



UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA.

**UN MODELO DE UNIDADES CALOR PARA EL
MANEJO INTEGRADO DEL MOHO GRIS
(*Botrytis cinerea* Pers. Ex. Fr.) EN EL CULTIVO
DEL ROSAL**

T E S I S

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCION VEGETAL**

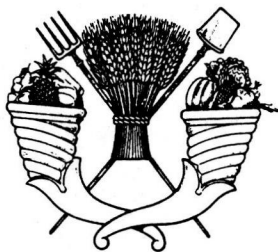
PRESENTA:

ENRIQUE FLORES CARNALLA

CHAPINGO, MEXICO; ENERO DE 1997.



**DX 86146
-152301**



ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL
COMITE ASESOR INDICADO, HA SIDO APROBADA
POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN
PROTECCION VEGETAL**

PRESIDENTE

M.C. FRANCISCO PONCE GONZALEZ

ASESOR

M.C. CECILIO MENDOZA ZAMORA

ASESOR

M.C. J. FERNANDO SOLIS AGUILAR

A-30916

CHAPINGO, MEXICO; FEBRERO DE 1997.

EL JURADO DEL EXAMEN DE GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL
ESTUVO CONSTITUIDO POR:

PRESIDENTE

M.C. FRANCISCO PONCE GONZALEZ

ASESOR

M.C. CECILIO MENDOZA ZAMORA

ASESOR

M.C. J. FERNANDO SOLIS AGUILAR

REPRESENTANTE DE LA
COORDINACION DE POSTGRADO
EN PROTECCION VEGETAL

M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

REPRESENTANTE DE LA
COORDINACION GENERAL
DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DE LA UNIV. AUT. CHAPINGO.

M.C. ANDRES BOLAÑOS ESPINOZA

CHAPINGO, MEXICO; FEBRERO DE 1997.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido realizar mis estudios de postgrado.

Al Departamento de Parasitología Agrícola, lugar donde realice mis estudios de Maestría y donde pasé una de las etapas más importantes y agradables de mi vida.

Al MC Francisco Ponce González por su gran amistad, dedicación y acertada dirección de este trabajo.

Al MC Cecilio Mendoza Zamora, gracias por su amistad y sus valiosas sugerencias para este trabajo.

Al MC Juan Fernando Solís Aguilar por la revisión y sugerencias al presente trabajo. Aquí tiene un amigo.

Al MC Antonio Segura Miranda, por la revisión y acertadas sugerencias al presente trabajo. En mi persona siempre encontrará un amigo.

Al MC Andrés Bolaños Espinoza por su gran apoyo durante mis estudios de postgrado, valiosas sugerencias a este trabajo, y sobre todo por su gran amistad.

A los profesores de la Maestría en Protección Vegetal mi gratitud más sincera.

A la empresa Florimar, por que sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A los grandes amigos Eduardo Quintero, Jesús Arteaga, Elias Medina, Roberto Cano y a todos mis compañeros de estudios, gracias por hacer esta época de mi vida algo inol-
vidable

A todas las personas que contribuyeron a la realización de este trabajo, especialmente al Ing. Roberto Molina que contribuyó con las preparaciones del patógeno.

~~Roberto Molina~~

DEDICATORIA

A mis padres, Sr. José Flores Tapia y Sra. Gloria
Cargalla Cabrera, gracias por su apoyo y fe en mis
acciones.

A mi familia: Graciela, José, Javier, Irma, pero
especialmente a mis sobrinos José
Javier y Luis Enrique, que esto
sirva de motivación para estos
dos últimos.

“ Nunca llores al momento de la puesta del sol, porque si lo haces, ya no podrás mirar cuando aparezcan las estrellas”

JOSE MARI BAKERO.

CONTENIDO.

INDICE GENERAL.....	I
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. Plagas y enfermedades del rosal (<i>Rosa spp.</i>).....	4
2.2. <u>B. cinerea</u>	5
2.2.1. Importancia y distribución.....	5
2.2.2. Clasificación.....	6
2.2.3. Ciclo de vida y morfología.....	7
2.2.4. Sintomatología.....	8
2.2.5. Epidemiología.....	11
2.2.6. Control.....	13
2.2.6.1. Control cultural.....	13
2.2.6.2. Control físico.....	14
2.2.6.3. Control biológico.....	14
2.2.6.4. Control químico.....	15
2.3. Pronóstico de enfermedades fungosas de plantas mediante el uso de unidades calor.....	17
2.3.1. Conceptos de temperaturas cardinales.....	17
2.3.2. Concepto de grados-día de desarrollo.....	18
2.3.3. Cálculo de grados-día de desarrollo.....	19
2.3.3.1. Cálculo de temperatura base y grados-día de desarrollo bajo temperaturas constantes.....	19

2.3.3.2. Cálculo de grados-día de desarrollo bajo temperaturas variables.....	20
2.3.4. Ejemplos de pronóstico de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos mediante el uso de unidades calor.....	24
III. MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1. Fase de laboratorio.....	30
3.1.1. Obtención de grados-día de desarrollo y temperatura base de <u>B. cinerea</u>	30
3.1.1.1. Germinación de conidios.....	30
3.1.1.2. Germinación de esclerocios.....	31
3.1.1.3. Formación de conidios a partir de micelio.....	32
3.2. Fase de invernadero.....	33
3.2.1. Determinación de las unidades calor correspondientes al periodo de incubación de <u>B. cinerea</u>	33
3.2.2. Determinación de las unidades calor de la germinación de esclerocios y formación de conidios de <u>B. cinerea</u> bajo temperaturas variables.....	34
3.2.3. Determinación de las unidades calor de <u>B. cinerea</u> en el cultivo del rosál en un invernadero comercial.....	35
3.2.4. Control actual, análisis e inferencia de un manejo estratégico de <u>B. cinerea</u> en rosál en la región florícola de Villa Gro. Edo. de Méx.....	36
IV RESULTADOS.....	37

4.1 Fase de laboratorio.....	37
4.1.1. Duración de las fases del ciclo biológico de <u>B. cinerea</u> a temperaturas constantes.....	37
4.1.1.1. Germinación de conidios.....	37
4.1.1.2. Generación de conidios a partir de micelio.....	39
4.1.1.3. Germinación de esclerocios.....	40
4.1.2. Grados-día de desarrollo y temperatura base de <u>B. cinerea</u> a temperaturas constantes.....	41
4.2. Fase de invernadero.....	43
4.2.1. Unidades calor del periodo de incubación de <u>B. cinerea</u>	43
4.2.2. Unidades calor de la germinación de esclerocios y formación de conidios de <u>B. cinerea</u> bajo temperaturas variables.....	46
4.2.3. Unidades calor de <u>B. cinerea</u> en un invernadero comercial de la región florícola de Villa Gro. Méx.....	50
4.3. Propuesta del manejo de <u>B. cinerea</u> en invernaderos comerciales con producción de rosal mediante el uso de unidades calor y el empleo racional de fungicidas.....	55
4.3.1. Elementos principales del manejo estratégico de <u>B. cinerea</u> en el cultivo del rosal.....	56
4.4. Control actual de <u>B. cinerea</u> en el cultivo del rosal en tres invernaderos comerciales de Villa Gro. Edo. de México.....	61
4.5. Análisis de un control tradicional e inferencia de un manejo estratégico de <u>B. cinerea</u> con datos reales de temperatura y humedad relativa en un invernadero comercial.....	65

V. CONCLUSIONES.....	69
VI. LITERATURA CITADA.....	71
VII. APENDICE.....	77

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Duración en días de la germinación de conidios de <i>B. cinerea</i> para diferentes temperaturas constantes en Chapingo Méx. 1996.....	38
Cuadro 2. Duración en días de la generación de conidios a partir de micelio de <i>B. cinerea</i> para diferentes temperaturas constantes en Chapingo, Méx. 1996.....	39
Cuadro 3. Duración en días de la germinación de esclerocios de <i>B. cinerea</i> a diferentes temperaturas constantes en Chapingo Méx. 1996.....	40
Cuadro 4. Unidades calor y temperatura base obtenidas bajo temperaturas constantes para <i>B. cinerea</i>	42
Cuadro 5. Ecuaciones de regresión de cada una de las etapas estudiadas de <i>B. cinerea</i> bajo temperaturas constantes.....	42
Cuadro 6. Determinación de las unidades calor del periodo de incubación de <i>B. cinerea</i> en rosal variedad Red Zebra, a temperatura base de 5.71 °C.....	43
Cuadro 7. Registro de la humedad relativa mayor o igual al 90% durante la determinación de las unidades calor del periodo de incubación de <i>B. cinerea</i> en la variedad Red Zebra de rosal.....	46
Cuadro 8. Grados-día de desarrollo de la germinación del esclerocio y formación de conidios de <i>B. cinerea</i> bajo temperaturas variables, con temperatura base de 5.71 °C.....	47
Cuadro 9. Registro de la humedad relativa mayor o igual al 90%, durante la determinación de las unidades calor de la germinación de esclerocios y formación de conidios de <i>B. cinerea</i> bajo temperaturas variables y temperatura base de 5.71 °C.....	48
Cuadro 10. Comportamiento de <i>B. cinerea</i> en base a las unidades calor de su ciclo de vida, y su interacción con la humedad relativa.....	49

Cuadro 11. Unidades calor de <i>B. cinerea</i> en un invernadero comercial con producción de rosal de la variedad Royalty, en Villa Gro. Méx.....	54
Cuadro 12. Inicio del control químico de <i>B. cinerea</i> en el cultivo del rosal, en base a su ciclo biológico en unidades calor, y al comportamiento de la humedad relativa.....	57
Cuadro 13. Unidades calor diarias para las correspondientes temperaturas máximas y mínimas, a una temperatura base de 5.71 °C, representativas de un invernadero comercial de la zona de Villa Gro. Méx., durante los meses de mayo, junio y julio.....	58
Cuadro 14. Familia, modo bioquímico de acción y riesgo de resistencia de algunos fungicidas usados para el control de <i>B. cinerea</i> en rosal.....	61
Cuadro 15. Control químico de <i>B. cinerea</i> en rosal durante junio de 1993 en el invernadero 1.....	62
Cuadro 16. Control químico de <i>B. cinerea</i> en rosal durante mayo de 1993 en el invernadero 2.....	62
Cuadro 17. Control químico de <i>B. cinerea</i> en rosal durante mayo de 1993 en el invernadero 3.....	62
Cuadro 18. Unidades calor de <i>B. cinerea</i> a una temperatura base de 5.71 °C, en un invernadero comercial con producción de rosal, en Villa Gro. Méx, durante junio y julio de 1996.....	67
Cuadro 19. Costo por concepto del control químico de <i>B. cinerea</i> en el cultivo del rosal en Villa Gro Méx 1997.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Botrytis cinerea</i> en el cultivo del rosal en México.....	9
Figura 2. Grados-día de desarrollo representados por la integral del área bajo la curva senoidal cuando la temperatura mínima es superior a la temperatura base y la temperatura máxima esta por abajo de la temperatura tope.....	21
Figura 3. Los grados-día de desarrollo están representados por la integral del área bajo la curva senoidal, cuando la temperatura mínima es inferior a la temperatura base y la temperatura máxima es superior a la temperatura tope.....	22
Figura 4. Los grados-día de desarrollo están representados por la integral del área bajo la curva senoidal por debajo de la temperatura tope, cuando la temperatura mínima es inferior a la temperatura base y la temperatura máxima excede a la temperatura tope.....	23
Figura 5. Los grados-día de desarrollo acumulados , son representados por la integral bajo la curva senoidal por debajo de la temperatura tope, cuando la temperatura mínima es inferior a la temperatura base y la temperatura máxima excede a la temperatura tope.....	24
Figura 6. Tasa de desarrollo para la germinación de conidios a temperaturas constantes y temperatura base de 2.22 °C.....	38
Figura 7. Tasa de desarrollo de la generación de conidios a partir de micelio a temperaturas constantes y temperatura base de 9.3 °C.....	40
Figura 8. Tasa de desarrollo de la germinación de esclerocios de <i>B. cinerea</i> a temperaturas constantes y a temperatura base de 5.6 °C.....	41
Figura 9 -12. Ciclo de vida de <i>Botrytis cinerea</i> en unidades calor.....	45

RESUMEN

UN MODELO DE UNIDADES CALOR PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL MOHO GRIS (*Botrytis cinerea* Pers. Ex. Fr.) EN EL CULTIVO DEL ROSAL¹.

Enrique Flores Carnalla.
Francisco Ponce González².
Cecilio Mendoza Zamora².

En la fase de laboratorio de este trabajo se determinó que la germinación del esclerocio requiere 15.15 unidades calor, el micelio necesita 11.5 para que genere conidios, mientras que la germinación de conidios sucede a las 3.86 unidades calor, siendo la temperatura base general 5.71 °C. En la fase de invernadero el periodo de incubación requirió 25.58 unidades calor, mientras que los esclerocios generaron conidios después de 26.65 unidades calor pero solo cuando la humedad relativa fue $\geq 90\%$ en periodos de más de 12 horas. Después de 412.33 unidades calor aparecieron los síntomas en las flores del invernadero comercial. La propuesta de manejo integrado sugiere iniciar el control químico antes de las 382.89 unidades calor acumuladas a partir del brote foliar, o bien antes de las 26.65 unidades calor acumuladas a partir de un día con más de 12 horas continuas de humedad relativa $\geq 90\%$. Se debe respetar el intervalo y secuencia de aplicaciones de fungicidas. Con todo esto es posible reducir hasta en un 90% las aplicaciones de fungicidas de un control tradicional y representativo de la zona de Villa Gro. Méx.

A HEAT UNITS MODEL FOR THE INTEGRAL MANAGEMENT OF ROSE GRAY MOLD (*Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.).

In the laboratory were calculated the heat units for *B. cinerea*, the germination of esclerotium needs 15.15 heat units, the mycelium needs 11.5 heat units in order to form conidia, the germination of conidia occurred at 3.86 heat units, and the threshold general temperature is 5.71 °C. In the greenhouse the incubation period needed 25.58 heat units, and the conidia appeared at 26.65 heat units, but only when the relative humidity was $\geq 90\%$ in periods with more than 12 continuous hours. After 412.33 heat units the symptoms in the flowers of commercial greenhouse appeared. The proposal suggest to start the chemical control before 382.89 heat units accumulated since the young sprout stage, or before 26.65 heat units accumulated since one day with more than 12 continuous hours of relative humidity $\geq 90\%$. The interval and secuencia of fungicide applications should be respected. Is possible to dicrease 90% fungicide applications of one representative chemical control in Villa Gro Méx.

¹ Título de tesis que presenta el primer autor para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Protección Vegetal Universidad autónoma Chapingo Depto. Parasitología agrícola.

² Profesor investigador del Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma chapingo.

I. INTRODUCCION

El rosal (*Rosa* sp.) es a nivel mundial la planta de jardín más popular y la flor cortada de invernadero comercialmente mas importante. A través del tiempo se ha considerado como el símbolo perfecto de la belleza y es la única flor que se puede cosechar durante todo el año. Esta planta se cultiva en campos, invernaderos, jardines y en interiores. En México su explotación es fuente de divisas para la economía nacional y generadora importante de mano de obra.

En nuestro país se cultivan alrededor de 591 ha. localizadas principalmente en los Estados de Morelos, Michoacán, México, Puebla, Hidalgo y el Distrito Federal (Mendoza, 1994).

La superficie sembrada de rosal bajo sistema de riego es del orden de las 534 has., siendo el Estado de Morelos el de mayor superficie con 386 has. El Distrito Federal tiene 45 has. de temporal con esta ornamental. En total el valor de la producción asciende a 66,508,332.00 nuevos pesos (Anónimo, 1994).

La industria agrícola de la rosicultura se desarrolló fuertemente durante los años 85 a 90 en lugares como Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec de Harinas, Ixtapan de la sal, y Valle de Bravo en el Edo. de México, Temixco en Morelos; en Actopan, Ixmiquilpan y Real del Monte en Hgo; en Uruapan y Ocampo en Michoacán; en Cortazar, San Miguel Allende y Celaya en Guanajuato; en Atlixco, San Martín Texmelucan y Tehuacan en Puebla; Xochimilco, D.F.; en Querétaro, Aguas Calientes y Zacatecas, así como en el Ejido la Manzanilla de Jalisco (Ortega, 1994).

A la fecha existe un impresionante gusto por el cultivo de esta flor, dado el grado de comercialización que ha alcanzado con la venta de la flor fresca, así como plantas para múltiples propósitos. Existen un gran número de países que tradicionalmente lo realizan, entre los cuales podemos mencionar, Francia, Holanda, Italia, Inglaterra, España, Estados Unidos, Canadá, etc. (Gutiérrez, 1994).

En muchas de las zonas donde se produce esta ornamental se han observado pérdidas considerables en cantidad y calidad debido principalmente al ataque de plagas y enfermedades; ataques que han provocado además, incremento en los costos de producción y bajas posibilidades de exportación por el mal aspecto de la flor cortada (Mendoza, 1993)

De todas las enfermedades, las causadas por hongos son las que ocasionan las mayores pérdidas económicas, ya que prácticamente todas las partes de la planta son susceptibles de ser atacadas por estos patógenos (Mendoza, 1993)

Una de las enfermedades mas importantes presentes en esta ornamental es la pudrición gris o tizón de tallos y flores ocasionado por *Botrytis cinerea*. Este hongo es cosmopolita y ataca un gran número de especies hortícolas, frutales y ornamentales, donde provoca tizones en tallos y pudrición de frutos y flores. Ataca en campo, almacén y transporte, causando severas pérdidas en cantidad y calidad. En México esta ampliamente distribuido, pues se ha colectado en todas las zonas florícolas del Estado de México, Michoacán, Puebla, Veracruz, Morelos, Hidalgo y el Distrito Federal; sin descartar la posibilidad de que pueda existir en todas las zonas donde se cultive rosal (Mendoza, 1994).

Sin embargo el desarrollo de este patógeno, y en general de todos los hongos fitopatógenos, se ve influenciado grandemente por los factores del medio ambiente.

La temperatura es el principal factor ambiental que determina la rapidez con que se desarrollan los insectos, plantas, y patógenos. El desarrollo de estos organismos empieza solamente cuando la temperatura esta por arriba de un cierto punto crítico o temperatura umbral (Nava y Byerly, 1989).

Una aplicación agronómica importante del efecto de la temperatura sobre estos organismos es el concepto de grados día de desarrollo o unidades calor (Iwata, 1981). Este concepto supone que la tasa o velocidad de desarrollo de dichos organismos es exactamente proporcional a la temperatura de su ambiente (Prues, 1983). De tal forma que con su calculo es posible determinar el momento de la aparición de un patógeno.

En virtud del amplio rango de hospedantes que tiene *Botrytis cinerea*, y la importancia del cultivo en el mundo y en nuestro país, en dónde la severidad de su ataque es muy fuerte y rápido, se decidió realizar el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Generar un modelo de predicción mediante el uso de unidades calor, del desarrollo de *Botrytis cinerea*, en el cultivo del rosál, para el inicio del control químico.

2. Proponer un manejo integrado y eficiente de la enfermedad, apoyándonos en dicho modelo y en el uso racional de fungicidas.

3. Analizar en base a datos reales de unidades calor los programas de control de *B. cinerea* en la zona de Villa Gro.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Plagas y enfermedades del rosal (*Rosa* spp.).

Reséndiz (1994) indica que la araña roja *Tetranychus urticae* es la principal plaga de varios cultivos ornamentales, entre ellos el rosal en donde si la infestación es severa, provoca una defoliación parcial o total de la planta.

Solis (1994) señala que *Macrosiphum rosae*, *Pentatrichopus thomasi*, y *Myzus persicae*, son de las plagas principales del rosal. Además de *Trialeurodes vaporariorum*, así como un total de 10 especies de trips (Thysanoptera:Thripidae) en la región de Villa Guerrero Méx.

Mendoza (1994) reporta que la cenicilla *Sphaerotheca pannosa* var. *rosae* (*Oidium leucoconium*), la mancha negra *Marssonina rosae* (*Diplocarpon rosae*), el mildiu *Peronospora sparsa*, la roya *Phragmidium mucronatum*, la antracnosis *Sphaceloma rosarum* (*Elsinoe rosarum*), el virus mosaico del rosal, el tizón canceroso *Coniothyrium wernsdorffiae*, la agalla de la corona *Agrobacterium tumefaciens*, el moho negro *Chalaropsis thielavioides*, la marchitez por *Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae*, la pudrición gris o tizón de los tallos y flores *Botrytis cinerea*, la cancrrosis *Tubercularia vulgaris* (*Nectria cinnabarina*), la pudrición blanca *Rosellinia necatrix* (*Dematophora necatrix*), la cancrrosis y muerte descendente *Cytospora* sp. (*Valsa* sp.) y la cancrrosis por *Diplodia* sp. son las enfermedades más importantes del rosal.

2.2. *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.

2.2.1. Importancia y distribución.

Mendoza (1994) indica que *Botrytis cinerea* es un patógeno cosmopolita, que ataca un gran número de especies hortícolas, frutales y ornamentales. El hongo causa daños en campo, almacén y transporte. En México está ampliamente distribuido, pues se le ha colectado en todas las zonas florícolas del Estado de México, Morelos, Puebla, Michoacán, Veracruz, Hidalgo y el Distrito Federal, sin descartar que pueda existir en todas las zonas donde se cultive rosal.

B. cinerea es muy común en hortalizas (frijol, zanahoria, tomate, col, calabaza, chile, cebolla, etc.), ornamentales (crisantemo, gladiolo, begonia, dalia, geranio, rosas, etc.), y frutales (fresa, vid, manzano, etc.). (Romero, 1988).

Este hongo ocasiona pudriciones y tizones en frutos, flores y hojas en cultivos como el apio, berenjena, cártamo, haba, chile, fresa, jitomate, lechuga, cebolla, fresa, zanahoria, y en frutales como cerezo, ciruelo y manzano. También causa pudriciones en muchas plantas ornamentales como violeta, begonia, caléndula, camelia, crisantemo, dalia, perrito, geranio, lila, begonia, noche buena, rosas, etc. En todas ocasiona pérdidas de calidad y cantidad, tanto en almacenamiento, transporte y campo. Con excesos de humedad sus ataques son muy severos y las pérdidas pueden ser totales. (Mendoza y Pinto, 1985).

La pudrición por *Botrytis* está distribuida en todo el mundo sobre gran número de flores, frutos, y vegetales. Provoca tizones en los tallos y flores de rosales de invernadero y de campo.

En México la enfermedad está distribuida en todo el país, pues se le ha reportado en Michoacán, Ixtapan de la Sal, Tenancingo, Villa Guerrero, Coatepec de Harinas y Texcoco en el Estado de México; Atlixco y San Martín Texmelucan en el Estado de Puebla, atacando rosales (López, 1987).

Según Jarvis (1980), la enfermedad provocada por el hongo *B. cinerea* es una de las enfermedades más importantes para la producción de flores cortadas en California.

B. cinerea es un patógeno importante en el almacenamiento y transporte de frutas, vegetales y ornamentales (Harvey y Pentzer, 1960, citado por Jarvis 1977). MacFarlane (1968) citado por Jarvis (1977) enlista a 235 plantas hospedantes de este hongo.

López (1981) indica que la enfermedad es típica de los meses de invierno en España, y ataca a los cultivos tanto en campo como en almacén, siendo Sonia la variedad de rosal más susceptible.

Damirdagh en el año de 1979 reportó al patógeno atacando rosales en Irak. Así mismo señala que las variedades de color blanco son las más susceptibles.

2.2.2. Clasificación.

Reino: Fungi o Mycetae.

División: Amastygomycota.

Subdivisión: Deuteromycotina.

Clase: Deuteromycetes.

Orden: Moniliales.

Familia: Moniliaceae.

Género: *Botrytis*.

Especie: *B. cinerea*.

2.2.3. Ciclo de vida y morfología.

El nombre *Botrytis* indica que la estructura fructífera (conidióforo y conidios) asemeja un racimo de uvas (Romero, 1988).

Brooks (1953), citado por Gutiérrez (1988) indica que el estado conidial del hongo produce una densa capa afieltrada color gris o café, que se forma del esclerocio o del micelio; los conidióforos están ramificados apicalmente y miden de 500-1000 micras de longitud, presenta densos agregados de conidios, cada uno formado al final de un pequeño esterigma, su tamaño y forma varían según la raza, en general son subglobosos u ovoides de 9-15 x 6.5-10 micras.

Price (1911) y Brierley (1918) citados por Jarvis (1977) describieron la presencia de clamidosporas en cultivos de este hongo.

Istvanfii (1905) citado por Jarvis (1977) diferenció cuatro tipos de desarrollo de esclerocios en *B. cinerea*: (i) esclerocios individuales, (ii) de una capa fieltrada compuesta de hifas paralelas, ásperas y compactas, (iii) formados por capas de esclerocios y (iv) de una capa de hifas fieltradas dispuestas alrededor del esclerocio.

De Bary (1886) citado por Gutiérrez (1988) describió el estado ascal del patógeno y señala que el hongo produce un esclerocio negro, de forma irregular, usualmente embebido en el tejido del hospedero. Este esclerocio forma una estructura conocida como apotecio, el cual mide de 5-10 mm de longitud, y es ligeramente afieltrado. Dicho apotecio presenta un disco de color café pálido de 1-3 mm de longitud, con ascas de 130 x 12-13 micras, tiene

ascosporas uniseriadas, ovoides, bigutuladas, hialinas, que miden entre 8.5-10 x 3.5-4 micras (McClellan 1949).

Brooks (1928) citado por Gutiérrez (1988) postuló las bases genéticas para relacionar *Sclerotinia fuckeliana* y *B. cinerea*.

Groves y Grayton (1939) citado por Gutiérrez, demostró en condiciones de Inglaterra que *Sclerotinia fuckeliana* es el estado ascal de la especie *B. cinerea*.

Las especies de *Botrytis* sobreviven en el suelo como micelio en residuos vegetales y como esclerocios. Consecuentemente la diseminación vía suelo y semilla contaminada es muy efectiva (Romero, 1988).

El hongo inverna como micelio y esclerocios sobre o dentro de los residuos de cosecha y en el suelo, estos germinan y producen conidióforos que después forman conidios que al ser liberados atacan plantulas al nivel del cuello, también infectan flores (pétalos), hojas y frutos; en dónde los conidios germinan, penetran e invaden los tejidos desintegrando las células a su alcance, y ocasionan las pudriciones sobre las cuales se desarrollan conidióforos y conidios que forman el moho gris, de dónde se liberan de nuevo y atacan otras plantas. Cuando las condiciones son desfavorables forman sobre las pudriciones los esclerocios los cuales le sirven como estructura de supervivencia (figura 1). (Mendoza y Pinto, 1985)

2.2.4. Sintomatología

Los síntomas iniciales se presentan por lo general, en forma de pequeñas manchitas circulares acuosas (blancas en pétalos rojos

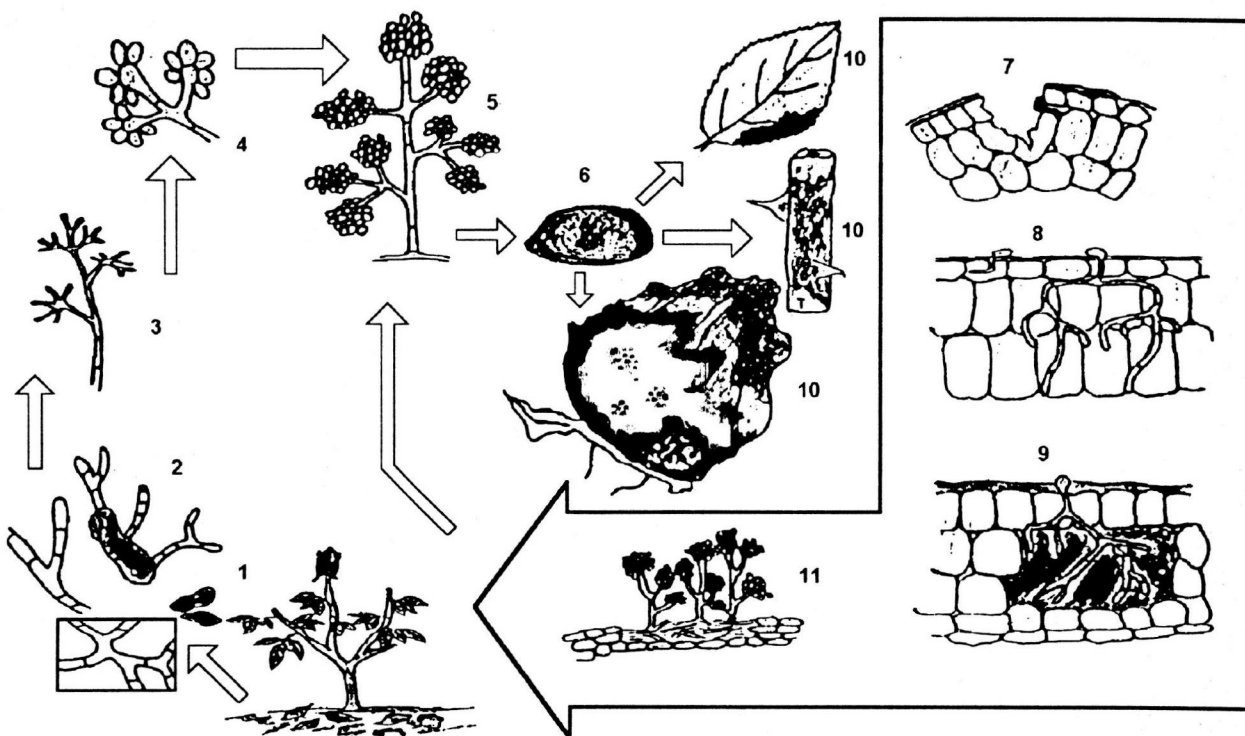


Figura 1. Ciclo de vida de *Botrytis cinerea* en el cultivo del rosal en México.

1. Micelio y esclerocios hibernantes sobre residuos de tallos, hojas y flores infectadas.
2. Germinación de esclerocios.
3. Conidióforos originados a partir de micelio.
4. Producción de conidios por el conidióforo.
5. El conidióforo libera los conidios.
6. Conidio liberado.
7. Germinación del conidio.
8. El micelio penetra e invade los tejidos.
9. Las células infectadas se colapsan y desintegran.
10. El tejido infectado se ablanda y pudre, dando origen al síntoma.
11. En el tejido infectado se forma el moho gris (conidióforos y conidios)

o café claro en pétalos blancos), que tienen menos de un milímetro de diámetro sobre los pétalos exteriores, y si las condiciones ambientales lo favorecen, crecen más y cubren gran parte de los pétalos, los cuales se tornan cafés y blandos los que posteriormente se deshidratan y se secan. Los botones que son afectados no abren y se encorvan y al igual que las lesiones en los pétalos de flores abiertas, se cubren de un moho o algodoncillo café grisáceo. Abajo de los botones en los tallos se notan lesiones negro grisáceas, lisas o ligeramente hundidas. *Botrytis* también puede infectar las puntas de los tocones donde se cortaron flores o las heridas de podas, tanto en campo como en invernadero y de estas infecciones resultan los tizones o cánceres de los tallos, estas lesiones pueden rodear y ahorcar al tallo provocando su muerte. En todos los casos si existe una alta humedad ambiental, las lesiones se cubren con un crecimiento fungoso café grisáceo y una masa polvosa gris de conidios que son fácilmente diseminados por el viento. Sin embargo, los daños más severos se presentan durante el almacenamiento o el transporte. Si en la flor cortada van pequeñas manchas causadas por el hongo, éstas se desarrollan rápidamente con las condiciones húmedas que hay en el almacén y en las cajas para empaques; lo cual provoca una gran cantidad de flor perdida (Mendoza, 1993).

Dimock y Tammen (1987) indican que el patógeno puede penetrar por las heridas del corte de las rosas o por las podas. Los botones afectados no abren y se cubren con un moho café grisáceo. Los tallos atacados se marchitan, apareciendo una lesión hundida, lisa y oscura que se extiende hacia la parte basal del tallo.

Pequeñas manchas aparecen sobre los pétalos infectados, que después se ponen de un color café y de una consistencia blanda. También aparecen pequeñas manchas circulares sobre los pétalos que después

coalecen. Este tipo de daño es particularmente obvio sobre cultivares de color blanco (Horst, 1983).

2.2.5. Epidemiología.

Lamas (1978) indica que el patógeno se desarrolla óptimamente bajo condiciones de alta humedad ambiental y temperaturas alrededor de los 25 °C.

Las condiciones óptimas para el crecimiento del hongo y desarrollo de la enfermedad, son una temperatura de 15 °C, alta humedad y heridas para penetrar (Mendoza, 1993).

El efecto de la temperatura sobre la germinación de conidios de *B. cinerea* se ha determinado por un amplio número de investigadores, incluyendo a Schneider-Orelli (1912) y Brooks y Cooley (1917) quienes tienen el récord de germinación de este patógeno a 0 °C en medio de cultivo agar-harina de maíz a los 31 días. Doran (1922) determinó una temperatura máxima de germinación a los 26 °C y una mínima de 7 °C. Brown (1922) obtuvo una buena germinación a 5 °C, Hawker (1950) y Hass y Wennemuth (1962) germinaron esporas entre 1 y 10 °C (80 % en 40 días y 95 % en 14 días a su respectiva temperatura) (citados por Jarvis, 1977).

Para la germinación de los conidios se necesita una temperatura entre los 1-30 °C (óptimo de 18 °C) (Smith et al., 1992).

Schneider-Orelli (1912) obtuvieron un apreciable crecimiento del micelio, a 0 °C sobre gelatina nutritiva en 35 días. El crecimiento óptimo se obtuvo entre los 20-22 °C, decreciendo marcadamente por arriba de los 25 °C. Shiraishi, Fukutomi, y Akai

(1970) determinaron la temperatura óptima entre los 24-28 °C, con una mínima de 0 y una máxima de 35 °C, en medio de cultivo PDA (citados por Jarvis, 1977).

Brooks y Cooley (1917) encontraron que la esporulación ocurre entre 5 y 10 °C. Shiraishi, Fukutomi y Akai (1970) estudiaron la formación de conidios a 24 °C, determinando que está sucede a los 3 días después de la siembra en PDA. (citados por Jarvis, 1977).

Morotchkovski y Vitas (1939) citados por Jarvis (1977), observaron una temperatura de 11-13 °C como el rango óptimo para la formación de esclerocios, 12 a 22 °C para la esporulación y 27-28 °C para la formación del apresorio. El mismo autor cita que Kochenko (1972) indica que los esclerocios germinan a temperaturas superiores a los 2 °C, con una óptima entre los 22 y 24 °C.

Rippel (1930) citado por Jarvis (1977) determinó un 100 % de germinación a 20, 15, y 5 °C a 100% de humedad relativa (HR). A 95 % de HR, el 80% de los conidios germinaron a 15 y 5 °C, mientras que todos germinaron a 20 °C; a 90 % de HR, el 85 % de los conidios germinaron a 20 °C.

Para que se de la infección, el hongo requiere temperaturas de 15 a 20 °C y humedad relativa mayor del 90 %, después de 15 horas, un mayor tiempo será requerido cuando las temperaturas son menores. (Smith et al., 1992).

Wilcox y Seem (1994) encontraron una alta correlación entre el número de horas continuas con humedad relativa mayor o igual al 90%, y la presencia de *B. cinerea* en el cultivo de fresa.

Vaneb (1966) citado por Jarvis (1977), detectó que el pH óptimo para el desarrollo de este patógeno, oscila entre los 3 y 5; además de que los esclerocios se forman más fácilmente a pH de 4.

Ramsey y Lorbeer (1986) realizaron pruebas con tres especies de *Botrytis* sp. del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) para evaluar la relación de la humedad y la temperatura en el desarrollo de este hongo, se percataron que las temperaturas cardinales para la germinación de conidios de *B. cinerea* son 3, 18 y 33 °C, mientras que para el crecimiento del micelio fueron de 5, 22 y 30 °C. El trabajo se realizó en cajas Petri con 15 ml de PDA sometidos a un rango de temperatura de 5 -30 °C a intervalos de 5 °C para el crecimiento de micelio y de 3 a 36 °C con intervalos de 3 °C para la germinación de conidios. Las temperaturas cardinales para el desarrollo de la enfermedad fueron muy cercanas a 12, 21 y 30 °C en este cultivo. Concluyen además que se necesitan más de 6 horas de humedad libre para que ocurra la infección y de 12 a 24 horas para que aparezca el síntoma.

2.2.6. Control.

2.2.6.1. Control cultural.

Para prevenir la enfermedad es conveniente evitar los excesos de humedad ambiental y condensaciones de humedad, mediante el ventilado o calentado de los invernaderos; eliminar yemas, flores y tallos infectados. En almacenamiento y camas de propagación también deben realizarse estas medidas (Mendoza, 1994).

Para el control de este patógeno se recomienda la recolección o destrucción de las plantas o residuos vegetales infectados, la

ventilación del cultivo, el uso de bodegas con ventilación adecuada y baja humedad (Romero, 1988).

Tompkins y Hansen (1948) citados por Gutiérrez (1988), indican que la prevención de la enfermedad depende de una buena ventilación del invernadero y el mantenimiento de la humedad relativa por abajo del 60 %.

2.2.6.2 Control físico

En algunos países se utilizan en invernaderos filtros absorbentes de luz ultravioleta, los cuales dan un control efectivo al no permitirle esporular al patógeno (Mendoza, 1993).

La pudrición por *Botrytis* es reducida significativamente cuando se somete a 30% de CO₂, aumentando también su calidad y vida en el florero (Phillips et al., 1985).

En 1984 Svircev et al. determinaron que la germinación conidial es inhibida en un 90 % con una concentración del 16 % de CO₂.

2.2.6.3. Control biológico.

Arias et al. (1988) obtuvieron resultados prometedores al evaluar a *Trichoderma viride* contra *Botrytis* en vid.

Bacillus subtilis tiene actividad sobre *Botrytis* y otros patógenos (Pussey, 1989).

Tronsmo y Stass (1980) redujeron significativamente la infección causada por *Botrytis* en flores de árboles de manzano con

aspersiones de una suspensión de conidios del hongo *Trichoderma harzianum*.

2.2.6.4 Control químico.

En rosas almacenadas se debe asperjar PCNB, captan o mancozeb (Mendoza, 1993).

Los botones de las flores cortadas de las variedades Town Crier y Samanta, se sumergieron por 4 segundos en una solución de vinclozolin, con lo cual se protegieron perfectamente contra *Botrytis* (McCain y Welch, 1983).

Evitar heridas en las plantas y si las hay, tratarlas con algún fungicida como benomyl o tiofanato metílico al 1% (Mendoza, 1993 y Glaser et al., 1982)

Para evitar daños en los rosales en producción, se puede asperjar benomyl, clorotalonil, vinclozolin, iprodione, dicloran, thiabendazol, mancozeb y otros (Mendoza, 1993).

En pruebas de control llevadas a cabo por Sweets et al. (1982), se demostró que el benomyl reduce la infección significativamente en rosales en producción.

Negrete (1990) evaluó el control químico de *B. cinerea* en vid, encontrando que el mejor control lo presentó el clorotalonil + cobre (Bravo C/M) a 4 y 5 Kg. por Ha.

De Sainz (1993) señala que para el control de la pudrición de racimos de uvas causada por *B. cinerea*, los mejores tratamientos fueron el ASC 3688 en dosis de 1000 y 750 g. de i.a./ha.

Un nuevo producto para *B. cinerea*, que es el fluazinam, del grupo de las pirimidinas, tiene un amplio espectro de acción con excelente actividad protectiva e incluso acaricida (Ponce G. F. comunicación personal, 1995).

Ponce (1995) indica que ASC 66825 (fluazinam) a razón de 1.5 litros/ha. fue el mejor tratamiento para el control de *B. cinerea* en vid.

En aplicaciones de fungicidas al suelo contra *B. cinerea*, antes de la apertura de la flor de rosal, se observó que el benomyl dio buen control (Cooke et al., 1979 citado por Aguilar, 1992).

Ponce et al. (1995) menciona que los mejores tratamientos para el control de *B. cinerea* en el rosal, fueron las dosis de 750, 500 y 300 ml/ha de Shogun[®], a intervalos de aplicación de 8 días, aunque la recomendación precisa depende del costo del producto y el grado de infección de la enfermedad. El Tecto[®] 60 no dio resultados satisfactorios contra este patógeno.

Botrytis. cinerea es un patógeno que puede crear resistencia a fungicidas, sobre todo a los sistémicos cuando se usan continuamente, por lo cual se recomienda no usar el mismo producto o productos similares por más de dos ocasiones consecutivas. Conviene entonces hacer rotación de fungicidas, uno sistémico y uno de contacto o asperjar una mezcla de estos (Mendoza, 1993).

2.3 Pronóstico de enfermedades fungosas de plantas mediante el uso de unidades calor.

2.3.1. Concepto de temperaturas cardinales.

Originalmente las unidades calor se usaron para predecir eventos fenológicos importantes en muchos cultivos como el girasol, el manzano, la vid, entre otros. Sin embargo, los investigadores se dieron cuenta que esta técnica era posible aplicarla también para pronosticar la aparición de plagas, y es aquí en donde mayor auge ha tenido, de tal forma que una gran parte de estos conceptos fueron desarrollados en base a su aplicación en insectos.

Temperatura base (T_b). Es la temperatura en la cual cualquier organismo detiene su desarrollo, debido a la incapacidad de desencadenar procesos fisiológicos por las bajas temperaturas.

Temperatura letal mínima (T_{Lm}). Es la primera temperatura por debajo de la temperatura base, en la que muere un organismo que se exponga a ella.

Rigor frío (R_f). Temperaturas bajas comprendidas entre la temperatura base y la temperatura letal mínima, en la que cualquier organismo es incapaz de desencadenar procesos fisiológicos, y por lo tanto su tasa de desarrollo es cero, pero no muere, ya que al someterlos a temperaturas óptimas, éste puede continuar con su desarrollo fisiológico normal.

Temperatura óptima (T_o). Se define como la temperatura en la que cualquier organismo desencadena con la máxima eficiencia sus procesos fisiológicos para completar su ciclo biológico, y por lo tanto, alcanza su máxima tasa de desarrollo expresando su mayor potencial genético cuando los demás factores no son limitantes.

Temperatura tope (Tt). Es la temperatura máxima en la que cualquier organismo detiene su desarrollo, debido a que los procesos fisiológicos desencadenados por las altas temperaturas producen mayor cantidad de metabolitos de los que puede asimilar, y por lo tanto, su tasa de desarrollo es cero.

Temperatura letal máxima (TLM). Es la primera temperatura por arriba de la temperatura tope, con la que muere un organismo que se exponga a ella.

Rigor caluroso (Rc). Es el rango de temperatura comprendida entre la temperatura tope y la temperatura letal máxima en la que cualquier organismo detiene su desarrollo, y por lo tanto, su tasa de desarrollo es cero debido a las altas temperaturas, pero no muere (Conceptos según Vega, 1990, citado por Ruiz, 1994).

2.3.2 Concepto de grados-día de desarrollo.

Este concepto supone que la tasa o velocidad de desarrollo de los organismos es exactamente proporcional a la temperatura de su ambiente. La suposición de esta relación lineal, entre la temperatura y la tasa de desarrollo, es el punto de partida para la determinación de las temperaturas umbrales y unidades calor que requiere una especie (Prues, 1983).

La medida de calor acumulada se conoce como tiempo fisiológico. El tiempo fisiológico proporciona una referencia común para el desarrollo de los organismos. La acumulación de calor requerida para completar el desarrollo de un organismo dado no varía. Esto hace no importar si es constante o fluctuante la combinación de temperaturas (arriba de la mínima de desarrollo) y el tiempo puede ser siempre el mismo (Zalom et al., 1983)

El concepto de unidad calor o grado-día, fue desarrollado para expresar matemáticamente la acumulación de temperatura arriba de una temperatura crítica por un organismo dado, lo cual se traduce en desarrollo, lo que quiere decir que todos los organismos tienen una temperatura crítica abajo de la cual no se presenta ninguna actividad biológica, o se produce la muerte de los mismos. De esta forma, la edad o desarrollo de algunos organismos esta en función de la temperatura acumulada arriba de su temperatura crítica de desarrollo (Richardson et al., 1975 citado por García, 1980)

El tiempo fisiológico se mide en grados-día. Un grado-día es igual a un grado arriba de la temperatura umbral inferior de desarrollo sobre 24 horas (Zalom, et al., 1983)

2.3.3. Cálculo de grados-día de desarrollo.

2.3.3.1. Cálculo de temperatura base y grados-día de desarrollo bajo temperaturas constantes.

La ecuación utilizada para calcular los grados-día de desarrollo es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 T$$

Y= Es la fracción diaria de la tasa de desarrollo.

Recíproco de la duración promedio de cada estado.

Días⁻¹ de desarrollo.

β_0 = Ordenada al origen.

Valor de la tasa de desarrollo cuando la temperatura constante es igual a cero.

β_1 = Es la velocidad de cambio en la tasa de desarrollo con respecto a la temperatura (pendiente de la recta).

T= Temperatura constante a la cual se somete cada uno de los estados biológicos del organismo (°C).

La temperatura base se estima de la siguiente forma:

$$T_b = -\beta_0/\beta_1 \quad \text{o} \quad T_b = \text{GDD} * \beta_0$$

Donde T_b = temperatura base.

GDD = grados-día de desarrollo.

Las unidades calor o grados-día de desarrollo se obtienen de la siguiente manera:

$$\text{GDD} = (T - T_b) (\text{días de desarrollo}) \quad \text{o} \quad \text{GDD} = 1/\beta_1.$$

(Wilson y Barnett, 1983).

2.3.3.2. Cálculo de los grados-día de desarrollo utilizando temperaturas variables.

Los grados-día de desarrollo acumulados se obtienen mediante la integración del área bajo la curva, para lo cual se utilizan los siguientes métodos:

Método-caso 1. Cuando la temperatura mínima diaria es superior a la temperatura base de desarrollo, y la temperatura máxima diaria esta abajo de la temperatura tope (fig. 2).

Este es el método más comúnmente utilizado en condiciones de campo, es también el más sencillo, es conocido como el método residual, llamado así por que consiste en sumar o acumular los residuales (diferencias) obtenidos de restar a la temperatura media diaria la temperatura umbral, por un periodo de tiempo. Este método es el menos preciso bajo condiciones de temperaturas extremas; sin

embargo, en regiones donde las temperaturas máximas y mínimas diarias caen dentro del rango delimitado por las temperaturas umbrales, las estimaciones son prácticamente iguales a las de los métodos sinusoides (Wilson y Barnett, 1983).

La ecuación es:

$$GDD = [(T_{\text{máx.}} + T_{\text{mín.}})/2] - T_b.$$

Donde: $T_{\text{máx.}}$ = Temperatura máxima diaria ($^{\circ}\text{C}$).

$T_{\text{mín.}}$ = Temperatura mínima diaria ($^{\circ}\text{C}$).

T_b = Temperatura base ($^{\circ}\text{C}$).

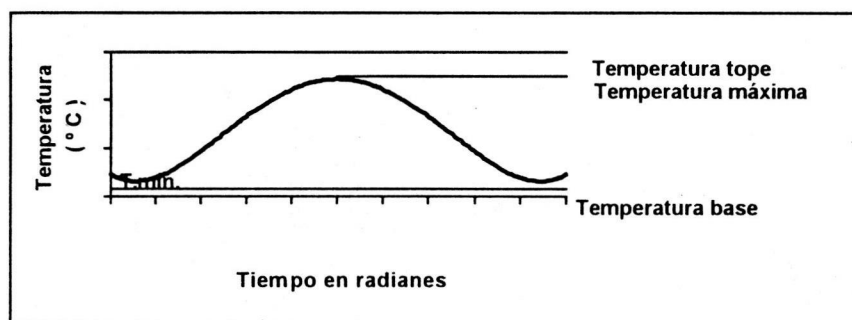


Figura 2. Grados-día de desarrollo representados por la integral del área bajo la curva senoidal, cuando la temperatura mínima es superior a la temperatura base, y la temperatura máxima está por abajo de la temperatura tope (Snyder, 1985).

Método-caso 2. Cuando la temperatura mínima diaria es inferior a la temperatura base de desarrollo y la temperatura máxima está abajo de la temperatura tope (figura 3).

Los grados día de desarrollo se estiman de la siguiente manera:

$$GDD = (W)(N)$$

Dónde:

$$W = (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})/2$$

N = es el valor de tablas dependiendo del valor de R

(ver cuadro 1 del apéndice).

$$R = (T_b - T_{\min}) / (T_{\max} - T_{\min})$$

T_b = Temperatura base de desarrollo en °C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima diaria en °C

$T_{\min}$ = Temperatura mínima diaria en °C

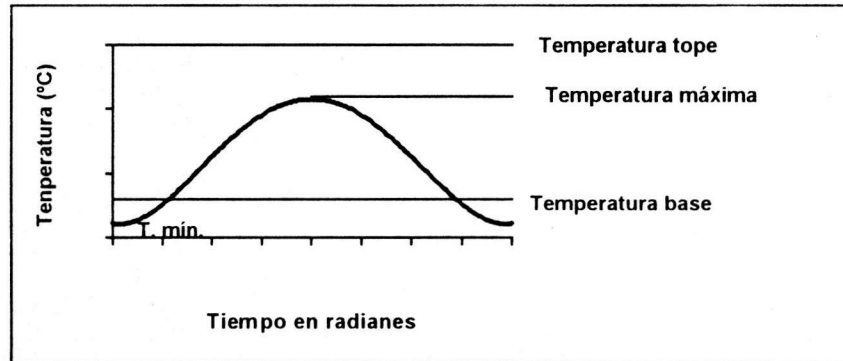


Figura 3. Los GDD acumulados, están representados por la integral del área bajo la curva senoidal, cuando la $T_{\min}$. es inferior a la T_b y la $T_{\max}$. es superior a la temperatura tope (Snyder, 1985).

Método-caso 3. Cuando la temperatura mínima está arriba de la temperatura base de desarrollo y la temperatura máxima diaria esta arriba de la temperatura tope.

Los grados-día de desarrollo son calculados como la diferencia entre el área tanto arriba como abajo de las temperaturas umbrales máximas y mínimas de desarrollo y el área que se encuentra bajo la curva senoidal (figura 4).

a) Cuando la temperatura base de desarrollo se encuentra por abajo de la temperatura mínima diaria, los GDD^a se calculan con la ecuación utilizada para el método-casol.

GDD^a = Grados-día de desarrollo acumulados arriba de la temperatura base.

b) Cuando la temperatura máxima diaria está abajo de la temperatura tope, los GDD^b se estiman mediante la ecuación usada en el método-caso2, sólo que en la ecuación de R, T_b es sustituido por T_t .

c) Para calcular los GDD totales:

$$GDDT = GDD^a - GDD^b$$

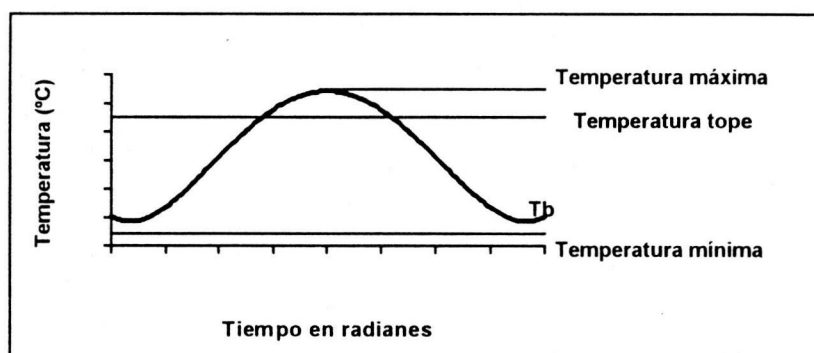


Figura 4. Los grados día de desarrollo están representados por la integral del área bajo la curva senoidal por debajo de la temperatura tope, cuando la temperatura mínima es inferior a la temperatura base y la temperatura máxima excede a la temperatura tope (Snyder, 1985).

Método-caso 4. Cuando la temperatura mínima diaria esta por abajo de la temperatura base de desarrollo y la temperatura máxima diaria excede a la temperatura tope.

En está situación no hay restricción sobre la temperatura mínima diaria, los grados día de desarrollo no se acumulan en el período cuando excede a la temperatura tope, y éstas se restan al área bajo la curva (figura 5).

Los grados-día de desarrollo se calculan de la siguiente forma:

1. Los GDD^a se estiman mediante la ecuación usada para el método-caso2.

2. Los GDD^b se estiman mediante la ecuación usada para el método-caso3(2).

3. Los grados-día de desarrollo totales se calculan con la ecuación: $GDDT = GDD^a - GDD^b$

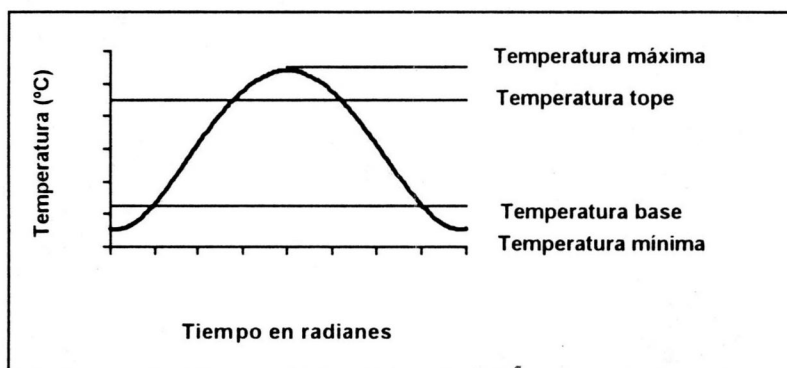


Figura 5. Los grados-día de desarrollo acumulados, son representados por la integral bajo la curva senoidal por debajo de la temperatura tope, cuando la temperatura mínima es inferior a la temperatura base y la temperatura máxima excede a la temperatura tope (Snyder, 1985).

2.3.4. Ejemplos de pronóstico de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos mediante el uso de grados-día de desarrollo.

Aunque esta forma de predicción es ya realmente antigua, la realidad es que para el caso de enfermedades fungosas a sido poco utilizada.

En México se han realizado algunos intentos por vincular esta técnica con los hongos fitopatógenos.

Ramírez (1985) en un estudio realizado en la sierra de Chihuahua, señala que la mayor propagación y dispersión del inoculo

de la cenicilla del manzano *Podosphaera leucotricha*, ocurrió a las 500 unidades calor.

Alvarez (1993) en un trabajo en la región de Texcoco México, nos indica que la aparición de los primeros síntomas de la roya amarilla de la cebada *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*, se detectaron a los 533 grados-día en el estado fenológico de amacollamiento; sin embargo, el desarrollo fuerte de la epidemia se inició a los 830 grados-día en el estado fenológico de emisión de la espiga. A los 1030 grados-día acumulados tuvo lugar el punto máximo de infección en el estado fenológico lechoso tardío. También hace énfasis que cuando la fenología del cultivo llega a los 830 grados-día, es el momento oportuno para hacer la aplicación de fungicidas.

Johnson (1991) desarrollo dos modelos de grados-día para predecir la aparición del daño sistémico de *Pseudoperonospora humuli* el mildiu del lúpulo (*Humulus lupulus*), en el Valle Yakima Washington. En ambos modelos utilizo una temperatura base de 6.5 °C. El primer modelo predijo efectivamente la aparición del daño sistémico a los 111.3 grados-día, esto fue posible calcularlo con datos de campo de 11 años atrás. El segundo modelo fue creado con datos de 5 años de temperaturas del suelo, con los cuales logro determinar que a los 88.7 grados-día hace su aparición este patógeno. Los grados-día fueron calculados con el promedio de la temperatura máxima diaria y la temperatura mínima diaria menos la temperatura base.

Franc et al. (1988) crearon un modelo de grados-día para el pronóstico de las primeras lesiones en el follaje de papa por *Alternaria solani* en dos regiones de Colorado, utilizando una temperatura base de 7.2 °C. Los grados-día fueron acumulados a

partir de la siembra, y se calcularon con la fórmula del promedio de las temperaturas máxima y mínima diaria, menos la temperatura base. Así para el Valle de San Luis la aparición de la enfermedad fue a los 361 grados-día, mientras que para el noreste de Colorado, una zona de más baja elevación, esto sucede a los 625 grados-día.

Scherm y Van Bruggen (1994a) indican que la temperatura es muy importante en todos los procesos fisiológicos afectando el crecimiento y desarrollo de los patógenos, razón por la cual los grados-día de desarrollo han sido utilizados para el pronóstico de patógenos, aunque esto ha sido realmente poco utilizado. Por ejemplo Blaesser y Weltzien reportan que 50 grados-hora de desarrollo fueron necesarias para la infección de *Plasmopara viticola*. Schroder y Ullrich encontraron que 1543 grados-hora de desarrollo arriba de una temperatura base de 7 °C son necesarios para la aparición de síntomas de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa. Estos mismos investigadores determinaron que el periodo latente para la aparición de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga, ocurre desde los 3188-3745 grados-hora de desarrollo en la variedad Buttercrunch, a temperaturas variables, cuando después de la inoculación del hongo las plantas se expusieron a un periodo de preincubación por 24 horas a 13 °C. La temperatura base utilizada fue 0 °C, esto fue adoptado porque trabajos previos indicaban que este patógeno puede germinar, crecer e infectar a temperaturas muy cercanas a está. Es importante señalar que en este trabajo no se hace mucho énfasis en la humedad relativa, siendo que para este patógeno, las altas humedades relativas son determinantes para su desarrollo, por lo cual se presume que en el estudio, se tuvieron las condiciones favorables.

Es posible que existan diferencias substanciales entre el crecimiento de los patógenos de plantas a temperaturas constantes y

variables, lo cual es demostrado en el estudio para *B. lactucae* dónde existe una fuerte interacción entre temperaturas constantes y el periodo latente del hongo, no siendo así para el caso de temperaturas variables, en cuyo procedimiento, la humedad relativa no fue muy enfatizada (Scherm y van Bruggen, 1994b).

En 1990, Subba et al. usaron grados-día de desarrollo para determinar el efecto acumulativo de la temperatura sobre el desarrollo de la roya de la hoja (*Puccinia recondita f.sp. tritici*) en trigo. La temperatura base utilizada fue 20 °C. Concluyeron que el periodo de incubación ocurría a los 2 grados-día de desarrollo, y que los grados-día de desarrollo explican en un 90 % el desarrollo de la enfermedad ($R^2 = .905$).

Correll et al. (1988) estudiaron el desarrollo de *Leveillula taurica* (*Oidiopsis taurica*) en el cultivo del tomate, utilizando como medida de tiempo fisiológico los grados-día de desarrollo, usando como temperatura base 10 °C, a través de la siguiente fórmula: Grados-día = $(\sum \text{temp.}^\circ\text{C hora}/24) - 10$, detectaron que en 1984, el desarrollo fuerte de la enfermedad ocurrió aproximadamente a 1000 (5 de julio), 700 (25 de julio) y 350 (18 de agosto) grados día de desarrollo después del aclareo, para la 1°, 2° y 3° fecha de siembra respectivamente. Así mismo a los 1100 (16 de julio), 600 (8 de agosto) y 400 (26 de agosto) grados día de desarrollo después del transplante para el 2°, 3° y 4° fecha de plantación, se presento la incidencia más fuerte de la enfermedad. En 1985 en la tercera fecha de plantación, la incidencia de la enfermedad se incremento muy rápidamente (hasta 73.7 %) entre 835 (27 de agosto) y 1070 (17 de septiembre) grados-día de desarrollo. Ellos indican que el número de hojas necroticas por planta se incrementó muy rápido, aproximadamente entre los 750 y 400 grados-día de desarrollo para el 3° y 4° fecha de siembra.

Inoculaciones directas de *O. taurica* en plantas de tomate señalan que la acumulación de grados día de desarrollo a 4, 7, 11, 15 y 26 días después de la inoculación fueron 39, 67, 109, 147 y 266 respectivamente, aunque fue a los 147 (15 días), cuando en más del 95 % de las hojas inoculadas, la enfermedad mostraba un gran avance, siendo está no evidente a los 67 (Correll et al., 1988).

Cortázar (1985) no encontró asociación entre los grados-día de desarrollo calculados con una temperatura base de 5 °C y la intensidad de ataque de *Puccinia striiformis*, *P. recondita* y de *P. graminis*. Los grados-día de desarrollo fueron calculados con los promedios de temperaturas máximas y mínimas de 19 años. Sin embargo el estudio no muestra el momento exacto de la aparición de la enfermedad, es decir solo fueron contabilizados los grados-día de desarrollo de los meses de agosto, septiembre octubre y noviembre de la estación experimental de La Platina, Chile.

Lightner y Steiner (1992) diseñaron un programa de computo (MARYBLYT) para el pronóstico de *Erwinia amylovora* en árboles de manzano y peral, basado en el cálculo de grados-hora de desarrollo y la humedad a diferentes estados fenológicos del frutal, estos eran: estado de yema, yema verde (cuando el 50 % de las yemas han brotado) y floración. Para el caso de los dos primeros estados la temperatura base fue de 12.7 °C, mientras que en floración fue de 18.3 °C. Para que el programa pueda determinar el nivel de riesgo de la enfermedad, se necesita de la presencia de flores abiertas, la acumulación de grados-hora de desarrollo mayor o igual a 110 a temperatura base de 18.3 °C o 72 grados-día de desarrollo con temperatura base de 12.7 °C, y la presencia de humedad. Cuando se completan 400 grados-hora de desarrollo, la acumulación de calor es reducida respectivamente por 1/3, 1/2 o cero en respuesta a 1, 2,

o 3 días consecutivos con una temperatura menor de 18.3, y cero por un día con una temperatura mínima o igual a 0 °C.

El intervalo entre la infección y el desarrollo del síntoma de *E. amylovora* es de 50 grados-día de desarrollo (temperatura base de 12.7 °C) (Steiner, 1990).

Cuando MARYBLYT fue evaluado se determinó que el inicio del síntoma ocurría a los 57 grados-día de desarrollo (12.7 de temperatura base) y que la bacteria requiere de 110 grados-hora de desarrollo para la infección (temperatura base 18.3 °C).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Fase de laboratorio.

Para obtener el patógeno se colectaron flores de rosal dañado por *B. cinerea* en la zona florícola de Villa Guerrero Méx., de ese material en el laboratorio se realizó el aislamiento y purificación del hongo en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA).

Una vez que el hongo generó conidios en el medio de cultivo, se procedió a realizar un cultivo monósporico, con el que aseguramos mayor pureza genética.

3.1.1. Obtención de grados-día de desarrollo y temperatura base de *B. cinerea*.

Para determinar las unidades calor y la temperatura base de cada una de las fases del ciclo biológico del patógeno, se uso la ecuación dada para el cálculo de grados-día de desarrollo en condiciones de laboratorio, la cual es explicada en el punto 2.3.3.1. de la revisión de literatura (Wilson y Barnett, 1983).

3.1.1.1. Germinación de conidios.

Una vez que el cultivo monósporico generó conidios, se procedió a realizar una suspensión de éstos con la ayuda de un matraz Erlenmeyer y agua destilada estéril. En seguida con un haza bacteriológica que previamente se paso por la flama, se sacaron unas gotas para realizar un rayado bacteriológico en una caja Petri con medio de cultivo PDA, con la finalidad de que los conidios quedaran separados. Es importante recalcar que todas las operaciones anteriores se hicieron en condiciones asépticas.

En total se tuvieron 5 cajas Petri con aproximadamente 30 conidios en cada una de ellas. Estas cajas se sometieron a 9 diferentes temperaturas: 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 y 34 °C; seleccionadas en base a que estudios anteriores señalan que 3, 18 y 33 °C son las temperaturas cardinales de *B. cinerea*. Estas temperaturas se obtuvieron en una cámara de crecimiento LAB-LINE 844.

Se consideró la germinación, cuando por lo menos 15 conidios (la mediana) de cada caja lo habían hecho, tomando el dato como tiempo en días.

Para determinar el momento de la germinación del conidio, se hicieron revisiones a las cajas petri, a intervalos de 10-30 minutos.

3.1.1.2. Germinación de esclerocios.

Para determinar los grados-día de desarrollo que son necesarios para que ocurra la germinación del esclerocio, así como la temperatura base, se necesitaron esclerocios que se obtuvieron de las cajas Petri utilizadas para la germinación de conidios, previamente desinfectados con hipoclorito de sodio, de esa manera se depositaron tres por caja Petri con PDA, teniendo 10 de estas, mismas que nos dieron un total de 30 esclerocios. Estas cajas se sometieron a las mismas temperaturas anteriores. Es decir 10 cajas a 9 °C, otras 10 cajas con sus respectivos esclerocios a 12 °C, y así sucesivamente hasta llegar a los 34 °C.

El dato de tiempo en días se tomó cuando 15 esclerocios habían germinado.

La germinación del esclerocio a través de micelio se estuvo revisando a lapsos de 3-8 horas, pero una vez que se detectaron las primeras germinaciones para cada temperatura, la revisión se hizo cada 15-30 minutos, incluso durante la noche.

3.1.1.3. Formación de conidios a partir de micelio.

Para obtener las unidades calor que requiere el micelio de este patógeno para poder formar conidios, primeramente en cajas Petri se esterilizaron pétalos de rosal en el autoclave a 120 libras de presión por 15 minutos. Trozos de estos pétalos se depositaron en 30 cajas Petri con medio de cultivo PDA, y sobre ellos se sembró un disco de 6 mm de diámetro que contenía micelio del hongo de tres días de edad.

Una vez realizado lo anterior, inmediatamente después las cajas Petri fueron depositadas dentro de la incubadora. Las temperaturas a las cuales se sometió el micelio fueron las mismas utilizadas para la germinación de esclerocios y de conidios.

Una vez que en 15 cajas petri aparecieron conidios, se procedió a tomar el dato de tiempo en días.

Por experiencias anteriores, se sabía que el cultivo de este patógeno sobre pétalos estériles de rosal en PDA, tarda más de 24 horas para formar conidios a 18 °C, por esta razón, las temperaturas menores de 18 °C se empezaron a revisar después de 24 horas cada 12 horas, pero cuando se detectaron las primeras cajas con conidios, esto se hizo cada 15-30 minutos, incluso por la noche.

Para las temperaturas superiores a los 18 °C, la revisión se hizo cada 12 horas, pero una vez detectado conidios cada 15-30 minutos, y de ser necesario también durante la noche.

3.2. Fase de invernadero.

La fórmula utilizada para el cálculo de las unidades calor, fue la señalada en el punto 2.3.3.2. (método-caso 1) de la revisión de literatura debido a que las temperaturas registradas en el invernadero, fueron superiores a la temperatura base utilizada en la fórmula, y no rebasaron la temperatura tope de este organismo. (Wilson y Barnett, 1983).

La temperatura base usada fue 5.71 °C que es la temperatura base promedio de cada una de las fases estudiadas en laboratorio, lo cual es sugerido para investigaciones en campo.

3.2.1. Determinación de las unidades calor correspondientes al periodo de incubación de *B. cinerea*.

Esta etapa de la investigación se realizó en un invernadero de investigación del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Para esto, primeramente en macetas plásticas de 3 Kg., con el sustrato SUNSHINE 3 se plantaron estacas de rosal (*Rosa sp.*) de la variedad Red Zebra, cuya parte radical fue previamente tratada en una solución de captan.

Una vez que la planta floreció, 30 flores fueron asperjadas con una suspensión de conidios de aproximadamente 1000 conidios de *B. cinerea* por mililitro de agua destilada con un atomizador de

mano. Los conidios inoculados también correspondían al cultivo monósporico.

Apartir del día de la inoculación, se comenzó a contabilizar las unidades calor hasta el momento de la aparición de los síntomas iniciales de la enfermedad. Esto se realizó con la ayuda de un termómetro de temperaturas máximas y mínimas, el cual fue colocado entre las macetas. Así mismo se registró la humedad relativa presente en el invernadero con un higrotermografo de graficación semanal.

3.2.2. Determinación de las unidades calor de la germinación del esclerocio y formación de conidios de *B. cinerea* bajo temperaturas variables.

Esta fase del trabajo se hizo en un invernadero para investigación del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo.

Para esto primeramente se seleccionaron 30 macetas con rosales de la variedad Red Zebra en prefloración, etapa comúnmente llamada tamaño chícharo, del desarrollo de la flor. En la base del tallo del rosal se colocaron todos los esclerocios obtenidos en una caja petri con PDA.

Las unidades calor se comenzaron a contabilizar a partir de la puesta de los esclerocios hasta el momento de la formación de conidios, para lo cual se utilizó un termómetro de temperaturas máximas y mínimas, mismo que estuvo colocado entre las macetas.

Así mismo se llevó el registro de la humedad relativa con un higrotermógrafo de graficación semanal.

3.2.3. Determinación de las unidades calor de *B. cinerea* en el cultivo del rosal en un invernadero comercial.

Esta etapa de la investigación se realizó en un invernadero comercial de la empresa Florimar, mismo que se localiza en la zona florícola de Villa Guerrero Estado de México. En el cual se produce actualmente rosa de la variedad Royalty.

Para ese propósito, en el invernadero, se seleccionaron 10 m² de producción de rosal, cuya etapa fenológica correspondía a la fase de brote. Es importante señalar que esta área careció de alguna práctica de control para cualquier enfermedad de índole fungoso, como una excepción del resto del invernadero.

En esta parte se determinaron los grados-día de desarrollo a los cuales aparecen los síntomas iniciales del ataque de *B. cinerea* en la flor a partir de la brotación.

Para el registro de las temperaturas máximas y mínimas, así como de la humedad relativa presentes en el invernadero, se colocó un higrotermografo de graficación semanal, junto a el área de estudio.

La temperatura base utilizada para el pronóstico de los síntomas iniciales fue la media obtenida en la fase de laboratorio para la germinación de esclerocios, formación de conidios y germinación de éstos (5.71 °C), puesto que el hongo inverna en el suelo y residuos de cosecha en forma de micelio y esclerocio.

Se considero en este caso, que la infección la causan los conidios provenientes de la germinación de esclerocios o bien, por el desarrollo del micelio invernante, ya que el productor no permite la formación de conidios en la flor, mismos que pudieran provocar la infección secundaria, puesto que una vez que aparecen los síntomas de la presencia de este hongo, el productor realiza una aplicación de un fungicida curativo. Esto por razones obvias.

3.2.4. Control actual, análisis e inferencia de un manejo estratégico de *B. cinerea* en rosal en la región florícola de Villa Gro. Estado de México.

Esta parte de la investigación es muy importante, puesto que implica el conocer la manera en que se esta llevando a cabo el control de esta enfermedad, en la región productora de rosal más importante, y dónde los daños provocados por este patógeno son muy severos.

Para ese propósito, se consiguieron datos de temperatura máxima diaria, mínima diaria y humedad relativa diaria de un invernadero comercial de los meses de mayor impacto de la enfermedad, así como el calendario de aplicaciones de fungicidas para el control de *B. cinerea*, de tres invernaderos comerciales representativos de la zona.

IV RESULTADOS.

4.1. Fase de laboratorio.

4.1.1. Duración de las fases del ciclo biológico de *B. cinerea* a temperaturas constantes.

A fin de estimar la temperatura base y las unidades calor de cada etapa biológica, los datos se ajustaron a una recta mediante regresión lineal simple (Wilson y Barnett, 1983). En el análisis de regresión solo se tomaron en cuenta los datos que mostraban un comportamiento lineal (Nava, 1986).

Puesto que la temperatura base no se determinó experimentalmente, se utilizó la estimada mediante la recta de regresión.

4.1.1.1. Germinación de conidios.

En base a las observaciones los conidios no germinaron a 34 °C, y su temperatura base se estimó en 2.22 °C, lo cual coincide con estudios realizados por Ramsey y Lorbeer (1986) quienes señalan que las temperaturas cardinales de *B. cinerea* son cercanas a 3, 18 y 33 °C. Sin embargo en el presente trabajo, los conidios germinaron más rápido a los 24 y 27 °C a un tiempo promedio de 3.5 horas en ambas temperaturas (cuadro 1). En relación a esto, Shiraishi, Fukutomi y Akai en 1970 (citados por Jarvis, 1977) determinaron que la temperatura óptima está entre los 24 y 28 °C.

Cuadro 1. Duración en días de la germinación de conidios de *B. cinerea* para diferentes temperaturas constantes en Chapingo Méx. 1996.

GERMINACIÓN	DE	CONIDIOS
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (HRS.)	TIEMPO (DIAS)
9	9.67	.403
15	7	.291
18	8	.333
21	7	.291
24	3.5	.146
27	3.5	.146
30	8.5	.354
34	no germinaron	no germinaron

De acuerdo a los resultados y considerando la fórmula correspondiente, (Figura 6), la germinación del conidio sucedió a los 3.86 grados-día de desarrollo.

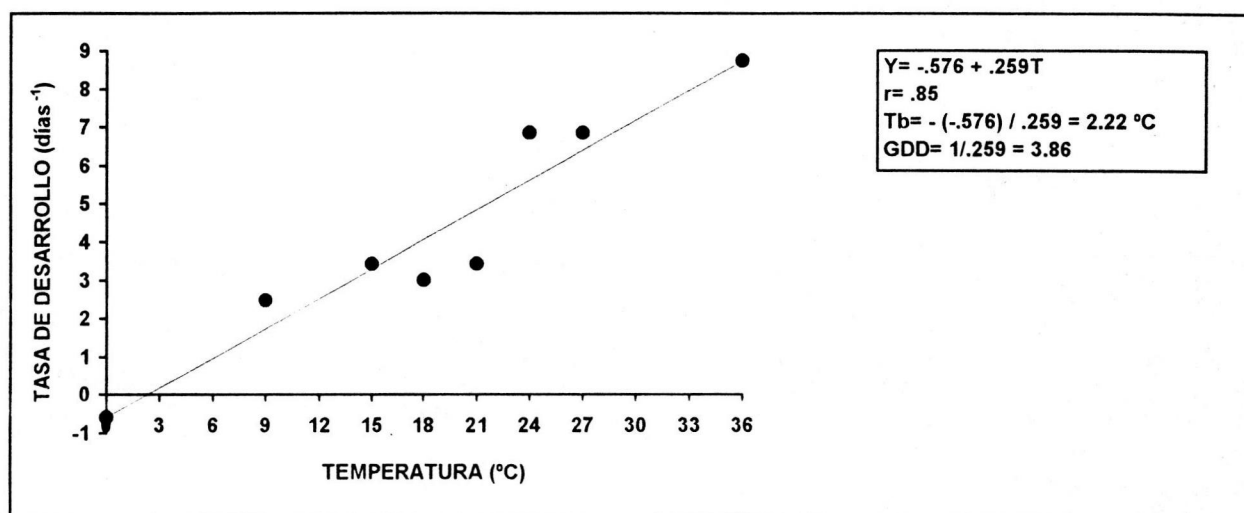


Figura 6. Tasa de desarrollo para la germinación de conidios a temperaturas constantes y temperatura base de 2.22 °C.

4.1.1.2. Generación de conidios a partir de micelio.

Los resultados correspondientes a esta parte de la investigación, indican que 21 °C fue la temperatura a la cual se generaron conidios más rápidamente, a un tiempo aproximado de 20 horas. La temperatura base estimada fue de 9.3 °C; esto mismo lo señala Brooks y Cooley en 1917 (citados por Jarvis), lo que se confirma con este trabajo, puesto que la menor temperatura utilizada fue de 9 °C, en la que ocurre también la esporulación, siendo esta a las 155.25 horas (cuadro 2).

Cuadro 2. Duración en días de la generación de conidios a partir de micelio de *B. cinerea* para diferentes temperaturas constantes en Chapingo Méx, 1996.

GENERACIÓN DE	CONIDIOS A PARTIR	DE MICELIO
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (HORAS)	TIEMPO (DIAS)
9	155.25	6.47
12	131.25	5.47
15	93.75	3.9
18	34	1.42
21	20	.833
24	55.25	2.3
27	63.25	2.63

Así mismo 11.5 grados-día de desarrollo deben de acumularse para que suceda la esporulación a partir del micelio del patógeno (Figura 7).

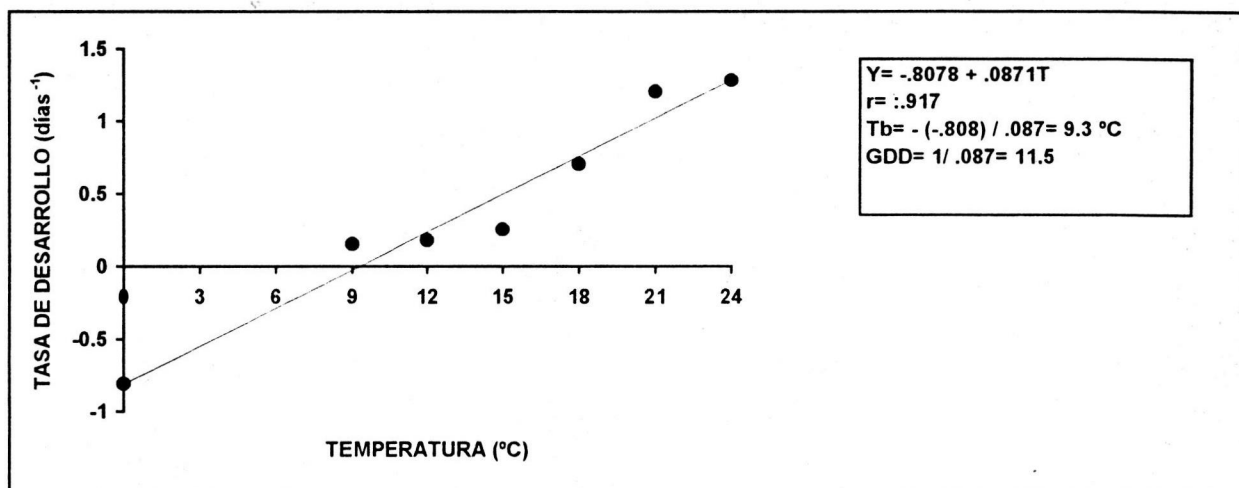


Figura 7. Tasa de desarrollo de la generación de conidios a partir de micelio, a temperaturas constantes y temperatura base de 9.3 °C.

4.1.1.3. Germinación de esclerocios.

Los esclerocios de *B. cinerea* germinaron a 34 °C a las 10.5 horas, aunque el crecimiento micelial, posteriormente fue raquíutico. En 1972, Kochenco (citado por Jarvis, 1977), señala que la temperatura óptima para que se de esta germinación es entre los 22 y 24 °C, tal afirmación posiblemente se deba a que el crecimiento micelial de todas las especies de *Botrytis* es mejor a temperaturas cercanas a los 22 °C (Ramsey y Lorbeer, 1986). Aunque en este estudio fue posible detectar que a 21 °C el esclerocio tarda en germinar alrededor de 36 horas, mientras que a 24 °C, el tiempo es de 29 horas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Duración en días de la germinación de esclerocios de *B. cinerea* a diferentes temperaturas constantes en Chapingo Méx. 1996.

GERMINACIÓN	DE	ESCLEROCIOS
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (HORAS)	TIEMPO (DÍAS)
9	57.5	2.4
12	46.5	1.93
15	33	1.375
21	36	1.5
24	29	1.2
27	16	.666
30	15.5	.645
34	10.5	.4375

La temperatura base estimada fue de 5.62 °C. En relación a esto último, el mismo Kochenco indica que los esclerocios de este patógeno germinan a temperaturas por arriba de los 2 °C, sin embargo no especifica el tiempo en el cual esto ocurre.

Los resultados nos indican que son necesarios 15.15 grados-día de desarrollo para que el esclerocio de *B. cinerea* germine (Figura 8).

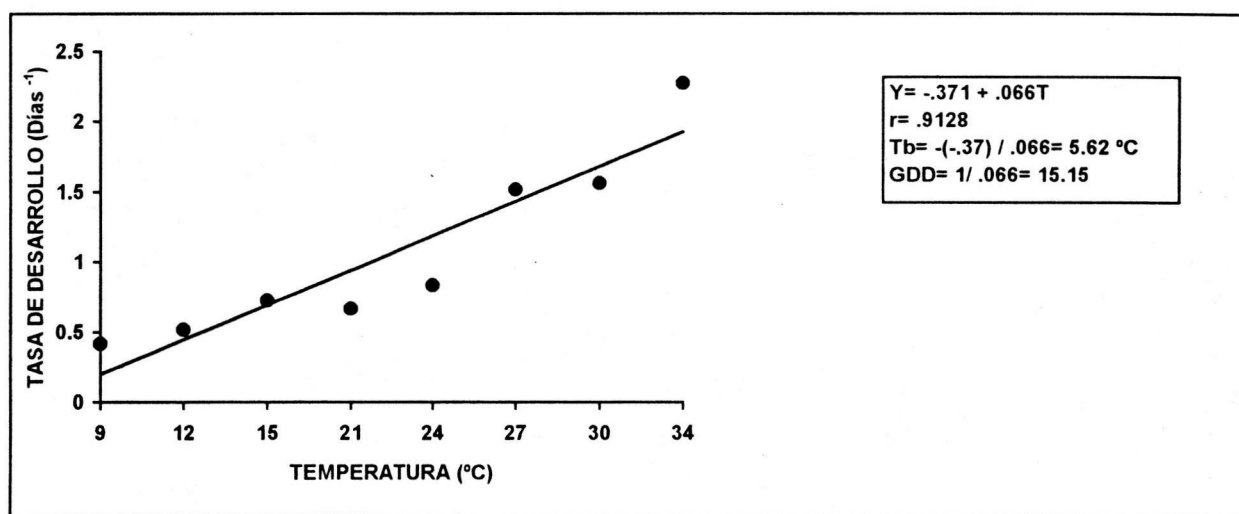


Figura 8. Tasa de desarrollo de la germinación de esclerocios de *B. cinerea* a temperaturas constantes y a temperatura base de 5.62 °C.

4.1.2. Grados-día de desarrollo y temperatura base de *B. cinerea* a temperaturas constantes.

Una vez determinadas las unidades calor de cada una de las fases del desarrollo de este patógeno, se observa que la germinación del esclerocio es la etapa que requiere más tiempo para que se lleve a cabo (15.15 unidades calor).

Con respecto a la fase que requiere de menos tiempo, es la de germinación del conidio, con apenas 3.86 unidades calor.

El ciclo completo de este hongo, iniciando a partir de la germinación del esclerocio, luego la esporulación (generación de conidios a partir del micelio originado por la germinación del esclerocio), y finalizando con la germinación del conidio, se estimó en 30.51 unidades calor (cuadro 4; figura 9, 10, y 11).

Para fines de la investigación, la temperatura base general del ciclo de vida de *B. cinerea*, es el promedio de las tres etapas estudiadas, es decir 5.71 °C (Cuadro 4).

Cuadro 4. Unidades calor y temperaturas base obtenidas bajo temperaturas constantes para *B. cinerea*.

ETAPA	TEMPERATURA BASE °C	UNIDADES CALOR
Germinación del esclerocio.	5.62	15.15
Generación de conidios a partir de micelio.	9.3	11.5
Germinación de conidios.	2.22	3.86
General.	5.71	30.51

Las ecuaciones de regresión que describen el comportamiento de cada una de las etapas estudiadas se muestran el cuadro (5).

Cuadro 5. Ecuaciones de regresión de cada una de las etapas estudiadas de *B. cinerea* bajo temperaturas constantes.

ETAPA	ECUACION DE REGRESION	r^2
Germinación del esclerocio.	$Y = -.371 + .066T$	.9128
Generación de conidios a partir de micelio.	$Y = -.8078 + .0871T$	.917
Germinación de conidios.	$Y = -.576 + .259T$	.85

4.2. Fase de invernadero.

Es importante señalar que para el cálculo de las unidades calor, la lectura de la temperatura máxima y mínima diaria se hacía por las mañanas, antes de las 12:00 horas, porque de esta manera se aseguraba obtener las lecturas correctas de las últimas 24 horas anteriores (un día).

La temperatura base utilizada fue 5.71 °C., como ya se indicó.

4.2.1. Unidades calor del periodo de incubación de *B. cinerea*.

Los resultados señalan que en la variedad Red Zebra de rosal, se necesitan 25.58 grados-día de desarrollo, para que aparezcan los primeros síntomas del ataque de *B. cinerea*, manifestándose como pequeñas manchas circulares blanquizas, acuosas de menos de 1 mm. de diámetro en los pétalos que previamente se habían asperjado con la suspensión de conidios (cuadro 6 y figura 12).

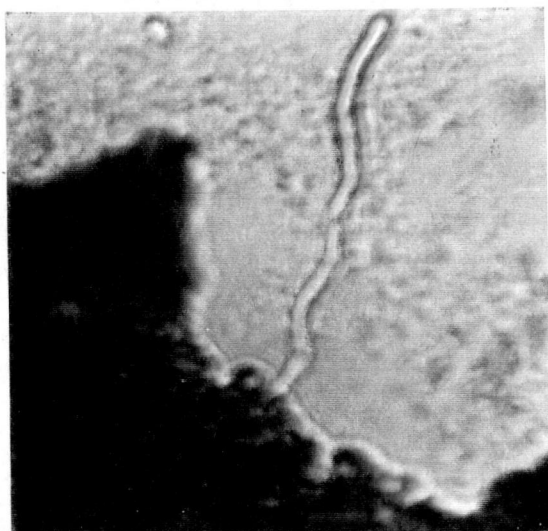
Cuadro 6. Determinación de las unidades calor del periodo de incubación de *B. cinerea* en rosal variedad Red Zebra, a temperatura base de 5.71 °C.

DIA	EVENTO	Tmax.-Tmin. (°C)	Unidades calor acumuladas.
1	Aspersión de la suspensión de conidios.		
2	No presencia de síntomas.	28 - 11	13.79
3	Detección de los síntomas iniciales.	24 - 11	25.58

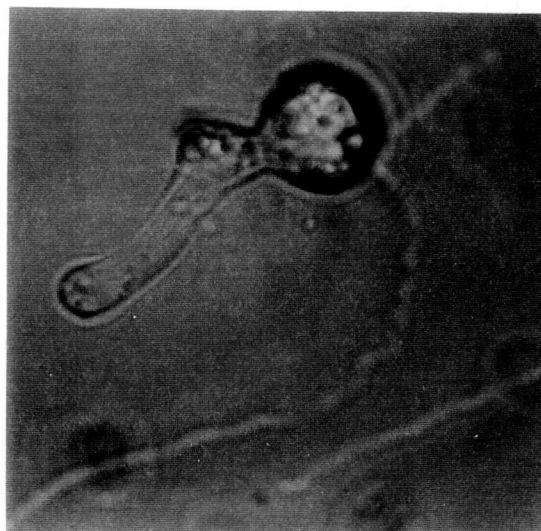
Durante el desarrollo del experimento, la humedad relativa fue mayor o igual al 90% en 16 horas continuas, que generalmente se ubicaban de las 17:00 hrs. hasta las 9:00 hrs. del día siguiente.

Ramsey y Lorbeer (1986) indican que la humedad es un factor primario para la regulación de las enfermedades de las plantas causadas por *B. cinerea* y *B. squamosa*. Un mínimo de 12-24 horas de humedad libre son necesarias para que *B. cinerea* infecte frutos de uvas de la variedad Tokay. Ellos mismos señalan que en el cultivo de cebolla, la flor es el estado fenológico más susceptible para el ataque de este patógeno y reportan que 6-12 horas continuas de humedad relativa libre son necesarias para la infección y de 12 a 24 horas para la presencia del tizón.

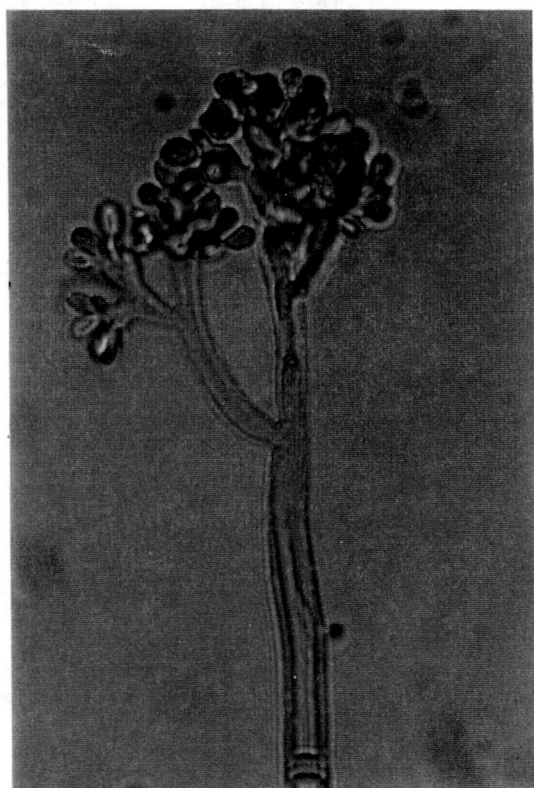
En la presente investigación, al momento de la aspersión de conidios (aproximadamente a las 12:00 hrs.), la humedad relativa era inferior al 90%; sin embargo el conidio necesita para germinar 3.86 unidades calor (8 horas a 18 °C), de tal manera que cuando se acumularon los grados-día de desarrollo necesarios para la germinación, la humedad relativa se encontraba ya a más del 90%, manteniéndose en ese valor por las siguientes 16 horas (cuadro 7).



9. Germinación del esclerocio.
(15.15 unidades calor)



11. Germinación de conidios.
(30.51 unidades calor)



10. Generación de conidios.
(26.65 unidades calor)



12. Periodo de incubación.
(56.09 unidades calor)

Figura 9-12. Ciclo de vida de *Botrytis cinerea* en unidades calor.

Cuadro 7. Registro de la humedad relativa mayor o igual al 90% durante la determinación de las unidades calor del periodo de incubación de *B. cinerea* en la variedad Red Zebra de rosal.

DÍA	EVENTO	UNIDADES CALOR ACUMULADAS	HORAS CON H.R. $\geq 90\%$		Hr. CONTINUAS CON HR $\geq 90\%$
			M	T	
1	Aspersión de conidios.		8	8	
2	No presencia de síntomas.	13.79	8	8	16
3	Detección de síntomas.	25.58	8	7	16

M: Desde 00:00 hrs. hasta 12:00 hrs.

T: Desde 12:00 hrs. hasta 24:00 hrs.

4.2.2. Unidades calor de la germinación del esclerocio y formación de conidios de *B. cinerea* bajo temperaturas variables.

Los resultados obtenidos en el laboratorio indican que a las 26.65 unidades calor, el esclerocio de este hongo germina y forma conidios (15.15 grados-día de desarrollo para la germinación y 11.5 para la formación de los conidios). Por lo anterior, se esperaba que los conidios aparecieran para el tercer día después de la inoculación, puesto que, hasta el segundo día, se habían acumulado un total de 20.58 grados-día de desarrollo, faltando solo 6.07 unidades calor para los 26.65; sin embargo, en el tercer día cuando se revisaron los esclerocios, los conidios aún no habían aparecido, a pesar de que ya se tenían 32.27 unidades calor acumuladas (cuadro 8).

Cuadro 8. Grados-día de desarrollo de la germinación del esclerocio y formación de conidios de *B. cinerea* bajo temperaturas variables, con temperatura base de 5.71 °C.

DÍA	EVENTO	T _{máx.} (°C)	T _{mín.} (°C)	Unidades calor acumuladas.
0	Inoculación de esclerocios			
1		22	9	9.79
2		26	7	20.58
3	Este día aparecerían conidios.	27	8	32.37
4		28	10	13.29
5		25	11	25.58
6	Conidios en esclerocios	26	7	36.07

Las lecturas del higrotermógrafo indicaban que a partir de la tarde del segundo día, hasta la mañana del tercero, se habían registrado solo 12 horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90% (cuadro 9).

A partir del tercer día se inició un nuevo conteo de las unidades calor, así para el quinto día (hasta las 12:00 hrs.) se habían acumulado un total de 25.58 unidades calor (cuadro 9). Para ese día, cuando se revisaron los esclerocios, estos mostraban una apariencia blanquisca en sus partes más húmedas de su superficie, sin presentarse aún los conidióforos con sus respectivos conidios, cosa que ocurrió al siguiente día una vez que se rebasaron los 26.65 grados-día de desarrollo (cuadro 8).

Es de hacerse notar que en esta ocasión se acumularon 14 horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90% (cuadro 9).

Cuadro 9. Registro de la humedad relativa mayor o igual al 90%, durante la determinación de las unidades calor de la germinación de esclerocios y formación de conidios de *B. cinerea* bajo temperaturas variables y temperatura base de 5.71 °C.

DIA	EVENTO	Unidades calor acumuladas	HORAS CON HR $\geq$ 90%		Horas continuas con HR $\geq$ 90%
			M	T	
0	Inoculo en macetas		8	8	
1		9.79	8	8	16
2		20.58	8	4	16
3	Este día aparecerían conidios	32.37	8	6	12
4		13.29	8	6	14
5		25.58	8	6	14
6	Esclerocios con conidios	36.07	8	7	14

M:Desde 00:00 hrs. hasta 12:00 hrs.

T:Desde 12:00 hrs. hasta 24:00 hrs.

En base a la respuesta de los esclerocios, y a la humedad relativa, es posible decir que se necesitan más de 12 horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90% para que los esclerocios germinen y formen conidios. Esto fue confirmado cuando se puso a germinar a 30 esclerocios distribuidos en 2 cajas petri con papel filtro húmedo para lograr un microclima con una humedad relativa mayor o igual al 90%. Una caja fue sometida a 12.5 horas continuas con esa humedad, mientras que la otra durante 13 horas, permaneciendo ambas a temperatura ambiente. Así mismo se registraron las unidades calor. De esa forma una vez que se completaron las unidades calor suficientes para que los esclerocios formaran conidios, en ambas cajas se observó la presencia de estos.

Los resultados de esta parte de la investigación comprueban lo que se obtuvo previamente en el laboratorio, y refuerzan la teoría de que la humedad relativa mayor o igual al 90%, es también

determinante en el desarrollo de la enfermedad (Smith et al., 1992 y Wilcox and Seem, 1994).

Lo anterior tiene una gran relevancia para el manejo de la enfermedad con fungicidas en invernaderos comerciales con producción de rosas, puesto que es posible señalar de manera práctica, que si se presentan 12 o menos horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90%, ese día se debe parar el conteo de los grados-día de desarrollo, e iniciarlo nuevamente cuando se tengan más de 12 horas continuas con la humedad relativa suficiente, de esta manera al segundo día de que se reinicie el conteo, estarán presentes los conidios (una vez acumuladas las 26.65 unidades calor) y para el cuarto, existirán ya los síntomas iniciales de la enfermedad, puesto que para entonces se habrán acumulado 56.09 unidades calor (cuadro 10).

Cuadro 10. Comportamiento de *B. cinerea* en base a las unidades calor de su ciclo de vida, y su interacción con la humedad relativa.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
E1	E2	E3 C1 26.65 UCA	E4 C2	E5 C3 S1 56.09 UCA ↓90%	E6 C4 S2	E7 C5 S3 26.65 UCA
E8 C6 S4	E9 C7 S5 56.09 UCA	E10 C8 S6	E11 C9 S7	E12 C10 S8	E13 C11 S9	E14 C12 S10

E: esclerocio.

C: conidios presentes (por la mañana).

S: Síntoma inicial (por la mañana).

↓90%: HR menor o igual al 90%, por un periodo menor o igual a 12 horas (tarde del viernes y mañana del sábado).

UCA: Unidades calor acumuladas.

El cuadro 10 se explica claramente lo que ocurriría si el día viernes (tarde) y sábado (mañana), no se cumplieran más de 12 horas continuas con la humedad relativa mayor o igual al 90%; es claro

que el síntoma producido por el conidio 1, se hará presente por la mañana; los conidios 3 no se formaran y por lógica, el síntoma 3 no existirá. Los conidios 2 aunque se forman no alcanzarían a germinar, además de que no habría humedad suficiente para el periodo de incubación, en consecuencia el síntoma 2 no aparecerá; de igual manera, si el esclerocio 4 no cuenta con la humedad adecuada para formar el conidio 4, por lo mismo, el síntoma 4 no se presentará; sin embargo, el esclerocio 5 si podrá originar conidios 5 el día domingo, puesto que a partir de la tarde del sábado, la humedad nuevamente se comporta favorable, así el síntoma 5 aparece el día martes por la mañana.

Con la explicación anterior, se infiere que una vez terminado el periodo desfavorable de humedad e iniciado el favorable, existe un periodo de tres días sin la presencia de síntomas (en el ejemplo: sábado, domingo y lunes), así que si deseamos prevenir la enfermedad, la aplicación del fungicida se debe realizar el día que inicien las condiciones favorables de humedad (sábado), para que cuando se originen los conidios (mañana del domingo), la flor ya este protegida.

4.2.3. Unidades calor de *B. cinerea* en un invernadero comercial de la región florícola de Villa Guerrero Estado de México.

Esta etapa de la investigación es de gran importancia, por que su resultado describe un modelo simple, basado en grados-día de desarrollo del patógeno, mediante el cual es posible predecir el día en que se presentarán los primeros síntomas del ataque de *B. cinerea* en flores de invernaderos comerciales con producción de rosal.

El conocer el día en que aparecerán los primeros síntomas de esta enfermedad, es determinante para el oportuno control de la

misma, porque de igual forma, es posible predecir el día que existirán conidios, mismos que provocarán ese primer daño.

Lo anterior adquiere aun mayor importancia si tomamos en cuenta que todas las flores manchadas por el ataque de este organismo son desechadas al momento del empaque, lo que implica pérdidas económicas, no tan solo las causadas por su no venta, sino también están implícitas las que originaron su manejo. En ocasiones el día en que ya existen conidios, se realiza el corte de la flor sin la presencia de la enfermedad, la cual de no dársele un tratamiento químico de postcosecha, seguramente se desarrollará en el almacén o durante el transporte, siendo el daño aún más severo, sobre todo cuando el destino de la producción es el mercado de exportación.

En el experimento, se escogió el estado fenológico de brote del rosal para el inicio del conteo de las unidades calor, solo para tener un punto de partida del conteo, ya que una vez reunidas las unidades calor necesarias para la germinación del esclerocio, y si las condiciones de humedad relativa son las adecuadas para el desarrollo del patógeno, estas formas invernantes pueden estar germinando diariamente, de ahí que es posible iniciar el conteo en cualquier otra etapa fenológica del rosal.

Inmediatamente al día 4 de iniciarse el conteo de las unidades calor, se habían ya acumulado un total de 58.16 grados-día de desarrollo (cuadro 11), por lo cual era de esperarse que los primeros síntomas se presentaran al siguiente día, debido a que se requieren solo 56.09 unidades calor para que esto ocurra (26.65 hasta la formación de conidios, 3.86 de la germinación del conidio y 25.58 del periodo de incubación), más aun cuando las condiciones de humedad relativa fueron las adecuadas (hasta 15 horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90%). Lógicamente eso nunca

sucedió, por la sencilla razón de que aún no existía flor, pues la fenología de la planta estaba en la etapa de brotes foliares. Este tipo de circunstancia sucedera mientras el botón floral no exhiba los pétalos. Aunque *B. cinerea* ataca tallos y hojas, ocupa en este caso de heridas para penetrar (preferentemente de la poda), estas en el periodo de estudio no existieron y por lo tanto no se detectó la presencia del hongo en estas partes de la planta.

Cuando finalizó la primer semana (día 7), un total de 6 posibles generaciones de esclerocios, habían ya germinado (cuadro 11), pues el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa así lo indicaba. Justamente ese día, se localizaron flores del último corte que seguramente por descuido, se habían quedado tiradas en la zona del experimento, las cuales presentaban una gran cantidad de conidios.

En general durante todo el experimento, el comportamiento de la temperatura y la humedad sugerían que cada dos días se estaban acumulando cerca de 29 unidades calor, suficientes para que el esclerocio genere conidios, por lo cual durante el transcurso del siguiente día se completarían 30.51 grados-día de desarrollo, de tal manera que los conidios se liberarían, germinarían e iniciaría el periodo de incubación, así de esta manera en el cuarto día aparecerían los síntomas en la flor (56.09 unidades calor), lo cual realmente ocurriría hasta que el botón floral abriera.

El día 24 después del estado fenológico de brote, el botón floral abrió, ese día se acumulaban las unidades calor necesarias para que la generación 23 de esclerocios produjera conidios.

En los siguientes dos días se revisaron las flores sin encontrar los síntomas, de antemano se sabía por los resultados

obtenidos en el invernadero, que se estaba desarrollando el periodo de incubación de la enfermedad.

Finalmente, los síntomas aparecieron el día 27 a partir del estado fenológico de brote, infiriéndose que los esclerocios que generaron ese daño germinaron el día 23, ya que el día 25 se hizo una inspección ocular sin encontrar nada, por lo cual las 56.09 unidades calor se completaron por la noche del día 26, haciéndose evidentes los síntomas el 27.

En total se acumularon 412.33 unidades calor para que la enfermedad expresará sus síntomas en la flor.

De manera práctica es posible decir que si existen las condiciones adecuadas de humedad, una vez que el botón floral exhiba los pétalos, es necesario realizar una aplicación de un fungicida protectivo debido a que el ciclo biológico de este patógeno es muy rápido. Esto fue precisamente una de las observaciones de esta etapa de la investigación y consecuentemente nuestra contribución al manejo de *B. cinerea* en rosal.

En esta etapa podemos ver que existió un periodo con humedad relativa insuficiente para el desarrollo de la enfermedad, mismo que finalizó el día 19 (cuadro 11), sin embargo durante ese periodo, el botón floral aún no abría; si tomamos en cuenta que la flor abrió el día 24, ese día (por la noche) se acumularon un total de 30.83 grados-día de desarrollo, acumulados a partir del día 23, con lo cual se estaba ya muy cerca de la germinación de los conidios formados a partir de los esclerocios que germinaron el día 23, así para el día 26 (por la noche), se tenían un total de 56.41 unidades

calor, suficientes para que a la mañana siguiente los síntomas fuesen muy claros.

Cuadro 11. Unidades calor de *B. cinerea* en un invernadero comercial con producción de rosal de la variedad royalty, en Villa Guerrero Estado de México.

DIA	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Horas con la humedad $\geq$ 90%		Unidades Calor diarias	Horas continuas con la HR $\geq$ 90%
			M	T		
0	31	14		8	16.79	
1	31	11	7	10	15.29	15
2	23	12	5	9	11.79	15
3	31	14	5	7	16.79	14
4	26	14	6	8	14.29	13
5	27	15	6	8	15.29	14
6	26	13	5	9	13.79	13
7	31	14	7	6	16.79	15
8	30	12	8	8	15.29	14
9	29	14	6	8	15.79	14
10	34	14	6	10	18.29	14
11	34	13.5	4	12	18.04	14
12	34	14	2	12	18.29	14
13	34	13	4	6	17.79	16
14	34	12	6	10	17.29	12
15	34	13	8	10	17.79	18
16	31	10.5	6	8	15.04	16
17	30	12	4	4	15.29	12
18	24	13.5	4	4	13.04	8
19	24	14	4	12	13.29	8
20	22	14	4	12	12.29	16
21	28	13	4	8	14.29	16
22	25	13	12.5	7	13.29	20.5
23	29	12	7	12	14.79	14
24	29	14.5	6	12	16.04	18
25	22	13	9	12	11.79	21
26	26	13	2	14	13.79	14
27	Síntomas	presentes				

M: de 00:00 hrs. hasta 12:00 hrs.

T: de 12:00 hrs. hasta 24:00 hrs.

4.3. Propuesta del manejo integrado de *B. cinerea* en invernaderos comerciales con producción de rosas mediante el uso de unidades calor y el empleo racional de fungicidas.

Si analizamos detenidamente el esquema resumido del ciclo biológico de un hongo y lo relacionamos con el momento oportuno para iniciar un programa de aplicaciones; proponemos lo siguiente: Cuando el técnico observa un síntoma (fructificación del hongo) sobre la superficie de la hoja, de un tallo o de una flor y fruto; la parte del ciclo biológico que él está observando, es la etapa de fructificación del hongo; misma que corresponde a la última fase del mencionado ciclo. Pero no puede ver el resto del ciclo ya que es un proceso que se está desarrollando dentro de los tejidos de la planta. Esto significa que cuando el técnico observa un síntoma; lo que realmente está observando es al individuo que ya completó su ciclo biológico, pero no ve a los otros millones de individuos que están a punto de completar también su ciclo.

Por lo tanto; si un técnico decide iniciar un programa de aplicaciones cuando ve un aparente bajo porcentaje de infección, en algunas enfermedades explosivas como tizón tardío de la papa y tomate, el moho azul del tabaco y la sigatoka negra del plátano, puede ser demasiado tarde, ya que si el patógeno es virulento, el hospedante susceptible y el medio ambiente favorable, al día siguiente ese aparente bajo porcentaje de infección puede haberse convertido en un severo ataque fuera de control, dándole entonces mucha ventaja al patógeno, pues se ataca cuando ya está en la etapa de esporulación y no cuando debió atacársele; que es al iniciar el proceso de infección, si hablamos de productos sistémicos, o antes de iniciar dicho proceso, si hablamos de productos de contacto.

En resumen; independientemente del tipo de fungicida que se utilice (de contacto o sistémico), si tenemos un hospedante susceptible, un patógeno virulento y un medio ambiente favorable, los programas de aplicación de fungicidas invariablemente deben iniciarse en forma preventiva para tener un buen manejo de la enfermedad y el mejor comportamiento del producto, sobre todo porque en el caso de las plantas; una lesión visible ya no desaparece, independientemente del tipo de fungicida que se utilice (sistémico o de contacto). (Ortíz, 1996).

Por todo lo anterior, el hecho de conocer las unidades calor que requiere *B. cinerea* para completar su ciclo biológico, adquiere una importancia determinante para su manejo.

Otro factor trascendente para el manejo de enfermedades fungosas es el conocimiento del fungicida que se va a utilizar:

- a) Su forma de acción: sistémicos o de contacto.
- b) Naturaleza química y modo bioquímico de acción.
- c) Tipo de formulación.

4.3.1. Elementos principales del manejo estratégico de *B. cinerea* en el cultivo del rosal (*Rosa* spp.).

- Unidades calor del ciclo biológico del patógeno.

Realizar la primera aplicación de fungicida de manera preventiva, antes de que se hayan acumulado un total de 382.89 grados-día de desarrollo a partir de la etapa fenológica de brote del rosal, siempre y cuando, las condiciones de humedad relativa imperantes en el medio sean las adecuadas para el desarrollo de la enfermedad, o bien, antes de que se acumulen 26.65 unidades calor (a partir de un día con más de 12 horas continuas de humedad relativa mayor o igual al 90%) y que el estado fenológico de la

flor, se encuentre más haya del punto de color (para protección de la flor). De esta forma el fungicida estará protegiendo la flor antes de que el conidio germine lo cual sucede a las 30.51 unidades calor. (cuadro 12)

Wilcox y Seem (1994) en su programa de manejo de *Botrytis cinerea* en el cultivo de la fresa durante cuatro años aplicando el fungicida vinclozolin a una dosis de .84 kg i.a./ha. en 1986-1988 y 1.12 kg i.a./ha. en 1989, encontraron que el periodo de tiempo efectivo de protección era de los 15.1 (en 1988) a los 24.9 (en 1987) grados-día de desarrollo, equivalentes en promedio a 10 días. La temperatura base que usaron fue 0 °C

Cuadro 12. Inicio del control químico de *B. cinerea* en el cultivo del rosal, en base a su ciclo biológico en unidades calor, y al comportamiento de la humedad relativa.

INICIO DEL CONTEO	UNIDADES CALOR ACUMULADAS	HRS. CONTINUAS CON H.R. $\geq$ 90%	APLICACION DE FUNGICIDAS PROTECTIVOS
Apartir de brotes	Antes de 382.89	> 12	Realizar
		$\leq$ 12	Suspender
A. partir de un día con > 12 horas continuas de H.R. $\geq$ 90% y que existan botones florales	Antes de 26.65	> 12	Realizar
		$\leq$ 12	Suspender

Con el cuadro siguiente (cuadro 13), es posible calcular las unidades calor de *B. cinerea*, en invernaderos que cuenten con un equipo meteorológico que registre las temperaturas máximas y mínimas diarias. El cálculo se hace mediante el sistema de coordenadas. Ejemplo: las unidades calor de una temperatura máxima de 23 °C y una mínima de 11 °C es 11.29 unidades calor.

Cuadro 13. Unidades calor diarias para las correspondientes temperaturas máximas y mínimas, a una temperatura base de 5.71 °C, representativas de un invernadero comercial de la zona de Villa Gro. Edo. de México, durante los meses de mayo, junio y julio.

		T E M P. M A X.															
T	°C	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
E	9	6.29	6.79	7.29	7.79	8.29	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79
M	10	6.79	7.29	7.79	8.29	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29
P.	11	7.29	7.79	8.29	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29	14.79
	12	7.79	8.29	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29	14.79	15.29
M	13	8.29	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29	14.79	15.29	15.79
I	14	8.79	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29	14.79	15.29	15.79	16.29
N.	15	9.29	9.79	10.29	10.79	11.29	11.79	12.29	12.79	13.29	13.79	14.29	14.79	15.29	15.79	16.29	16.79

● Fungicidas.

De manera práctica se recomienda usar fungicidas de diferente modo bioquímico de acción, además de alternar productos de contacto y sistémicos.

a) Dosis: Debe ser la indicada para cada producto, de acuerdo a su efectividad biológica.

b) Intervalo de aplicación. Esto es determinante para el manejo de la enfermedad, debido a que las aplicaciones constantes de fungicidas específicos provocan el desarrollo de resistencia al fungicida.

El intervalo debe ser de acuerdo a la efectividad biológica y curva de disipación de cada uno de los productos más comúnmente usados en contra de *B. cinerea* en la región de Villa Gro. Méx., los cuales son:

1. benomil: 7-14 días (Anónimo, 1994).
12-15 días (Ponce comunicación personal, 1996).
10-21 días (Thomson, 1994).
2. captan: 6-8 días (Ponce comunicación personal, 1996).
3. carbendazim: 7-10 días (Anónimo, 1994).
7-14 días (Thomson, 1994).
4. clorotalonil: 7-14 días (Anónimo, 1994).
7-9 días (Ponce comunicación personal, 1996).
7-14 días (Thomson, 1994).
5. iprodione: 10-14 días (Anónimo, 1994).
8-10 días (Ponce comunicación personal, 1996).

3 semanas (Thomson, 1994).

6. mancozeb: 6-8 días (Ponce comunicación personal, 1996).

7-10 días (Thomson, 1994).

7. thiabendazol: 5-7 días (Anónimo, 1994)

12-15 días (Ponce comunicación personal, 1996).

14-21 días (Thomson, 1994).

8. zineb: 6-8 días (Ponce comunicación personal).

1-2 semanas (Thomson, 1994).

c) Número y secuencia de aplicaciones. Para esto es necesario el conocer el modo bioquímico de acción de cada uno de los fungicidas y su riesgo de resistencia (cuadro 14)

Considerando el riesgo de resistencia y el modo bioquímico de acción, para el control químico de la enfermedad, se sugiere usar fungicidas de contacto de manera preventiva, aprovechando que mediante el uso de unidades calor, es posible saber el día en que aparecerá la enfermedad, alternados con aplicaciones de fungicidas dicarboximidas y de benzimidazoles mezclados con fungicidas de acción preventiva, tomando en cuenta siempre el intervalo de aplicación.

Calleja (1996) señala que después de 6 aplicaciones continuas de benomil contra de *B. cinerea* en PDA, se comienza a manifestar la resistencia. Con lo anterior es posible que exista resistencia cruzada a los otros fungicidas benzimidazoles usados para el control de este patógeno, por lo cual se deben realizar menos de 6 aplicaciones continuas con fungicidas de este mismo grupo.

Cuadro 14. Familia, modo bioquímico de acción y riesgo de resistencia de algunos fungicidas usados para el control de *B. cinerea* en rosal.

Fungicida.	Familia.	Modo bioquímico de acción.	Riesgo de resistencia
1. benomil	Benzimidazoles	Inhiben la división celular, bloqueando la biosíntesis de la tubulina, responsable de la formación del uso cromático.**	Alto
2. captan	Comp. orgánico	Interactúa con los grupos tioles celulares para producir tiofosgeno, y otros productos tóxicos para las células fungosas.	Muy Bajo
3. carbendazim	Benzimidazoles	**	Alto
4. clorotalonil	Comp. orgánico	En el citoplasma interfiere la acción de los grupos tioles y bloquea el flujo de energía.	Muy Bajo
5. iprodione	Dicarboximidas	Inhiben la germinación de conidios y micelio. Ataca el metabolismo de los lípidos, la síntesis de ADN y en otras moléculas dentro de la célula.	Moderado
6. mancozeb	Carbamatos	Bloquean procesos energéticos a nivel de mitocondrias*	Muy Bajo
7. thiabendazol	Benzimidazoles	**	Alto
8. zineb	Carbamatos	*	Muy Bajo

4.4. Control actual de *B. cinerea* en el cultivo del rosal en tres invernaderos comerciales de Villa Gro. Méx.

A continuación se muestran los fungicidas, secuencia e intervalo de aplicaciones para *B. cinerea*, en tres invernaderos comerciales de la zona florícola de Villa Gro. Edo. de México.

Cuadro 15. Control químico de *B. cinerea* en rosal durante junio de 1993 en el invernadero 1.

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6	7 thiabendazol	8	9	10	11 benomil	12
13	14	15	16	17	18 thiabendazol benomil	19
20	21 thiabendazol	22	23	24	25 thiabendazol	26
27	28 thiabendazol	29	30	1	2 benomil captan zineb	3

Cuadro 16. Control químico de *B. cinerea* en rosal durante mayo de 1993 en el invernadero 2.

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
2	3 thiabendazol	4 captan zineb	5 benomil	6 thiabendazol	7	8
9	10 thiabendazol	11 thiabendazol	12	13 benomil manzate	14	15
16	17 benomil	18 captan	19 benomil	20 thiabendazol clorotalonil	21	22
23	24 benomil	25 thiabendazol	26 thiabendazol	27 carbendazim benomil	28	29
30	31 thiabendazol	1 captan zineb	2 benomil	3 thiabendazol	4	5

Cuadro 17. Control químico de *B. cinerea* en rosal durante mayo de 1993 en el invernadero 3.

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
2	3 thiabendazol	4 captan zineb	5 benomil	6 thiabendazol	7	8
9	10 thiabendazol	11 thiabendazol	12	13 benomil manzate	14	15
16	17 benomil	18 captan	19 benomil	20 thiabendazol clorotalonil	21	22
23	24 benomil	25 thiabendazol	26 thiabendazol	27 carbendazim benlate	28	29
30	31 thiabendazol	1 captan zineb	2 benomil	3 thiabendazol	4	5

Si analizamos detenidamente el calendario de aplicaciones de fungicidas para el control de *B. cinerea* en rosal en esta zona, es fácil percatarse que existen un notorio y total desconocimiento del manejo de la enfermedad, representado por el excesivo número de aplicaciones de fungicidas del mismo grupo químico (benzimidazoles), sin respetar los intervalos de aplicación, lo cual trae en consecuencia el desarrollo de resistencia.

Lo anterior es debido principalmente al desconocimiento de la biología y epidemiología del patógeno.

En los tres calendarios de aplicación, es fácil interpretar que no se hace uso de algún sistema de predicción de la enfermedad, y es precisamente en este tópico, dónde el cálculo de las unidades calor, para el inicio del control químico de este hongo adquiere gran relevancia, puesto que ello implica el conocer el día en que se presentará la enfermedad por vez primera, pudiendo así comenzar su manejo, además de que si asumimos de manera teórica que durante esa temporada existieran días con ≤ 12 horas continuas con la humedad relativa $\leq 90\%$, el desarrollo de la enfermedad se detiene, siendo innecesaria la aplicación de algún fungicida, lo cual pasa claramente desapercibido por los técnicos encargados de los invernaderos.

Es también de gran importancia tomar en cuenta el intervalo de aplicación y el grupo bioquímico de cada fungicida. Así en el cuadro 15, las aspersiones de todos los días viernes, o viceversa las de los lunes, son innecesarias, puesto que el periodo de protección de estos productos, es mucho más amplio.

En los cuadros 16 y 17, esto es aún más crítico, existiendo en cada mes, al menos 15 aplicaciones que no debieron hacerse, lo cual

incrementa grandemente los costos de producción, la contaminación del medio ambiente y provoca el desarrollo de resistencia por parte de este patógeno a fungicidas del grupo de los benzimidazoles.

Considerando todo lo mencionado anteriormente, es claro que un programa de manejo integrado de la enfermedad, mediante el uso de unidades calor, respetando la dosis, el intervalo y secuencia de aplicaciones de fungicidas, debe tener mucho éxito en la zona.

En los tres casos el inicio de las aplicaciones del fungicida, debió hacerse antes de las 382.89 unidades calor, acumuladas apartir del estado fenológico de brotes en rosal, siempre y cuando en las últimas 26.65 unidades calor se hayan tenido más de 12 horas continuas de humedad relativa $\geq 90\%$, justo antes de que existan conidios en el medio ambiente que nos pueden infectar los botones florales, que a estás alturas del desarrollo de las plantas están ya presentes. Las siguientes aplicaciones de fungicidas, se deben hacer respetando la dosis e intervalo de cada producto, y de ser posible usar los fungicidas de más bajo riesgo de resistencia, como el clorotalonil y el mancozeb. Si el fungicida es un benzimidazol, se sugiere hacer una mezcla con cualquiera de los dos anteriores.

Si durante la producción (plantas con botones florales), se presentan días con menos de 12 horas continuas con la humedad relativa $\geq 90\%$, los síntomas de la enfermedad se presentaran hasta 3 días después (56.09 unidades calor) de que esto suceda.

Aunque se sugiere realizar la aspersión del fungicida protectivo antes de que se acumulen 26.65 unidades calor, apartir de que la humedad relativa es favorable, respetando siempre el intervalo de aplicación. Es decir si ese lapso sucede durante un periodo de tiempo en el cual se tiene la certeza de que el

fungicida esta realizando su acción, la aspersión no será necesaria sino hasta que el periodo de protección efectiva finalice.

4.5. Análisis de un control tradicional e inferencia de un manejo estratégico de *B. cinerea* con datos reales de temperatura y humedad relativa en un invernadero comercial de la zona de Villa Gro. Edo. de México.

En el cuadro 18 el cual presenta datos reales de unidades calor y humedad relativa en un invernadero comercial de la zona de Villa Gro. Méx., durante el periodo del 5-13 junio, la humedad relativa $\geq 90\%$, fue igual o inferior a 12 horas continuas, y por lo tanto se supone que la enfermedad detiene su desarrollo, a pesar de que prácticamente cada 2 días se estuvieron acumulando los grados-día de desarrollo necesarios para que los esclerocios formasen conidios.

De hecho, es hasta el día 14 cuando existen 16 horas continuas con humedad relativa $\geq 90\%$, suficientes para que los esclerocios de *B. cinerea* puedan germinar, de tal manera que para el día 16 se habían acumulado un total de 38.62 unidades calor, con las cuales el desarrollo de este patógeno esta ya en el periodo de incubación.

Por la mañana del día 15 se tenían ya 25.33 unidades calor, faltando solo 1.32 unidades calor para que se formen los conidios. Por esta razón precisamente ese mismo día se debió realizar la aspersión de algún fungicida protectivo de muy bajo riesgo de resistencia, repitiéndose esto en base a su intervalo de acción, puesto que el comportamiento de la humedad relativa continuó siendo favorable para el desarrollo de la enfermedad.

En base al comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el mes de junio, usando el modelo de unidades

calor para la predicción de *B. cinerea* en el cultivo del rosal, considerando a la humedad relativa como el factor inductor del desarrollo de este patógeno, y haciendo un uso racional de fungicidas, respetando dosis, secuencia e intervalo de aplicación de cada producto, es realmente impactante el señalar que para manejar eficazmente la enfermedad durante todo este mes, únicamente basta realizar una aplicación de fungicidas, la cual se debió realizar el día 15 una vez que ese día se acumularon 25.33 unidades calor, faltando solo 1.32 para que los conidios se pudieran formar, así de esta manera la protección de la flor con el fungicida estaría garantizada.

Lo anterior contrasta grandemente con las 20 aplicaciones de algún fungicida regularmente del grupo de los benzimidazoles, correspondientes al control tradicional y actual que realizan los técnicos en esa zona florícola.

Las consecuencias de esto son muy drásticas tanto en el aspecto económico como en el ecológico, puesto que los costos para el control del patógeno se incrementan en gran medida (cuadro 19); de igual la resistencia a fungicidas de acción específica (caso de grupo benzimidazoles) es demasiado factible de ser adquirida, trayendo consigo la ineffectividad de este grupo de fungicidas, además de la contaminación del medio ambiente.

Durante el mes de julio, en el lapso del 6-9, el comportamiento de la humedad relativa fue favorable para el desarrollo de la enfermedad, así que para el día 7 existía ya 27.58 unidades calor y el patógeno habría formado conidios, como se observa la humedad relativa siguió siendo favorable para la presencia de la enfermedad. El fungicida debió aplicarse por

Cuadro 18. Unidades calor de *B. cinerea* a una temperatura base de 5.71 °C, en un invernadero comercial con producción de rosal, en Villa Gro. Méx., durante junio y julio de 1996.

JUNIO			JULIO		
DIA	UNIDADES CALOR	Hr CONTINUAS HR.	DIA	UNIDADES CALOR	Hr CONTINUAS HR.
		≥ 90%			≥ 90%
5	15.29		5	14.29	
6	13.79	12	6	14.54	15
7	14.79	12	7	13.04	13
8	13.29	12	8	13.79	13
9	13.54	12	9	13.04	14
10	13.54	9	10	13.29	12
11	13.79	12	11	14.29	12
12	13.54	12	12	13.79	12
13	12.29	12	13	12.79	12
14	12.79	16	14	13.79	11
15	12.54	15	15	13.54	13
16	13.29	13	16	14.29	15
17	13.79	13	17	13.79	14
18	14.04	13	18	12.79	12
19	13.29	14	19	12.04	8
20	13.29	14	20	14.54	12
21	13.54	11	21	13.79	11
22	14.04	13			
23	13.79	13			
24	13.79	13			

muy tarde el día 6 durante la mañana, una vez que se hizo la lectura de la temperatura mínima y máxima diaria, así como la de humedad relativa, con lo cual se observó de que ya se habían rebasado las 26.65 unidades calor, así se tendría una protección por lo menos hasta el día 14 (aunque esto depende del producto a usar).

Es de hacerse notar que a partir del día 10, hasta el día 14, existió un periodo desfavorable para el desarrollo de la enfermedad, sin embargo el día 15 las condiciones fueron nuevamente favorables, de tal manera que ese fue el momento recomendable para hacer otra aplicación. Es por ello que para el manejo eficiente de *B. cinerea* durante el mes de julio, solo se requiere de dos aplicaciones de fungicidas, con lo cual se consiguen los beneficios antes mencionados, en contraste con las 20 aplicaciones que normalmente hacen los técnicos de aquella zona.

Cuadro 19. Costo por concepto del control químico de *B. cinerea* en el cultivo del rosal en Villa Gro. Méx., 1997.

Fungicida	Dosis	Precio*	COSTO/APLIC/	COSTO /20
Prod. com.	g/100 lt AGUA	\$/kg	HA	APLIC/HA
			\$	\$
BAVISTIN®	100 - 200	172	451.50	9,030.00
(carbendazim)				
BENLATE®	60 - 90	250	328.12	6,562.50
(benomil)				
CAPTAN®	250 - 500	55	360.94	7,218.75
(captan)				
DACONIL®	135	136	321.30	6,426.00
(clorotalonil)				
MANZATE®	150 - 310	53	213.32	4,266.50
(mancozeb)				
ROVRAL®	150 - 200	350	1,071.88	21,437.50
(iprodione)				
TECTO 60®	100	476	833.00	16,660.00
(thiabendazol)				
ZINEB®	144 - 195	50	148.31	2,966.25
(zineb)				

* Precios al público Enero 1997.

Gasto de agua/aplicación/ha: 1750 litros.

El costo/aplicación/ha se hizo en base a la dosis media del fungicida.

V CONCLUSIONES.

1. La temperatura y la humedad relativa, son dos factores del medio ambiente determinantes para el desarrollo de *B. cinerea* en el cultivo del rosal.

2. *B. cinerea* completa su ciclo biológico en 30.51 unidades calor. Las primeras 15.15 corresponden a la germinación del esclerocio, las siguientes 11.5 a la formación de conidios a partir de micelio (esporulación) y las últimas 3.86 son las que involucran la germinación del conidio.

3. 5.62 °C, 9.3 °C y 2.22 °C son la temperatura base de la germinación del esclerocio, esporulación y germinación del conidio de *B. cinerea* respectivamente. Sin embargo para fines de pronóstico se recomienda el uso de la media de las temperaturas bases, 5.71 °C.

4. El periodo de incubación de *B. cinerea* en flores de rosal, a una temperatura base de 5.71 °C, es de 25.58 unidades calor.

5. Son necesarias 56.09 unidades calor para que se presenten los síntomas iniciales de *B. cinerea* en flores de rosal, a partir de la germinación del esclerocio; o bien 412.33 grados-día de desarrollo a partir del estado fenológico de brote en la planta de rosal.

6. Para el desarrollo de *B. cinerea*, la humedad relativa debe ser mayor o igual al 90%, durante periodos continuos de más de 12 horas. Sobre todo en las unidades calor finales de la germinación del esclerocio, esporulación, germinación de conidios y durante el periodo de incubación.

7. Para el manejo de *B. cinerea* en rosales en plena producción, se sugiere iniciar las aplicaciones de fungicidas antes de las primeras 26.65 unidades calor acumuladas a partir de un día con > 12 horas continuas con la humedad relativa $\geq 90\%$, o bien antes de que se acumulen 382.89 unidades calor a partir del brote, siempre y cuando la humedad relativa sea la adecuada.

8. En el control químico se debe respetar el intervalo de aplicación y dosis de cada fungicida, y no se deberán aplicar en forma consecutiva productos del mismo grupo químico.

9. Las unidades calor de un invernadero comercial y el calendario de aplicación de productos contra *B. cinerea* de tres empresas distintas, demuestran claramente que el control de este patógeno en la zona se hace quizá por temor o incluso por ignorancia, lo cual deriva una gran derrama económica, incrementa la contaminación, provoca el desarrollo de resistencia y hace ineficiente su manejo.

VI. LITERATURA CITADA.

1. Aguilar C. C. 1992. Control químico del moho gris *Botrytis cinerea* (Pers. Ex. Fr.), antracnosis *Gloeosporium* sp. y la peca de la hoja *Ramularia tulasnei* Sacc, en fresa en la Finca Villa Guerrero Edo. de México. Tesis profesional Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo.
2. Agrios G. N. 1991. Fitopatología. Editorial LIMUSA. México D.F. 356- 360.
3. Alvarez N. Y. 1993. Estudio epidemiológico de la roya amarilla de la cebada *Puccinia striiformis f.sp. hordei* en Texcoco Méx. Tesis Maestría en Protección vegetal Depto. de Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.
4. Anónimo, 1994. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SAGAR. Subsecretaria de planeación TOMO I.
5. Arias G. A. 1988. Los parásitos de la vid. Ediciones Mundi-Prensa Coedición Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid España. 148-163 pp.
6. Byerly M. F.K. 1980. Uso de la temperatura en la experimentación agrícola. CAELALA (Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte). SARH.
7. Calleja, G. Z. 1996. Inducción de resistencia *in vitro* de *B. cinerea* a benomil. Tesis Depto. de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
8. Correll J. C. et al. 1988. Pwdery mildiow of tomato: The effect of planting date and triadimefon on disease onset, progress, incidence and severity. *Phytopathology*. 78 (5):512-519.
9. Cortázar S. R. 1985. Relación de la lluvia y temperatura con la intensidad de ataque de tres polvillos del trigo, en la estación experimental La Platina, periodo 1965 a 1983. *Agricultura técnica (Chile)* 45 (3): 273-277.
10. Darmirdagh I. S. 1979. *Botrytis* blight at roses in sulaimaya Irak. *Phytopathology*. 69: 1026.
11. De Sainz B. A. A. A. 1993. Control químico de las enfermedades de la vid y evaluación de la fitotóxicidad en Ezequiel

Montes Qro. Tesis profesional Depto. Parasitología agrícola
Universidad Autónoma Chapingo.

12. Dimock W. A. and Tammen J. 1987. Foliage disease. Page 185-195 in roses. A manual on the culture management, diseases, insects, economics and breeding of greenhouse roses. Mastalertz, J. and Langhans R. Eds. Penn. Flower Growers, N. J. State flowers, growers Assoc. Inc. and Roses Inc. 331 pp.

13. Franc G. D. et al. 1988. A simple day-degree model for initiating chemical control of potato early blight in Colorado. Plant disease. 72:(10):851-854.

14. García S. C. 1980. Desarrollo fenológico del manzano y la fenología de la palomilla del manzano *Laspeyresia pomonella* L. en la región de la sierra de Chihuahua. Tesis profesional; Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, Chapingo Méx.

15. Glaser T. et al. 1982. Causes of roses shoot dieback and attempts at its control. Abstract in: Hort. Abs. (52): 3.

16. Groves J. W. and Drayton F. L. 1939. The perfect stage of *Botrytis cinerea*. Mycologia 31: 485-489.

17. Gutierrez E. J. A. 1994. El cultivo del rosal. Memorias del curso de acreditación de técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.

18. Gutiérrez G. G. 1988. Enfermedades fungosas del rosal (*Rosa sp.*) de invernadero, jardín y campo. Tesis profesional Depto. Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.

19. Horst R. K. 1983. Compendium of roses diseases. American Phytopathology Society. St. Paul Minnesota 50 pp.

20. Iwata F. 1981. Heat unit concept of crop maturity. Physiological aspects of dryland farming (de. U.S. Gupta). Cuarta Imp. Oxford and Publishing Co. Nueva Delhi India. 351-370.

21. Jarvis W. R. 1977. Botryotinia y Botrytis species; taxonomy, physiology and pathogenicity; a guide to literature. Department of agriculture Ottawa Canada.

22. Jarvis W. R. 1980. Epidemiology. pages 219-250 In: The biology of Botrytis. Coley J. R.; Smith K. y Jarvis W. R. Eds. Academic Press, London. 318 pp.

23. Johnson D. A. 1991. Two Degree-day models for predicting initial emergence of hop Shoots systemically infected with *Pseudoperonospora humuli*. Plant disease.75:(3):285-287.
24. Lamas N. M. A. 1978. Identificación de hongos fitopatógenos y descripción de las enfermedades que causan sobre plantas ornamentales de Xochimilco D. F. Tesis profesional Dpto. Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.
25. Lightner G. W. y Steiner P. W. 1992. MARYBLTY™: A computer model for predicting of fire blight disease in apples and pears. Computers and electronics in agriculture.7: 249-260.
26. López M. J. 1987. Cultivo del rosal en invernadero. Mundi-Prensa. Madrid España. 341 pp.
27. McCain A. and Welch K. E. 1983. Controlling gray mold of rose flowers. Abstract in : Hort. Abstract. 53: (3): 202.
28. Mendoza Z. C. 1993. Enfermedades del rosal en México. Universidad Autónoma Chapingo Dirección del Patronato Universitario.
29. ----- 1994. Enfermedades del rosal. Memorias del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.
30. Mendoza Z. C. y B. Pinto C.1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Depto. de Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.
31. Nava C. U. 1986. Predicción del desarrollo de la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* M. (Coleoptera: Coccinellidae) en función de la temperatura y relación fenológica cultivo plaga. Tesis Maestria en entomología CP.
32. Nava C. U. y Byerly M. K. F. 1989. Predicción de la fenología de las principales plagas del algodón, mediante la acumulación de unidades calor; segunda edición modificada del trabajo original publicada en Resúmenes Día del algodón 1989, Matamoros Coah. México. Campo agrícola experimental de la Laguna. SARH-INIFAP-CIFAP-Región Lagunera. 19-33.
33. Negrete D. C. 1990. Etiología y control químico de la pudrición de racimos, manchas foliares y necrosis de nervaduras de la vid en Ezequiel Montes Qro. Tesis profesional Depto. Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.

34. Ortega S. E. 1994. Distribución e importancia de las ornamentales en México. Memorias del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Méx.

35. Ortiz B. R. 1996. Aspectos relevantes en el manejo de enfermedades fungosas. Ciba Protección de cultivos.

36. ----- . Manejo de la resistencia a fungicidas. Ciba Protección de cultivos.

37. Phillips D. J. et al. 1985. Post-harvest control of *Botrytis cinerea* of roses with carbondioxide. Plant Disease. 69: (9): 789-790.

38. Ponce G. F. et al. 1995. Eficacia biológica del SHOGUN 500® (fluazinam) para el control del moho gris del rosal (*Botrytis cinerea* Pers. Ex. Fr.) en Villa Gro., Edo. de México. Memorias del V Congreso Nacional de Horticultura ornamental. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. UNAM.

39. Ponce H. F. 1995. Control químico de enfermedades foliares y del fruto de la vid (*Vitis vitifera* L.) en Ezequiel Montes Gro. Tesis profesional Depto. Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.

40. Prues K. P. 1983. Day-degree methods for pest management. enviromental Entomology. 12: 613-619.

41. Pusey P. L. 1989. Use of *Bacillus subtilis* and related organism as biofungicides. Pesticide Science. 27: (2): 133-140 (abstr.)

42. Ramírez L. M. 1985. La cenicilla del manzano en la sierra de Chihuahua; su desarrollo y control. Revista Mexicana de Fitopatología. 3: (1): 31-37.

43. Ramsey G. R. y J. W. Lorbeer 1986. The role of the temperature and free moisture in the onion flower blight. Phytopathology. 76 (6) 612-616.

44. Reséndiz G. B. 1994. Acaros asociados a plantas ornamentales. Memorias del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.

45. Romero C. S. 1988. Hongos fitopatógenos. Depto. de Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo. Dirección del patronato.

46. Ruiz G. N. 1994. Temperatura base, grados día de desarrollo y fenología de *Sitophilus zeamais* Mostch bajo temperaturas constantes y variables. Tesis profesional Depto. Parasitología agrícola Universidad Autónoma Chapingo.

47. Scherm H. y van Bruggen 1994a. Effects of fluctuating temperatures on the latent period of lettuce downy mildew (*Bremia lactucae*). Phytopathology. 84 (8): 853-859.

48. -----b. Global warming and nonlinear growth: How important are changes in average temperature. Phytopathology. 84 (12): 1380-1384.

49. Smith, Y. M. et al. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Editorial Mundi Prensa. Madrid España. 313-314 y 489-492 pp.

50. Snyder R. L. 1985. Hand calculating degree-days. Agricultural and forest meterology. 35:353-358.

51. Solis A. J. F. 1994. Principales insectos plaga en los cultivos ornamentales. Memorias del curso de acreditación técnica en el manejo y certificación fitosanitaria de ornamentales. Depto. de Parasitología Agrícola Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.

52. Steiner P. W. 1990. Predicting canker, shoot and trauma blight phases of apple fire blight epidemics using the MARYBLTY model. Acta horticulturae. 273: 149-158.

53. -----b. Predicting apple blossom infections by *Erwinia amylovora* using the MARYBLTY model. Acta horticulturae. 73:139-147.

54. Subba R. K.V.et al. 1990. Characterization of wheat leaf rust epidemics in Lousiana. Phytopathology. 80 (4): 402-410.

55. Svircev A. M. et al. 1984. Sensitivity of *Peronospora hyoscyami f.sp. tabacina* to carbon dioxide, compared to that *Botrytis cinerea* and *Aspergillus niger*. Phytopathology. 74:445-447.

56. Sweets L. E. et al. 1982. Control of fungi associated with cankers of greenhouse roses. Plant disease. 66:(6): 491-494.

57. Thomson W. T. 1990. Agricultural Chemical. Book IV Fungicides. Thomson Publications Fresno, Cal. U.S.A.

58. Tronsmo A. and J. Ystaas 1980. Biological control of *Botrytis cinerea* on apple. Plant Disease. 64: 1009.

59. Van der Zwet et al. 1994. Evaluation of the MARYBLYT computer model for predicting blossom blight on apple in West Virginia and Maryland. 78 (3): 225-230.

60. Vega N. R. 1990. Generación y aplicación de modelos agroclimáticos a la fenología de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) en Canatlán Durango. Tesis maestría. C.P. Montecillo, Méx. 102 pp.

61. Wilcox W. F. y R. C. Seem 1994. Relationship between strawberry gray mold incidence, enviromental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. Phytopathology. 84 (3): 264-270.

62. Wilson L. T y W. Barnett 1983. Degree-days: an aid in crop and pest management. California agriculture. January-february: 4-7.

63. Zalom F. G. et al. 1983. Degree-days: The calculation and use of heat units in pest management; Division of agriculture and natural resources University of California. 2-10.

APENDICE

Cuadro 1. Fracciones (N) de la amplitud (W) correspondiente a la posición relativa radial (R) de una temperatura base a la aproximación de una curva senoidal de temperatura con periodo 2π y rango igual a la diferencia entre la temperatura¹ máxima y mínima diaria.

R	N	N	R	R	N	R	N
0.00	1.00						
0.01	0.981	0.26	0.596	0.51	0.308	0.76	0.102
0.02	0.962	0.27	0.583	0.52	0.299	0.77	0.096
0.03	0.944	0.28	0.570	0.53	0.289	0.78	0.090
0.04	0.927	0.29	0.557	0.54	0.279	0.79	0.084
0.05	0.910	0.30	0.544	0.55	0.270	0.80	0.078
0.06	0.893	0.31	0.532	0.56	0.261	0.81	0.072
0.07	0.876	0.32	0.519	0.57	0.251	0.82	0.066
0.08	0.859	0.33	0.507	0.58	0.242	0.83	0.061
0.09	0.853	0.34	0.495	0.59	0.233	0.84	0.055
0.10	0.827	0.35	0.483	0.60	0.225	0.85	0.050
0.11	0.811	0.36	0.471	0.61	0.216	0.86	0.045
0.12	0.796	0.37	0.459	0.62	0.208	0.87	0.040
0.13	0.780	0.38	0.448	0.63	0.199	0.88	0.036
0.14	0.765	0.39	0.436	0.64	0.191	0.89	0.031
0.15	0.750	0.40	0.425	0.65	0.183	0.90	0.027
0.16	0.735	0.41	0.413	0.66	0.175	0.91	0.023
0.17	0.721	0.42	0.402	0.67	0.167	0.92	0.019
0.18	0.706	0.43	0.391	0.68	0.159	0.93	0.016
0.19	0.692	0.44	0.381	0.69	0.152	0.94	0.013
0.20	0.678	0.45	0.370	0.70	0.144	0.95	0.010
0.21	0.664	0.46	0.359	0.71	0.137	0.96	0.007
0.22	0.650	0.47	0.349	0.72	0.130	0.97	0.004
0.23	0.636	0.48	0.339	0.73	0.123	0.98	0.002
0.24	0.622	0.49	0.328	0.74	0.116	0.99	0.001
0.25	0.609	0.50	0.318	0.75	0.109	1.00	0.000

$$^1W = (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}) / 2$$

$$R = (T_b - T_{\text{mín}}) / (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})$$