

## ASPECTOS EPIDEMIOLOGICOS DE *Botrytis cinerea* Pers. EN CHIRIMOYOS (*Annona cherimolia* Mill.)

(*Epidemiological aspects of Botrytis cinerea in custard apple-tree (Annona cherimolia Mill.)*)

Verónica Cotroneo Z. & Ximena Besoain C.

Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso.

Casilla 4-D, Quillota, Chile.

**Palabras clave:** *Botrytis cinerea*, epidemiología, chirimoyos.

**Key words:** *Botrytis cinerea*, epidemiology, custard apple-tree.

### RESUMEN

Debido a que *Botrytis cinerea* causa importantes pérdidas en pre y postcosecha en chirimoyos, se realizó un seguimiento de un huerto en producción en la localidad de La Palma, Quillota, para determinar su incidencia, correlacionándola con la temperatura, humedad relativa y precipitación. Para determinar la presencia de este hongo, se realizó un muestreo de hojas, frutos y flores tardías entre abril y octubre de 1997. Estas muestras se colocaron en cámaras húmedas por 10 días, bajo condiciones de luz y temperatura favorables a la esporulación.

En octubre y noviembre de 1997, se determinó su presencia en semillas y en 66 frutos (embalados y mantenidos a temperatura ambiente por 12 días) y en febrero de 1988 su presencia en flores. Todas las cepas obtenidas se sembraron en APD a 22°C por 10 días.

La incidencia de cepas de *Botrytis* comenzó en el período de precipitaciones y fue en aumento después de los meses más lluviosos. La primera determinación en hojas, con o sin síntomas, se inició en mayo y logró un máximo en octubre. En junio comenzó su detección en frutos logrando su máximo en septiembre, no evidenciándose síntomas de pudrición en éstos. No se detectó *Botrytis* en flores, flores tardías ni en semillas. La incidencia de *Botrytis* en frutos en postcosecha alcanzó un 10,6%.

De 9 aislamientos de *Botrytis* efectuados se determinó sólo la presencia de *B. cinerea*.

### INTRODUCCIÓN

*Botrytis cinerea*, agente causal de pudrición gris en chirimoyos (*Annona cherimolia* Mill.), es uno de los géneros que causa mayores pérdidas en almacenaje y en la

### SUMMARY

Since *Botrytis cinerea* causes important losses in pre and post-harvest period of custard apples-tree, a prospect was done in a custard apple-tree orchard in the locality of La Palma, Quillota, to determine the presence of this fungus. Samples of leaves, fruits and off season flowers were taken between april and october of 1997. These samples were deposited in a humid chamber, under light and temperature conditions favorable for sporulation. In october and november of 1997, the presence on seeds and 66 fruits (packed and maintained at room temperature for 12 days) and its presence in flowers on february 1998 was also determined.

The incidence of *Botrytis* began when the rainy period starts and increases its presence after this period finishes. The first determinations of *B. cinerea* in leaves with or without symptoms began in may, with a maximum of detection in october. In june began the detections on fruits with a maximum in september. No evidence of decay was detected in the fruit collected in this period. *Botrytis* was not detected in flowers, off season flowers or seeds. The incidence of *Botrytis* in post-harvest fruits achieved a 10,6%. Of nine isolates analyzed only the presence of *B. cinerea* was determined.

etapa de comercialización. Esta fruta es altamente perecible y no se ha desarrollado hasta el momento un sistema de conservación por largos períodos, por lo que se exporta vía aérea, salvo a Argentina (INTEC-CHILE, 1985).

Muchos estudios se han realizado en epidemiología de *Botrytis*, pero en la familia *Annonaceae*



nada se ha investigado. Debido a la importancia de la pudrición gris en la perecibilidad de las chirimoyas, tanto en postcosecha como en precosecha, resulta necesario conocer su comportamiento en los distintos estadios fenológicos respecto a las condiciones ambientales, a modo de estudio preliminar, para investigaciones más específicas en esta materia.

De acuerdo con trabajos realizados en otros frutos, se estableció que la temperatura juega un rol importante para el desarrollo de la pudrición gris. Las bajas temperaturas provocan estrés por congelamiento, aumentando la susceptibilidad de la planta; y las altas temperaturas llevan a una ruptura de la resistencia normal de los tejidos del hospedero (Jarvis, 1992).

Otro factor implicado en el desarrollo de *Botrytis* es la humedad. La infección puede ocurrir a bajas temperaturas si las plantas permanecen mojadas largo tiempo (Ries, 1995).

En cuanto a las fuentes de inóculo, Braun & Sutton (1987), observaron que el 99% del inóculo de *B. cinerea* en frutillas, fue producido a partir de micelio en la lámina y pecíolos de hojas muertas y muy poco de coronas y frutos momificados.

De acuerdo con los antecedentes antes expuestos, este estudio tuvo como objetivo determinar la incidencia de *Botrytis* en los distintos órganos del chirimoyo y correlacionarla con temperatura, humedad relativa, y precipitación.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en un huerto de chirimoyo perteneciente a la Estación Experimental La Palma, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en la localidad de La Palma, Quillota, V Región. Las variedades muestreadas corresponden a Bronceada y Concha lisa. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

### Ensayo de evaluación epidemiológica.

Los muestreos fueron efectuados entre los meses de abril a octubre de 1997, debido a que en octubre los árboles renuevan su follaje. La metodología empleada fue la siguiente: se seleccionaron aleatoriamente dos hileras del huerto, muestreando un total de 25 árboles al azar, a los que se les sacó dos hojas en lo posible con síntomas, de lo contrario se tomó cualquier hoja al azar. De cinco diferentes árboles se extrajo un fruto, y si había flores se tomaron 20 por muestreo. Esto se hizo dos veces por semana, recogiendo un total semanal de 100 hojas, 10 frutos y 40 flores.

Las muestras colectadas entre abril y octubre se colocaron por espacio mínimo de 10 días en cámaras húmedas, mediante el empleo de contenedores de plástico transparente de 15x10 cm, desinfectadas con alcohol, rotuladas con la fecha de recolección y un número correlativo para cada muestra. Cada una contenía toalla Nova estéril humedecida con agua destilada estéril (ADE) donde se colocaron ya sea una a dos hojas, uno a dos frutos, o seis flores, procurando que estas estructuras no se toparan excesivamente. Para favorecer la esporulación, se mantuvieron en una sala calefaccionada (20-22°C) y con luz artificial por las noches. Finalmente se revisó cada cámara con la ayuda de una lupa estereoscópica y microscopio óptico si era necesario.

En algunos casos las muestras que presentaban micelio y conidios del género *Botrytis*, fueron repicadas y purificadas en medio agar papa dextrosa acidulado (APDA), a un pH 5,5. El hongo aislado fue guardado en tubos de ensayo con ADE y refrigerados a 5°C para su posterior identificación.

La determinación de la incidencia de *Botrytis* se realizó mediante la observación de micelio y esporas en cámaras húmedas, y aislamiento en medio de cultivo APDA. Se calculó la incidencia de *Botrytis* en hojas y frutos de chirimoyo de acuerdo a las siguientes fórmulas:

### Incidencia de *Botrytis* en hojas

$$= \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de árboles con presencia de } Botrytis \text{ en hojas}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de árboles muestreados}}$$

### Incidencia de *Botrytis* en frutos

$$= \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de frutos con presencia de } Botrytis}{\text{N}^{\circ} \text{ total de frutos muestreados}}$$

### Evaluación de incidencia de *Botrytis* en semillas.

El ensayo se realizó en octubre para determinar en forma aproximada la presencia de *Botrytis* en las semillas. Se colectaron, al azar, seis frutos por semana, durante tres semanas consecutivas. Después de recolectadas las semillas, se lavaron en hipoclorito de sodio al 1% por 15 segundos, se enjuagaron y secaron bajo campana de flujo laminar, se cortaron en mitades y se sembraron en medio APDA, incubándose por 10 días a 22°C.

### Evaluación del daño de frutos en postcosecha.

Se hizo un seguimiento a 66 frutos maduros, aparentemente sanos. Éstos fueron cosechados el día 19 y embalados el 22 de noviembre de 1997, posteriormente fueron evaluados el 2 de diciembre. Para simular las condiciones a las que se somete la fruta en la postcosecha se realizó el procedimiento de embalaje y almacenamiento de acuer-



do con las exigencias para la exportación. Los frutos se limpiaron con una brocha, sumergiéndose por 22 segundos en Deterfruit neutro, diluido en agua (1:3000) y secados con toalla nova estéril. Se puso cada fruto en un soquete slivit y se colocaron en cajas de cartón de 4-4,5 kg, perforadas para su ventilación. Éstas se mantuvieron a temperatura ambiente por 12 días y se evaluaron midiendo el porcentaje de fruta con pudrición gris.

#### Evaluación de incidencia de *Botrytis* en flores.

El estudio se realizó durante febrero de 1998, para determinar, durante el período de plena floración, la presencia o ausencia de *Botrytis* en flores. Se colectaron, al azar 50 flores por muestreo, dos veces por semana, analizándose un total de 400 flores. Éstas se cortaron por la mitad, se lavaron en hipoclorito de sodio al 1% por espacio de 15 segundos y luego se enjuagaron en agua destilada estéril. Se secaron y sembraron en APDA y se mantuvieron en estufa a 22°C por 10 días, evaluándose la presencia de *Botrytis* luego de este período.

#### Identificación de cepas de *Botrytis* obtenidas.

Para identificar las cepas de *Botrytis* se usó las claves descritas por Ellis (1971) y Domsch *et al.*, (1980). Se midió al microscopio óptico el largo y ancho de los conidios y conidióforos de 9 aislamientos (de un total de 15), obtenidos entre abril y octubre de 1997. Las mediciones fueron efectuadas a partir de cultivos en agar avena (Oatmeal agar) a 22°C, incubados durante 2 semanas. En cada una de éstas se midió un total de 50 conidios y 10 conidióforos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### a) Incidencia de *Botrytis cinerea* en huerto de chirimoyo.

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de las muestras de hojas, frutos y flores tardías colocadas en cámaras húmedas, se aprecia que en chirimoyos, *Botrytis* fue detectado inicialmente en hojas y un mes más tarde en frutos (Figura 1). En ninguno de los muestreos de flores fuera de época, realizados durante el otoño de 1997 se observó presencia de este hongo, pero fue detectado tanto en hojas asintomáticas y sintomáticas (Figura 2c), mientras que todos los frutos colectados se encontraban sin síntomas. Sólo al final del cultivo fue posible apreciar frutos con moho grisáceo (Figura 2d). Las hojas con síntomas se caracterizaron por la presencia de un atizonamiento de color café claro, el que se formaba a partir del margen de éstas, invaginándose hacia el centro de la lámina, detectándose, bajo condiciones de alta humedad, halos concéntricos y la presencia del moho pardo - grisáceo (Figura 2c).

En ninguna de las muestras colectadas en el mes

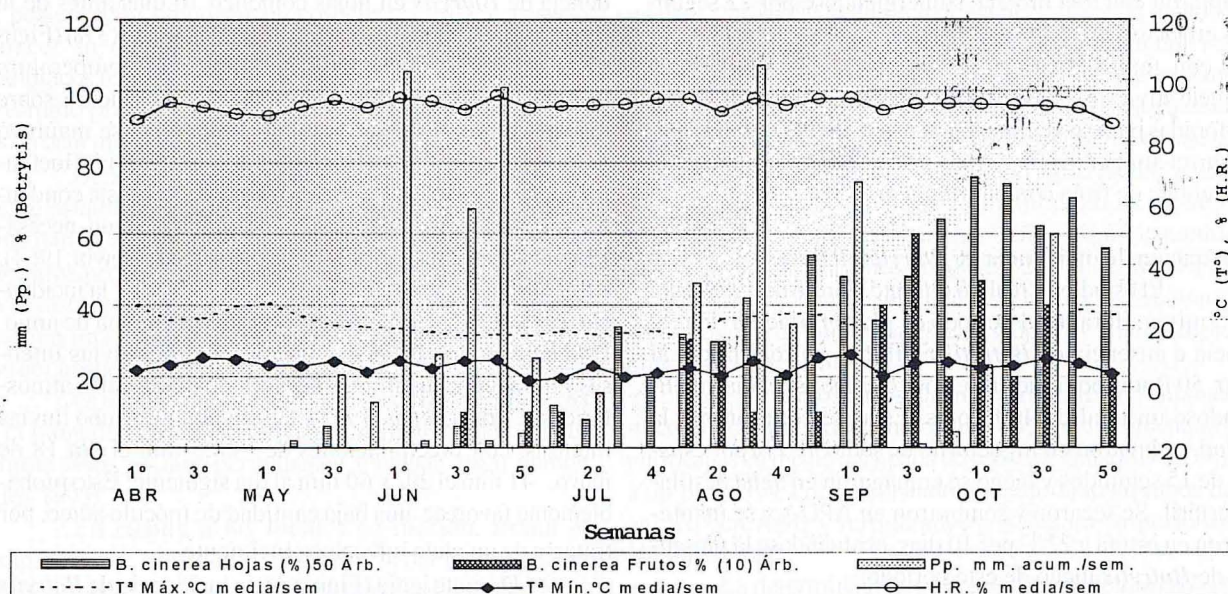
de abril se desarrolló *Botrytis* en cámara húmeda. La incidencia de *Botrytis* en hojas comenzó 10 días antes de la primera lluvia en mayo, con una baja incidencia (3%) (Figura 1). Al observar los datos de humedad y temperatura mínima, se deduce que debió haber condensación sobre los tejidos foliares, pues la humedad relativa se mantuvo muy cercana al 100% y las temperaturas mínimas fluctuaron entre los 5° y 11°C, con una media de 7°C. Esta condensación probablemente formó una película de agua necesaria para la germinación del hongo (Kosuge & Hewitt, 1964). En el último tercio del mes aparecen las lluvias y la incidencia baja a cero hasta el final de la primera semana de junio. Esta baja podría deberse a que después de lluvias intensas y duraderas, disminuye la cantidad de conidios atmosféricos (Cortesi, *et al.*, 1991). Efectivamente, hubo lluvias intensas, con precipitaciones de 20,5 mm el día 18 de mayo, 41 mm el 29, y 60 mm al día siguiente. Esto probablemente favorece una baja cantidad de inóculo aéreo, por tratarse de un ciclo infeccioso incipiente.

Durante junio (Figura 1), la incidencia de *Botrytis* se mantiene alrededor del 3%, constante en todos los muestreos. Las condiciones ambientales fueron: humedad relativa de 80% a 100%, temperaturas máximas cercanas a 17°C, temperaturas mínimas medias de 6°C y precipitaciones frecuentes pero menos intensas que el mes anterior (la máxima precipitación en un día fue de 26,5 mm). Las precipitaciones son bastante favorables a la infección, a pesar de las bajas temperaturas medias diarias. Según Ries (1995), la infección puede ocurrir a bajas temperaturas cuando las plantas permanecen mojadas por largos períodos de tiempo. Nelson (1951), señala que en uva de mesa son necesarias 72-84 horas de agua libre, a 3°C para que se produzca la infección, además se favorece la dispersión de *B. cinerea*. Cortesi *et al.* (1991), atribuyen a la lluvia el principal factor de dispersión de conidios dependiendo de su frecuencia e intensidad. Durante este mes se observa por primera vez presencia de *Botrytis* en tejidos de frutos con una incidencia de un 5% (Figura 1).

Entre fines de junio e inicios de julio (Figura 1), hubo heladas por tres días consecutivos, lo que aumenta la susceptibilidad al ataque del patógeno, por la ruptura de células y daño de los tejidos (Jarvis, 1992). Esto, sumado a que *Botrytis* es un patógeno que causa enfermedades multicíclicas, explicaría la incidencia del 21% en el follaje durante julio y la constante presencia del hongo en todos los muestreos analizados. Las temperaturas después de las heladas se mantuvieron similares a las del mes anterior. La humedad relativa aumentó a un rango de 90% a 100% y solo hubo precipitaciones durante tres días en el mes. Probablemente la cantidad de inóculo aéreo aumentó por las reinfecciones. La incidencia promedio de *Botrytis* en tejidos de frutos fue de un 8% durante julio.



## Incidencia de *Botrytis*



**Figura 1.- Presencia de *B. cinerea* en chirimoyos en tejidos de hojas y frutos.**  
Quillota, Abril a Octubre de 1997.

En agosto, las temperaturas máximas medias ascendieron a 22°C, las temperaturas medias aumentaron a 14°C y se observó dos heladas durante la primera semana. La humedad relativa se mantuvo similar a la del mes anterior y las precipitaciones se concentraron en la mitad del mes. Se produjo una explosión en la incidencia de *Botrytis*, probablemente por el aumento del inóculo debido a las reinfecciones y a los daños provocados por las heladas, además de las temperaturas máximas promedio de este mes, que favorecen el crecimiento del micelio. Al parecer, la temperatura óptima para el crecimiento micelial es de 22°C (Jarvis, (1977a, citado por Jarvis, 1992), mientras que para la esporulación, fluctuaría entre 15° y 22°C (Sosa-Alvarez *et al.*, 1995) y para la germinación sería de 20°C (Jarvis, 1992). La incidencia de *Botrytis* en chirimoyos, evaluada en los tejidos de las hojas, aumenta a un 36%, y en los frutos a un 12% (Figura 1).

En septiembre se mantienen las condiciones ambientales del mes anterior, la temperatura media llegó a 15°C y aumentaron levemente las temperaturas mínimas a 7,5°C, con ausencia de heladas. La incidencia de *Botrytis* en hojas aumenta un 13% con respecto al mes de agosto, alcanzando el 49% de los árboles (Figura 1). En frutos la incidencia se duplica llegando al 30% de los árboles muestreados.

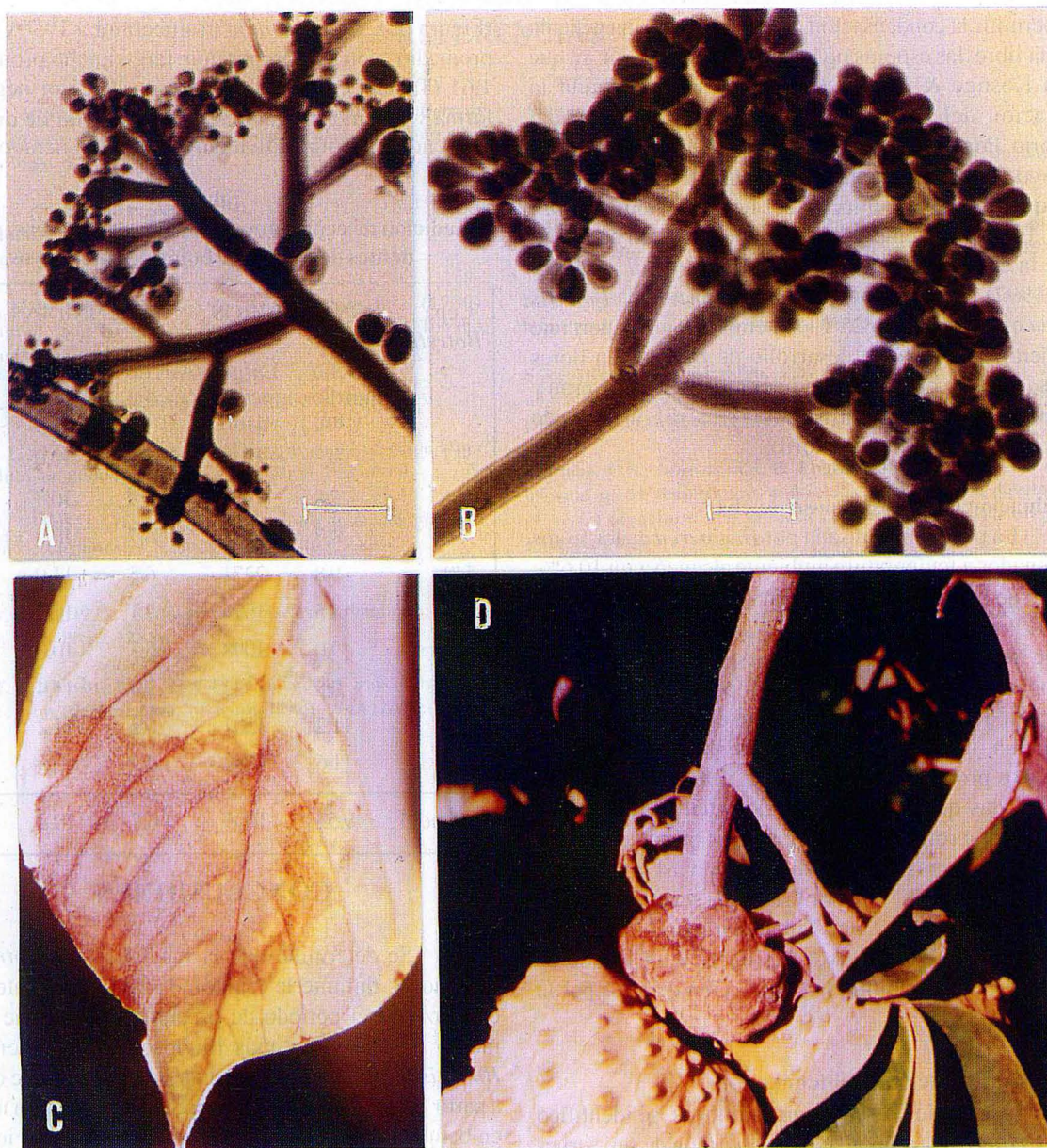
Por último en octubre las condiciones ambientales se mantienen similares a las del mes anterior, pero con un alza en las temperaturas máximas medias llegando a los 23°C y una leve disminución en la humedad relativa. La incidencia de *Botrytis* en árboles alcanza el 69%, la mayor del

período estudiado (Figura 1), esto probablemente se explica por las reinfecciones ocurridas, sumándose a las favorables condiciones ambientales para el desarrollo del hongo analizadas anteriormente. En frutos la incidencia disminuye a un 24% lo que es difícil de explicar, pues coincide con su etapa de mayor susceptibilidad al ataque del patógeno. Probablemente se deba al inicio de las labores de cosecha, en que se colectan los frutos más maduros, o quizás a la mayor ventilación dentro de los árboles debido al inicio del período de renovación del follaje. Esto concuerda con Thomas & Marois (1986), quienes señalan que no se desarrolla micelio externo en las bayas de vid expuestas al viento. Morales (1992), recomienda la ventilación en parrones de vides por medio de deshojes, para disminuir las micosis, produciendo un rápido desecamiento de las superficies de las plantas.

En las semillas de los frutos colectados en el mes de octubre, no se desarrolló *Botrytis*, por lo que podría pensarse que el hongo no permanece latente o no invade las semillas.

En las flores colectadas en febrero ni en flores tardías, creció *Botrytis* y tampoco se desarrolló a partir de restos florales presentes en frutos pequeños durante el mes de abril, por lo que también podría descartarse como fuente de inóculo para los frutos. Esto probablemente se deba a las condiciones ambientales desfavorables al desarrollo de *Botrytis*, características de la zona de Quillota durante enero y febrero, donde la humedad relativa es alta pero las temperaturas mínimas son demasiado altas como





**Figura. 2. *Botrytis cinerea*:** a) Conidióforo y jóvenes vesículas iniciando la formación de conidios. b) Conidióforos y conidios maduros. c) Hoja con signos de pudrición gris en el árbol. d) Fruto con pudrición en el árbol.

Barra=20µm.



para permitir la condensación. En ausencia de una película de agua libre, las esporas no germinan ni penetran, ya que según Kosuge & Hewitt (1964), el agua estimula la elongación del tubo germinativo y la formación del apresorio. Por otro lado las temperaturas máximas estuvieron alrededor de 28°C, muy cerca de los 30°C, temperatura en la que no crece el micelio del hongo (Thomas *et al.*, 1988). Estas altas temperaturas también afectan negativamente la esporulación, pues Sosa-Alvarez *et al.* (1995) y Ellis (1997), encontraron que la esporulación de *Botrytis cinerea* es muy pobre a 25°C, sin embargo, es importante considerar que no hubo desarrollo de *Botrytis* en flores tardías, es decir, cuando las temperaturas disminuyeron y aumentó la humedad relativa (abril y mayo), ni tampoco colonizando restos florales (abril).

#### b) Evaluación de frutos en postcosecha.

La pudrición causada por *B. cinerea* en los frutos almacenados a temperatura ambiente alcanzó a un 10,6%, siendo bajo las condiciones de almacenaje dadas, más importante la pudrición causada por *Rhizopus* que alcanzó al 53% de los frutos. De acuerdo a resultados obtenidos en ensayos previos, ésta no es elevada, posiblemente debido al período de sequía de los últimos cuatro años. Durante la sequía, la incidencia de *B. cinerea* en el huerto de chirimoyos probablemente fue baja, debido a que las hojas infectadas que caen al suelo y guardan el micelio invernante, fueron menores en cantidad que en un año de precipitaciones normales, disminuyendo así el inóculo (Braun & Sutton, 1987), y por lo tanto la severidad de esta enfermedad en postcosecha. Sin embargo, se debe considerar que igualmente el nivel de infección alcanzado en frutos en esta etapa, limita la exportación de éstos por la vía marítima.

#### c) Identificación de cepas obtenidas.

La especie presente en chirimoyos, se identificó como *B. cinerea* Pers., por la caracterización de sus estructuras reproductivas desde el punto de vista macro y microscópico. Las colonias de *B. cinerea* cultivadas en medio APDA, presentaron un micelio blanquecino que luego se tornaba pardo - grisáceo. Se observó al microscopio óptico que el micelio posee septos y tiene crecimiento ramificado. Los conidióforos de las 9 cepas analizadas producto de los muestreos fueron medidos al microscopio óptico encontrándose un promedio de 1,605 µm de largo y 9,52 µm de ancho. Las medidas promedio de cada cepa se encuentran en la Tabla 1. Los conidióforos se presentan en forma derecha o flexuosa, lisos, de color café, ramificados dico o tricotomicamente, con ramas generalmente restringidas a las regiones apicales, que en sus extremos tienden a dilatarse formando una *ampulla* conidiógena pálida (Figuras 2a y 2b). Conidios lisos, café pálidos, obovoides

(Figura 2b), con un *hilum* protuberante, 10,7 x 6,7 µm promedio, con una proporción largo/ancho promedio de 1,61 (Tabla 1). Los esclerocios son de color negro y de forma y tamaño irregulares, de 1 a 5 mm de diámetro, creciendo en forma individual o en conglomerados.

**Tabla 1**  
Medición de cepas obtenidas en los muestreos, procedentes de tejidos de hojas de chirimoyos.

Cepa <i>Botrytis</i>	CONIDIÓFOROS		CONIDIAS		Razón
	Ancho medio (µm)	Largo medio (µm)	Ancho medio (µm)	Largo medio (µm)	
517	9,3	1340	6,7	10,0	1,50
521	7,8	1974	6,9	10,7	1,57
539	8,7	1878	6,7	10,9	1,63
540	9,8	2271	6,5	11,0	1,71
541	8,5	1675	7,1	11,5	1,63
542	9,0	1098	6,3	10,0	1,59
543	9,8	1522	7,4	11,4	1,54
544	11,2	1504	6,2	11,2	1,81
546	11,6	1180	6,2	9,6	1,55
Promedio	9,52	1605	6,7	10,7	1,61

## CONCLUSIONES

Se determinó que la incidencia de *Botrytis* en chirimoyos durante la temporada de crecimiento 1997, comenzó en el período de precipitaciones y fue en aumento en los meses más lluviosos. La incidencia de *Botrytis* en árboles, medida en tejido de hojas, se observó a partir del mes de mayo y aumentó hasta lograr un máximo en octubre. Un mes más tarde que en hojas, en junio, se presentó en frutos y la máxima incidencia se observó en el mes de septiembre. Los órganos del chirimoyo afectados por *Botrytis* son hojas y frutos. No se detectó la presencia de *Botrytis* en flores en ninguno de los muestreos. Tampoco se detectó presencia de *Botrytis* en el interior de semillas sembradas en APDA. La incidencia de *Botrytis* durante la postcosecha alcanzó sólo al 10,6% de los frutos y de los 9 aislamientos obtenidos de hojas a lo largo de la temporada se determinó sólo la presencia de *B. cinerea*.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al Dr E. Piontelli por la colaboración prestada en la identificación de cepas de *B. cinerea*. Al mismo tiempo, a Gladys Andrade y Guillermo Durán por su asistencia técnica.

## REFERENCIAS

- Braun, P.G. & Sutton, J.C. (1987). Inoculum sources of *Botrytis cinerea* in fruit rot of strawberries in Ontario. Canadian Journal of Plant Pathology 9:1-5
- Cortesi, P.; Zerbetto, F. & Vercesi, A. (1991). Biología ed epidemiología di *Botrytis cinerea* Pers. su vite. Informatore Fitopatologico 6:45-48
- Domsch, K.H., Gams, W. & Anderson, T.H. (1980). Compendium of Soil Fungi. Academic Press, London, N.Y., Toronto, Sydney, San Francisco.
- Ellis, M.B. (1971). Dematiaceous Hyphomycetes. CMI, Kew.
- Ellis, M.A. (1997). *Botrytis* bunch rot or gray mold of grape <http://www.ag.ohio-state.edu/ohioline/hyg-fact/3000/3025.html>
- Intec-Chile. (1985). Investigación y desarrollo de tecnologías para exportación de chirimoya. Santiago, Intec-Chile. 8p.
- Jarvis, W.R. (1992). Managing diseases in greenhouse crops. Minnesota, APS Press. 288p
- Kosuge, T. & Hewitt, W.B. (1964). Exudates of grape berries and their effect on germination of conidia of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 54:167-172
- Morales, A. (1992). *Botrytis cinerea* Pers.: una enfermedad para prevenir. Prevención versus control curativo. Aconex 35:21-25
- Nelson, K.E. (1951). Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers). Phytopathology 41:319-326
- Ries, S. (1995). Gray mold of strawberry. Report on plant disease. <http://www.aces.uiuc.edu/~ipm/fruits/rpds/704/704.html>
- Sosa-Alvarez, M.; Madden, L.V. & Ellis, M.A. (1995). Effects of temperature and wetness duration on sporulation of *Botrytis cinerea* on strawberry leaf residues. Plant Disease 79:609-615
- Thomas, C.S.; Marois, J.J. & English, J.T. (1988). The effects of wind speed, temperature, and relative humidity on development of aerial mycelium and conidia of *Botrytis cinerea* on grape. Phytopathology 78:260-265
- Thomas, C.S. & Marois, J.J. (1986). Effect of wind and relative humidity on sporulation and external mycelium formation of *Botrytis* on grape. Phytopathology 76:1114