias, las cuales al parecer no están relacionadas y son clasificadas en varios géneros dentro de los hongos imperfectos (AGRIOS, 1985).

## 2.4 CICLO BIOLÓGICO.

El ciclo biológico del patógeno causante del cancro europeo en manzano se resume en la **FIGURA 1**



**FIGURA 1** Ciclo biológico de *N. galligena*.

FUENTE: AGRIOS, 1985.

Este patógeno produce dos tipos de estructuras reproductivas (esporas). Las esporas sexuales (ascosporas) y asexuales (conidias) (BLANCHARD y TATTAR, 1981).

DUBIN y ENGLISH (1975b) demostraron que las conidias (reproducción asexual) son los propágulos mayormente infectivos, mientras que las ascosporas (reproducción sexual) juegan un rol insignificante en la infección. Ello determina que el desarrollo de la enfermedad sea influenciada por la caída de hojas, temperatura y el efecto de las lluvias. Esto concuerda con lo mencionado por ACUÑA (2000), quien señala que en la X Región, el período de máxima liberación de inóculo infectivo (conidias) se produce durante los meses de abril y mayo (caída de hojas).

Las condiciones ambientales favorables para la diseminación e infección del hongo en esta etapa, hacen de los meses indicados el período crítico para la enfermedad. La cantidad de inóculo variará año a año de acuerdo a las precipitaciones y temperaturas reinantes (ACUÑA, 2000).

Los peritecios de *N. galligena* se pueden encontrar en grandes números dispersados alrededor de los bordes de los canchros. Son ovals a globosos, rojo brillante y llegan a ser más oscuros cuando envejecen. Los peritecios miden entre 250-350  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estos contienen las ascosporas las cuales son hialinas, lisas. Varían moderadamente de forma y tamaño, pueden ser ovals, elipsoide. Miden típicamente entre 14-22  $\mu\text{m}$  x 6-9  $\mu\text{m}$  (Booth, 1966 citado por BOYSEN, 2007).

Mientras que las conidias de *Cylindrocarpon mali* son de dos tipos; microconidias y macroconidias, estas son producidas sobre conidioforos ramificados, apareciendo de un esporodoquio color crema o ligeramente amarillo. Si las microconidias están presentes, son hialinas (transparente), ovals a elipsoide y de cero a una septa, miden de 4-7 x 1-2  $\mu\text{m}$ . Las macroconidias, cuando están presentes, son hialinas, derechas o curvadas y de una a diez septas, estas miden de 52-64 x 4,5-5,5  $\mu\text{m}$  de acuerdo a ALVAREZ *et al.*, (2004).

La función de las ascosporas en el ciclo biológico de esta enfermedad aún necesita establecerse. Sin embargo, los resultados obtenidos, en ensayos realizados, sugieren que las ascosporas no serían necesarias para una infección en manzano en las condiciones ambientales de la VII Región de Chile (LOLAS y LATORRE, 1996). Según LATORRE *et al.* (2002) las ascosporas son frecuentemente aisladas en el Sur de Chile (36-42° Sur, aproximadamente), donde se establecen nuevos huertos de manzanos.

**2.4.1 Fuente de inóculo.** Según ALVAREZ *et al.*, (2004), *N. galligena* se mantiene en forma de micelio en el tejido de los canchros, ya sea en el propio manzano o en numerosos otros huéspedes que le sirven de fuente de inóculo. Y es aquí donde se producen las esporas que entran en cicatrices foliares frescas, durante las lluvias que ocurren durante la caída de hojas (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, STATEWIDE INTEGRATED PEST MANAGEMENT PROGRAM (UC IPM), 2006).

Según LOLAS y LATORRE (1996), el estado sexual (telomorfo) ocurre en zonas altamente lluviosas, siendo frecuentemente en manzanos al sur de Chillán. Los ascos maduran en primavera, produciendo y liberando las ascosporas.

ALVAREZ *et al.*, (2004) señalan que eventualmente y bajo condiciones ambientales favorables para el hongo, el micelio esporula produciendo conidias en presencia de agua libre provocada por lluvias o neblinas. Las conidias formadas sobre los esporodocios, se producen preferentemente en el otoño e invierno (Marzo a Julio) y son las principales fuentes de dispersión e infección del patógeno.

**2.4.2 Condiciones predisponentes.** DUBIN y ENGLISH (1975a), mencionan que para la infección en árboles de manzano, influyen varios factores biológicos y meteorológicos, incluyendo el régimen de humedad, concentración de conidias, fuente de las esporas y la estación del año.

Más específicamente LOLAS y LATORRE (1996), señalan como condiciones predisponentes al desarrollo del cancro europeo las lluvias, lloviznas o rocíos que generen un prolongado período de aguas libres y temperaturas templadas durante el

otoño. Y de acuerdo con resultados experimentales, realizados por estos mismos autores, se requiere un mojamiento por lo menos de 6 horas a 14-15 °C para infectar las ramillas a través de la cicatrices foliares. En presencia de agua libre, la infección ocurre entre 5 y 16 °C, siendo óptimo entre 10 y 15 °C.

La germinación de las conidias ocurre en forma óptima entre los 21 y 24 °C, con un rango entre los 18 y 30 °C, inhibiéndose entre los 33 y 36 °C. Además el agua en su fase líquida es necesaria para la germinación (DUBIN y ENGLISH, 1975a).

Lolas (2001), citado por ALVAREZ *et al.*, (2004), ha establecido que algunos factores externos como el estrés provocado por plantaciones tardías o falta de agua y desórdenes nutricionales, predisponen a los manzanos infectados por el hongo a mostrar presencia de canchales en forma más temprana, además SWINBURNE (1975), indica que una infección por el hongo de la sarna (*Venturia inaequalis*) del manzano puede llevar al deshoje prematuro, que expone las cicatrices de la hoja a una infección por parte de *N. galligena*. Este patógeno también se ha observado en las lenticelas del tejido.

Según Vergara (1953) citado por PAREDES (2007), el suelo también desempeña un rol fundamental en el incremento del cancro europeo, ya que diversos estudios realizados manifiestan que la enfermedad está asociada a suelos húmedos, bajos con subsuelos arcillosos, suelos ácidos expuestos a inundación y suelos ricos en nitrógeno pero deficientes en otros minerales. Todo ello condiciona plantas con desequilibrios, lo cual facilita el desarrollo de *Neonectria*.

Además este autor señala que a parte de los factores clima y suelo existen otras causales pre-disponibles al ataque de *Neonectria*, como se detalla a continuación:

- Distancia de plantación muy reducida para zonas de altas precipitaciones pluviométricas. Esto constituye a mantener un ambiente húmedo dentro del huerto y además facilita la propagación de la enfermedad ya que las ramas de los árboles se entrecruzan.

- Presencia en los árboles de pulgón lanígero (*Erisoma lanígerum* Hausm) y otros insectos que provocan diversos daños y lesiones en la vegetación con lo cual facilitan la penetración del parásito a la planta.
- Abuso del uso del serrucho en la poda de los árboles lo que provoca la formación de grietas que son puntos ideales para el ingreso del patógeno.
- Falta de pulverizaciones preventivas en otoño y primavera que, al ser aplicadas, disminuyen notablemente el potencial inóculo del hongo dentro del huerto.

**2.4.3 Infección.** Según Wiltshire (1921) citado por BOYSEN (2007), para una infección acertada, el hongo debe alcanzar la madera ya que puede ser excluido por la formación de una capa de felógeno.

Una vez que el patógeno se ha establecido, le sigue una reducción en el vigor de crecimiento; el cancro rodea eventualmente, las ramillas, ramas y a veces incluso el tronco principal. El desarrollo adicional y los ataques severos pueden, dar lugar a la pérdida de miembros y la mortalidad del árbol (Lovelidge, 1995 citado por BOYSEN, 2007).

Una vez producida la infección, la enfermedad entra en etapa de incubación, la que se prolonga por varias semanas, por cuya razón los primeros síntomas se observan en la próxima brotación primaveral (ALVAREZ *et al.*, 2004).

Los crecimientos relativamente rápidos abren grietas profundas que exponen los tejidos en la base de la hoja y permite que el hongo entre sin impedimentos. Después de un cierto tiempo, uno o algunos filamentos de hifas comienzan a crecer hacia adentro entre los tejidos corticales que siguen las láminas media. Otras hifas siguen y empujan fuertemente junto a las iniciales que continúan su crecimiento. Si la barrera de felógeno madura antes de que el hongo la haya alcanzado, es muy improbable que el hongo pueda progresar. Las células corticales debajo del felógeno recién formado comienzan a menudo a dividirse produciendo un nuevo tejido y por

consiguiente las grietas pueden ocurrir en la corteza cerca del área infectada. Si el patógeno puede crecer pasando la primera barrera de felógeno, este no madura, y el hospedero intenta a menudo formar una segunda barrera (Wiltshire, 1921 citado por BOYSEN 2007).

Para TORRES y CONTRERAS (1992), la mayoría de los canchros que se visualizan en primavera son producto de la infección ocurrida meses antes. La vía de penetración más probable son las cicatrices foliares ocurridas durante la caída de las hojas en otoño. Esto no descarta la posible penetración por heridas de poda; al abrir las yemas en primavera; al momento de la cosecha o simplemente a través de las heridas producidas por la ortopedia y el uso de material inapropiado como puntales para ortopedia. No obstante, las heridas producidas como resultado de la abscisión foliar explicarían la alta incidencia y severidad de cancro europeo observada en la zona centro sur de Chile (TORRES y CONTRERAS, 1992; LOLAS y LATORRE, 1996; ALVAREZ *et al.*, 2004). Y según ensayos realizados por DUBIN y ENGLISH (1974), la susceptibilidad de las cicatrices foliares a ser infectadas por *Neonectria* es sólo durante los 10 primeros días, luego de este período las posibilidades de infección son prácticamente nulas.

El desarrollo, la severidad y la morfología del cancro en el hospedero son influenciados por varios factores tales como el clima, el cultivar, el patrón, el tipo de suelo y el contenido de agua, así como la poda y los regímenes de fertilizantes. Un árbol de crecimiento vigoroso, lo hace más susceptible a ser infectado, puesto que el crecimiento vigoroso tiende a menudo a producir tejidos suaves, que son explotados fácilmente por el patógeno (SWINBURNE, 1975).

La pregunta con respecto a la naturaleza sistémica del patógeno primero fue desechada por Wiltshire (1913) pero posteriormente Crowdy (1949) citado por BOYSEN (2007), encontró que el patógeno podía invadir las fibras del xilema y permanecer inactivo, y que éste podría explicar la formación de canchros en cortes parcialmente curados de poda, esto ha sido investigado y confirmado más a fondo por Mc CRACKEN *et al.*, (2003), quienes determinaron que la naturaleza sistémica del hongo era un factor significativo en la epidemiología del patógeno en huertos.

**2.4.4 Diseminación.** Las lluvias favorecen la liberación y diseminación de las ascosporas y de las conidias. El viento puede dispersar las ascosporas a cortas distancias, dentro del huerto, y el lavado y salpicado de las lluvias favorecen la dispersión local de las conidias (LOLAS y LATORRE, 1996).

Para ALVAREZ *et al.*, (2004) la dispersión del cancro europeo se favorece por la presencia de agua como consecuencia de lluvia, neblina y rocío, requiriéndose unas seis horas de agua libre para inducir una infección. La lluvia favorece la liberación y dispersión de las conidias y de las ascosporas.

En canchros desarrollados, las ascosporas y las conidias están presentes durante todo el año, pero su difusión es dependiente de la cantidad de precipitación y por lo tanto varía con el clima (SWINBURNE, 1975).

En áreas templadas de Europa el período de descarga máxima de las ascosporas puede ser en primavera, temprano o tarde en verano o en el otoño. Las ascosporas se descargan desde los peritecios a través de los ostíolos, en masa o en pequeños grupos. Las ascosporas también pueden ser expulsadas fuertemente y las ocho ascosporas se expulsan simultáneamente (Munson, 1939 citado por BOYSEN, 2007).

Las esporas se pueden transportar sobre distancias considerables, desde los 10 m hasta los 125 m en condiciones ventosas. Aunque las conidias se pueden esparcir por el viento, éstas se diseminan principalmente a través de la salpicadura del agua y sirven para intensificar la enfermedad dentro de los árboles que ya están infectados (SWINBURNE, 1975).

**2.4.5 Sobrevivencia.** ALVAREZ *et al.*, (2004) mencionan que el hongo permanece latente en el verano debido al ambiente seco y se reactivan en otoño con las primeras lluvias. Persistiendo como micelio en tejidos enfermos (canchros), en manzanos y otros hospederos, donde esporula abundantemente al retornar las condiciones favorables, particularmente alta humedad ambiental y agua libre sobre los tejidos, productos de las lluvias y de la condensación en zonas con abundantes neblinas matinales. Sin

embargo, en zonas con alta pluviometría *N. galligena* produce conidias ininterrumpidamente (LOLAS y LATORRE, 1996).

## **2.5 SINTOMATOLOGÍA CAUSADA POR *NEONECTRIA*.**

Los primeros síntomas aparecen en otoño o durante la primavera (ACUÑA, 2000), sin embargo, los síntomas más notorios se observan en la primavera y se manifiestan por una marchites inicial, seguida de necrosis de las ramillas del año. Esto hace que éstas se sequen, provocado por un estrangulamiento en la base de las ramas (ALVAREZ *et al.*, 2004).

El aspecto hinchado es probablemente el resultado de las deposiciones sucesivas de felógeno por parte del hospedero, en un intento por restringir el hongo mecánicamente. Las lesiones que resultan de la infección se extienden más rápidamente en una dirección longitudinal que en la transversal, así es como dan un aspecto elíptico (Crowdy 1949, citado por BOYSEN 2007). Por su parte un aumento en la concentración de las auxinas causa un aumento en la actividad del felógeno y éste alternadamente es también responsable de la ampliación y del aumento anormal en el número de células huéspedes en la región cancerosa (BOYSEN, 2007).

**2.5.1 Síntomas en madera.** Los canchros crecen lentamente y luego de algunos años pueden tener varios centímetros de largo con varios anillos concéntricos que lo diferencian de otras enfermedades (LOLAS y LATORRE, 1996).

En sus inicios se presenta como una mancha de color castaño o rojizo, principalmente en las zonas de las ramillas donde hubo hoja en la temporada anterior. Esta mancha se agranda y forma un cancro que crece rápidamente en primavera. En los años siguientes, el hongo invade tejidos nuevos cercanos, generando tumores compactos, ásperos y concéntricos, de tejido calloso (ACUÑA, 2000).

Caracterizan al cancro europeo la presencia de lesiones necróticas desarrolladas alrededor de cicatrices foliares. Estas son inicialmente negras, deprimidas con márgenes de avance muy bien delimitados entre el tejido sano y el

enfermo. Posteriormente, adquieren un color marrón anaranjado, la corteza se desprende y aparecen anillos relativamente concéntricos, muy características de la acción de *N. galligena*. Al levantar la corteza se puede observar un necrosamiento generalizado de los tejidos, entre la corteza y la medula, a pesar que este organismo no coloniza el tejido vascular. En la medida que estas lesiones cancras progresan, se anillan las ramas, marchitándose primero y desecándose súbitamente después, tanto las hojas como el brote por sobre el cancro que ha anillado la ramilla. Estos síntomas aparecen normalmente a fines de primavera o durante el verano (LATORRE y CONTRERAS, 1990).

En lugares donde los inviernos son fríos, la expansión periférica anual afectada produce cancras con una serie de bordes rugosos concéntricos, en cambio en lugares con inviernos comparativamente más templados, la expansión es un proceso más o menos continuo, resultando un cancro sin estos anillos concéntricos (CARREÑO y PINTO, 1980).

Las pequeñas depresiones en la superficie de las cicatrices foliares pueden sostener pequeñas cantidades de agua y ésta ayuda probablemente a la germinación de las esporas. Las primeras muestras externas visibles de la infección es la formación de un punto rojizo oscuro en el borde de la cicatriz foliar. La savia del hospedero se oxida rápidamente cuando está expuesta al aire, lo que origina el color rojizo brillante. El acontecimiento siguiente es la formación de la primera barrera de felógeno, que da una cierta distancia del patógeno en un intento por excluirlo, y así se forma la cicatriz primaria. Una vez que el patógeno ha entrado en el vástago, el crecimiento progresa rápidamente y puede en un breve período de tiempo cercar relativamente el vástago entero (Wiltshire, 1921 citado por BOYSEN, 2007).

**2.5.2 Síntomas en frutos.** El anamorfo, *C. mali* causa la pudrición de manzanas y peras en el almacenaje. Las frutas son infectadas en el campo y las áreas infectadas pueden ser encontradas en cualquier punto de la superficie de la fruta o en la cicatriz calicinal y posteriormente se produce un ojo de putrefacción. El área infectada es marrón, y tiene un margen distinto entre el tejido sano y el enfermo. La enfermedad puede ser distinguida de otras por la masa de esporas grisáceas que se forman en

daños maduros. Las frutas se pueden infectar a través del cáliz, el pedúnculo, heridas de insecto y a través de las lenticelas. El hongo puede permanecer inactivo hasta después de la cosecha y luego presentar un daño severo a la fruta en almacenaje, pero la fruta también puede descomponerse en el árbol (BOYSEN, 2007).

En Chile, sólo ocasionalmente se observan ataques a los frutos. Cuando esto ocurre se ha debido a primaveras excesivamente lluviosas, desarrollándose una pudrición relativamente firme que compromete generalmente el extremo calicinal. Superficialmente los tejidos se tornan rojizos y ligeramente hendididos (LOLAS y LATORRE, 1996; ALVAREZ *et al.*, 2004).

**2.5.3 Signos de la enfermedad.** TORRES y CONTRERAS (1992), señalan que las lesiones iniciales comienzan generalmente como una pequeña área de color castaño, que al transcurrir el tiempo se deprime, quedando rodeada por un borde sobresaliente de corteza sana. La corteza toma un color oscuro, se resquebraja, cae, al igual que el tejido esponjoso interno, quedando el callo de cicatrización formado alrededor de la cavidad, formándose anillos concéntricos situados a cierta distancia unos de otros.

En los canchros son fácilmente visibles los cuerpos frutales del hongo (peritecios), que se observan como pequeñas esferas de color brillante, al igual que masas de conidios (esporodoquios) como cojinetes de color crema (ACUÑA, 2000).

## **2.6 CONTROL DEL CANCRO EUROPEO.**

Como medida de manejo, se recomienda eliminar las fuentes de inóculo tanto aquellas presentes en el propio huerto como en huéspedes externos, consistentes en canchros que servirán de inóculo primario al liberar conidias en tiempos de lluvia. Se contempla además en verano, la poda y quema de ramillas que mostraron síntomas a la brotación. Cuando los canchros no han alcanzado aún un gran tamaño y no alcanzan a anillar la mayor parte de las ramas afectadas, podrán extirparse mediante técnicas quirúrgicas. Para ello, se recomienda raspar los canchros hasta llegar a tejido sano y luego cubrir las heridas con una pintura protectora con base de fungicidas bencimidazólicos. En árboles muy afectados, se recomienda cortar las ramas muy

dañadas, las que deben posteriormente destruirse por fuego (TORRES y CONTRERAS, 1992; ALVAREZ *et al.*, 2004).

**2.6.1 Control químico.** En zonas de incidencia de la enfermedad, se recomienda el control químico basado en el empleo de fungicidas aplicados mediante pulverización en estado de caída de hojas, recomendándose, si corresponde, entre una a tres aplicaciones en el período. Los fungicidas utilizados preferentemente son del grupo bencimidazólico y los cúpricos. El control químico en esta época se efectúa con el propósito de cubrir y proteger las heridas dejadas por la defoliación. Como norma general, la primera aplicación se efectúa a inicio de caída de hojas (estimativamente al 5%) y previo a las primeras lluvias de temporada. Las siguientes aplicaciones se realizan a mediados (estimativamente al 50%) y la tercera a fines (estimativamente al 75%) de caída de hojas. Como complemento se ha empleado defoliantes como el sulfato de zinc, con el objetivo de acelerar y uniformar la caída de hojas (ALVAREZ *et al.*, 2004; LOLAS y LATORRE, 1996).

COOKE *et al.*, (1993) señalan que los fungicidas pueden prevenir la iniciación de nuevos canchros de dos maneras. En primer lugar, pueden prevenir o disminuir la esporulación de canchros existentes, así reduciendo el inóculo disponible para la infección. En segundo lugar, pueden actuar como protectores, proporcionando un depósito fungi-tóxico sobre los sitios potenciales de la infección, previniendo su colonización por *N. galligena*. Los principales fungicidas utilizados como protectores son en base a Clorotalonil, el fungicida Clorotalonil es típicamente utilizado en frutales, papas, cebollas, apios, césped y rosas. El modo de acción del Clorotalonil involucra una combinación con una molécula llamada Glutathión en las células del hongo. El producto forma un derivado de la unión Glutathión- Clorotalonil, atando todas las moléculas disponibles de glutathión dejando a las enzimas Glutathión dependientes sin un sustrato irrumpiendo en la cadena enzimática. Esta inhibición es la que genera el efecto tóxico del fungicida (COX, 1997).

SWINBURNE *et al.* (1975) señalan que las aplicaciones de primavera-verano para el control de la sarna del manzano reducen sustancialmente la presencia de canchros, siendo los tratamientos con Dithianon mejores que los de Dodine. Y según

COOKE (1999) esta reducción va entre un 65% y un 75% comparado con plantas sin tratamiento.

Y los programas de otoño que incluyen 2 aplicaciones de Cobre una al 5% y la otra al 50% de caída de hojas alcanzan la mayor reducción en el número de canchros según estudios realizados por COOKE (1999).

Además este mismo autor, encontró que los programas que incluyen fungicidas benzimidazoles (Carbendazim principalmente) en primavera-verano y en otoño Oxidocloruro de Cobre eran más eficaces que los programas con Miclobutanil/Miclobutanil + Mancozeb/ Oxidocloruro de Cobre. Reduciendo también la pérdida de fruta en almacenaje causado por *Neonectria*.

LATORRE *et al.* (2002), indican que de una a tres aplicaciones protectoras de compuestos de cobre (Caldo Bordo, Oxidocloruro de Cobre o Dioxido de Cobre) o cobres alternados con benzimidazoles (Benomilo, Carbendazim o Metil Thiofanato), son efectivas para reducir la incidencia del cancro europeo en la caída de hojas.

**2.6.2 Control biológico.** Los primeros trabajos realizados sobre el control biológico de *N. galligena* fueron realizados por Swinburne, donde se muestran que *Bacillus subtilis*, un colonizador ocasional de la capa protectora primaria de las cicatrices foliares en manzano, fue altamente antagonista de *N. galligena* y que la inoculación artificial de las cicatrices foliares en otoño con una suspensión de células vegetativas y esporas de la bacteria dio alguna protección contra la infección. Experimentos posteriores realizados por SWINBURNE (1975), concluyeron que *B. subtilis* crecía dentro de la capa protectora primaria y producía sustancias antibióticas las cuales eran activas contra hongos y bacterias colonizadores de las cicatrices foliares.

**2.6.3 Control cultural.** Para obtener éxito en la lucha contra el cancro europeo del manzano, según lo indicado por LOLAS y LATORRE (1996), deben seguirse un conjunto de prácticas, como lo son las medidas preventivas y curativas.

Las fuentes de inóculo primario están asociadas principalmente a canchros existentes en el propio huerto, aun cuando fuentes de inóculo externas (en huertos vecinos o en otros hospederos) pudieran tener importancia. Por lo tanto, la eliminación de focos dentro del huerto adquiere gran importancia.

2.6.3.1 Medidas preventivas. Debido a que la infección se produce principalmente a través de las heridas dejadas por las hojas al caer en otoño, se hace necesaria la aplicación de fungicidas durante esta época. Como el período en que el árbol pierde sus hojas es largo, en zonas lluviosas como Valdivia es necesario hacer dos aplicaciones, la primera justo antes que las hojas comiencen a caer y la segunda cuando aproximadamente 2/3 de las hoja han caído (PINTO y ENGLISH, 1972).

Mc CRAKEN (1982), señala además que el problema del cancro podría ser reducido si consistentemente los sitios húmedos son drenados, existe una moderación en la fertilización nitrogenada y una higiene en el huerto, siendo vital la remoción de material vegetal enfermo.

Por lo tanto, la eliminación de focos dentro del huerto adquiere gran importancia en el control de los canchros. Estas se deben retirar del huerto y en lo posible se deben quemar. Dejar este material en el piso del huerto, como suele ocurrir, significa incrementar el inóculo y aumentar el problema (LOLAS y LATORRE, 1996).

2.6.3.2 Medidas curativas. Ellas se basan en el control por erradicación, es decir, en la inspección de los árboles enfermos y la eliminación de las partes afectadas. Esta eliminación es preferible hacerla en el momento de la poda, cortando las ramillas afectadas, las cuales deben ser retiradas de inmediato del huerto y quemada junto con los restos de poda (Vergara 1953, citado por PAREDES 2007).

La remoción de tejido canchroso de un huerto es de gran importancia. Los canchros pequeños ubicados en ramas madres o troncos pueden ser extirpados, cuidando de eliminar el tejido enfermo hasta que no presente estrías de color café. La herida se desinfecta con permanganato de potasio al 1,5% y luego se cubre con pintura bordelesa o pastas fungicidas (CARREÑO y PINTO, 1980).

En huertos adultos, con presencia de grandes canchros en el tronco, brazos o ejes, pueden extirparse los tejidos enfermos y cubrir la herida inmediatamente con una pintura fungicida a base de benzimidazoles o de captafol (LOLAS y LATORRE, 1996).

Para controlar el canchro, es esencial prevenir la infección durante el período de primavera-verano y en el otoño (COOKE *et al.*, 1993).

Además de prácticas de saneamiento, actualmente se efectúan hasta tres aplicaciones de fungicidas al año para reducir los daños causados por *N. galligena*. (LOLAS y LATORRE, 1996).

### 3 MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Material biológico.

El material biológico utilizado durante el ensayo consistió en 32 árboles de manzanos de la variedad Braeburn, los cuales se encuentran sobre un porta injerto MM 106 y en un marco de plantación de 4 x 2, ubicados dentro del cuartel N° 11 en el Fundo Pelchuquín.

El Fundo Pelchuquín, se encuentra a 35 kilómetros de la ciudad de Valdivia en dirección noreste, en el sector Copihue dentro del valle de la Mariquina. Geográficamente se encuentra a los 39° 37' 27" de latitud sur y a los 73° 04' 43" de longitud oeste y a una elevación de 30 m.s.n.m.

3.1.1 Fungicida utilizado como sellante. Para el caso de los tratamientos donde se aplicó un sellante en los cortes de poda, este fue en base al fungicida de contacto Clorotalonil (Podastick Plus), la concentración de ingrediente activo que posee este producto es de 20 g/L.

#### 3.2 Metodología.

Los árboles del cuartel se seleccionaron de forma dirigida dentro de las 35 hileras, descartándose las cinco primeras y las últimas cinco hileras del cuartel, como también los 15 primeros y los 15 últimos árboles de cada hilera. Todo esto con el objetivo de evitar el efecto borde sobre los resultados del ensayo.

El criterio de selección de los árboles para conformar los respectivos bloques fue el siguiente:

- Árboles de tamaño promedio dentro del cuartel, que bordearan los 4 m de altura de una estructura similar, sin síntomas evidentes de algún tipo de estrés bióticos (ataques de insectos, hongos distintos al agente causal del cancro europeo, bacterial y/o viral, entre otros) o abióticos (climáticos, edáficos u otros si existiesen), que pudiesen afectar los resultados de los ensayos.

- Se utilizaron árboles sin cancos evidentes en la parte baja del eje central (tronco), pero en la parte alta esta condición no será determinante para la elección.
- Cada árbol utilizado presentó entre 5 y 8 cancos entre ramas y ramillas.
- Todos los cancos fueron medidos y cuantificados, y las ramas donde se encontraban los cancos fueron marcadas en cada árbol, esto sirvió de clasificación en la conformación de los bloques respectivos y la posterior eliminación de las ramas a través de la poda.

Para aumentar la homogenización dentro de los respectivos bloques, los cuatro árboles que conformaron cada uno de ellos debieron cumplir además con ciertos criterios de selección, poseer un diámetro basal similar dentro de un rango variable de entre más o menos 3 cm, además de poseer la menor distancia posible entre ellos, de tal forma de que compartan características de suelo, fertilización y aplicaciones foliares, y por último, un número de cancos igual y de diámetro de estos similar para que de este modo, la carga de potencial inóculo no difiera entre ellos. La correspondiente estratificación de los 32 árboles que conformaron los ocho bloques se detalla en el CUADRO 1.

**CUADRO 1 Caracterización de la estratificación de los bloques.**

Bloque	Diámetro basal tronco (cm)	Nº Cancro	Diámetro cancro (cm)	Nº cortes 1º tercio	Nº cortes 2º tercio	Nº cortes 3º tercio	Nº cortes total
1	17,1-19,0	6	3,64x1,05 a 4,6x1,5	1	3	2	6
2	18,3-20,5	8	2,58x0,9 a 3,8x1,2	1	4	1	6
3	17,0-20,0	5	3,3x1,6 a 4,0x2,0	1	3	1	5
4	16,7-18,5	7	1,8x0,8 a 2,4x0,9	2	2	2	6
5	18,2-20,5	7	2,7x1,2 a 3,9x3,0	2	3	3	8
6	19,9-22,4	8	4,8x3,4 a 5,0x 4,0	1	4	2	7
7	19,8-21,0	5	1,1x0,7 a 1,8x1,0	1	3	2	6
8	20,3-23,0	8	1,7x0,8 a 3,2x1,0	2	2	1	5

Un criterio final utilizado en la estratificación de los bloques fue el número de cortes de poda realizado en cada uno de los árboles (CUADRO 1), por lo que los cuatro tratamientos aplicados en cada bloque tuvieron igual número de cortes, manteniendo el criterio de poda más adelante señalado. Para ello previamente se marcaron las ramas a cortar y además dicho marcaje sirvió para las evaluaciones posteriores.

Los árboles utilizados en el ensayo se numeraron del 1 al 32 y posteriormente se asignaron dentro de los 8 bloques conformados, y finalmente se determinó al azar el tratamiento que recibió cada uno.

En tanto, que el diseño experimental definido para la optimización de los resultados fue el de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y ocho repeticiones. Donde la unidad experimental es cada árbol.

### **3.3 Detalles de los tratamientos.**

Se realizó un total de cuatro tratamientos. Todos coincidentes en una poda invernal, en el receso vegetativo de la variedad, entre la última semana de Agosto y la primera semana de Septiembre.

El factor considerado en cada tratamiento, es la condición climática en la cual se realizó la poda, es decir, con lluvias y sin lluvias.

Por lo que se llevaron a cabo dos tratamientos con lluvia y dos tratamientos sin lluvia, en cada condición se consideró un tratamiento testigo sin pasta sellante. Y por cada tratamiento se utilizaron ocho repeticiones, lo que conforma un total de 32 árboles.

A continuación se detallan los cuatro tratamientos:

- Tratamiento N° 1. Poda de un árbol sin aplicación de pasta sellante en los cortes de poda, en día sin lluvias. Tratamiento testigo sin lluvia.

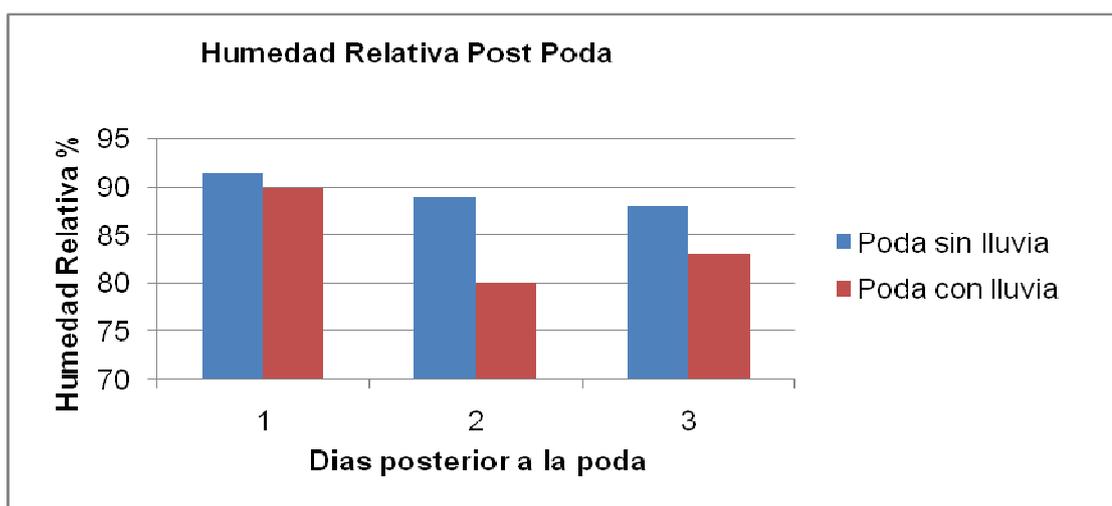
- Tratamiento N° 2. Poda de un árbol con la aplicación de pasta sellante en los cortes de poda, en día sin lluvia.
- Tratamiento N° 3. Poda de un árbol sin aplicación de pasta sellante en los cortes de poda, en día con lluvia. Tratamiento testigo con lluvia.
- Tratamiento N° 4. Poda de un árbol con la aplicación de pasta sellante en los cortes de poda, en día con lluvia.

La poda de los tratamientos que consideraron días sin lluvias, se llevó a cabo el día 31 de Agosto de 2007 y los tratamientos que consideraron la condición climática con presencia de lluvias se realizó el día 03 de Septiembre de 2007, la condición pluviométrica al momento de la poda se resume en el CUADRO 2. Además de la humedad relativa y temperaturas posteriores a la poda que se grafican en la figura 2 y 3 respectivamente.

**CUADRO 2 Condición pluviométrica al momento de la poda.**

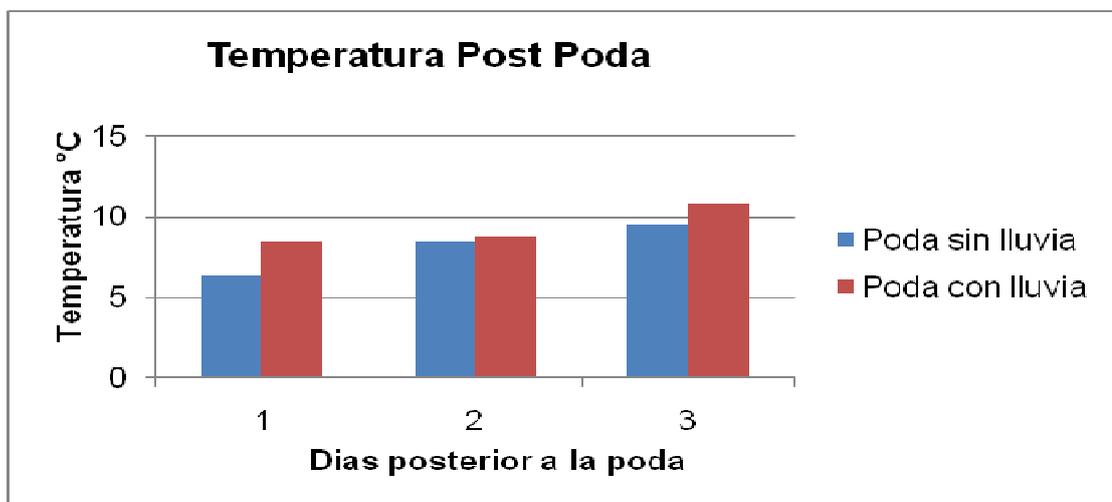
Fecha	Precipitaciones (mm)
31-08-2007	0
03-09-2007	46

FUENTE: Adaptado de estación meteorológica "Fundo Pelchuquín" 2007.



**FIGURA 2 Humedad relativa posteriores a la poda.**

FUENTE: Adaptado de estación meteorológica "Fundo Pelchuquín" 2007.



**FIGURA 3** Temperaturas posteriores a la poda.

FUENTE: Adaptado de estación meteorológica “Fundo Pelchuquín” 2007.

**3.4 Características de la poda en Braeburn.** Para poder realizar el ensayo sobre los árboles la poda debe cumplir todas las necesidades reales de poda, lo que implica realizar una poda de limpieza de canchales, junto con la poda de mantenimiento y producción del huerto. El detalle de la poda se describe a continuación.

- 1) Definir un primer piso de 1 a 1,5 mt.
- 2) Eliminar todo lo que presente sintomatología de cancro, tanto en ramillas, ramas gruesas y si fuera necesario ejes (para ello y previo a la poda se marcaron todos los canchales visibles).
- 3) Eliminar ramas madres que presenten una relación de diámetro con respecto al eje de 2:1 ó 1:1. Es decir, lo ideal es quedar con ramas delgadas (laterales) para que el árbol quede más estilizado. La eliminación de estas ramas es en todo el eje (hasta la punta). Los cortes son con un tocón de 5 cm aproximadamente.

- 4) De las ramas laterales, eliminar un vástago vigoroso de la temporada (chupón). No se eliminan más aunque se encuentren debido a que la variedad es muy vigorosa y reacciona mal a muchos cortes.
- 5) Definir una altura de 4 m.

### **3.5 Reconocimiento del agente causal.**

Para la identificación del estado anamorfo del cancro europeo del manzano, *C. mali* se utilizó el método de cultivo de colonias y posteriormente la medición de conidias. El análisis se efectuó sobre aquellas ramillas que presentaron sintomatología típica del ataque de *N. galligena* Bresad., (ACUÑA, 2000; ALVAREZ *et al.*, 2004), y que fueron evaluadas como afectadas por el hongo al momento de determinar la incidencia de este sobre los brotes.

Las siembras se realizaron en base a lo indicado por LATORRE *et al.*, (2002) donde se cortan pequeños trozos de madera de la zona de esporulación del hongo (madera de alrededor del cancro, corteza con depresión), previamente desinfectados con alcohol al 70%. Posteriormente las placas son sembradas y mantenidas a 20 °C durante una semana, para luego, una vez identificadas las colonias sin contaminaciones, se lleva a cabo el repique con el objetivo de aislar completamente al hongo sobre placas con Agar Papa Dextrosa (PDA).

Para la medición de las conidias, se seleccionaron las mejores colonias y se determinó el tamaño de 50 macroconidias. Para ello se utilizó un ocular graduado y un portaobjeto graduado, y todas las observaciones se realizaron con un aumento de 40X y se comparó con lo señalado en la literatura revisada.

### **3.6 Evaluación de los ensayos.**

La evaluación de los resultados del ensayo se realizó en tres oportunidades, una vez cada 15 días, partiendo con la primera evaluación la última semana de Enero, con el objetivo de que el crecimiento de temporada se haya detenido. En cada una de ellas se cuantificó el promedio de los brotes nacidos en cada corte de poda realizado, y en segundo lugar se registró el N° promedio de los brotes nacidos, los con claros

síntomas de *Neonectria* (los cuales corresponden a una marchites generalizada de los brotes) y así determinar la incidencia del hongo en los diferentes tratamientos.

Para determinar si la incidencia y el comportamiento del hongo varía en los distintos estratos del árbol, se procedió a realizar las evaluaciones anteriormente descritas dividiendo la planta en tres partes iguales (en altura) o tercios, siendo el primer tercio (tercio basal) todo el tronco hasta la primera rama estructural, el segundo tercio (tercio medio) hasta a 1,3 metros sobre la primera rama estructural, dejando el tercer tercio (tercio apical) al resto del árbol.

### **3.7 Análisis estadístico.**

Previo al análisis estadístico propiamente tal se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de cada uno de los parámetros evaluados. Una vez comprobados ambos supuestos se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA) de acuerdo al diseño experimental empleado, y posteriormente cuando existieron se analizaron las diferencias significativas mediante el test de Tukey ( $p < 0,05$ ), evaluando de esta manera la interacción entre los distintos factores.

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Identificación del agente causal.

Los resultados obtenidos de la medición de 50 macroconidias del hongo *C. mali* según procedimiento detallado en el punto 3.5, se exponen en el CUADRO 3.

**CUADRO 3 Promedio de la medición macroconidias de *C. mali*.**

Largo ( $\mu\text{m}$ )	Ancho ( $\mu\text{m}$ )
52,3 (rango entre 47 a 58 $\mu\text{m}$ )	4,98 (rango entre 4,5 a 5,3 $\mu\text{m}$ )

Estos resultados concuerdan con las medias para las macroconidias del hongo *C. mali*, estado anamorfo de *N. galligena*, agente causal de la enfermedad conocida como cancro europeo del manzano, ya que según lo indicado por ALVAREZ *et al.*, (2004), las macroconidias miden entre 52-64  $\mu\text{m}$  de largo y 4,5-5,5  $\mu\text{m}$  de ancho.

Con esto se ratifica de forma empírica la presencia de la enfermedad causada por *N. galligena* sobre las ramillas evaluadas como sintomáticas en campo, las cuales presentaban una marchitez generalizada provocada por un estrangulamiento en la base del brote, como lo describen ACUÑA (2000) y ALVAREZ *et al.* (2004).

### 4.2 Promedio de brotes nacidos tras la poda invernal.

Las condiciones de temperatura y humedad inciden de sobremanera en la capacidad de reproducción que presenta una enfermedad fungosa y el posterior ataque a la planta, y por supuesto en la forma en que ésta es capaz de oponer resistencia al ataque.

A continuación se presentan y discuten los efectos provocado por la lluvia y el uso de sellantes en la poda invernal de manzanos variedad Breaburn, en cuanto al promedio de brotes nacidos durante la primavera.

**4.2.1 Efectos del uso de sellantes bajo las condiciones climáticas evaluadas, sobre el promedio de brotes emergidos por corte de poda.** Al evaluar el número de brotes promedio emergidos de los cortes de poda al árbol completo, después de la primera evaluación, expuesto en el CUADRO 4, se aprecia claramente que la condición climática bajo la cual se realizó la poda, que para este ensayo es la lluvia, no genera diferencias estadísticamente significativas.

Pero si existen diferencias al evaluar el uso de sellantes de poda, e independiente bajo la condición que se puede, siempre el uso de pastas sellantes favorece la aparición de más brotes desde las yemas de alrededor del corte de poda.

**CUADRO 4 Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Primera evaluación.**

	Sin sellante	Con sellante
Sin lluvia	3,48 aB	5,96 aA
Con lluvia	3,02 aB	4,15 aA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Para poder realizar una conclusión más fehaciente de lo observado en relación a los brotes emergidos, es necesario revisar los resultados obtenidos de la segunda y tercera evaluación (CUADROS 5 y 6, respectivamente).

**CUADRO 5 Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Segunda evaluación.**

	Sin sellante	Con sellante
Sin lluvia	4,031 aB	6,281 aA
Con lluvia	3,718 aA	4,551 bA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

**CUADRO 6 Promedio de brotes emergidos por corte de poda realizados al árbol completo por efecto de la interacción lluvia por sellante. Tercera evaluación.**

	Sin sellante	Con sellante
Sin lluvia	4,031 aB	6,281 aA
Con lluvia	3,718 aA	4,551 bA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

En primer lugar se desprende al observar los CUADROS 4, 5 y 6, correspondientes a las tres evaluaciones realizadas, que luego de ocurrida la primera evaluación, última semana de Enero de 2008, el huerto siguió en activo crecimiento, como lo demuestra un aumento de los brotes emergidos al momento de realizar la segunda evaluación (segunda semana de Febrero de 2008), y que no hubo un nuevo aumento de brotes en la tercera evaluación, última semana de Febrero de 2008, lo que indica una detención del crecimiento observado entre la segunda y tercera evaluación, esto bajo las condiciones de la variedad estudiada, el cuartel y la temporada correspondiente a dichas mediciones. Por lo que y en vista de lo acontecido con los resultados obtenidos de las tres mediciones, se tomarán sólo los valores de la segunda evaluación como promedios representativos de las tres evaluaciones realizadas sobre el ensayo.

Basados en el punto anterior se puede señalar que al estabilizarse el cuartel en cuanto a la emergencia y/o muerte de brotes (CUADRO 5), se presentan diferencias significativas bajo la condición que se poda sólo cuando se utiliza pasta sellante.

Esto es debido principalmente, a que cuando se producen lluvias de cierta intensidad esta es capaz de lavar el producto utilizado en los cortes y por lo tanto exponer las heridas al ingreso de patógenos de la madera, que son los causantes primarios en la reducción de la brotación. Lo que finalmente deja los cortes en condiciones muy similares a cuando no se aplican estos sellantes.

Este producto utilizado probablemente posee una baja adherencia a la madera como se muestra en la FIGURA 4, correspondiente a observaciones posteriores a la poda.



**FIGURA 4 Estado de los cortes un mes después de la poda.**

FUENTE: Observaciones propias.

Este hecho es ratificado al ver que existen diferencias significativas en el promedio de brotes emergidos al evaluar el uso de sellantes con lluvias, ya que el sellarlo o no bajo lluvias no beneficia una mayor cantidad de brotes, pero si cuando se excluye la lluvia en la poda, donde los sellantes mejoran el promedio de emergencia, demostrando su efectividad cuando no es lavado.

Además de las observaciones de los resultados expuestos, se puede mencionar que debido a que los cortes donde la pasta sellante es usada, permite ver, que este producto no provocaría una muerte a las yemas alrededor del corte por algún efecto tóxico, sino al contrario beneficia dicha emergencia por los resultados obtenidos, donde el promedio es mayor con uso de sellante, que en aquellos cortes donde no se usó.

Para responder a la interrogante que se presenta al analizar los resultados de los tratamientos testigos (sin sellantes), que no muestran diferencias a la condición climática, hay que hacer referencia a lo indicado por XU *et al.* (1998), estos señalan que heridas frescas sin protección son igualmente susceptibles al ataque de *Neonectria*, por lo menos dentro de las primeras 48 horas, y esto sumado a las

condiciones de agua libre que requiere el hongo para su disseminación y germinación que según LOLAS y LATORRE (1996), esta condición la cumplen la lluvia, llovizna o rocío (capaces de generar al menos 6 horas de agua libre) y temperaturas (la infección ocurre entre 5 y 16 °C), las cuales en la provincia de Valdivia son comunes, debido a que esta condición de agua libre se cumple en la noches o por las madrugadas donde el agua condensa en forma de neblina y/o rocío matinal, lo cual hace muy susceptible a los cortes de poda que se realizaron en días sin lluvias y sin una protección a presentar una infección causada por el patógeno, y por lo tanto se ve afectada la brotación de primavera.

En resumen y basados en los resultados obtenidos, se demuestran varios puntos aclaratorios en relación a la poda invernal bajo un régimen de precipitaciones, en relación a la brotación de primavera.

Primero, existe una relación directa entre el uso y el no uso de sellante, bajo condiciones normales de poda (días sin lluvias), y el número de brotes promedio emergidos de dichos cortes, existiendo un promedio mayor de estos al proceder a sellar cada corte efectuado en el árbol, brotes que en la próxima estación de poda permitirá elegir de mejor forma cuál de ellos pasará a estructurar una nueva rama de producción en el árbol.

Segundo, al comparar estos dos resultados discutidos anteriormente, no se observó un efecto fitotóxico por parte del fungicida a base de Clorotalonil, sobre las yemas vegetativas que se encuentran alrededor del corte de poda, ya que el promedio de brotes emergido es mayor en el caso de los cortes con pasta poda versus aquellos sin pasta poda, teniendo mayor relevancia en la emergencia la presencia de enfermedades de la madera que una presunta fitotoxicidad al clorotalonil, en cuanto a su formulación y al mantener las recomendaciones técnicas de uso por parte del fabricante. Quedando de manifiesto, que al no usar un sellante y/o este se exponga a un lavado por el agua, las enfermedades de la madera y/o en el caso en particular *N. galligena*, provoca una reducción mayor en la cantidad de yemas que alcanzan la brotación, más allá que el posible efecto nocivo del sellante sobre estas mismas, efecto fitotóxico que no es comprobable.

Tercero, al analizar los resultados de una poda realizada bajo lluvia, se demuestra que no habría diferencias significativas entre dejar los cortes sin sellante versus dejarlos con sellante, lo que sugiere que existe un lavado del sellante al ser aplicado bajo lluvias de alta intensidad (la intensidad de las precipitaciones post poda fue observada en 8 mm/hr promedio)<sup>1</sup> al momento de podar y sellar se produce un lavado del producto utilizado, probablemente debido a una baja adherencia del mismo.

**4.2.2 Efecto de la lluvia sobre los distintos tercios en relación al número promedio de brotes emergidos en los cortes de poda.** En base a lo observado en el CUADRO 7, se puede señalar que existen diferencias significativas, dependiendo de la condición climática, al momento de podar solo en el tercio basal, mientras que en los demás esta condición no es relevante para la emergencia de las nuevas ramillas.

**CUADRO 7 Promedio de brotes emergidos por tercio en cada tratamiento, dado por la interacción tercio por lluvia.**

	1 <sup>er</sup> tercio	2 <sup>o</sup> tercio	3 <sup>er</sup> tercio
Sin lluvia	2,281 aA	1,23 aB	1,646 aB
Con lluvia	1,437 bA	1,051 aA	1,646 aA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Mientras que los tercios muestran diferencias significativas solo cuando no hay presencia de lluvias durante la poda, mostrando mejor resultados en el tercio basal, en tanto que el tercio medio y apical no muestran diferencias significativas. Cuando se evalúan los tercios bajo condición de lluvia el promedio de brotes no muestra diferencias significativas, lo que indica a la lluvia como responsable de mejorar las condiciones para la disseminación e ingreso de enfermedades de la madera.

Al existir diferencias en los tercios sin lluvia nos sugiere que existe otro factor influenciando el ataque a las yemas potenciales y suprimiendo su brotación, y que

<sup>1</sup> Según datos entregados por la estación meteorológica de la Sucesión Agrícola Luis Alessandrini Grez. 10-09-2007

cuando se incluye el factor lluvia no existan dichas diferencias entre los tercios, indicaría que el agua libre condiciona a todos los tercios por igual, por lo que probablemente y según estudios realizados por XU *et al.* (1998), la dosis de inóculo infectivo en la zona media y alta del manzano es mayor que en la zona basal y por tanto presentan una menor brotación.

Potencialmente se debiera esperar una mayor cantidad de inóculo infectivo, y por lo tanto una mayor presión de *Neonectria*, en los tercios medios y superior, dado por un lado por la más alta cantidad de ramas del tercio medio y del apical con respecto al tercio basal y la exposición al viento del tercio apical, condición también indicada como elemento de diseminación de las conidias del hongo. Por lo que y como se indica en el párrafo anterior, en el tercio basal solo al podar bajo lluvia mejora las condiciones para el hongo y de ahí la menor brotación de los cortes podados bajo lluvia (DUBIN y ENGLISH, 1975a; XU *et al.*, 1998).

**4.2.3 Efectos del uso de sellantes sobre los distintos tercios en relación al número promedio de brotes emergidos en los cortes de poda.** Según lo expuesto en el CUADRO 8, donde se muestran diferencias significativas en el tercio basal y el tercio apical donde el uso de un sellante sobre los cortes de poda mejora la condición de estos y les facilita una mayor brotación de las yemas, pero en el segundo tercio medio los resultados no son estadísticamente significativos, donde el uso o no de un sellante es indiferente, por lo que probablemente en este tercio, al igual que lo sucedido con los resultados de la condición climática bajo la cual se poda, debe poseer la mayor carga de inóculo infectivo, esto es solo una presunción debido a que la cantidad de inóculo no fue medida en este ensayo.

Según los estudios realizados por XU *et al.* (1998), donde se evaluó el efecto de la cantidad de inóculo, la duración del periodo de humedad y las temperaturas en la infección por *N. galligena* en los corte de poda de manzano, se demostró que una alta carga inicial de inóculo junto a una variedad susceptible aumentan la incidencia de la enfermedad, de tal forma que la temperatura y la duración de una alta humedad son secundarios para una efectiva infección, e incluso al aumentar la duración de una alta

humedad decrece la incidencia de cancros (se explicaría, porque para la incubación de *Neonectria* solo se requeriría un tiempo corto y luego naturalmente la barrera de defensa que forma el árbol en el corte de poda no permitiría la penetración del hongo). La altas dosis de inóculo que favorecen un incremento en la incidencia de los cancros también fue observada por Van De Weg (1989) y Carter y Moller (1971) citados por XU *et al.* (1998).

**CUADRO 8 Promedio de brotes emergidos por tercio en cada tratamiento, dado por la interacción tercio por sellante.**

	1 <sup>er</sup> tercio	2 <sup>o</sup> tercio	3 <sup>er</sup> tercio
Sin sellante	1,437 bA	1,260 aA	1,177 bA
Con sellante	2,281 aA	1,020 aB	2,115 aA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Altas dosis de inóculo y cortes de podas jóvenes, dan como resultado cortos períodos de incubación y con ello altas tasas de incidencia de cancros. Lo que se traduce también en incremento de la invasión de biomasa del hongo incrementando la probabilidad de infección que provoca una rápida colonización y expresión de síntomas (XU *et al.*, 1998).

El hecho de que existan diferencias significativas con el uso de sellantes en el tercio medio respecto a los otros dos tercios, reafirma que el sector medio del árbol está expuesto a una mayor presión de inóculo infeccioso y por lo tanto lo hace más susceptible.

En resumen, al determinar el efecto global de la condición de agua libre durante la poda (o una lluvia propiamente tal) sobre los distintos tercios, se determinó un comportamiento distinto en cuanto a la brotación de las yemas, debido probablemente al ataque de hongos de la madera, particularmente el de *Neonectria*, ya que solo el tercio basal presenta diferencias significativas en cuanto a este parámetro evaluado. Al determinar la interacción que se produce al aplicar un sellante de poda, este solo

favorece al primer y tercer tercio de la planta, protegiendo las heridas al ingreso del patógeno, en el tercio medio la brotación no se ve favorecida, ni por el sellante, ni por podar sin precipitaciones, por lo que se asume una alta presión inicial de inóculo infectivo en esta zona del árbol.

Todo lo anteriormente señalado se traduce en que el efecto de la condición bajo la cual se puede condicionar la brotación de las yemas de los tercios, y si se suma a esto la efectividad de los sellantes, confirma que nuevamente la mejor condición de poda es el aplicar sellantes inmediatamente a los cortes y que esta labor se realice sin la presencia de lluvias.

Y el que no exista un beneficio del uso del sellante en el tercio medio, en relación a la brotación no puede ser asumida desde ya como efecto de la infección de *Neonectria*, para ello se debe evaluar la incidencia del hongo sobre las ramillas para poder determinar fehacientemente que la menor brotación se debe a causa de infecciones acertadas y no a causas netamente fisiológicas del árbol (o de cada tercio en particular), por lo que a continuación se muestran los resultados del estado sanitario de las ramillas emergidas.

#### **4.3 Estado sanitario de los brotes nacidos tras la poda invernal.**

La capacidad infectiva del hongo y su rápido desarrollo en variedades susceptibles, como en el caso de Breaburn, puede causar la detención en la aparición de nuevos brotes, y por ende un menor número de ramillas emergidas desde cada corte de poda, y además si la infección durante la poda fue exitosa por parte del hongo este tiene la capacidad de presentar la sintomatología en los nuevos brotes durante la temporada de activo crecimiento, manifestándose en una marchitez generalizada de los brotes, a consecuencia de un decrecimiento en la conductividad del agua. (ACUÑA, 2000; ALVAREZ *et al.*, 2004; SAKAMOTO *et al.*, 2004).

Para poder realizar una evaluación más acabada respecto de los brotes a la incidencia de la enfermedad tras la poda invernal y de esta forma establecer la verdadera magnitud de *N. galligena* sobre la brotación de primavera en los cortes de

poda, es necesario analizar del total de ramillas emergidas cuantas presentan la sintomatología típica del ataque del cancro europeo.

Por lo que a continuación se presentan y discuten los resultados en relación a la incidencia de *Neonectria* sobre los brotes nacidos en primavera.

**4.3.1 Efectos del uso de sellantes bajo las condiciones climáticas evaluadas, sobre el promedio de brotes sintomáticos emergidos de los cortes de poda.** En el CUADRO 9 se exponen los resultados obtenidos tras la evaluación de verano de los brotes sintomáticos aparecidos luego de la poda invernal. Estos resultados muestran el estado sanitario global del árbol.

**CUADRO 9 Brotes sintomáticos emergidos de la interacción lluvia por sellante.**

	Sin sellante	Con sellante
Sin lluvia	3,796 aA	1,376 bB
con lluvia	3 bA	3,37 aA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Existen diferencias significativas en relación a la condición climática mostrando más brotes sintomáticos cuando se poda con lluvia. Pero sin uso de sellantes la peor condición es sin lluvia.

Además, el uso de sellantes favorece una brotación más sana sólo cuando se poda sin lluvia, ya que bajo una lluvia el uso del sellante no ayuda a una brotación mejor, lo que reafirma lo que se señaló con los brotes emergidos, que la intensidad de la lluvia provoca un lavado del producto aplicado a los cortes.

El hecho de que se produzca una mayor sintomatología en los tratamientos podados sin lluvias, puede sonar algo contradictorio, pero en realidad no lo es tanto ya que como se había mencionado anteriormente, la zona de Valdivia presenta alta humedad ambiental y además de rocío y/o neblina matinal, lo que en consecuencia

genera condiciones óptimas, junto a las temperaturas, para el desarrollo de *Neonectria* (LOLAS y LATORRE, 1996; XU *et al.*, 1998; LATORRE *et al.*, 2002), lo cual eventualmente y como se ve en los resultados puede generar una brotación tanto o más sintomática, que podar bajo una lluvia sin usar el correspondiente sellante.

Además a lo indicado anteriormente, es que el inóculo presente durante la poda no haya variado su capacidad de infección entre la poda con y sin lluvia. Esta aseveración es confirmada por DUBIN y ENGLISH (1975 a), los autores proponen que la precipitación no es un factor determinante en la infección de las conidias del hongo, sino que es la humedad relativa la que tiene un efecto significativo sobre la capacidad de infección y el incremento del inóculo en el interior del huerto.

Por lo que altas dosis de inóculo y cortes de podas jóvenes, dan como resultado cortos períodos de incubación y con ello altas tasas de incidencia de canchros. Lo que se traduce también en incremento de la invasión de biomasa del hongo aumentando la probabilidad de infección que provoca una rápida colonización y expresión de síntomas (DUBIN y ENGLISH 1975a; XU *et al.*, 1998; ACUÑA 2000; LATORRE *et al.*, 2002).

Dicho de otra forma, se puede decir que si durante la poda sin precipitación la humedad relativa fue lo suficientemente alta como para asemejarse a la humedad relativa existente durante la lluvia, según la FIGURA 2 esta condición se cumple, donde efectivamente existió una humedad relativa alta en la poda sin lluvia y por lo tanto ambos tratamientos estuvieron en igualdad de condiciones, ya que además las temperaturas posteriores a la poda (FIGURA 3), también están en los rangos óptimos señalados por LOLAS y LATORRE (1996), entre 5 y 16 °C, lo que finalmente se expresa en los resultados expuestos anteriormente.

Más allá de lo comentado anteriormente, lo realmente importante a destacar es el hecho de que las podas deben siempre considerar el correcto y rápido cubrimiento de las heridas expuestas por la tijera y/o el serrucho y además evitar el lavado del producto utilizado a causa de las lluvias, que como consecuencia acarrearán una mayor incidencia de la enfermedad durante la primavera. Con este simple procedimiento de podar sin lluvias y proceder a sellar los cortes, se reduce significativamente la

incidencia del cancro europeo sobre el manzano, ya que para la zona de Valdivia siempre estará presente la condición de una alta humedad o el agua libre propiamente tal.

De la misma forma que se observó con la cantidad de brotes emergidos, el comportamiento de los brotes sintomatológicos siguen el mismo patrón, donde el uso de un sellante en los cortes de poda no solo mejora la brotación, sino que también se determinó una mejor condición sanitaria de estos. Junto con ello el hecho de exponer los cortes recién pintados a una alta intensidad de lluvia provoca un lavado de este y con ello aumenta la incidencia del cancro.

**4.3.2 Efecto de la condición climática durante la poda en relación al estado sanitario de los brotes por tercio.** Al observar el CUADRO 10, solo existen diferencias significativas por efecto del factor climático en el tercio medio y apical, existiendo más brotes sintomáticos en el caso de podar bajo la lluvia, demostrando la gran influencia que ejerce el factor lluvia sobre la infección efectiva del hongo sobre las ramillas de la temporada.

**CUADRO 10 Promedio de brotes sintomáticos emergidos por tercio, dado por la interacción tercio por lluvia.**

	1 <sup>er</sup> tercio	2 <sup>o</sup> tercio	3 <sup>er</sup> tercio
Sin lluvia	0,791 aA	0,912 bA	0,885 bA
Con lluvia	0,703 aB	1,177 aA	1,304 aA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Los tercios muestran diferencias significativas solo con la presencia de lluvias en la poda y la mejor condición sanitaria está dada en el tercio basal.

Por lo que el factor climático lluvia afecta de diferente manera sobre las distintos tercios del árbol, mejorando las condiciones para una infección efectiva en el tercio medio y apical, pero no influye de la misma manera sobre el tercio basal donde, podar con lluvia no es un factor determinante para la infección, lo que reafirma que la dosis de inóculo es un factor clave en las nuevas infecciones por parte de *Neonectria*, existiendo una relación positiva entre la dosis de inóculo y la incidencia de la enfermedad.

Lo cual lleva a la conclusión de que la estructura del árbol en la parte media y superior poseen la mayor carga de inóculo infectivo y que la lluvia es un efectivo medio de transporte a este nivel de la planta. Pero bajo esta misma premisa, el inóculo potencial del tercio basal es menor a causa principalmente de su estructura (menos ramas con potencial infectivo), misma razón por la cual la estructura de los tercios superiores los hace más propenso a ser infectados.

**4.3.3 Efecto del uso de sellante de poda en el estado sanitario de los brotes por tercio.** Es posible determinar un efecto real positivo en los distintos tercios de la planta a favor del uso de sellante en los cortes de poda, reduciéndose significativamente la incidencia del cancro europeo sobre los nuevos brotes. Existiendo diferencia significativas, según lo expuesto en el CUADRO 11, en cuanto a la sanidad de los brotes con la aplicación de sellantes sobre las heridas.

**CUADRO 11 Promedio de brotes sintomáticos emergidos por tercio, dado por la interacción tercio por sellante.**

	1 <sup>er</sup> tercio	2 <sup>o</sup> tercio	3 <sup>er</sup> tercio
Sin sellante	0,96 aA	1,195 aA	1,244 aA
Con sellante	0,535 bB	0,895 bA	0,945 bA

Letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas y letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba de Tukey.

Pero esta sanidad es mejorada no solo por el efecto del sellante sino según el tercio del árbol que se le aplique el tratamiento, por lo que el mejor estado sanitario se

presenta en el tercio basal, mientras que los otros tercios (medio y apical) no presentan diferencias entre sí, y claramente el uso de la pasta sellante mejora este estado sanitario.

Basados en estudios realizados por COOKE *et al.*, (1993), donde se señala que los fungicidas pueden prevenir la iniciación de nuevos canchros de dos maneras. En primer lugar, pueden prevenir o disminuir la esporulación de canchros existentes, así reduciendo el inóculo disponible para la infección. En segundo lugar, pueden actuar como protectores, proporcionando un fungitóxico depósito sobre los sitios potenciales de la infección, previniendo su colonización por *N. galligena*. Por lo que el uso de pastas protectoras en los cortes de podas se considera fundamental para prevenir y disminuir los ataques de este hongo, lo que también ratificado por otros autores como LOLAS y LATORRE (1996).

Ahora al englobar el efecto del factor lluvia con el efecto del sellante sobre los distintos tercios se observó que la lluvia efectivamente está influyendo en la diseminación y germinación de las esporas causantes del cancro europeo, que sólo se ve atenuada en el tercio basal, y al sumar el efecto del sellante se incrementa positivamente la sanidad de las ramillas y este beneficio es aún mejor en el tercio basal, lo que lleva nuevamente a la conclusión de que sobre el tercio medio y apical las condiciones tanto climáticas como las intrínsecas del hongo (cantidad de inóculo, principalmente) se potencian para desmedro del árbol.

Por lo que el uso de sellantes siempre será beneficioso en relación a la sanidad de la planta, siempre y cuando se use sin la presencia de lluvias de alta intensidad o mejor dicho que estas no sean capaces de hacer escurrir la pasta desde los cortes dejándolos totalmente desprotegidos.

Finalmente para definir bien lo que sucede en el tercio basal se debe suponer que tiene menos condiciones pre disponente para la infección del hongo, y los factores determinantes serían la menor presencia de agua libre y/o una alta humedad en esta parte del árbol, como la menor carga de inóculo, gracias a la menor cantidad de ramas y por ende menor fuente de esporas infectivas, ya que según XU *et al.* (1998), la

cantidad de inóculo presente es determinante para una efectiva infección por parte de *Neonectria*, y la presencia del sellante sólo mejora la condición del corte a la presión del hongo.

Por todo lo anteriormente señalado, es conveniente que al momento de realizar las labores de poda y sobre el tercio medio y superior del árbol, los cortes sean sellados inmediatamente para así prevenir de mejor manera el posible ingreso del hongo, ya que también gracias a los experimentos realizados por XU *et al.* (1998), se puede afirmar que entre más fresco es un corte de poda más probabilidades tiene de ser infectado por el cancro.

También es necesario determinar el correcto uso de los fungicidas preventivos y curativos utilizados en el control del cancro europeo en cuanto a su dosificación y aplicación de la zona media del árbol donde se encuentra la mayor parte de la canopía, y de esta manera reducir el potencial de inóculo de esta zona, bajando la tasa de infección de las nuevas ramillas, mencionado COOKE *et al.*, (1993) como uno de los manejos básicos para el control del cancro europeo.

## 5 CONCLUSIONES

La condición climática bajo la cual se realiza la labor de poda, y la interacción de esta con el uso de sellante, influyen sobre las yemas que son capaces de brotar en primavera y el estado sanitario de éstas durante su desarrollo, por lo que, bajo las condiciones de este ensayo se puede concluir lo siguiente.

- La lluvia de alta intensidad facilita el escurrimiento y lavado de la pasta sellante desde los cortes de poda, por la baja adherencia de estos productos, facilitando de esta manera el ingreso del hongo a una nueva área de colonización.
- El sellante si es efectivo en el control del cancro europeo pero bajo condiciones climáticas optimas, lo que necesariamente sugiere sellar los cortes de poda sin la presencia de lluvias. Además el producto utilizado como sellante no genera problemas en la brotación de las yemas, en cuanto a mantener las recomendaciones del fabricante al momento de la aplicación.
- Los brotes enfermos muestran diferencias entre los distintos tercios, existiendo diferencias estadísticas en cuanto al estado sanitario de ellos, las mejores condiciones de sanidad están dadas en el primer tercio basal (menor carga de inóculo), mientras que entre el tercio medio y tercio apical (mayor carga de inóculo) no existen diferencias en cuanto a la sanidad de sus brotes. Pero en cuanto a su comportamiento al uso de sellantes es similar a los resultados del árbol completo, donde el uso de sellantes favorece tanto la emergencia como la sanidad de los nuevos brotes, solo cuando se poda sin lluvias.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA, I. 2000. Controle el cancro europeo, la enfermedad más frecuente del manzano sureño. Tierra Adentro N° 35:30-31.
- AGRIOS, G. 1985. Fitopatología. 2ª Ed. Editorial Limusa. 756 p.
- ALVAREZ, M., PINILLA, B., HERRERA, G. 2004. Enfermedades del manzano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) La Platina. Santiago, Chile. 71p.
- BLANCHARD, R., TATTAR, J. 1981. Field and laboratory guide to tree pathology.: Academic Press. New York. 285 p.
- BOYSEN, B. 2007. Molecular characterization, evaluation of isolation methods and pathogenicity testing of some Danish and Swedish isolates of *Neonectria galligena* (syn. *Nectria galligena*), the cause of Nectria canker on hardwood tree species. M.Sc Thesis, Copenhagen University, Denmark. 56pp.
- CARREÑO, J., PINTO, A. 1980. Cancro Europeo del manzano. Investigación y progreso agropecuario. La Platina. 2:19-21.
- COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (CMI). 1985. Distribution maps of plant diseases. Map No. 38. Ed. 4.(On line). <<http://www.cabi.org/dmpd/.default.aspx?site=1658&page=4050&LoadModule=Review&ReviewID=87645>> (15 Agosto de 2008).
- COOKE, L., WATTERS, B., BROWN, A. 1993. The effect of fungicide sprays on the incidence of apple canker (*Nectria galligena*) in bramley`s seedling. Plant Pathology 42: 432-442.
- COOKE, L. 1999. The influence of fungicide spray son infection of apple cv. Bramley`s seedling by *Nectria galligena*. European Journal of Plant Pathology 105:783-790.
- COX, C. 1997. Fungicide factsheet: Chlorothalonil. Journal of pesticide reform. Vol. 17 (4):14-20.
- CVCHILE. S/F. Catalogo nacional de variedades. Consorcio de viveros de Chile S.A (On line). <<http://www.cvchile.cl/fscat.htm>>.(15 ene. 2008)
- DUBIN, H., ENGLISH, H. 1974. Factors affecting apple leaf scar infection by *Nectria galligena* conidia. Phytopathology 64: 1201-1203.

- DUBIN, H.J. y ENGLISH, H. 1975a. Effects of temperature, relative humidity, and desiccation on germination of *Nectria galligena* conidia. *Mycologia*. 67: 83-88.
- DUBIN, H., ENGLISH, H. 1975b. Epidemiology of European apple canker in California. *Phytopathology*. 65:542-550.
- FLACK, N. y SWINBURNE, T. 1977. Host range of *Nectria galligena* Bres. And the pathogenicity of some Northern Ireland isolates. *Trans. Br. My Soc.* 68 (2): 185-192.
- LATORRE, B., CONTRERAS, L. 1990. Cancro europeo en perales asiáticos. *Revista Frutícola*. 11 (2):39-41.
- LATORRE, B., RIOJA M., LILLO, C. 2002. The effect of temperature and wetness duration on infection and a warning system for European canker (*Nectria galligena*) of apple in Chile. *Crop protection*. 21 (4): 285-291.
- LOLAS, M., LATORRE, B. 1996. Importancia y control del cancro europeo del manzano. *Revista Frutícola*. 17 (1): 23-27.
- MANTIRI, F., SAMUELS, G., RAHE, J., HONDA, B. 2001. Phylogenetic relationships in *Neonectria* species having *Cylindrocarpon* anamorphs inferred from mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal of Botany*. 79: 334-340.
- MCARTNEY, S., LI, S. 1998. Selective inhibition of flowering on "Braeburn" apple trees with gibberellins. *Hort Science*. 33 (4): 699-700.
- Mc CRACKEN, A. 1982. Apple canker-still serious problem. *Agriculture in Northern Ireland*. 57:254-256.
- Mc CRACKEN, A., BERRIE, A., BARBARA, D., LOCKE, T., COOKE, L., PHELPS, SWINBURNE, T., BROWN, A., ELLERKER, B., LANGRELL, S. 2003. Relative significance of 50 nursery infections and orchard inoculum in the development and spread of apple canker (*Nectria galligena*) in young orchards. *Plant Pathology*. 52: 553-566.
- PAREDES, F., 2007. Efectos de las precipitaciones durante la poda de manzanos variedad Braeburn en la incidencia de *Nectria galligena* Bresad., utilizando dos sellantes en los cortes de poda. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 83 p.

- PINTO, A. ENGLISH, H. 1972. Principales enfermedades de los frutales de hoja caduca en Chile. Boletín Técnico N° 1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. 78 p.
- ROSSMAN, A., SAMUELS, G., ROGERSON, C., LOWEN, R. (1999). Genera of Bionectriaceae, Hypocreaceae and Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes). Studies in Mycology. 42: 1–248.
- SAKAMOTO, Y., YAMADA, Y., SANO, Y., TAMAI, Y., FUNADA, R. 2004. Pathological anatomy of Nectria canker on *Fraxinus mandshurica* Var. Japonica. Iawa Journal 25:165-174.
- SWINBURNE, T. 1975. European canker of apple. (*Nectria galligena*). Review of. Plant Pathology. 54:787-799.
- SWINBURNE, T., CARTWRIGHT, J. FLACK, N., BROWN, A. 1975. The control of apple canker (*Nectria galligena*) in a young orchard with established infections. Annals of Applied Biology 81:61-73.
- TORRES, A., CONTRERAS, E. 1992. Cancro europeo en manzano; control mediante aplicaciones preventivas de fungicidas en invierno. IPA Carillanca 11 (1): 20-24.
- UC IPM. 2006. University of California. Statewide integrated pest management program (On line). <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4100111.html>>. (26-05-08).
- UNIVERSIDAD DE CHILE, 1992. Producción y perspectivas de nuevos cultivares de manzano. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 39. Santiago, Chile. 107 p.
- XU, X., BUTT, D. J., RIDOUT, M. S. 1998. The effect of inoculum dose, duration of wet period, temperature and wound age on infection by *Nectria galligena* of pruning wounds on apple. European journal of plant pathology. 104: 511-519.

**7 ANEXOS**

**ANEXO 1 Análisis de varianza para el promedio de brotes emergido por corte de poda, árbol completo.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:llovía	10,3968		1	10,3968	6,58	0,0180
B:sellante	26,1365		1	26,1365	16,55	0,0006
C:bloques	38,7367		7	5,53381	3,50	0,0120
INTERACCIONES						
AB	3,61805		1	3,61805	2,29	0,1450
RESIDUOS	33,1609		21	1,57909		
TOTAL (CORREGIDO)	112,049		31			

**ANEXO 2 Análisis de varianza para el promedio de brotes emergido por corte de poda, en cada tercio del árbol.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma Cuadrados</i>	<i>de</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES						
A:Lluvia	3,4694		1	3,4694	4,57	0,0355
B:Sellante	8,71818		1	8,71818	11,50	0,0011
C:Tercio	9,56858		2	4,78429	6,31	0,0029
D:bloques	12,8976		7	1,84251	2,43	0,0263
INTERACCIONES						
AB	1,20826		1	1,20826	1,59	0,2106
AC	7,72005		2	3,86003	5,09	0,0083
BC	4,43823		2	2,21911	2,93	0,0594
RESIDUOS	59,9141		79	0,758407		
TOTAL (CORREGIDO)	107,934		95			

**ANEXO 3 Análisis de varianza para el porcentaje de brotes sintomáticos emergido por corte de poda, árbol completo.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:lluvia	0,163878	1	0,163878	0,08	0,7798
B:sellante	8,9782	1	8,9782	4,39	0,0484
C:Bloques	14,0596	7	2,00851	0,98	0,4696
INTERACCIONES					
AB	0,747253	1	0,747253	0,37	0,5519
RESIDUOS	42,9258	21	2,04409		
TOTAL (CORREGIDO)	66,8747	31			

**ANEXO 4 Análisis de varianza para el porcentaje de brotes sintomáticos emergido por corte de poda, en cada tercio del árbol.**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:lluvia	10,3968	1	10,3968	6,58	0,0180
B:sellante	26,1365	1	26,1365	16,55	0,0006
C:Bloques	38,7367	7	5,53381	3,50	0,0120
INTERACCIONES					
AB	3,61805	1	3,61805	2,29	0,1450
RESIDUOS	33,1609	21	1,57909		
TOTAL (CORREGIDO)	112,049	31			

**ANEXO 5 Resultado de la medición de 50 macroconidias proveniente de ramillas sintomáticas de cancro Europeo del manzano, cuartel N° 11 Manzano Variedad Braeburn.**

<b>Conidia N°</b>	<b>Largo (um)</b>	<b>Ancho (um)</b>	<b>Conidia N°</b>	<b>Largo (um)</b>	<b>Ancho (um)</b>
1	48	4,55	26	53	5,1
2	47	4,5	27	50	4,8
3	49	4,5	28	54	5
4	55	4,9	29	56	5,4
5	52	4,8	30	55	5,2
6	50	4,8	31	56	5,2
7	51	5	32	54	5,3
8	51	4,9	33	54	5,2
9	54	5,1	34	55	5,4
10	58	5,3	35	49	5
11	57	5,1	36	53	5,1
12	49	5	37	52	4,8
13	55	5,2	38	50	4,9
14	53	5,1	39	53	5,2
15	53	5,2	40	54	5,3
16	54	5	41	55	5,3
17	52	4,9	42	49	5
18	52	5	43	48	4,6
19	52	4,9	44	50	4,7
20	56	5,3	45	52	5
21	55	5,2	46	48	4,7
22	49	4,7	47	49	4,8
23	48	4,7	48	53	5
24	58	4,8	49	54	5,3
25	49	4,6	50	52	5

**ANEXO 6 Condiciones climáticas durante y post poda.**

<b>Fecha</b>	<b>Temperaturas (°C)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>	<b>Precipitaciones (mm)</b>
31-ago (Poda)	6,3	91,5	0
01-sep	8,5	89,00	0
02-sep	9,5	88	4
03-sep (Poda)	8,5	90	46
04-sep	8,8	80	7,5
05-sep	10,8	83	0,25