

MECANISMO DE PREDICCIÓN DE LA INTENSIDAD DE DAÑO DEL MOHO GRIS (*Botrytis cinerea*), EN MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*).

PREDICTION OF THE DAMAGE INTENSITY MECHANISM OF GRAY MOULD (*Botrytis cinerea*), MORA DE CASTILLA, OR ANDEAN BLACKBERRY (*Rubus glaucus Benth*).

Ilka, Domínguez¹; Chrystian, Carrero²; Henry, Pino²; Kleyra, Quintero².

1Laboratorio de Entomología, 2Laboratorio de Fitopatología, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales (FCFA), Universidad de Los Andes (ULA), Mérida 5101-A, Venezuela. E-mail: ilkpad@gmail.com

Inicio de la investigación: enero de 2004. final: octubre de 2004.

Recepción por el Comité Editorial: septiembre 2008.

Aceptación para su publicación: enero 2009.

RESUMEN

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*), es una fruta con gran potencial debido al valor de su producción. En los últimos años el cultivo de la mora en Venezuela se ha visto afectado por problemas fitosanitarios que diezman su rendimiento, entre estos problemas se encuentra la pudrición del fruto o moho gris, ocasionado por el hongo *Botrytis cinerea*. El moho gris es una de las enfermedades con más relevancia en el cultivo, ya que necrosa las cañas, momifica los frutos inmaduros, pudre y descompone los frutos maduros. La investigación tuvo como objetivo determinar un mecanismo de predicción de la intensidad de daño del moho gris en el cultivo de mora de castilla. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Rosa, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, en el año 2004. Para la fase experimental se utilizó una población de 200 plantas en producción de mora de castilla. Se obtuvo como resultado que la mejor altura para la captura de conidios de *B. cinerea* es a 1,2 metros a un tiempo de muestreo de 4 días; se determinó que no existe relación significativa entre el número de conidios capturados a un tiempo de muestreo de 4 y 8 días con la incidencia de la enfermedad. El mecanismo de predicción se generó a través de la ecuación de predicción, fundamentada en la relación entre las variables ambientales estudiadas y el número de conidios capturados.

Palabras Claves: *Rubus glaucus Benth*, *Botrytis cinerea*, Predicción.

ABSTRACT

Mora de Castilla, or Andean Blackberry (*Rubus glaucus Benth*) is a fruit with a great potential because of the importance of its production. In recent years, growing blackberries in Venezuela has become a difficulty due to phytosanitary problems that reduce their results; among these problems fruit-rotting or grey mould is found, caused by the fungus *Botrytis cinerea*. Gray mould is one of the most common diseases because it necrotizes reeds, dehydrates immature fruits, rots and breaks down the ripe fruit. This study aimed at identifying a mechanism for predicting the intensity of damage of grey mould when growing mora de castilla, and it was carried out in Santa Rosa Experimental Station, Agricultural Research Institute, School of Forestry and Environmental Sciences, at the University of Los Andes in 2004. In the pilot stage, a population of 200 plants of mora de castilla was used. As a result, it was observed that the best height for the capture of conidia of *B. cinerea* is 1.2 meters at a sampling time of 4 days, it was determined that there was no significant relationship between the number of conidia trapped at a sampling time of 4 and 8 days with the incidence of the disease. The prediction mechanism was generated using the prediction equation, based on the relationship between environmental variables studied and the number of conidia captured.

Keywords: *Rubus glaucus Benth*, *Botrytis cinerea*, Prediction.

INTRODUCCIÓN

La mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) es un fruto muy apetecido tanto en el mercado nacional como en el internacional. Rica en vitaminas y minerales, tiene gran futuro como producto de exportación, una vez puedan ser superados los problemas fitosanitarios que afectan directamente la producción del cultivo.

La mora de castilla *Rubus glaucus* fue descubierta por Hartw y descrita por Bentham en 1845. El nombre genérico de *Rubus* mantiene su denominación romana y se cree derivado del latín *ruber* que quiere decir rojo; el nombre específico de *glaucus* hace alusión al color glauco o verde claro de las ramas y hojas. La mora es nativa de las tierras altas de la América tropical y se encuentra distribuida en países como Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Panamá y Venezuela. (Cedeño et al., 2004; Hoyos, 1989). Este cultivo es prácticamente nuevo en el país, por tal razón se desconocen la mayoría de las prácticas agronómicas que inciden directamente en el éxito de su explotación, de igual forma son muy limitadas las publicaciones concisas al respecto. De los frutales que crecen en zonas altas, la mora es considerada como uno de los mejores, por sus características de producción. Produce durante todo el año siempre que se apliquen las prácticas agronómicas de poda, riego, fertilización, manejo de enfermedades y control de plagas.

En Venezuela las plantaciones comerciales de mora de castilla están localizadas en los estados Aragua, Barinas, Mérida, Táchira y Trujillo, sin embargo para la región andina representa una fuente primaria de ingresos.

La mayor superficie cultivada en el país está localizada en el estado Mérida, encontrándose distribuida en los municipios Libertador, Campo Elías, Pinto Salinas, Santos Marquina, Caracciolo Parra y Olmedo y Andrés Bello, pero el Libertador es el principal productor (Cedeño et al., 2004). Para el año 2002 se cosecharon en el estado 22 ha, contando con una superficie sembrada de 54 ha, una producción total de 789 TM y un rendimiento promedio de 14,61 Kg/ha. (Ministerio de Agricultura y Tierras MAT- Mérida, 2002).

En Venezuela sólo se han identificado enfermedades producidas por hongos afectando mora de castilla, y los de mayor incidencia son: Pudrición radical de los germinadores (*Rhizoctonia solani* J.G. Kühn), antracnosis (*Glomerella cingulata* Spauld. & H. Schrenk), mildiú polvoriento (*Sphaerotheca macularis* Magnus), mildiú lanoso (*Peronospora sparsa* Berk), queama de las cañas (*Coniothyrium fuckelii* Sacc), Pudrición negra basal (*Cylindrocarpon destructans*) y moho gris de los frutos (Cedeño et al., 2004; Carrero, 2001). El moho gris o pudrición del fruto es causado por el hongo *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. [anamorfo de *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel 1945], y se ha observado tanto en campo como en el producto cosechado y almacenado. Esta enfermedad aparece principalmente en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también como chancros o pudriciones del tallo. La evidencia característica de la ocurrencia de la enfermedad, es la presencia de frutos de consistencia blanda y acuosa que, en condiciones de alta humedad, son rápidamente cubiertos por una capa fructífera conspicua de moho gris. Bajo condiciones de alta humedad el hongo libera fácilmente sus conidios y luego éstos son diseminados por el viento. Esta enfermedad es considerada como una de las más comunes, pero también una de las más dañinas debido a que ataca directamente el producto comercial. El moho gris ocasiona anualmente, pérdidas considerables en muchas hortalizas y frutos carnosos (Agrios, 1998).

En el país no se han reportado estudios que determinen el nivel de daño causado por el patógeno *B. cinerea* en plantaciones de mora de castilla, por lo tanto la investigación tuvo como objetivo determinar un mecanismo de predicción de la intensidad de daño del moho gris en una plantación de mora de castilla; para ello se evaluó la altura y el tiempo de muestreo apropiado para la captura de conidios de *B. cinerea* en el cultivo y se estableció la relación existente entre el número de conidios de *B. cinerea* colectados, las variables ambientales registradas (temperatura, humedad relativa y precipitación) con la incidencia de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La fase experimental se basó en la captura de conidios del hongo *Botrytis cinerea* tomando en cuenta la altura (0,6 m y 1,2 m) y un tiempo de muestreo de 4 y 8 días, siguiendo la metodología reportada por Pérez et al., (1999) y Pérez et al., (1997). También se determinó la relación entre la incidencia de la enfermedad con el número de conidios y las variables ambientales. Se utilizó una población de 200 plantas en producción de mora de castilla. La distancia de siembra era de 2m x 2m.

Esta plantación tenía una edad de tres años y medio y contaba con un área de 1600 m². Semanalmente se estudiaba una muestra de 15 plantas tomadas independientemente y de manera aleatoria para la colocación de las trampas de captura de conidios. 30 plantas eran seleccionadas aleatoriamente, para medir la incidencia del moho gris en base al porcentaje de frutos afectados por el hongo. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Rosa, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, ubicada en el municipio Libertador del estado Mérida. La Estación se encuentra ubicada a 1960 msnm, con una temperatura promedio de 19,44 °C y 1900,9 mm de precipitación anual (IIAP, 2004).

Trampas de captura de conidios: se utilizaron láminas portaobjetos estériles de 2,5 cm x 7,5 cm, sobre las cuales se demarcó un cuadro de 2cm x 2cm y se identificaron con el tiempo de muestreo, de 4 y 8 días; la superficie del recuadro se cubrió con una capa delgada de Petrolato (vaselina ®) que sirvió de sustrato y fue dispersa sobre la lámina con la ayuda de una espátula previamente esterilizada.

Colocación de las trampas: colocadas a 0,6 m y otra a 1,2 m de altura, fijadas en el tutor de cemento con cinta adherente. Cada 4 y 8 días los portaobjetos eran recogidos del campo y llevados al laboratorio para su observación. Las estructuras presentes en los portaobjetos fueron teñidas con Lactofucsina al 0,025% (ácido láctico 100 ml + fucsina ácida 0,025 %). El conteo fue realizado con microscopio óptico.

Determinación de la incidencia: cada 8 días se media la incidencia de la enfermedad. Las evidencias características de la enfermedad era la presencia de frutos de consistencia blanda y acuosa, que a su vez eran cubiertos por un micelio de color gris. Diariamente fueron registrados los datos climáticos de temperatura, humedad relativa y precipitación. Las evaluaciones se efectuaron durante 10 semanas consecutivas.

Una vez recopilada la información de campo, se realizó el análisis de los datos, empleando el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows. Se aplicó el modelo de regresión lineal múltiple con el fin de evaluar la altura y el tiempo apropiado de muestreo, para la captura de conidios de *B. cinerea*. Se empleó el modelo de correlación para describir la relación entre el número de conidios capturados y la incidencia de la enfermedad. Con el fin de predecir la incidencia de la enfermedad con respecto a las variables ambientales se utilizó el modelo de regresión lineal múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La tabla 1 muestra los datos promedios de: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura promedio, humedad relativa máxima, humedad relativa mínima, humedad relativa promedio, precipitación promedio, número de conidios de *Botrytis cinerea* capturados en un tiempo de exposición de 4 y 8 días e incidencia del moho gris en base al porcentaje de frutos afectados; obtenidos durante las 10 semanas de duración del estudio. El mayor número de conidios capturados se obtuvo a un tiempo de muestreo de 4 días.

Tabla 1. Datos promedios de las variables ambientales, número de conidios capturados e incidencia de la enfermedad.

Semana	Temp. Máx	Temp. Mín	Temp. Prom	%H.R Máx	%H.R Mín	%H.R Prom	Pp. Prom	Núm. Conidios 4 días	Núm. Conidios 8 días	Incidencia %
1	21,73	18,64	20,18	78,69	70,85	74,77	37,78	20,4	8,8	12,32
2	22,41	16,97	19,69	85,29	72,86	79,07	17,1	9,8	3,9	34,53
3	22,05	15,48	18,76	81,28	69,99	75,64	9,54	9,2	5,4	36,28
4	20,39	16,4	18,40	83,36	73,86	78,61	27,8	22,7	11,3	26,3
5	21,6	15,39	18,49	82,14	71,14	76,64	25,44	15,2	2,8	26,12
6	23,71	15,99	19,86	79,28	69,86	74,57	19	9,1	2,45	16,83
7	22,9	17,60	20,25	83,43	67,5	75,46	0	3,9	3,3	15,58
8	22,56	16,26	19,40	77,14	67,88	72,51	21,9	7,4	8	21,28
9	20,43	16,34	18,39	85,71	77,42	81,57	5,48	5,6	3,6	18,48
10	22,74	18,97	20,86	75,11	67	71,06	4,44	1,4	2,2	17,12

X = 10,4

X = 4,75

Evaluación de la altura y tiempo de muestreo para la captura de conidios de *Botrytis cinerea*.

El análisis de la varianza para el modelo de regresión indicó que existe una relación lineal significativa ($P= 0.000$) entre el número de conidios colectados y la altura y tiempo de muestreo de 4 días. Se determinó que la altura de muestreo más apropiada para la captura de conidios de *B. cinerea* es a 1,2 metros a un tiempo de exposición de 4 días.

Resultados similares fueron registrados por Pérez et al., (1997) en donde detectaron diferencias significativas en el número de esporas y número de géneros de diferentes hongos colectados en plantaciones de guayabo (*Psidium guajava* L.), para la interacción altura de muestreo y tiempo de exposición. Sin embargo según estudios realizados por Pérez et al., (1999) no detectaron diferencias significativas para la interacción distancia de siembra y altura de muestreo con respecto al número de esporas y número de géneros de diferentes hongos colectados en árboles de guayabo.

Modelo de correlación lineal entre el número de conidios de *Botrytis cinerea* capturados y la incidencia de la enfermedad.

El modelo de correlación empleado, indicó que no existe relación alguna entre el número de esporas de *Botrytis cinerea* capturadas en mora de castilla a un tiempo de muestreo de 4 y 8 días, con la incidencia del moho gris, debido a que los coeficientes de correlación muestral registrados por el modelo no fueron significativos. Es importante señalar que la investigación no reporta antecedentes con resultados similares, con los que se pudiera comparar. Sin embargo, estos resultados podrían estar relacionados con el ciclo de la enfermedad, ya que la incidencia observada en un momento dado es el resultado de la presión del inóculo presentado días atrás y cuyo desarrollo dependerá de las condiciones ambientales (Agrios, 1998).

Modelo de predicción de la incidencia del moho gris con respecto a las variables ambientales.

Después de realizar la regresión lineal múltiple de diversos modelos generados de las diferentes combinaciones entre el conjunto de variables ambientales (HR= 80 %, HRmax= 90%, HRmin=70%, Temp= 10°C, Pp= 50mm) y la incidencia del moho gris, se obtuvo la siguiente ecuación de regresión, para predecir la incidencia:

$$\text{Incidencia} = -118,33+976,32(\text{HR})-487,67(\text{HRMáx})-485,34(\text{HRMín})-4,47(\text{Temp})-0,43(\text{Pp})$$

$$\text{Incidencia} = 56,97\%$$

Se empleó el modelo de regresión para tomar los valores de estos factores, como un conjunto de variables y pronosticar la incidencia de la enfermedad a través de la ecuación de regresión que dio como resultado un 56,97% de incidencia del moho gris en los frutos de mora castilla de la plantación ubicada en la zona de estudio. Las variables predictoras (variables ambientales) explican en un 60,28% la variabilidad de la incidencia de la enfermedad.

A través de la ecuación de regresión, incluyendo las variables ambientales independientes, se pudo predecir la incidencia del moho gris. Cabe destacar que si alguna de las variables ambientales llegase a tomar otros valores, la ecuación de la regresión cambiaría y el valor de la incidencia aumentaría o disminuiría. El modelo de regresión generado fue significativo ($P= 0.000$) y se concluye que existe relación significativa entre las variables ambientales y la incidencia del moho gris en frutos de mora de castilla.

Resultados similares fueron registrados por Milanca y Ciampi (2002) donde realizaron un estudio para relacionar *Botrytis cinerea* en plantas de arandano con algunos factores ambientales, para este caso la incidencia de *B. cinerea* se correlacionó de manera inv++ersa con la temperatura, pero no se relacionó ni con la humedad relativa, ni con las precipitaciones. Sin embargo según estudios realizados por Torres y Ciampi (2002) los resultados indicaron que el inóculo de *B. cinerea*, en plantas de arandano, se correlacionaron en forma positiva con la temperatura mínima, la humedad relativa y las precipitaciones.

CONCLUSIONES.

1. De los resultados encontrados en la investigación se concluye, que la altura y el tiempo apropiado para la colección de conidios de *B. cinerea*, es la altura 1,2 m y 4 días, debido a que fue donde se colectó mayor número de conidios. A un tiempo de muestreo de 8 días, posiblemente no se colectó mayor número de conidios, debido a que las trampas de colección estuvieron en campo más tiempo expuestas al lavado por las precipitaciones ocurridas durante la fase experimental de la investigación.
2. No existe relación significativa entre el número de conidios colectados a un tiempo de muestreo de 4 y 8 días con la incidencia de la enfermedad, posiblemente debido al tiempo ocurrido para el desarrollo de la enfermedad y la manifestación de los síntomas.
3. Se efectuó un modelo de regresión lineal múltiple el cual dio como resultado la estimación de la incidencia del moho gris en función de las variables predictoras o variables ambientales y generando de esta manera una ecuación predictiva para los valores de incidencia. Esta ecuación permitió conocer en un momento dado y de manera cuantitativa, como las variables ambientales afectan la incidencia de la enfermedad, por lo tanto podría permitirle a los productores de mora de castilla cuando deben establecer medidas correctivas, como la aplicación de productos químicos, modificación de los tiempos de riego y otros, para de alguna manera alterar las variables intervinientes y de esta forma poder modificar las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA.

- Agrios, G.N. 1998. Fitopatología. 2ª ed. Noriega Eds. México: Limusa SA.
- Carrero, C. 2001. Enfermedades de la Mora de Castilla en la Región Andina Venezolana. Curso de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*, *Benth*). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Estado Mérida.
- Cedeño, L., Carrero, C. y Briceño, A. 2004. La Mora de Castilla en Los Andes Venezolanos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes: En Imprenta.
- Hoyos, J. 1989. Frutales de Venezuela (Nativos y Exóticos). Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Monografía N° 36. Caracas Venezuela.

- Milanca, J., Ciampi, L. 2002. Estudio del desarrollo de *Botrytis cinerea*, en plantas de Arandano Cv. O'Neal y Patriot, y su relación con algunos factores ambientales. *Fitopatología 2002* V.37(1):67-108. Resúmenes y Presentaciones Orales, XI Congreso Nacional de Fitopatología, VI Región, Chile.
- Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT). 2002. Potencialidades Agrícolas Año 2002. Mérida, Venezuela.
- Pérez, E., Isea F., Santos R., Montiel A. 1997. Método para el muestreo de esporas de hongos en una plantación de Guayabo. Resúmenes de los trabajos presentados en el XV Congreso Venezolano de Fitopatología, Maracaibo, Venezuela.
- Pérez, E., Isea, F., Montiel, A., Marín, M. y Sandoval, L. 1999. Efecto de la distancia de siembra y la altura de muestreo en la colección de esporas de hongos en una plantación de guayabo. *Revista Facultad de Agronomía (La Universidad del Zulia)*. 16 Supl. 1:43-48.
- Torres, D., Ciampi, L. 2002. Presencia de *Botrytis cinerea* en restos orgánicos de Arandano Cv. Blue Jay, Blue Haven y Blue Ray, y su relación con Algunos factores ambientales. *Fitopatología 2002* V.37(1):67-108. Resúmenes y Presentaciones Orales, XI Congreso Nacional de Fitopatología, VI Región, Chile.