

DETERMINACION DE LA EPOCA DE MADURACION
Y LIBERACION DE LAS ASCOSPORAS DE
Venturia inaequalis (Cke) Wint,
EN LOS LIRIOS, COAHUILA

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

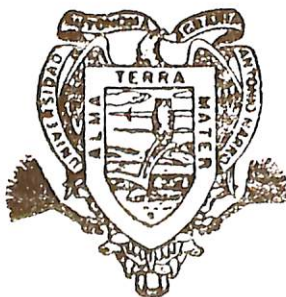


BIBLIOTECA

MA. ELIZABETH GALINDO CEPEDA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

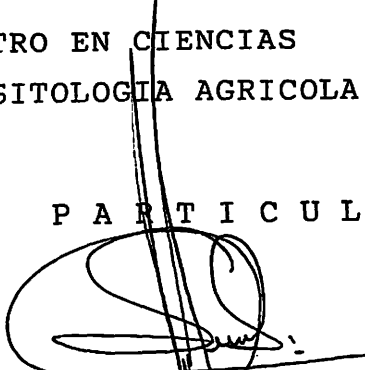
NOVIEMBRE DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:


MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR


Asesor principal:



M.C. Melchor Cepeda Siller

Asesor:


M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor:


M.C. Jesús García Camargo


Dr. Eleuterio López Pérez

Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1989

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo económico para realizar mis estudios de Postgrado.

Al Ing. M.C. Melchor Cepeda Siller, por la confianza que me brindó durante la realización de mis estudios y del presente trabajo.

A los Ing. M.C. Luis Miguel Lasso por sus valiosas sugerencias al realizar esta investigación, y M.C. Jesús García Cargango, por la revisión de este escrito.

En forma muy especial al Ing. Mauro Hernández Segura, por la ayuda que me brindó para realizar este trabajo y por enseñar me que sin la constancia nada se logra.

Al Sr. José Urbina por permitirme realizar el estudio de campo en su huerta.

Al M.C. Francisco Daniel Hernández, por la confianza y apoyo que me brindó al inicio de mis estudios de Postgrado.

A quien mostró una gran paciencia, al enseñarme las técnicas de la microtomía, T.L.Q. Leticia Portos G.

A unas grandes personas: Oswaldo Ramírez y Francisco Hernández, por su excelente trabajo en las gráficas y a su ayuda para realizar los análisis estadísticos.

A Carlos Samano, Juan Lara, Martín Alonso, Mario Cepeda y Víctor Hernández, por su ayuda y amistad que me brindaron a lo largo de mis estudios.

Al Departamento de Parasitología y Fitomejoramiento por todas las facilidades que me brindaron en mi estancia en esta Universidad.

A la Sra. Carmen Leticia Ayala por su excelente trabajo de mecanografía.

A todas aquellas personas que de forma involuntaria escapan de mi memoria, y que me ayudaron a realizar este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme una familia maravillosa
y permitirme realizar mis anhelos

A mis Padres:

Sr. Víctor Galindo Fuentes

Sra. Dina Cepeda de Galindo

Por todo su amor, confianza y apoyo
que me han dado, pues sin ellos
no sería nada

A mis Hermanos:

Dina y Mario

Víctor Martín

Claudia y Mario Enrique

M^a Eugenia

Araceli

José Antonio

Para que no dejemos de ser
los mejores amigos, por el gran cariño
que siento por ellos

A mi Sobrina:

Dina María

Que busque siempre superarse

A mi ALMA MATER

A la III Generación de Parasitología Agrícola

COMPENDIO

Determinación de la Epoca de Maduración
y Liberación de las Ascosporas de
Venturia inaequalis (Cke) Wint en Los Lirios, Coahuila

Por

MA. ELIZABETH GALINDO CEPEDA

MAESTRIA EN

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE 1989

Ing. M.C. Melchor Cepeda Siller - Asesor -

Palabras clave: Venturia inaequalis, maduración, liberación, ascosporas, condiciones ambientales.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa en la maduración y liberación de ascosporas de Venturia inaequalis - en la región de Los Lirios.

Se observó una correlación positiva y significativa - entre las horas frío acumuladas y los primeros cuatro estados de desarrollo del hongo; el décimo estadio mostró una correlación positiva y significativa con la humedad relativa.

El análisis de regresión no detectó significancia para la humedad relativa, los datos se ajustaron a una ecuación

no lineal de segundo grado, en el primer caso no hubo significancia y los restantes fueron altamente significativos.

La maduración de las ascosporas usualmente ocurre en el mes de abril, al acumularse 912 horas frío, 750 unidades calor y 900 mm Hg o su equivalente a 72 por ciento de humedad relativa.

ABSTRACT

Date of the Determination of Maturation and Liberation
of Venturia inaequalis (Cke) Wint Ascospore
in Los Lirios, Coahuila

By

MA. ELIZABETH GALINDO CEPEDA

MASTER IN SCIENCE
PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER 1989

Ing. M.C. Melchor Cepeda Siller - Advisor -

Key words: Venturia inaequalis, maturation,
liberation, ascospore, environmental condition

The objectives of present work were determine the -
influence of relative humidity and temperature in maturation
and liberation of Venturia inaequalis ascospore in Los Li -
rios region.

A positive and significative correlation was observed
between cold hour acumulates and first four development stage
of fungus, tenth stage showed a positive and significative
with relative humidity.

The analysis regression not showed significance to relative humidity, data adjustment to a simple lineal equation the cold hours, heat unite and steam pressure adjusted to a second grade not lineal equation, in first event was no significance and the rest of all were highly significance.

The ascospore maturation usually occur in april, when they accumulate 912 cold hours, 750 warm units and 900 mm Hg stem pressure or its equivalent 72 per cent of relative humidity.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
HIPOTESIS	2
REVISION DE LITERATURA.	3
HISTORIA DEL MANZANO.	3
BOTANICA DEL MANZANO.	4
CICLO VEGETATIVO DEL MANZANO.	6
ESTADOS PRODUCTORES DE MANZANO EN LA REPU- BLICA MEXICANA.	6
LOCALIDADES MANZANERAS DE LA SIERRA DE ARTEAGA	8
PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL MANZANO EN LA SIERRA DE ARTEAGA	8
ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA ROÑA DEL MANZANO	10
ETIOLOGIA	10
POSICION TAXONOMICA	10
ALGUNAS CARACTERISTICAS DE LA TAXA	11
MORFOLOGIA Y DESARROLLO DEL HONGO	13
CICLO BIOLOGICO	13
CARACTERISTICAS DEL DESARROLLO DE LOS CUER- POS FRUCTIFEROS	14
PSEUDOTECIO	14
ASCAS Y ASCOSPORAS	17
CONIDIA	18
EPIFITIOLOGIA	19
SINTOMATOLOGIA	21
METODOS DE CONTROL CONTRA <u>V. inaequalis</u>	23

	Página
MATERIALES Y METODOS	28
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.	28
SUELO	28
LOCALIZACION DEL LOTE EXPERIMENTAL	30
METODOLOGIA DEL PROCESO DE DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO DEL DESARROLLO DE <u>V.</u>	30
<u>inaequalis</u>	30
RECOLECCION DEL MATERIAL ENFERMO	32
DETERMINACION DEL GRADO DE INFECCION	33
PREPARACION DEL MATERIAL VEGETATIVO ENFERMO	33
DESHIDRATAACION POR INCLUSION	34
INFILTRACION E INCLUSION EN PARAFINA	35
SECCIONAMIENTO DE TEJIDO ENFERMO	35
FIJACION DE TEJIDO	37
COLORACION	37
IDENTIFICACION DE LOS ESTADIOS DE DESARROLLO	39
TRAMPEO DE ASCOSPORAS	40
TOMA DE DATOS CLIMATICOS	40
RESULTADOS Y DISCUSION	43
DETERMINACION DEL CICLO ASCOGENO DE <u>Venturia</u> <u>inaequalis</u>	43
COMPORTAMIENTO DE LOS ESTADIOS	49
REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DE <u>V. inaequalis</u>	54
HORAS FRIO	54
UNIDADES CALOR	54
HUMEDAD RELATIVA	57
PORCENTAJE DE DAÑO	57
DISCUSION	73
CONCLUSIONES	78
RESUMEN	80
LITERATURA CITADA	82
APENDICE	88

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
2.1	Desarrollo fenológico del manzano para la Sierra de Arteaga	7
2.2	Principales Estados productores de manzana en la República Mexicana	9
2.3	Ciclo biológico de <u>Venturia inaequalis</u> , agente causal de la roña del manzano. . . .	15
2.4	Reproducción sexual y desarrollo del asca de <u>V. inaequalis</u>	16
3.1	Ubicación del Ejido Rancho Nuevo, en el Municipio de Arteaga, Coahuila.	29
3.2	Localización de los lotes experimentales - seleccionados para el control de la roña del manzano <u>V. inaequalis</u> (Cke) Wint, en el Cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coah.	31
4.1	Humedad media mensual en la primera temporada en el Ejido Rancho Nuevo, Coahuila 1986-1987	48
4.2	Humedad media mensual en la segunda temporada en el Ejido Rancho Nuevo, Coahuila 1987-1988	49
4.3	Diferentes etapas del desarrollo del pseudotecio del hongo <u>V. inaequalis</u>	50
4.4	Diferentes etapas del desarrollo del pseudotecio del hongo <u>V. inaequalis</u>	52

Figura No.		Página
4.5	Diferentes etapas del desarrollo del pseudo- tecio del hongo <u>V. inaequalis</u>	53
4.5	Comportamiento de los estadíos del hongo - <u>Venturia inaequalis</u> a lo largo de dos tempo- radas 1986-1988.	58
4.7	Horas frío y unidades calor acumuladas en la primera temporada 1986-1987.	60
4.8	Horas frío y unidades calor acumuladas en la segunda temporada 1987-1988	61
4.9	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 1º al 5º en la primera - temporada 1987-1987	63
4.10	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 1º al 5º en la segunda - temporada 1987-1988	64
4.11	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 6º al 10º en la primera temporada 1986 - 1987.	65
4.12	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 6º al 8º en la segunda - temporada 1987-1988	66
4.13	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 11º al 14 en la primera temporada 1986-1987	67
4.14	Comportamiento del hongo <u>Venturia inaequalis</u> en los estadíos del 12º al 14 en la segunda temporada 1987-1988	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Escala propuesta por Townsend y Heuberger en 1943 para determinar el grado de infección del hongo <u>V. inaequalis</u> en hojas y frutos de manzano	34
3.2	Composición del preservativo standar FAA de acuerdo a Hernández (1984)	34
3.3	Calendario de deshidratación para inclusión en parafina, de hojas de manzano dañadas por el hongo <u>V. inaequalis</u>	36
3.4	Calendarización para una doble coloración de Safranina-Fast green de los tejidos atacados por el hongo <u>V. inaequalis</u>	38
4.1	Número de apariciones de los diferentes esta <u>díos</u> de <u>V. inaequalis</u> a lo largo de la prime <u>ra</u> temporada 1986-1987	44
4.2	Número de apariciones de los diferentes esta <u>díos</u> del hongo <u>V. inaequalis</u> durante la segun <u>da</u> temporada 1987-1988	45
4.3	Valores de las correlaciones correspondientes a la primer temporada 1986-1987.	55
4.4	Valores de las correlaciones correspondientes a la segunda temporada. 1987-1988	56

INTRODUCCION

En la República Mexicana se encuentran establecidas 70,000 ha de manzano, de las cuales 12,300 ha se localizan en el Estado de Coahuila, superado únicamente en producción por Chihuahua y Durango; dentro del Estado el principal productor de manzana es la Sierra de Arteaga, con una media general de 9 ton/ha en 1985, la que se redujo a 2 ton/ha en 1986, generada por una serie de factores de tipo biótico y abiótico.

Dentro del aspecto fitopatológico destaca la roña del manzano Venturia inaequalis (Cke) Wint, enfermedad endémica de la región de Los Lirios, Coahuila, por localizarse en un cañón donde predominan las temperaturas bajas de 12 a 18°C y alta humedad relativa, condiciones que favorecen ampliamente el desarrollo de la enfermedad.

Las condiciones de temperatura y humedad son las que determinan la maduración del pseudotecio y por lo tanto la liberación de las ascosporas, por lo que para reducir el grado de infección del patógeno es necesario conocer su período exacto de maduración y liberación de las ascosporas con respecto a las condiciones ambientales presentes en el desarrollo del estado ascógeno del hongo.

Con el conocimiento de este tipo de información, se estará en condiciones de determinar el período óptimo para realizar las aplicaciones de fungicidas, disminuyéndose así el inóculo primario, y por lo tanto, el número de aplicaciones con lo que el costo de producción se reducirá en dicha región, por lo anterior, los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

Objetivos

- a) Determinar la influencia de los factores ambientales en el desarrollo del pseudotecio y la maduración y liberación de las ascosporas de V. inaequalis.
- b) Determinar las unidades calor y humedad relativa que el hongo requiere para madurar, y calendarizar de acuerdo a ello, la época de aplicación de productos químicos para el control de la enfermedad.

Hipótesis

La temperatura y humedad juegan un importante papel en la maduración y liberación de las ascosporas de V. inaequalis, por lo que dadas las condiciones ambientales de la región, se espera tener una mayor liberación de las ascosporas en el mes de abril.

REVISION DE LITERATURA

Historia del Manzano

El manzano es considerado como el primer árbol - frutal del cual habla la historia, y su cultivo se remonta a tiempos muy antiguos (Juscáfresa, 1971), pues en Grecia se conocían varios cultivares hacia el año 325 A.C., lo que de muestra que su cultivo se inició mucho antes, al igual que en Europa Central. El centro de origen del género Malus spp es probable que se trate del oeste de Asia, al noreste de - los Montes Himalaya, donde se localizan grandes bosques de manzanas silvestres. En América su cultivo se inició después de la conquista y colonización del continente por los europeos, quienes lo introdujeron (Real, 1982).

En México se sabe de su establecimiento a partir del siglo XVI, sin embargo, estas plantaciones eran de origen casero y su desarrollo comercial se inició en el siglo XX (González, 1972). La primer variedad que se implantó en nuestro país fue la Blanca de Asturias, en el Estado de Puebla, de donde posteriormente se llevó al sureste del Estado de Coahuila por los indios tlaxcaltecas; en la Sierra de Arteaga su cultivo comercial se inicia en el año 1913 y su - cultivo datâ de 1890 (Cepeda et al., 1988).

El manzano pertenece al tipo de planta más familiar de la vegetación, encontrándose en el punto más alto -

de la evolución de las plantas; Sinnot y Wilson (1975) los ubican dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino Vegetal
 División Traqueofitas
 Subdivisión Pteropsidas
 Clase Angiospermas
 Subclase. Dicotiledóneas
 Orden. Rosales
 Familia Rosáceas
 Género Malus
 Especie silvestris Mill

Botánica del Manzano

La raíz es de tipo pivotante superficial y rastrera (Tamaro, 1974), alcanzando una profundidad de uno a 8 metros, su función principal es el anclaje, almacenamiento de sustancias de reserva y conducción, las raíces absorbentes se encuentran en su mayoría entre los 15 y 30 cm de profundidad. (Coutanceau, 1971).

El tallo es un órgano que se desarrolla a partir del embrión de la semilla, de caracteres herbáceos la cual pierde al lignificarse y constituirse en tronco (Calderón, 1977); alcanza ordinariamente de 2.0 a 2.5 m de altura, es de color verde ceniciento, cubierto de escamas, en él se insertan numerosas ramas llamadas madres, las que pueden dar origen a ramas secundarias, ambas llevan ramas de menor vigor llamadas laterales, las que dan origen a las terminales

que son las que contienen las yemas de madera y flor (Coutanceau, 1971).

Las hojas son de forma oval, cortamente acuminadas, aserradas, con dientes obtusos y blandos, por el envés se presentan de color verde claro con pelos ramificados que se enmarañan como borra, mientras que por el haz presentan un color verde más obscuro con cuatro y otros nervios alternos bien desarrollados (Tamaro, 1974). Presenta estomas sólo en el envés por donde realiza la liberación de agua y la asimilación de bióxido de carbono, indispensable para la fotosíntesis (Calderón, 1977). El tamaño medio de las hojas es de cuatro a ocho centímetros de largo y de tres a cuatro centímetros de ancho (Tejeda, 1980).

Las flores son grandes, sésiles, con pedúnculos cortos, son hermafroditas, de un color rosa pálido o blancas, se agrupan en número de tres a ocho flores para formar un corimbo (Thomas, 1975). Las flores son de tipo pentámero con estambres insertados en la parte alta del pistilo, ovario con cinco alvéolos con dos óvulos en cada uno de ellos. Cada botón floral tiene en su base dos yemas de madera, pudiendo ocupar una posición terminal en la ramilla o una posición lateral sobre la madera del año (Coutanceau, 1971).

El fruto es de los denominados pomo, estos frutos tienen un pericarpio diferenciado en partes; la exterior que comprende al exocarpio y mesocarpio es carnosa, y la exterior o endocarpio es coriácea y rodea las semillas (Wilson

y Loomis, 1968). El fruto tiene cinco alvéolos y en cada uno de ellos se encuentran las semillas; el pedúnculo del fruto es de longitud variable, adherente y a menudo está inserto en una depresión (Countanceau, 1971).

Las semillas son pequeñas, aplanadas, con testa de color café, contenidas en dos por carpelo. La semilla es un óvulo que ha alcanzado su maduración conteniendo dos partes esenciales: una externa, constituida por tegumentos, y la interna llamada almendra (Tejeda, 1980).

Ciclo Vegetativo del Manzano

El ciclo vegetativo anual del manzano presenta dos etapas principales, una de crecimiento y desarrollo, y una de descanso. La primera comprende desde la brotación hasta la caída de las hojas, y en la cual tiene lugar la mayor actividad del árbol para acumular nutrimentos que utilizará en el siguiente ciclo, la segunda etapa se inicia posterior a la caída de las hojas hasta el inicio de brotación. En la Figura 2.1 se muestra el ciclo del cultivo del manzano con las diferentes etapas a lo largo de un año en la región manzanera de la Sierra de Arteaga, de acuerdo a lo que reporta Hernández (1982).

Estados Productores de Manzana en la República Mexicana

En la República Mexicana se encuentran aproximadamente 70,000 ha sembradas con manzana, de las cuales 28.577 ha corresponden al Estado de Chihuahua, siendo el principal

productor, seguido por los Estados de Durango y Coahuila; - en menor escala de producción se encuentran Puebla, Sonora, Hidalgo, Querétaro, Zacatecas, Aguascalientes, Nuevo León, Veracruz, Tlaxcala y México (Figura 2.2). Los rendimientos medios obtenidos por hectárea varían dependiendo del área y tipo de explotación, y se encuentran desde 0.5 a 1.5 ton/ha en las áreas poco tecnificadas y llegando de 6 a 7 ton/ha en las zonas altamente tecnificadas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, SARH, 1984).

Localidades Manzaneras de la Sierra de Arteaga

La región manzanera de la Sierra de Arteaga se compone principalmente por los Cañones de La Roja, La Carbonera, El Tunal, Los Lirios y San Antonio de las Alazanas, además de la región del Huachichil, las cuales tienen una orientación oriente-poniente, separados por formaciones montañosas de entre 2800 y 3200 msnm (Cepeda y Hernández, 1986)

Principales Enfermedades del Manzano en la Sierra de Arteaga

El manzano puede ser afectado por más de 50 diferentes tipos de enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus (Cepeda y Hernández, 1983), los mismos autores señalan que las principales enfermedades de la Sierra en Arteaga son

a) Causadas por hongos

Venturia inaequalis
(Cooke) Winter

Roña del manzano

Phodosphaera leucotricha
(Ell. y Eu) Salm.

Cenicilla polvorienta

<u>Glomerella cingulata</u>	Pudrición amarga del
(Ston) Spould y Schrenk	fruto

b) Causadas por bacterias

<u>Agrobacterium (Erwinia)</u>	Agalla de la corona
<u>tumefasciens</u>	
(E.F. Smith y Tom)	

<u>Erwinia amylovora</u>	Tizón del fuego
(Burr) Winslow	

Antecedentes Históricos de la Roña del Manzano

La roña del manzano era conocida por los botánicos desde la primera mitad del siglo XIX, el organismo causal - fue descrito y nombrado por Fries, en Suecia, en el año 1819. El primer reporte auténtico de la enfermedad en América lo hizo Scheinitz, en 1834, en los Estados Unidos (Heald, 1933) en Inglaterra se reporta en 1845, en Australia en 1862 y en Dinamarca en 1875 (Walker, 1973).

En la República Mexicana se reporta que la roña del manzano se encuentra distribuida en gran parte de las zonas productoras de manzana del país, se cree fue diseminada con la introducción de plantas de vivero, constituyéndose en un serio problema para los fruticultores; se desconoce el año de aparición en México (Hernández, 1982).

Etiología

Posición Taxonómica

Alexopoulos y Mins (1979), ubican a V. inaequalis en la siguiente taxa:

Reino Mycetae
 División Ascomycotina
 Subdivisión Amastigomycota
 Clase. Ascomycetes
 Subclase. Loculoascomycetes
 Orden. Pleosporales
 Familia Venturiaceae
 Género Venturia
 Especie inaequalis

Algunas Características de la Taxa

Clase Ascomycetes

La característica distintiva de la Clase es el asca que es una estructura en forma de saco conteniendo típicamente ocho ascosporas, aunque este número es variable (dos a 10) las ascosporas son originadas por formación celular libre, - las ascas se forman dentro de cuerpos fructíferos llamados - cleistotecios, peritecios, pseudotecios, o bien pueden encontrarse libres (Alexopoulos y Mins, 1979).

Orden Pleosporales

Tiene un centro tripo pleospora en el cual las ascas se desarrollan entre pseudoparáfisis, los cuales están - unidos tanto al techo como al piso del lóculo, se originan - en la pared superior y crecen hacia abajo (Alexopoulos y Mins 1979).

Familia Venturiaceae

Produce un ascostroma subcuticular que puede ser -

globoso y glabroso o bien una serie de setas alrededor del poro ostiolar, cuando las ascas están maduras (Alexopoulos y Mins, 1979).

Género y Especie

Agrios (1985), menciona que el micelio del hongo es de color blanco en un principio, pero más tarde se torna crema o grisáceo en los tejidos del hospedero. Roberts y Boothroyd (1972) señalan que las conidias se producen en conidióforos cortos que rompen la zona lesionada, dichos conidióforos forman un estroma obscuro subcuticular situado entre las células que forman las empalizadas y el mesófilo.

Bovey (1977), cita que la fase conidical de V. inaequalis ha recibido varios nombres, entre otros: Fusicladium dendriticum, Cladiosporium dendriticum y el presente Spilocaea pomi.

Spilocaea pomi presenta un micelio subcuticular en el hospedero, en el cual forma un estroma, en su parte superior lleva los conidióforos los cuales son oscuros, unicelulares, simples y llevan anulaciones muy marcadas al cuello, las cuales aparecen cuando la nueva conidia nace en la punta conidial. Las conidias son anelosporas oscuras típicamente con dos células, una de las cuales es más grande, de forma ovoide a piriforme, de angular a punteada y con una base truncada (Barnett y Barry, 1972).

Morfología y Desarrollo del Hongo

Ciclo Biológico

La supervivencia de la roña del manzano durante el invierno se asegura principalmente por la formación de los pseudotecios en las hojas muertas, además de las masas miceliales presentes en los chancros de los brotes atacados, los que formarán conidias en la primavera siguiente (Bovey, 1977).

Al inicio de la primavera los pseudotecios maduros liberan sus ascosporas maduras que son transportadas por el aire hacia las hojas y flores, donde se adhieren con ayuda del apresorio para iniciar la infección (Nicholson, 1973b); la membrana que rodea el saco de infección del apresorio contiene endoenzimas y componentes fungosos que intervienen en la penetración, además de ser el primer componente protoplásmico del hongo, que entra en contacto con la cutícula del hospedero (Nicholson, 1973a). Una vez llevada a cabo la penetración se forma un fino micelio infectivo, el que origina un estroma subcuticular de hifas oscuras, las cuales, después de una o dos semanas de incubación, darán origen a conidióforos cortos que rompen la zona lesionada a través de la superficie de las hojas, frutos y ramas, éstos a su vez producen conidias oscuras al madurar de una o dos células (Nicholson 1973 b; Roberts y Boothroyd, 1972) la segunda infección se lleva a cabo por la conidia de Spilocaea pomi (Walker, 1973). Una vez que las condiciones

son desfavorables ocurre la caída de las hojas, por los meses de octubre y noviembre, dando lugar a la formación del estado ascógeno (Figura 2.3). Este se inicia al formarse el ascogonio y el anteridio, el ascogonio tiene una prolongación - llamada tricogonio, a través del cual pasan los núcleos del ascogonio al anteridio por un poro desarrollado en el punto de contacto de los dos gametangios, una vez situados en el ascogonio, los gametos se aproximan y aparean pero no llegan a fusionarse en este punto; después, estos núcleos sufren mitosis hasta formar septos con la célula terminal uninucleada seguida con las células bicelulares una de las cuales se - alarga y forma un gancho; los núcleos de ésta se dividen de tal forma que dos de los núcleos hijos quedan próximos a la curva del gancho, a continuación se forman septos que divi - den al gancho en tres células, una de las cuales se transformará en asca, inmediatamente los demás núcleos sufren una - meiosis dando lugar a la formación de las ascosporas (Figura 2.4) (Alexopoulos y Mins, 1979).

Características del Desarrollo de los Cuerpos Fructíferos

Pseudotecio

Se empieza a formar con la caída de las hojas y se encuentra parcialmente en los tejidos de éstas, son de color verde olivo a pardo, una vez maduros son de color oscuro - parduzco, de forma esférica o subesférico, con un diámetro - de 0.1 mm, el ostíolo es papiloso y rodeado de setas, éstas son de 25 a 75 micras de longitud (Walker, 1973; Bovey, 1977).

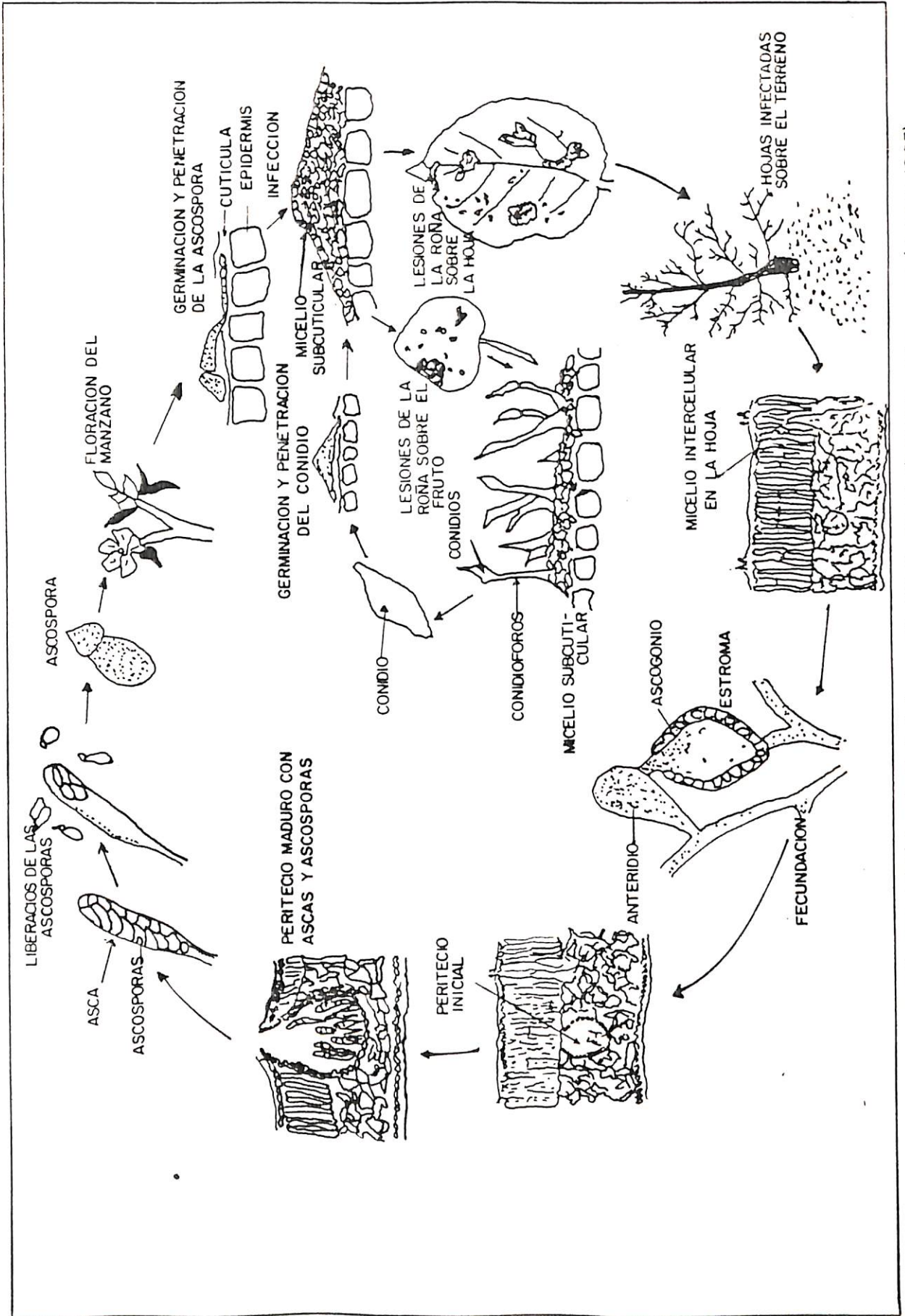


Figura 2.3 Ciclo Biológico de *Venturia inaequalis* agente causal de la roña del manzano (Agrios, 1985).

Wilson (1928) menciona que el pseudotecio se produce entre las regiones del mesófilo de la hoja muerta, este cuerpo es una colonia de hifas que se circundan a ellas mismas, formando un estroma subcuticular el cual continúa su desarrollo en diámetro hasta formarse el cuello, que es el que rompe la cutícula, el pseudotecio se puede formar en la superficie superior y/o inferior de la hoja, siendo más numerosos en la superficie que se encuentra más expuesta a la luz (Godoury y William, 1985).

Una vez que las ascas se encuentran maduras y las condiciones ambientales le son propicias, se crea en el pseudotecio una presión hidrostática ocasionando que las ascas se desplacen hacia el ostíolo donde emergen su punta, la cual desaparece por digestión y las ascosporas son lanzadas al aire, pudiendo descargarse 5630 de éstas en un lapso de 45 minutos los pseudotecios formados en un centímetro cuadrado de superficie foliar (Stakman y Harrar, 1959).

Ascas y Ascosporas

Las ascas son de forma espatulada y tapizan la pared inferior del pseudotecio, contienen ocho ascosporas en su interior las cuales son bicelulares, de color amarillo-verdoso, miden de cinco a 13 micras, las ascosporas tienen la célula superior más pequeña (Walker, 1973; Sarasola y Roca, 1975).

El desarrollo de la asca se inicia después de un período de dormancia en el cual no se observa su desarrollo

en la lámina del pseudotecio, este período es de 45 días y no se ve afectado por la temperatura y humedad (James y Sutton, 1982b)

Una ascospora es considerada madura cuando está completamente formada y de un color olivo claro, su descarga ocurre únicamente en presencia de precipitación, la maduración de las ascosporas de una misma asca ocurre simultáneamente, no ocurriendo así las de las demás ascas de un pseudotecio (Gilpatrick y Szkoninik, 1976) por lo que se encontró que en lugares con fuertes infecciones la emisión de ascosporas dura de cuatro a cinco semanas (Nava, 1977) y ésta, una vez maduras, se encuentran viables por cuatro meses (Howitt y Evans, 1926).

Conidia

El estado conidial de Venturia inaequalis, Spilocea pomi es el responsable de la aparición de la roña en los huertos a finales de la primavera e inicio del verano. La viabilidad de la conidia unida a un conidióforo decrece con la luz, temperatura y humedad relativa, ya que la lluvia es el factor importante de dispersión, asimismo se investigó que la conidia es más común en huertas sometidas a períodos continuos de lluvia y en el aire es más común cuando los días están nublados (Sutton y Jonas, 1976).

Una vez que las conidias llegan y se establecen, emiten un tubo germinativo que formará un apresorio en su ápice, el que tiene una clavija de penetración que formará

un estroma subcuticular que se extenderá más allá de las lesiones necróticas formando conidióforos y conidias (Bovey, 1977).

Epifitología

La roña del manzano es una enfermedad frecuente y peligrosa en regiones con primavera y veranos relativamente fríos, puede estar ausente en climas secos y cálidos, siendo los factores de temperatura y humedad los que actúan en estrecha relación en el desarrollo de la enfermedad (Agrios, 1985).

El crecimiento del pseudotecio se ve afectado por la temperatura y humedad, además de tiempo de caída de las hojas y la época de cosecha de la manzana (James y Sutton, 1982b) ya que su formación se inicia 28 días después de la caída de las hojas y tiende a incrementarse cuando la temperatura baja (Godoury y William, 1982a), cuando existen temperaturas y humedad relativa altas, el pseudotecio aborta debido a un disturbio interno de la asca (O'Leary y Sutton, 1986).

La temperatura para que el pseudotecio inicie su desarrollo es entre 3-20°C con un óptimo de 13°C y para su maduración de 20°C (Wilson, 1928; James y Sutton, 1982a), para incrementar el diámetro del mismo se requiere de una temperatura de 10°C (Godoury y William, 1982c).

Para que las ascas inicien su desarrollo se requiere de un período de dormancia de 45 días, decreciendo a 17

días cuando se tienen temperaturas de 9.5°C , dicho período se reduce cuando la temperatura se incrementa por encima de los 18°C (James y Sutton, 1982b), las temperaturas óptimas para el desarrollo de las ascas es de 18 a 22°C con una alta humedad relativa, el número de éstas se incrementa cuando las condiciones ambientales propicias se presentan tempranamente durante la formación del pseudotecio (Godoury y William, 1982b; Tomerlin y Jonas, 1983).

La maduración de las ascosporas está determinada por la presión interna que ejerce el pseudotecio (Godoury, 1984) así como de un rango de temperatura de 16 a 18°C y con un 100 por ciento de humedad relativa (James y Sutton, 1982b).

Una vez que las ascosporas llegan a los tejidos que van a infectar, tiene lugar un período de latencia el cual se ve afectado cuando las temperaturas se incrementan y cuando las temperaturas medias son de 18 a 25°C , el período de latencias se incrementa nueve días y con temperaturas superiores a 26°C no se ha determinado cual es su período de latencia (Tomerlín y Jonas, 1983).

La temperatura y edad de las hojas influyen en el desarrollo de las lesiones, así tenemos que el óptimo es de 19°C , y para que ésta sea macroscópica en los siguientes ocho o 12 días después de la penetración, requiere de temperaturas de 12 a 24°C , si las hojas son maduras el período de incubación se alarga de 30 a 55 días apareciendo las lesiones después de este tiempo (Sutton y Jonas, 1976) el mismo

investigador determinó que para producir conidias debe existir un mínimo de 60 por ciento de humedad relativa con temperaturas de cuatro a 28°C y que la lesión sea macroscópica.

Sintomatología

La roña del manzano ataca todos los órganos herbáceos del manzano, sobre los cuales se manifiesta mediante manchas irregulares de color verde parduzco a pardo oscuro. Aparecen en la primavera sobre las hojas y en la cara superior del limbo; las manchas son en un principio ligeramente translúcidas y al aumentar de tamaño llegan a ser de color oliváceo, adquiriendo un aspecto vellosa, generalmente se deforma el limbo, a continuación en el interior de la mancha se vuelve pardo en verano, estas manchas suelen ser pequeñas pero numerosas, y recubren gran parte del limbo, especialmente a lo largo de las nevaduras, las hojas infectadas pronto se tornan amarillas y caen (Bovey, 1977).

Durante un ciclo del cultivo pueden ocurrir tres etapas de infección, la primera al inicio de la estación, a mitad del verano y la tercera a la caída de las hojas, al ocurrir la infección con ascosporas en el estado de rosa las lesiones aparecen 16 días después de la infección en la fruta, la segunda etapa infectiva es por conidias y las lesiones aparecen un mes después, y la tercera etapa de lesiones se presenta dos meses después de la primera infección (Scheiderman, 1925a).

Sarasola y Rocca (1975), indican que cuando el foliaje se ha desarrollado, las lesiones también aparecen sobre la parte superior de la lámina foliar adquiriendo un diámetro de tres a seis milímetros, con bordes bien definidos; dichas lesiones presentan un color verde oliváceo ligeramente más oscuro que el color de la hoja, el cual pasa a parduzco e incluso a negro, con la edad las manchas adquieren un aspecto aterciopelado al desarrollarse el micelio en su superficie, las hojas más viejas toman un aspecto convexo - necrosándose los tejidos y pueden ser tan numerosos que cubren parcialmente las hojas.

Los frutos son sensibles en todos los estados de su desarrollo, los ataques precoces provocan la caída de frutos jóvenes un poco más tarde, el moteado causa deformación y los tejidos dejan de crecer a nivel de la mancha, por lo general las zonas necrosadas se agrietan más o menos profundamente, las manchas resultantes de ataques tardíos son más bien superficiales, pequeñas y negras, a veces bordeadas de rojo (Bovey, 1977).

A menudo la inflorescencia es atacada especialmente los sépalos, pétalos, pistilos y ovarios jóvenes; cuando las lesiones se desarrollan en el pedicelo de las flores, éstas se mueren fácilmente resultando poca producción de frutos. (Fuentes, 1960).

Los brotes rara vez son atacados, al principio las alteraciones se parecen a las de las hojas, pero las

alteraciones adquieren el aspecto de pústulas redondeadas o alargadas que desprenden la epidermis, posteriormente éstas se agrietan descubriendo masa de micelio parduzco portador de las conidias del parásito (Bovey, 1977).

Medidas de Control Contra V. inaequalis

La enfermedad se reduce considerablemente al destruir las hojas que han caído al suelo y dando en el otoño labores de arado, por lo que es importante recoger durante el invierno todas las hojas caídas y quemarlas o enterrarlas como medida para evitar la generación ascósfera y al mismo tiempo al podarse el árbol deberán recogerse para ser destruidas todas las ramillas y ramas que pueden presentar la sintomatología del ataque, esta limpia del huerto no es total y por esto en la primavera siguiente siempre queda un foco de infección, aunque la sola operación anterior se haya reducido considerablemente el inóculo (Domínguez y Tejedo, 1976).

Otra alternativa para el control de la enfermedad es el uso de microorganismos, como lo indican Andrews y Flora (1983), al encontrar que Chaetomium globosum inhibe la formación de las conidias al evitar que el tubo germinativo se desarrolle. Heye y Andrews (1983) al trabajar con seis microorganismos obtienen que dos de ellos son más efectivos ya que disminuyen la formación de ascósporas y además alteran la descomposición de las hojas, estos microorganismos son Athelia bombacine y Chaetomium globosum.

El control de la roña del manzano se basa en el uso de fungicidas erradicantes o protectantes que previenen el primer ciclo de la enfermedad, el cual es iniciado por la expulsión de las ascosporas de los pseudotecios que invernan en las hojas infectadas que se encuentran sobre el piso de la huerta (James y Sutton, 1982c).

El calendario de aplicaciones fungicidas protectantes se inicia durante el estado de brotes verdes, una segunda aplicación en el estado de rosa, cuando se muestran los pétalos pero sin que todavía estén abiertos; la tercera aplicación en el estado de caída de los pétalos y las aplicaciones continúan después de la floración, con 10 días de intervalo (Roberts y Boothroyd, 1972).

Sin embargo, el uso continuo de productos químicos trae como consecuencia la aparición de sepas de hongo resistentes o tolerantes a dichos productos, como es el caso del benomyl reportado por Kathan (1976), el cual encontró en Israel y New York cuatro tipos de resistencia a este producto, aun en concentraciones bajas de 0.5 miligramos; además se ha manifestado tolerancia a dodine el cual se manifestó porque el hongo estuvo expuesto al producto por más de 10 años (Yoder y Klos, 1976).

Para evitar este tipo de problemas, en la actualidad se está recurriendo al uso de modelos matemáticos que nos ayuden a pronosticar la primer descarga de ascosporas y así reducir el número de las aplicaciones químicas.

Sutton y Jonas (1976), mencionan que los servicios contemporáneos de la roña del manzano identifican el primer período de infección sobre las bases de desarrollo planta - hospedante y datos climáticos de humedad y temperatura; en algunos casos se estima la maduración y descarga de las ascosporas de V. inaequalis al coleccionar hojas en fresco, y con el uso de trampas de esporas detectan la cantidad de inóculo en el aire; las trampas que mejor resultado dan son las rotadoras, por ser las que capturan mayor número de ascosporas a 0.45 m del suelo.

Jonas y Sutton (1980), construyeron un instrumento electrónico para monitorear la temperatura y humedad de las hojas de manzano así como la humedad relativa que prevalece en las huertas, esto con la finalidad de determinar el primer período de infección de la roña del manzano, dicho trabajo se llevó a cabo en un invernadero con árboles pequeños y con una alta densidad de inóculo, en este período se determinó el tiempo que se requiere para presentarse los primeros síntomas al existir la descarga de ascosporas.

James y Sutton (1982a), encontraron que un modelo matemático ya establecido para determinar la época de liberación de ascosporas de V. inaequalis en el área de New York no estimaba adecuadamente esta liberación en Carolina del Norte, debido a aspectos biológicos y climáticos de la región, dando como resultado que las unidades calor no se acumulan tan rápidamente como en New York.

Mac Hardy y Godoury (1985) establecen un modelo matemático basado en datos históricos de humedad y unidades de calor acumuladas en base a 0°C, y con esto determinan los estadios fenológicos del hongo y la fecha de liberación de las ascosporas, de esta forma, ellos dicen que una vez que se cumplen los requerimientos de temperatura y humedad, el 10 por ciento de las ascosporas maduran en cuatro días consecutivos y el 90 por ciento restante lo hacen en dos días.

A pesar de ésto, el control químico es el más usado y Stains y Jonas (1985) reportan que en la actualidad el control se encuentra basado en fungicidas que inhiben el esterol, por lo que estos productos son usados satisfactoriamente sobre aquellos genotipos de V. inaequalis que muestran tolerancia a dodine y benomyl.

Ulíbarri (1989), reporta que en el año de 1986, al evaluar se cuatro fungicidas en el Ejido Rancho Nuevo, con una dosis de metalaxyl + Mancozeb, 250 g/100 lt de agua; yodo-etanol, 400 cc/100 lt de agua; triforine, 125 cc/100 lt de agua, y topas 100 EC, 40 cc/100 lt de agua, el que mejor resultado dió fue el metalaxyl + mancozeb, el cual es un producto sistémico compuesto, y el producto sistémico simple el que mejor protección dió es el topas EC 100.

Cepeda (1988) realizó un experimento en las localidades Majada Colorada y Rancho La Conchita, ambos pertenecientes a los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila, en el cual probó ocho productos químicos, encontrando que

el mejor producto para controlar la roña del manzano -
V. inaequalis es la mezcla de metalaxyl + mancozeb, a una -
dosis de 250 g en 100 lt de agua (ridomil MZ-58), el produco
sistémico para controlar la enfermedad es el producto exper
imental 1,2,3,6 tetrahydro-N-(triclometiltio) ftalamida,
a una dosis de 400 cc en 100 lt de agua (topas EC).

Gómez (1989), al evaluar seis fungicidas en la re-
gión de la Mesa de las Tablas, en la Sierra de Arteaga, -
Coahuila, encontró que los mejores productos para controlar
la roña del manzano son el producto experimental CGA 71818
en una dosis de 150 g/100 lt de agua; el bitertanol, 400 cc/
100 lt de agua, y la mezcla de bitertanol + mancozeb, 20 cc
+ 240 cc/100 lt de agua, todos ellos aplicados con un adhe-
rente (bionex) en una dosis de 200 cc/100 lt de agua.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area de Estudio

La presente investigación fue ubicada dentro del - Cañón de Los Lirios, el cual pertenece a la región manzanera de la Sierra de Arteaga. Dicho cañón tiene una orientación oriente-poniente, a $25^{\circ}31'$ de latitud norte y $100^{\circ}41'$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Figura 3.1), con un clima templado, con veranos cálidos y una temperatura media anual de 12 a 18°C , siendo la temperatura máxima y mínima en el mes más frío de 18 y -3°C y de 18 y 24 durante el mes más cálido. La precipitación pluvial media anual es de 400-500 mm, con dos épocas máximas de lluvia: la primera ocurre en los meses de abril a junio, con un período de sequía intraestival en los meses de julio y agosto, y la segunda época de lluvia en los meses de septiembre y octubre.

Suelo

La huerta está localizada en una área reportada - por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (1976), como perteneciente a los suelos castañozem cálcico, los cuales son buenos suelos para la agricultura y pastizal, poseen una acumulación de calcio con una textura fina, son permeables y una característica es la de ser suelos petrocálcicos.

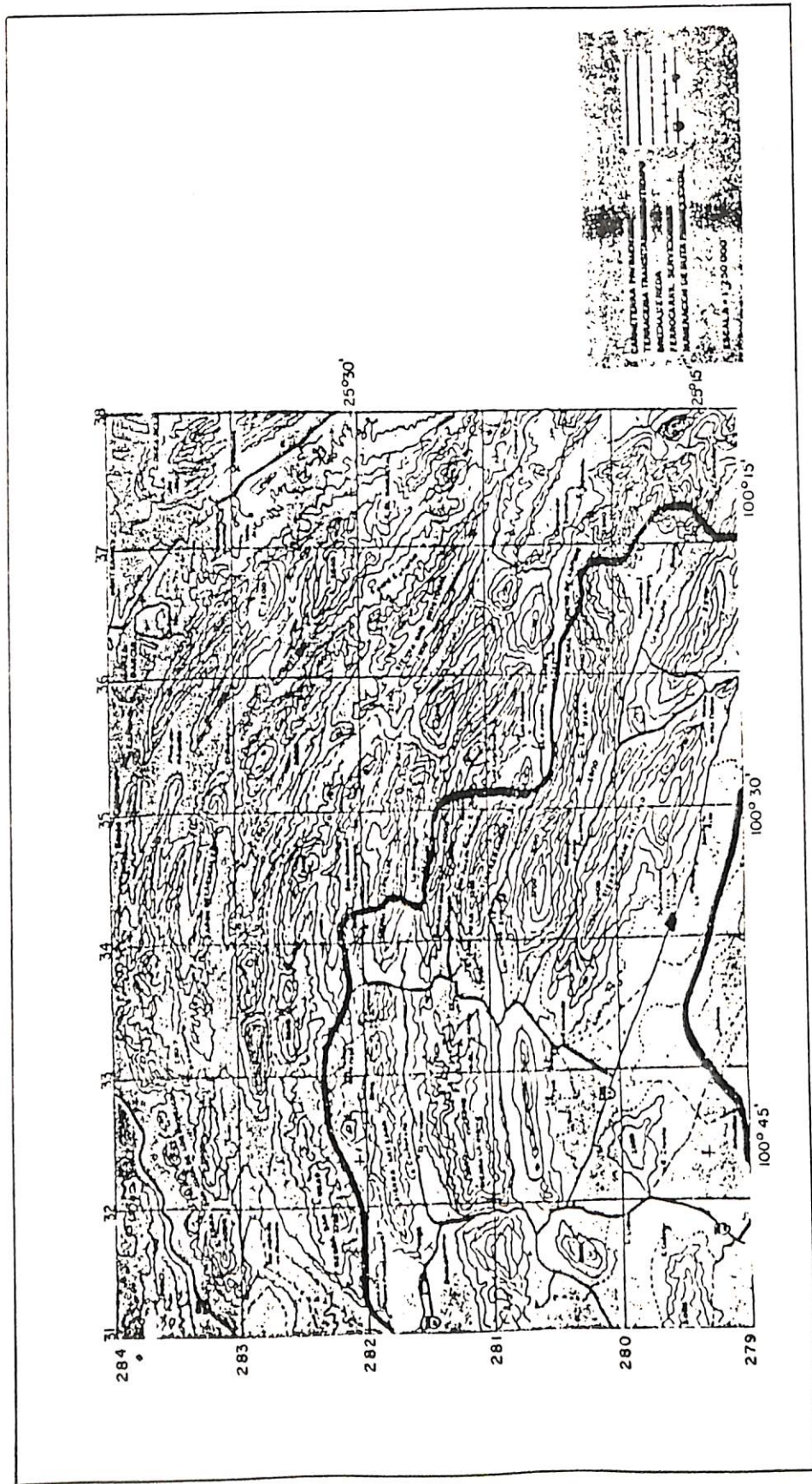


Figura 3.1 Ubicación del Ejido Rancho Nuevo en el Municipio de Arteaga Coahuila (CETENAL 1976).

Localización del Lote Experimental

El experimento se localizó en una huerta que se encontraba altamente infestada, de acuerdo a la clasificación que hizo Townsend y Heuberger (1943), en la que describen un daño severo a los frutos y hojas que tengan un número mayor de 41 manchas ocasionadas por V. inaequalis, en dicho lote, además de corresponder a esta categoría, no se realizó ningún tipo de control químico, ésto con la finalidad de evitar residualidad del producto, la que pudiera interferir con el desarrollo del estado ascógeno del hongo. La huerta es propiedad del Sr. José Urbina y pertenece al Ejido Rancho Nuevo, la cual está plantada con manzanos de la variedad Golden y Red Delicious, en un arreglo seis por seis metros, y con 15 años de establecida; se localiza a una altura de 2250 msnm (Figura 3.2).

Metodología del Proceso de Determinación del Período Crítico de Desarrollo de V. inaequalis

Para este proceso se consideró necesario la fabricación de una jaula de recolección, con las siguientes características: una armazón de alambre de cuatro milímetros de diámetro y cuyas dimensiones son de 60 x 40 x 40 cm, además de una tapa del mismo material, ésta fue cubierta con tela de malla metálica de una pulgada de diámetro, el uso de esta jaula fue principalmente para coleccionar el material enfermo y mantenerlo lo más cercano a las condiciones ambientales en las que se encuentra la huerta.

Las hojas enfermas fueron colocadas en fijador, y se les determinó el grado de infección antes de ser seccionadas en trozos de 10 mm , el tejido enfermo se procedió a llevarlo a su deshidratación para llegar a la inclusión en parafina, con la que se formaron bloques de tejido y parafina, - el cual fue seccionado con la ayuda del microtomo y así formar bandas de 10 micras de espesor, con las cuales se hicieron laminillas que fueron coloreadas con la finalidad de diferenciar los tejidos y poder identificar los estadios de desarrollo de V. inaequalis para finalmente fotografiarlos.

En el campo se realizó un trapeo de esporas para comprobar la época de maduración y liberación de las ascoporas durante los ciclos de 1986-1988 y con la ayuda de un higrotermógrafo se obtuvieron datos diarios de humedad relativa y temperatura, los cuales se presentan en el anexo. Con estos datos se llevaron a cabo los análisis estadísticos para determinar la influencia de las condiciones ambientales - en el desarrollo del hongo.

Recolección y Muestreo del Material Enfermo

La primera temporada del muestreo se inició a partir del mes de diciembre de 1986, en la cual se colectaron - hojas de manzano que presentaban los síntomas típicos de la enfermedad al momento que el árbol inició su estado de reposo; estas hojas en conjunto con otras colectadas al azar, - fueron depositadas en una jaula de tela de malla cuya finalidad es la de mantener suficiente material para realizar los análisis necesarios. De las cinco jaulas en estudio, cuatro

se localizaron en los extremos de la huerta y uno en el centro de la misma, estas jaulas fueron fijadas a un metro de altura del suelo bajo un árbol, con la finalidad de evitar que las corrientes de aire dispersaran las hojas contenidas. La colecta de hojas dañadas se terminó en el mes de junio de 1987 y cada muestreo se realizó con un intervalo de 15 días, en cada fecha se tomaron 20 hojas de la jaula a las cuales se les determinaba la presencia de daño o no; cuatro de las hojas dañadas de cada jaula fueron puestas en fijador tipo FAA, se etiquetaron bien y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola, para su posterior procesamiento.

La segunda temporada de muestreo se realizó de noviembre de 1987 a mayo de 1988, durante este ciclo de muestreo se continuó con el mismo procedimiento que en la primera temporada.

Determinación del Grado de Infección

Las hojas que se depositaron en fijador antes de ser procesadas para realizar los cortes, fueron evaluadas para detectar el grado de infección, de acuerdo a la escala propuesta por Townsend y Heuberger en 1943 (Cuadro 3.1).

Preparación del Material Vegetativo Enfermo

El material colectado en el campo fue colocado en el fijador standar de la microtécnica y es conocido como FAA (Cuadro 3.2), cuya función es la de detener el proceso de la

Cuadro 3.1. Escala propuesta por Townsend y Heuberger en 1943 para determinar el grado de infección del hongo *V. inaequalis* en hojas y frutos de manzano.

Categoría	Número de manchas por fruto u hoja
1) Mínima	1 - 10
2) Leve	11 - 20
3) Mediana	21 - 30
4) Fuerte	31 - 40
5) Severo	41

Cuadro 3.2. Composición del preservativo standar FAA de acuerdo a Hernández (1984).

Reactivo	Cantidad (cc)
Alcohol etílico del 95%	50
Acido acético glacial	5
Formaldehído (36-40%)	10
Agua destilada	35

vida sin distorsionar los tejidos que nos interesan, además de hacerlos lo suficientemente firmes para su manejo; las hojas fueron seccionadas en pedazos de 10 mm² y se conservaron en el fijador hasta el momento de continuar el proceso de la microtomía.

Deshidratación por Inclusión

La deshidratación consiste en quitar el agua de los tejidos fijados y endurecidos, además tiene una acción de lavado y le confiere firmeza al material; este proceso consta de dos métodos, uno en el que el tejido es deshidratado con una solución no solvente de la parafina, cuyo componente

principal es el alcohol etílico al 95 por ciento, el segundo método consta de un solvente de la parafina el cual es más común el xilol (Cuadro 3.3); en este paso se prepara el material para después incluirlo en parafina para continuar con el proceso de la microtomía.

Infiltración e Inclusión en Parafina

El material fue colocado en un frasco que contenía hasta la mitad de su capacidad un solvente de la parafina al que se le agregaba periódicamente escamas de parafina cuando éstas se hayan derretido, ya que estos frascos estaban colocados en una estufa a 35°C por un tiempo de 24 horas, después del cual la temperatura se elevará a 45°C, los que se mantuvieron por 24 horas para después cambiarla a 55°C y en este momento se cambiará a parafina pura por dos ocasiones para eliminar cualquier residuo del solvente, aquí se mantienen por espacio de 14 horas a partir de la segunda transferencia a la parafina pura, para finalmente elevarla a 60°C a partir de la cual se podrá vaciar a los moldes de papel aluminio de nueve por 11 cm, en donde el tejido y la parafina se solidificarán una vez que los tejidos tratados deberán estar etiquetados para evitar confusiones.

Seccionamiento del Tejido Enfermo

Una vez que el bloque de parafina esté completamente solidificado, se procedió a remover un pedazo que contenga el tejido que se desea seccionar, el cual es colocado en una platina ranurada del microtomo a la que se une con ayuda

Cuadro 3.3. Calendario de deshidratación para inclusión en -
parafina, de hojas de manzano dañadas por el hongo V. inaequalis (Sass, 1958).

Solución	Intervalo de tiempo (hr)
Alcohol etílico 30%	4
Alcohol etílico 40%	4
Alcohol etílico 50%	4
Alcohol etílico 60%	4
Alcohol etílico 70%	4
Alcohol etílico 85%	4
Alcohol etílico 95%	4
Alcohol etílico 95%	4
Alcohol absoluto I	2
Alcohol absoluto II	2
Alcohol 3 partes + xilol 1 parte	2
Alcohol 1 parte + xilol 1 parte	2
Alcohol 3 partes + xilol 3 partes	2
Xilol puro I	2
Xilol puro II	2
Xilol + parafina a 35°C	24
Xilol + parafina a 45°C	24
Parafina pura I a 55°C	8
Parafina pura II a 55°C	14
Parafina pura a 60°C	24
Inclusión	

de parafina y una espátula caliente, al estar bien unida y solidificada la parafina será colocada adecuadamente en la base del aparato para realizar los cortes, previamente colocado en la graduación en base al espesor deseado (10 micras) iniciándose a seccionar el tejido hasta obtener una cinta de parafina y de esta manera llevar a cabo su fijación.

Fijación del Tejido

La cinta de parafina que contenga al tejido con un diámetro no mayor de dos tercios del tamaño del cubreobjetos que se desea usar, este corte es colocado en un portaobjetos limpio al cual previamente se le colocó vapor de agua y adhesivo de harpt, además de una gota de formalina al cuatro por ciento, posteriormente se le aplicó calor con el fin de que el tejido se extienda en la superficie del portaobjetos, al lograr ésto se retira el exceso de líquido, con la ayuda de una aguja de disección comprobándose que el tejido está bien unido y no se desprenderá, si lo hace se le aplica más calor, hasta que el tejido quede unido, al lograr se ésto, es el momento en el que la preparación estará lista para su almacenamiento y posterior coloración.

Coloración

La coloración juega un papel de suma importancia para obtener laminillas que nos permitan apreciar con detalle las estructuras que nos interesan, por lo que se debe de lograr un buen contraste de coloración entre los tejidos lo que facilita el trabajo, en este caso usamos la doble -

coloración (safranina -fast green) la que consiste en pasar las laminillas por una serie de solventes que retiran el exceso de cera y permiten al tejido absorber el colorante, finalmente las laminillas son selladas con bálsamo de Canadá y pasadas por un proceso de secado para su posterior identificación (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Calendarización para una doble coloración de Safranina-Fast green de los tejidos atacados por el hongo V. inaequalis (Hernández, 1984).

Reactivo	Tiempo
Xilol I, II, III, desparafinar	5 min c/u
Alcohol absoluto	2 minutos
Alcohol etílico del 96%	2 minutos
Alcohol etílico al 85%	2 minutos
Alcohol etílico al 70%	2 minutos
Alcohol etílico al 60%	2 minutos
Alcohol etílico al 50%	2 minutos
Agua destilada	Enjuague
Safranina acuosa al 1%	5-10 minutos
Agua destilada	Enjuague
Alcohol etílico al 50%	Enjuague
Alcohol etílico al 60%	Enjuague
Alcohol etílico al 70%	Enjuague
Alcohol etílico al 85%	Enjuague
Alcohol etílico al 96%	Enjuague
Verde rápido en alcohol etílico al 96%	5-10 minutos
Alcohol etílico absoluto I, II, III	Enjuague
Carbol-xilol (diferenciador)	5 minutos
Xilol I, II, III	5 min c/u
Resina y cubreobjetos	

Identificación de los Estadios de Desarrollo

Las laminillas, una vez que se secan, se procede a - determinar en qué estadio de desarrollo se encontraban al - momento de llevar a cabo el muestreo, con la ayuda del micros copio compuesto y la escala propuesta por James y Sutton - (1982b). Se procedió a observar 320 laminillas, 64 por cada una de las hojas colectadas en su respectiva jaula del campo; al determinar los estadios se procedió a la microfotografía - de cada uno de ellos.

Escala Propuesta Para Determinar el Estado de Desarrollo del Pseudotecio del Hongo V. inaequalis

1. Estroma subcuticular
2. Pseudotecio inicial
3. Formación del ascogonio
4. Formación de la pseudoparáfisis en el lumen del pseudotecio
5. Lumen del pseudotecio lleno de pseudoparáfisis
- 5a. Aumento del diámetro del pseudotecio
6. Aparición de ascas
7. Ascas a la mitad de desarrollo
8. Ascas formadas pero con su contenido no diferenciado
9. Ascas con ascosporas iniciales pero no septadas
10. Ascas con ascosporas formadas usualmente septadas
11. Ascas con ascosporas formadas pero no pigmentadas
12. Ascas con ascosporas maduras y pigmentadas
13. Ascas vacías (ascosporas liberadas)

14. Ascas abortadas

(James y Sutton, 1982b).

Trampeo de Ascosporas

Una vez que se detectó bajo el microscopio compuesto el estadio 11 (ascas con ascosporas formadas pero no pigmentadas) y de acuerdo a la literatura que menciona que la liberación de las ascosporas ocurre hacia el mes de abril se procedió a llevar a cabo el trampeo de esporas. Este se realizó cubriendo un portaobjetos con una ligera capa de vaselina, colocándolos en los cuatro puntos cardinales del árbol, a diferentes alturas (1.50, 1.60 y 1.70 m), así como en la parte media y baja del tronco, los árboles fueron escogidos al azar, así como también aquéllos en los que se encontraban las cajas de tela mosquitera, los portaobjetos se adhirieron a las ramas con cinta adhesiva y fueron cambiados cada tres días hasta que se detectó el estado conidial del hongo, el cual corresponde al género Spilocaea pomi, el que posteriormente se verificó en el laboratorio.

Toma de Datos Climáticos

Los datos de temperatura y humedad relativa diaria se obtuvieron con un higrotermógrafo que se colocó en el área de estudio, la hoja de registro de datos era cambiada semanalmente, la información obtenida fue utilizada para determinar la presión de vapor, las unidades calor por el método residual, las horas frío por el método de Da Mota y estas unidades al acumularse nos ayudan a determinar el

crecimiento del hongo y como van influenciando en su aparición, para lograr ésto se llevó a cabo una serie de análisis de correlación y regresión para determinar los factores que muestran mayor influencia en el desarrollo del estado ascógeno de V. inaequalis.

El modelo de regresión usado es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \xi_i$$

donde: $i = 1, 2, \dots, n$ independiente

$$\varepsilon \sim NI(0, \sigma^2)$$

x_1, x_2 = observación de la variable independiente controlados por el experimentador

β_0, β_1 = parámetros desconocidos que determinan la recta de regresión $y/x = \beta_0 + \beta_1 x$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{ji} + \beta_2 x_{ii} + \xi_i$$

Las unidades calor se obtuvieron usando el método residual modificado (Torres, 1983)

$$* UC = 0.083 \cdot \tau (TH - PC)$$

donde: UC = unidades calor

τ = fotoperíodo

$$T.H \rightarrow TH = \frac{T_{\text{máx}} - T_{\text{min}}}{2}$$

PC = punto crítico (7°C)

El fotoperíodo se obtuvo:

$$\tau = \frac{2W}{15}$$

W = arco cos (-tan ϕ tan)

$$= 23.45 \text{ sen } (0.9856 n)$$

U.A.A.A.N.

- donde: = declinación solar
- n - número de días a partir del 22 de marzo
- = fotoperíodo
- W = ángulo horario (de la salida del sol a medio-
 día solar)
- ∅ = latitud geográfica

Las horas frío se obtuvieron por el método de Da -
Mota (Torres, 1983).

$$HF = 485.1 - 28.5 TM$$

- donde: HF = horas frío mensuales
- TM = temperatura media mensual (°C) de los meses de
 noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo

La presión de vapor se calcula:

$$Hr = \frac{e}{E} \times 100 \qquad e' = E \times Hr$$

- donde: Hr = humedad relativa (%)
- e = presión actual de vapor de agua (mm Hg)
- E = se obtuvieron de tablas
 e(mb) en función de la temperatura (°C)
- $E = 6.11 \times 10^n$ donde $n = \frac{7.5 (T)}{237.3 + T}$

El porcentaje de daño de los hongos fue transforma-
do con la fórmula:

$$\text{Datos transformados} = \text{Sen}^{-1} \sqrt{\frac{\text{Por ciento}}{100}}$$

citado por Little y Jackson (1976)

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del Ciclo Ascógeno de Venturia inaequalis

El ciclo ascógeno del hongo V. inaequalis se inicia con un estroma subcuticular, el cual para el día 12 de diciembre de 1986, fecha del primer muestreo, se encontró que se presentó con una dominancia sobre los demás estadíos que aparecieron (Cuadro 4.1), en la segunda temporada el primer muestreo se realizó un mes antes que en el ciclo pasado, por lo que se encontró que el estroma subcuticular fue el único estadío presente (Cuadro 4.2). Los estadíos dos, tres y cuatro aparecieron en la primer fecha de muestreo en la primer temporada, aun cuando su número de apariciones es muy bajo, en la segunda temporada los estadíos dos y tres aparecen un mes después del primer muestreo en la segunda temporada.

El estadío cinco aparece en el mes de enero en el primer ciclo, en el segundo hasta el mes de febrero y acompañado de otros estadíos en los que las ascas son completamente formadas pero su contenido aún no se ha diferenciado, en el primer ciclo se encontró que las ascas presentaron la mitad de su desarrollo (estadío seis y siete), a finales de este mes su contenido fue diferenciado y se formaron las ascas formándose

Cuadro 4.1. Número de apariciones de los diferentes estadios de V. inaequalis a lo largo de la primer temporada 1986-1987.

Meses	Número de Estadio														
	1	2	3	4	5	5a	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12-Dic-87	200	95	18	7											
1-Ene-88	185	107	23	5											
14-Ene	167	85	45	11	10	2									
28-Ene	123	102	58	19	6	7	2	3							
14-Feb	100	135	57	13	6	5	4								
1-Mar	12	136	131	29	4	3	5								
16-Mar	/	62	102	38	40	26	9	30	10	3					
28-Mar	26	135	118	28	8	1	2	2	/	/					
11-Abr	/	62	104	45	25	23	17	32	3	7	2				
25-Abr	/	14	47	29	41	37	20	53	31	15	10	12	4	3	4
9-May	/	3	27	16	32	31	14	45	48	45	24	19	10	3	3
23-May	/	1	3	12	24	53	45	53	38	28	15	21	15	3	9
6-Jun	12	56	25	5	2	18	13	34	44	44	20	2	/	38	7

Cuadro 4.2. Número de apariciones de los diferentes estadios del hongo V. inaequalis durante la segunda temporada 1984-1988

Meses	Número de Estadio														
	1	2	3	4	5	5a	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15-Nov-87	320	/	/												
12-Dic	288	26	5												
Ene-88	219	71	18	21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Feb	65	158	72	9	13	1	/	1	1						
Marzo	96	88	78	23	18	1	8	3	5						
Abril	124	71	44	21	12	10	2	10	1	/	/	/	3	20	2
Mayo	22	44	80	34	37	44	23	22	9	/	/	/	/	2	3

ascosporas en la segunda semana del mes de marzo. El estadio 10 apareció en el mes de abril y únicamente se presentó en dicho muestreo.

Los estadios 11 y 12 aparecen a fines del mes de abril, al igual que el estadio 13, en el que se encuentran las ascosporas libres en el pseudotecio y listas para ser expulsadas, en dicha fecha la recolección de ascosporas con trampas empezó a tener sus primeras esporas colectadas, lo que confirma lo que se observó en el microscopio, el número de ascosporas trampeadas fue bajo, al igual que el número de pseudotecios con ascosporas listas para ser liberadas, pues únicamente se encontraron un 0.96 por ciento de pseudotecios con estas características en la primera temporada, 46 días después éstos se incrementaron a un 11.36 por ciento, esto se debe a un aumento en la humedad relativa, como se observa en la Figura 4.1, asimismo, el número de ascosporas colectadas con las trampas aumenta en el mes de junio.

En la segunda temporada ocurrió lo contrario, ya que en el mes de abril los pseudotecios que se encontraron con las ascosporas libres fue de un 6.25 por ciento, decreciendo este número a los 42 días a un 0.625 por ciento, este mismo comportamiento lo siguen las ascosporas trampeadas y esto se debe a una disminución en la humedad relativa en comparación a la temporada pasada, en esta fecha la cual registró un 10 por ciento menos (Figura 4.2); en la segunda temporada no fue posible realizar el muestreo debido a que las hojas se encontraron parcialmente desintegradas y no se

determinó el número de lesiones presentes, pero aun así, el trampeo de esporas se llevó a cabo y las colectas detectaron un gran número de ellas en este mes.

Comportamiento de los Estadíos

Los primeros cuatro estadíos de desarrollo (Figura 4.3), requieren de condiciones climáticas muy similares para presentarse, ya que mientras el número de apariciones del es troma subcuticular decrece, en los restantes aumenta (Cuadro 4.1); en el ciclo segundo, el muestreo se inicia con un mes de anticipación a la fecha del primer muestreo del ciclo pasado, por lo que las hojas fueron colectadas al momento de caer del árbol, por lo que el estroma subcuticular fue el único estadio presente; los estadíos dos y tres hacen su aparición en el segundo muestreo, coincidiendo su aparición con lo del primer ciclo; en ambos casos dichos estadíos se encuentran en mínima representación (Cuadro 4.2).

La pseudoparáfisis en el lumen del pseudotecio (estadio cuatro) se presenta dos meses después de iniciado el muestreo en la segunda temporada, lo que nos hace suponer que para presentarse requiere de otras condiciones ambientales que en dicha temporada no se cumplieron en los primeros meses.

En la segunda semana del mes de enero, el estadio cinco hace su aparición en sus dos fases, en este tiempo el pseudotecio, además de aumentar de diámetro, llena completamente el lumen con pseudoparáfisis, en la segunda temporada

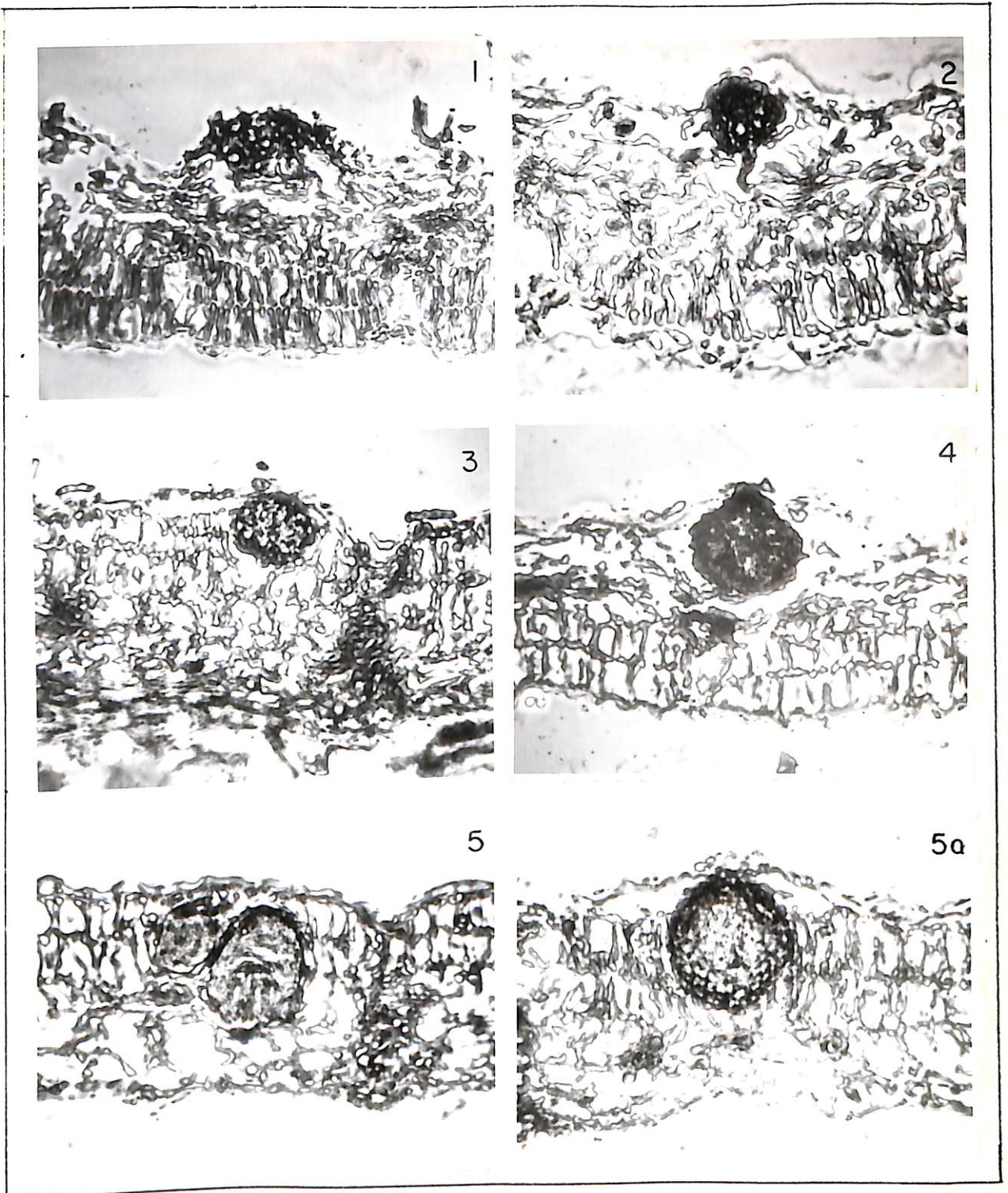


Figura 4.3. Diferentes etapas del desarrollo del pseudotecio del hongo *V. inaequalis*: 1, (est 1) estroma subcuticular; 2, (est 2) pseudotecio inicial; 3, - (est 3) formación del ascogonio; 4 (est 4), formación de pseudoparafisis en el lumen del pseudotecio; 5 (est 5), lumen del pseudotecio lleno de pseudoparafisis; 5a (est 5 retardado), aumento del pseudotecio en diámetro

dicho estadio aparece acompañado de otras fases, pero hasta el mes de febrero (Figura 4.3).

Los estadios seis y siete aparecen simultáneamente, lo que indica que las condiciones ambientales no afectan el crecimiento de las ascas una vez que éstas inician su desarrollo (Figura 4.4); en la segunda temporada el estadio ocho se agrupa con los dos estadios anteriores y en esta fase las ascas terminan su formación aun cuando su contenido no se encuentre diferenciado.

En el primer ciclo los estadios ocho y nueve tienden a presentarse simultáneamente en el mismo muestreo (Figura 4.4) y en este tiempo se empezaron a observar dentro de las ascas ascosporas sin septar.

Las ascosporas bicelulares aparecen en forma aislada de cualquier estadio en la primera temporada, en el segundo ciclo este estadio, además del 11 y 12, no fueron detectados, por lo que se asume que las condiciones ambientales tienen un marcado efecto para que estos estadios se presenten (Figura 4.4).

Los últimos cuatro estadios del desarrollo del pseudotecio de V. inaequalis se presentan en forma agrupada debido a que las ascosporas pasan rápidamente de una fase a la otra y éstas son liberadas llegando finalmente para encontrar los pseudotecios vacíos y un gran número de ascosporas libres en el aire (Figura 4.5).

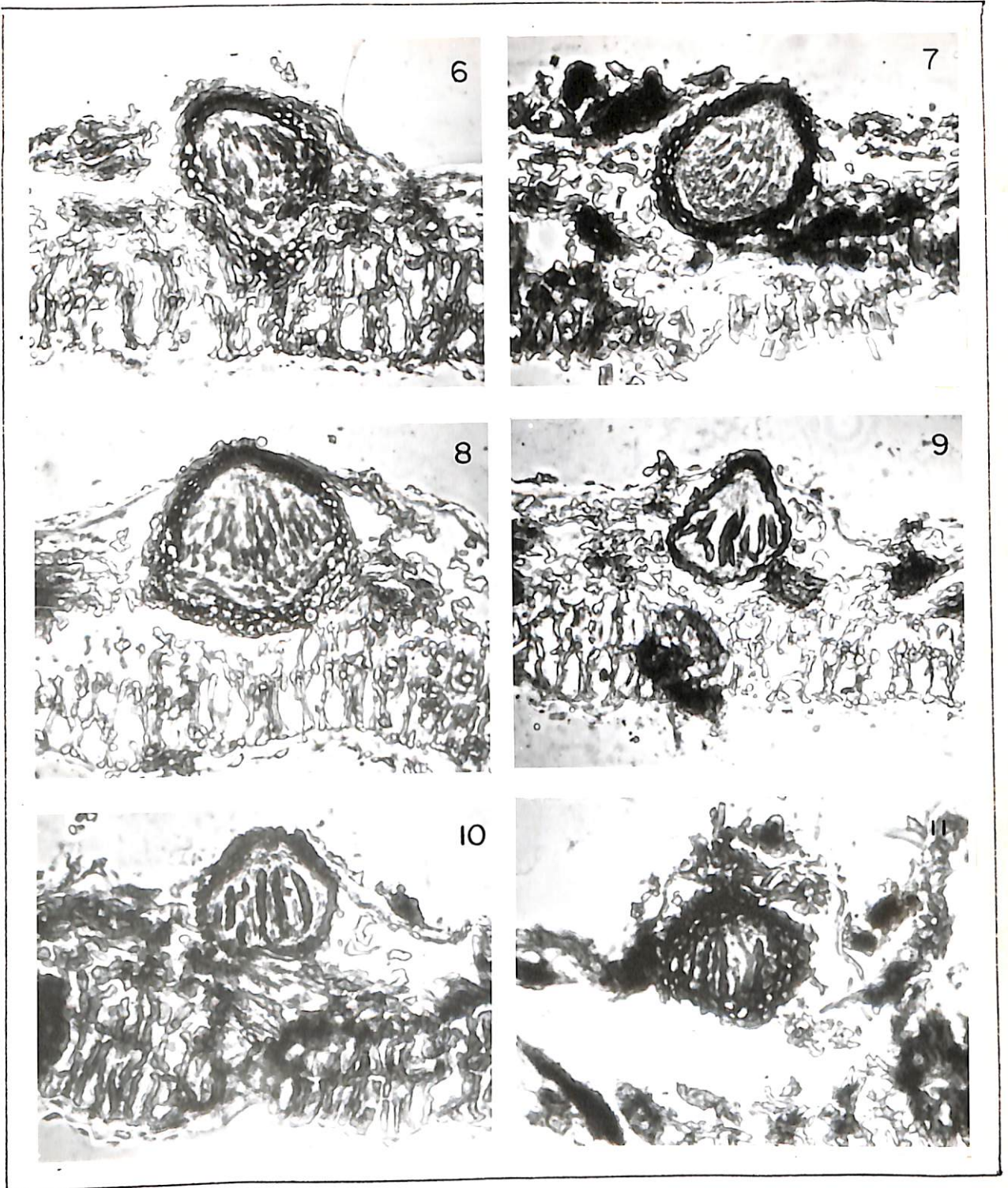


Figura 4.4. Diferentes etapas del desarrollo del pseudotecio del hongo *V. inaequalis*: 6 (est 6), aparición de ascas; 7 (est 7), ascas a la mitad de desarrollo; 8 (est 8), ascas formadas pero con su contenido no diferenciado; 9 (est 9), ascas con ascosporas iniciales pero no septadas; 10 (est 10), ascas con ascosporas septadas; 11 (est 11), ascas con ascosporas formadas pero no pigmentadas

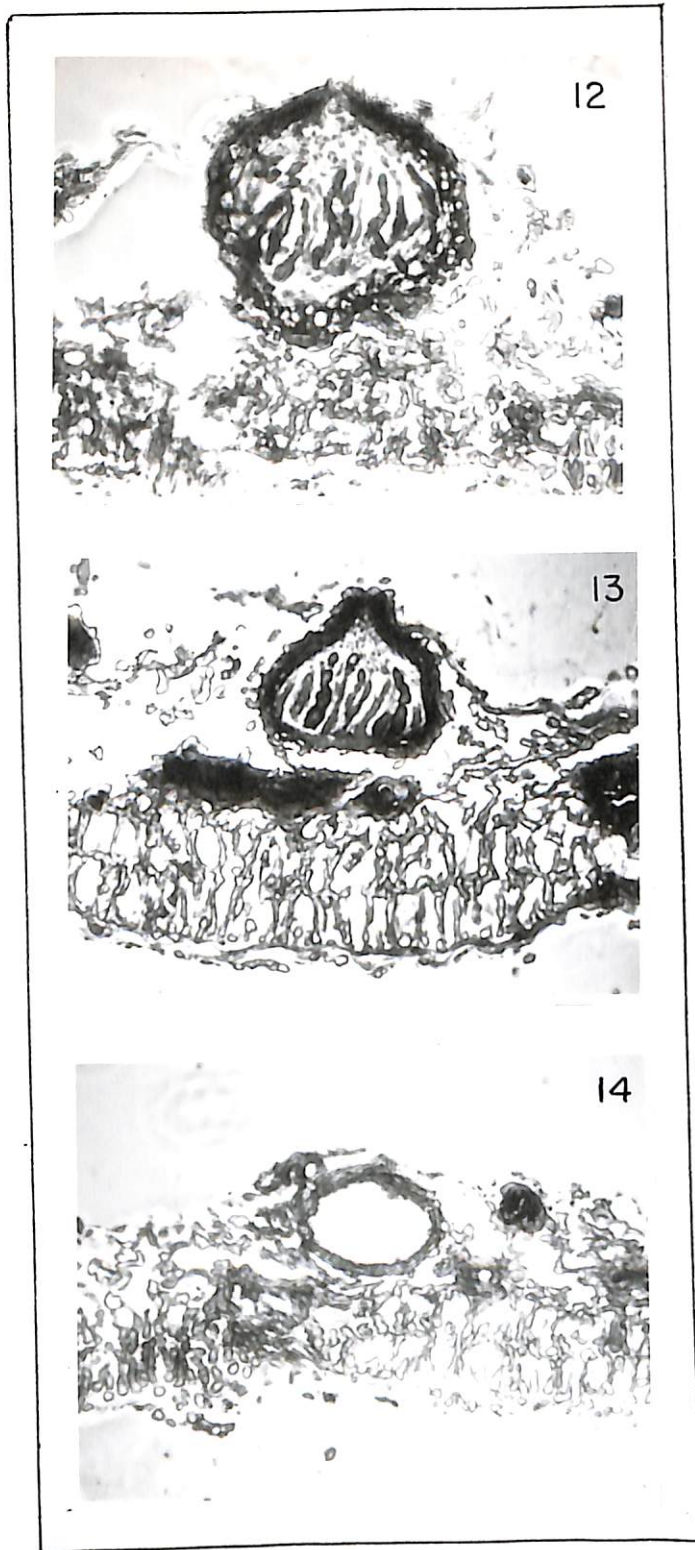


Figura 4.5. Diferentes etapas del desarrollo del pseudotecio del hongo *V. inaequalis*: 12 (est 12), ascas con ascosporas pigmentadas y maduras; 13 (est 13), - ascas vacías (ascosporas liberadas); 14 (est 14), ascas abortadas.

Requerimientos Ambientales de V. inaequalisHoras Frío

Las bajas temperaturas tienen influencia en el crecimiento de V. inaequalis, ya que al acumularse horas frío, el patógeno pasa de un estadio a otro y después se mantiene estable, esto lo observamos en los Cuadros 4.3 y 4.4, en los cuales los dos primeros estadios muestran una alta correlación entre el número de sus apariciones y las horas frío acumuladas; en la primera temporada, los estadios tres y cuatro también están estrechamente relacionados con las bajas temperaturas, lo cual se confirma en marzo, en el que al aumentar la temperatura la aparición de estroma subcuticular decrece (Figura 4.6), así como las horas frío. Los restantes estadios muestran una correlación negativa con las bajas temperaturas, en los estadios ocho, nueve y 10, este efecto es muy marcado, ya que se observa una correlación media de -0.80 , lo que nos indica que estas etapas requieren de altas temperaturas (Cuadros 4.3 y 4.4).

Unidades Calor

Los primeros cinco estadios de desarrollo muestran una correlación negativa, lo que nos indica que éstos requieren de bajas temperaturas en sus primeros meses que entran al estado ascógeno, esto se ve reflejado en el aumento de los restantes estadios y decremento de los primeros. Las temperaturas altas que se nos reflejan en las unidades calor son importantes para que exista una liberación de las ascosporas, -

Cuadro 4.3. Valores de las correlaciones correspondientes a la primer temporada 1986-1987

Estadio	Presión de vapor (mm Hg)	Unidades calor	Horas frío	Porcentaje de daño transformado	Humedad relativa (%)
1	-0.36526	-0.1723	0.6468	-0.4140	0.1936
2	-0.5548	-0.3048	0.6839	-0.3296	-0.4292
3	-0.5449	-0.4635	0.2481	-0.0601	-0.6941
4	-0.4296	-0.4803	0.0127	0.0941	-0.6069
5	0.0609	-0.2380	-0.3544	0.4253	0.2707
5a	0.5066	0.1778	-0.6889	0.4977	0.2201
6	0.5171	0.2537	-0.6873	0.3012	0.2612
7	0.5557	0.3234	-0.7326	0.4290	0.2290
8	0.8342	0.6326	-0.8214	0.3657	0.4738
9	0.9020	0.7447	-0.8299	0.2366	0.4489
10	0.8781	0.7012	-0.8044	0.2592	0.4985
11	0.5786	0.2840	-0.4107	0.3155	0.4160
12	0.5567	0.2487	-0.5945	0.2682	0.5349
13	0.6624	0.8422	-0.5996	0.1996	0.2455
14	0.7921	0.6129	-0.8061	0.4332	0.5393

Cuadro 4.4. Valores de las correlaciones correspondientes a la segunda temporada. 1987-1988.

Estadíos	Presión de vapor (mm Hg)	Unidades calor	Horas frío	Porcentaje de daño transformado	Humedad relativa (%)
1	-0.6896	-0.5895	0.3330	0.5486	-0.8390
2	0.0754	-0.1513	0.4013	-0.0710	0.4808
3	0.5362	0.4663	-0.2954	-0.2111	0.7138
4	0.8430	0.7936	-0.5318	0.0043	0.8579
5	0.7590	0.8032	-0.6807	-0.1062	0.7011
5a	0.8466	0.9430	-0.8101	0.1125	0.6173
6	0.1703	0.8163	-0.7242	-0.0791	0.5608
7	0.9214	0.9866	-0.8351	0.1551	0.6911
8	0.6469	0.7306	-0.6494	-0.1720	0.5666
9-10-11	no aparecen en el muestreo				
12	0.4900	0.3818	-0.2608	0.4176	0.34796
13	0.5692	0.4720	-0.3391	0.4255	0.40497
14	0.5313	0.4934	-0.4107	0.4361	0.6825

lo cual se refleja en una alta correlación de éstas con las unidades calor (Cuadros 4.3 y 4.4) al momento de encontrar un aumento en el número de ascosporas libres en el medio ambiente coincide con el aumento de las temperaturas y la humedad relativa; los estadíos nueve, 10, 11 y 12 muestran una pobre correlación con las unidades calor, lo que nos indica que otras variables están relacionadas para su desarrollo.

Humedad Relativa

La humedad relativa al expresarla en presión de vapor, muestra una gran influencia en el desarrollo de los estadíos cuatro y cinco, así como también al expresarlo en porcentaje (Cuadros 4.3 y 4.4) en la primera temporada el estadío 10 es el único que muestra alta correlación, expresada la humedad de las dos formas, los estadíos ocho, nueve y 10 presentan las correlaciones más altas debido a que su número de apariciones aumenta al mismo tiempo que la humedad relativa en la fecha probable de aparición es baja (Figura 4.6).

Porcentaje de Daño

El análisis de correlación no muestra que exista una relación directa entre el porcentaje de daño y las diferentes etapas de desarrollo de V. inaequalis, esto se observa en los Cuadros 4.3 y 4.4, lo que nos hace suponer que no todas las lesiones marcadas en las hojas dan origen a que el estado ascógeno se inicie y concluya.

El estroma subcuticular del hongo V. inaequalis requiere acumular 303.93 horas frío en la primer temporada y

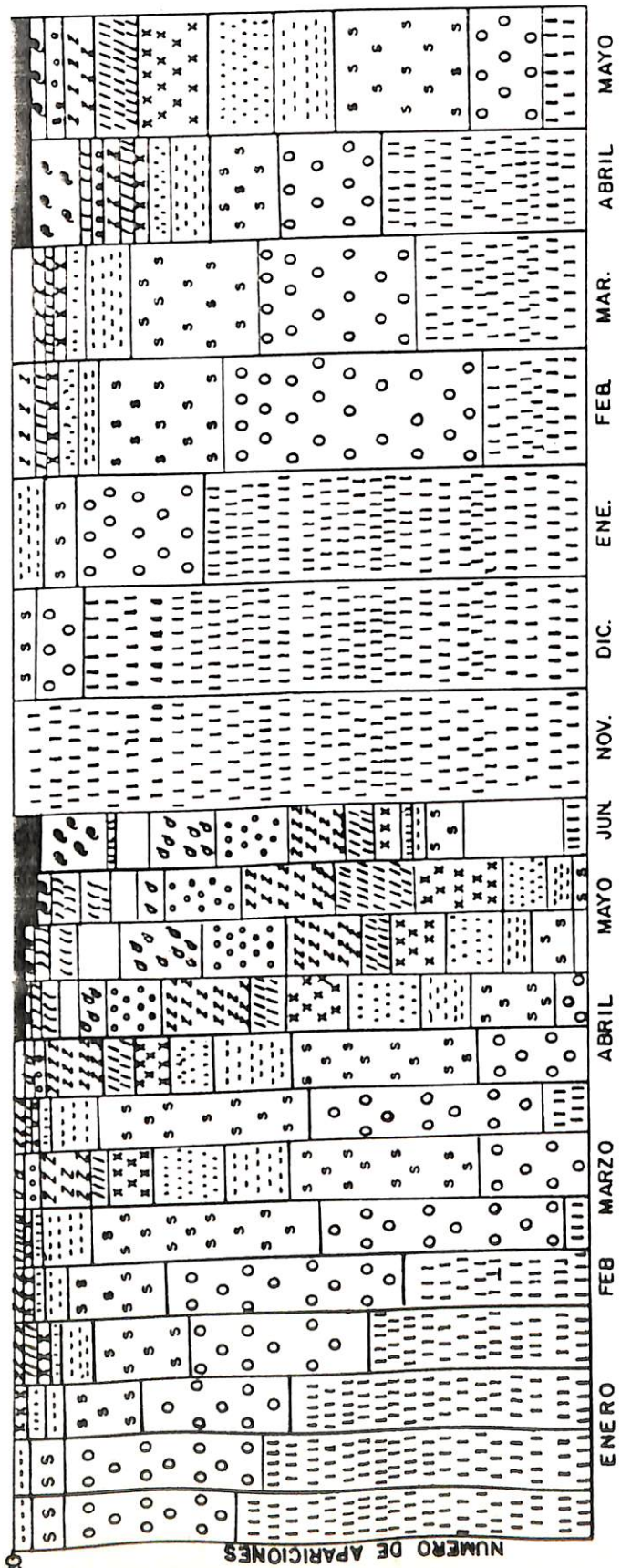
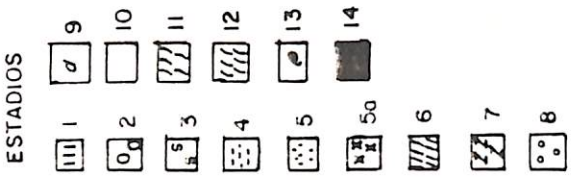


Figura 4.6 Comportamiento de los Estadios del hongo *Venturia inaequalis* a lo largo de los dos Temporadas 1986-1988

416.34 en la segunda temporada (Figuras 4.7 y 4.8), así como de una humedad relativa media de 81 y 56 por ciento respectivamente para continuar con su siguiente etapa que es la formación o iniciación de un pseudotecio, al mismo tiempo se forma el ascogonio y en el lumen aparece la pseudoparáfisis (Figura 4.9 y 4.10).

Para que el pseudotecio se incremente y su contenido de pseudoparáfisis en el lumen esté completamente lleno, se necesita acumular 727.22 y 794.17 horas frío y en la que la humedad relativa media sea del 81 y 65 por ciento respectivamente en cada temporada, las unidades calor que hasta esta fecha se acumularon, eran de 102.61 y en la segunda menos de la mitad 46.43 (Figura 4.7 y 4.8).

Los estadios seis y siete requieren de la misma humedad relativa que el estadio anterior, pero requieren acumular de 165.3 y 146 horas frío de más que los estadios anteriores; para que las ascosporas se formen requieren de 1398.03 y de 1337.42 horas frío, y la humedad relativa que prevaleció cuando éstas se forman fue de 69 y 63 por ciento respectivamente (Figura 4.11 y 4.12).

El estadio 10 se presenta en forma aislada de cualquier estadio, requiriendo de 1808 horas frío, con una humedad relativa del 70 por ciento, asimismo, las unidades calor en esta fecha son de 195; en la segunda temporada no se acumularon estas unidades frío y la humedad relativa existente fue del 65 por ciento; asimismo, las unidades calor en este ciclo fueron muy altas, acumulándose en poco tiempo

(Figura 4.11).

Los cuatro restantes estadíos requieren de condiciones ambientales muy similares, por lo que es necesario para que exista la liberación de ascosporas de 1883.41 horas frío; a la vez las unidades calor solamente se aumentaron en cinco unidades y la humedad relativa presentó un incremento considerable teniendo una media del 82 por ciento y el número de ascosporas se elevó en el medio ambiente así como la humedad; en la segunda temporada no se continuó con el muestreo de las hojas en el mes de junio, pero la toma de datos climáticos y el trampeo de esporas sí, obteniéndose que al aumentar la humedad relativa las ascosporas trampeadas aumentaron, pero en menor cantidad que en la primera temporada (Figura 4.13 y 4.14).

Asimismo se puede mencionar que el hongo V. inaequalis para terminar su ciclo ascógeno debe acumular 213.30 unidades calor, con una humedad media del 77.05 por ciento, o bien que existan 900.95 mm Hg acumulados, estas condiciones se presentan en el mes de abril en la primera temporada; en la segunda temporada las condiciones de calor se cumplen en la primera semana de abril y en la cual la humedad relativa es muy baja, al existir un leve aumento, llegando casi al 70 por ciento tiene lugar la liberación de las ascosporas -- aun cuando las unidades calor en esta fecha son el doble en relación a la temporada pasada; las horas frío en el segundo ciclo fueron de 1477.21, faltando 406.26 horas frío para cumplir con los requerimientos del estadío 13 en la primer

temporada (Figuras 4.13 y 4.14).

Al realizarse los análisis de regresión encontramos que la humedad relativa la podemos ajustar a una regresión lineal simple, pues no existe diferencia entre sus componentes (Cuadros A.7 y A.8), y su ecuación de predicción es:

$$Y = 78.95 + 0.080 xi^2$$

con una $R^2 = 79.02$ por ciento para la primer temporada

$$Y = 62.48 + 1.56 xi^2$$

$R^2 = 63.0$ por ciento en la segunda temporada

En la primer temporada, el fenómeno se predice con un 79 por ciento de seguridad y en el segundo con un 63.0 por ciento de exactitud.

Las horas frío en su análisis de regresión muestra que no existe diferencia, por lo que rechazamos que $H_0 = 0$, y encontramos que un polinomio de segundo grado es el que mejor nos describe lo que ocurre con el pseudotecio maduro y las horas frío (Cuadros A.9 y A.10).

$$Y = 16.19 + (-29.87 xi) + (-0.35 xi^2)$$

$R^2 = 63.8$ primer temporada

$$Y = 29.51 + 147.89 xi + 7.07 xi^2$$

$R^2 = 71.0$ segunda temporada

En la primer temporada, con la primera ecuación se predice dicho fenómeno con un 63.8 por ciento de probabilidad y en la segunda con un 71 por ciento de seguridad (Cuadros A.11 y A.12).

Los primeros cuatro estadios de desarrollo se encontraron estrechamente relacionados con las bajas temperaturas y así tenemos que la ecuación de predicción del segundo estadio es:

$$Y = -14.17 + (-0.804)xi + (-0.0010)xi^2$$

$$R^2 = 47.62$$

$$Y = 144.64 + 1.04xi + (-0.0004)xi^2$$

$$R^2 = 16.08$$

Los análisis de regresión para ambas temporadas mostraron no significancia (Cuadros A.11 y A.12), es decir, que ambos se ajustan a una ecuación no lineal de segundo grado. En el primer caso con un 47.62 por ciento de exactitud y en el segundo de un 16.08 por ciento, en ambos casos es bajo.

Las unidades calor se ajustan a una regresión lineal de grado dos, con lo que tenemos:

$$Y = 20.06 + 6.68xi + (-0.12)xi^2$$

$$R^2 = 99.0 \text{ por ciento} \quad \text{primer temporada}$$

$$Y = 17.37 + 217.02xi + (-10.29)xi^2$$

$$R^2 = 64.0 \text{ por ciento} \quad \text{segunda temporada}$$

Existe diferencia altamente significativa y en la segunda temporada predecimos este fenómeno con un 64.0 por ciento de seguridad y en la primera con un 99 por ciento (Cuadros A.13 y A.14).

Las unidades calor, en la primer temporada, se comportan en forma ascendente ya que conforme éstas aumentan, el número de pseudotecios maduros se incrementa; en la segunda temporada ocurre lo contrario, ya que en el mes de abril se encontraron 20 pseudotecios maduros con 450 unidades calor y en el mes de mayo se encontraron dos con 740 unidades calor, que se acumularon hasta esa fecha.

La presión de vapor ocurre un fenómeno contrario a la humedad relativa, pues mientras que en la primer temporada el número de pseudotecios aumentó, la presión de vapor tiende a disminuirlos; en la ecuación de predicción de la segunda temporada, la presión de vapor aumentó y el número de pseudotecios disminuyó.

$$Y = 84.47 + 15.90x_i + (-0.35)x_i^2$$

$R^2 = 72.5$ por ciento primer temporada

$$Y = 161.85 + 144.27x_i + (-6.72)x_i^2$$

$R^2 = 91.0$ por ciento segunda temporada

En los análisis de varianza encontramos una diferencia altamente significativa y en la primer temporada, con un 72.5 por ciento de seguridad, ocurre el fenómeno, mientras que en la segunda con un 91.0 por ciento de seguridad el

hongo se comporta de esta manera (Cuadros A.15 y A.16).

En los meses de diciembre-abril de la primer temporada, se registró una humedad relativa promedio mensual del 79 por ciento (100 mm Hg) y 138 horas frío, con 26 unidades calor, son suficientes para que el pseudotecio madure y deje en libertad sus ascosporas.

En la segunda temporada, en los meses de noviembre-abril, se registró una humedad relativa promedio del 64.3 por ciento (299 mm Hg) con 276 horas frío y 224 unidades calor, el pseudotecio llega a su maduración y liberación de sus ascosporas.

DISCUSION

La roña del manzano V. inaequalis es una enfermedad que requiere para presentarse de una temperatura baja (4.3°C) aunada a una humedad relativa alta (70 por ciento), si - ambas condiciones no se presentan, el ciclo ascógeno del hong - go se alarga, como lo pudimos constatar en los dos ciclos en los que se trabajó; en el primero de ellos estas condiciones ambientales se cubrieron favorablemente, en la segunda los - requerimientos de humedad no se cubrieron, dando como resul - tado que el número de pseudotecios maduros en el mes de - abril, fecha probable de maduración, fueran muy pocos, lo - que confirma lo que menciona Agrios (1985), al citar que la - roña del manzano puede encontrarse ausente cuando el tiempo es cálido y seco.

Los requerimientos ambientales del ciclo ascógeno de V. inaequalis determinan la agrupación de los estadíos - si alguna de estas condiciones no se cubre, el estadío tiende a agruparse en un número mayor, así tenemos que los estadíos del uno al cuatro en la primer temporada aparecen agrupados, en la segunda la humedad relativa presente fue muy baja, alre - dedor del 65 por ciento, y el estadío cuatro tardó en apare - cer 64 días a partir del muestreo y en forma aislada, el lu - men para llenarse de pseudoparafisis y aumentar el diámetro del pseudotecio requiere de las mismas condiciones -

ambientales y en la segunda temporada este estadio tiende a agruparse con los estadios seis, siete y ocho, ésto debido a que en esa fecha se cubrieron sus requerimientos de horas frío y la superaron por 40 unidades, como forma de compensar la falta de humedad en el medio ambiente.

Los estadios seis y siete se agrupan así como el ocho y nueve en la primer temporada; en la segunda estos estadios se agrupan con el estadio cinco.

El estadio 10 no tiende a agruparse, pues aparece en forma aislada en la primer temporada; en la segunda no se presenta, siendo el estadio que se encuentra más ligado a la humedad relativa, pues para llegar a él necesita de un 70 por ciento de humedad o mayor.

Los cuatro restantes estadios de desarrollo se presentaron al aumentar la temperatura así como la humedad relativa, esto es mencionado por Godoury y William (1985) quienes señalan que para existir una maduración de las ascosporas, se requiere de una humedad relativa alta y una temperatura de 16 a 18°C, condiciones que se cumplen en la primer temporada; en la segunda sólo la temperatura se presenta con lo que el trampeo de ascosporas en este ciclo fue muy pobre, al aumentarse el número de ascosporas capturadas la humedad relativa aumentó, pero este dato no fue confirmado en el laboratorio debido a la descomposición de las hojas.

En la segunda temporada se comprueba lo que mencionan Godoury y William (1985) que indican que el pseudotecio

empieza a formar después de 28 días que la hoja ha caído, - en la primer fecha de muestreo se encuentra un 100 por ciento de estroma subcuticular y a los 27 días posteriores encontramos un 8 por ciento de pseudotecios iniciales.

El pseudotecio requiere de una temperatura de 10°C para aumentar de diámetro (Godoury y William, 1982c) cuando este estadio (5a) hizo su aparición, la temperatura media mensual era de 8.3°C en el mes de enero para la primer temporada y en la segunda de 7.3°C .

Las bajas temperaturas favorecen la existencia de un mayor número de pseudotecios con ascas llenas, esto es observado claramente en los dos ciclos; en el primero la temperatura media de los primeros cinco meses (noviembre-marzo) fue de 4.73°C , en la segunda temporada de 12.04°C ; Howitt y Evans (1926) y Tomerlin y Jonas (1983) citan que el número de ascas se incrementa cuando las condiciones ambientales propicias (bajas temperaturas) se presentan tempranamente durante la formación del pseudotecio.

Las ascas se empiezan a formar a los 47 días de que se inicia el muestreo en la primer temporada y a los 73 días en la segunda; James y Sutton (1982a), mencionan que para que éstas se formen requieren de un período de dormancia de 45 días y éste se reduce al existir temperaturas superiores a los 9.5°C ; lo que nos indica que no sólo las bajas temperaturas intervienen en dicho proceso, sino que la humedad es otro factor involucrado en él, además de otros.

El número de pseudotecios maduros es mayor cuando las temperaturas son frescas, y éstas se presentan en el primer ciclo, lo que comprueba lo que cita Godoury y William (1982b), quienes señalan que el número de pseudotecios se incrementa al existir bajas temperaturas.

La primera descarga de ascosporas ocurre en el mes de abril, en el cual el árbol se encuentra en floración y por lo tanto, una etapa difícil en la que no se puede llevar un control químico, Scheiderman (1925b) señala que la descarga de ascosporas coincide con el período de descarga y diferenciación floral.

En la segunda temporada la primera descarga de ascosporas ocurrió a los 155 días de iniciarse la caída de las hojas, en el primer ciclo desde el momento del primer muestreo hasta su liberación transcurrieron 135 días, más un mes aproximadamente que el árbol había soltado la totalidad de sus hojas (mencionado por el propietario de la huerta) nos aproximan a lo que cita Wilson (1928) el cual observó que las hojas colectadas en el mes de agosto llevaban a cabo su descarga 253 días después del muestreo y las colectadas en diciembre tardaban 175 días, lo que muestra que las condiciones ambientales aunadas al tiempo de caída de las hojas, determinan el tiempo de descarga de las ascosporas.

El período en el cual existió liberación de ascosporas fue de 45 días en la primera temporada y de 33 en la segunda, esto se debe a que no todas las ascas maduran

CONCLUSIONES

1. Las bajas temperaturas (4.3°C promedio), aunadas a una humedad relativa alta en los meses de octubre a enero después de la caída de las hojas, determinan el número de pseudotecios que entran en maduración.

2. Una humedad relativa superior a 70 por ciento, así como una temperatura entre $10-16^{\circ}\text{C}$ en los meses de abril-junio, favorecen la maduración y liberación de las ascosporas.

3. En los meses de octubre y noviembre, tiempo de la caída de las hojas y de las prácticas culturales, determinan en gran parte la incidencia de ascosporas libres, al reducir su fuente de alimentación.

4. Para llevar a cabo la liberación de ascosporas es necesario acumular 912 horas frío, con una humedad relativa superior al 70 por ciento, en los meses de noviembre-abril o bien 900 mm Hg de presión de vapor, con 750 unidades calor.

5. Al reunirse las condiciones anteriores, es el momento de realizar la primera aplicación de fungicidas, esto ocurre en el mes de abril y coincide con la brotación y floración del frutal.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Ejido - Rancho Nuevo, ubicado en la Congregación de Los Lirios, perteneciente a la región manzanera de la Sierra de Arteaga, - Coahuila. En esta zona el principal problema fitosanitario - es la roña del manzano Venturia inaequalis, enfermedad que - causa pérdidas hasta del 100 por ciento, además de elevar - los costos de producción al realizar un gran número de aplicaciones de químicos con la finalidad de disminuir el daño - de este patógeno, resultando incosteable su producción. Los objetivos del trabajo son determinar la influencia de la temperatura y humedad relativa en el desarrollo del ciclo ascógeno del hongo y la época de maduración y liberación de las ascosporas de V. inaequalis. En el ciclo 1986-1988, en una huerta experimental, se colocaron cinco jaulas de tela mosquitero metálica en cuyo interior se depositaron hojas dañadas, las que fueron muestreadas cada dos semanas para determinar el crecimiento del hongo, estas hojas fueron procesadas para realizar cortes al microtomo, con lo cual se determinó el estadio de desarrollo del patógeno; en la huerta se tomaron datos climáticos con la ayuda de un higrotermógrafo y se determinaron las unidades calor, horas frío y presión de vapor para usarlos en los análisis de correlación y regresión; en estas pruebas se observó que las temperaturas bajas

determinaron la aparición de los primeros estadios de desarrollo, el estadio 10 es el que más estrechamente está ligado con la alta humedad relativa y la liberación de las ascosporas ocurre cuando las temperaturas aumentan con una media de 10-16°C y con una humedad relativa superior al 70 por ciento. Los análisis de regresión muestran que la humedad relativa se puede expresar con una ecuación lineal simple - al no encontrar significancia en su análisis de varianza; - las horas frío, unidades calor y presión de vapor se ajustaron a una ecuación no lineal con un polinomio de segundo grado; en el primer caso su análisis de varianza no mostró significancia, en los otros dos casos hay significancia, la liberación de ascosporas ocurre al acumular 912 horas frío, 900 mm Hg y 750 unidades calor, mismas que se cumplen en el mes de abril.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.M. 1985. Fitopatología. Ed. ^{IMUSA} Limusa. México. 756 p.
- Alexopoulos, J.C. and C.W. Mins. 1979. Introductory Mycology. 3rth. ed. Ed. John Wiley and Sons. New York. USA. - 643 p.
- Andrews, J.H. and M.B. Flora. 1983. Microbial antagonism to the imperfect state of apple scab pathogen Venturia inaequalis. Phytopathology 73(1-6):228-234.
- Barnett, H.L. and B.h. Barry. 1972. Illustred genera of - imperfect fungi. 3rth. ed. Burgess Publishing Company 241 p. USA.
- Bovey, R. 1977. La defensa de las plantas cultivadas. Ed. Omega. Barcelona, España. 883 p.
- Calderón, A.M. 1977. Fruticultura general. ECA. México. 581 p.
- Cepeda S., M. Y F.D. Hernández C. 1983. Revisión bibliográfica de enfermedades asociadas al cultivo del manzano - Pyrus malus L. Boletín No. 8. Universidad Autónoma - Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 27 p.
-
- _____ . 1986. La roña del manzano - Venturia inaequalis (Cke) Wint. Folleto de divulgación. 1(11):16. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Cepeda S., M., H. Ramírez y B. Castillo M. 1988. El manzano. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 172 p.

- Tepeña V., M.A. 1988. Evaluación de nuevos fungicidas para el control de la roña de la manzana Venturia inaequalis (Cke) Wint en el Cañón de Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila. Tesis Maestría UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 120 p.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1976. Carta edafológica. San Antonio de las Alazanas G 14 C 35 Coahuila y Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. Escala 1:50,000. México.
- Coutanceau, M. 1971. Fruticultura técnica y económica de los cultivos de Rosáceas leñosas productoras de fruta. Oikos-Tau. Barcelona, España. 608 p.
- Domínguez, F.C. y G. Tejedo. 1976. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Dossat. España. pp. 752-756.
- Fuentes, D.V. 1960. Elementos de fitopatología. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Universidad de Coahuila. México. pp. 134-137.
- Gilpatrick, J.D. and M. Szkoinik. 1976. Maturation and discharge of ascospores of the apple scab fungus. Proceedings apple and pear scab work shop. USA. p. 1-6.
- Godoury D.M. and E.M. William. 1982a. Preparation and interpretation of squash mounts of pseudotecio of Venturia inaequalis. Phytophatology. 72:92-95.
- _____. 1982b. A model to estimate the maturation of ascospores of Venturia inaequalis. Phytopathology 72:901-902.
- _____. 1982c. Effects of temperature on the development of pseudotecia of Venturia inaequalis. Plant Disease Report. 66:464-468.

- Godoury D.M. and E.M. William. 1985. Negative geotropism in Venturia inaequalis. *Phytopathology*. 75:856-859.
- _____. 1986. Forecasting ascospore dose of Venturia inaequalis in commercial apple orchards. *Phytopathology* 76:112-118.
- Gómez G., J.A. 1989. Control químico de la roña del manzano Venturia inaequalis (Cke) Wint en el Ejido Mesa de las Tablas. Tesis profesional UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 78 p.
- González C., I.A. 1972. Control de los efectos de inviernos benignos en manzano (Malus sylvestris Mill) para la región de Navidad, N.L. Tesis profesional ITESM. Monterrey, N.L., México. 78 p.
- Heald, F.D. 1933. Manual of plant diseases. Ed. MacGraw-Hill Co. Inc. 951 p. USA.
- Hernández C., F.D. 1982. Evaluación de cuatro productos fungicidas y observación de prácticas culturales para el control de la roña del manzano Venturia inaequalis (Cke.) Wint en huertos de manzano Pyrus malus L. en el Cañón de Los Lirios. Municipio de Arteaga, Coahuila. Tesis profesional UAAAN. Saltillo, Coahuila. 110 p.
- Hernández S., M. 1984. Manual de laboratorio. Citología y Citogenética. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 92 p.
- Heye, C.C. and J.H. Andrews. 1983. Antagonism of Athelia bombacina and Chaetomium globosum to the apple scab pathogen Venturia inaequalis. *Phytopathology*. 73(5): 650-654.
- Howitt, J.E. and W.G. Evans. 1926. Some observations of ascospore discharge and dispersal of conidia of Venturia inaequalis (Cke) Wint. *Phytopathology* 16: 756-abs.

- James, J.R. and T.B. Sutton. 1982a. Evaluation of a New York ascospore maturity model for Venturia inaequalis in North Carolina. *Phytopathology* 72:1030-1032.
- _____. 1982b. Environmental factors - influence pseudotecial development and ascospore - maturation of Venturia inaequalis. *Phytopathology* 72: 1081-1084.
- _____. 1982c. A model for predicting - ascospore maturation of Venturia inaequalis. - *Phytopathology* 72:1073-1080.
- Jonas, A.L. and T.B. Sutton. 1980. A microcomputer based - instrument to predict primary apple scab infection - periods. *Plant Disease Report*. 64:69-72.
- Juscafresa, B. 1974. Cómo ganar dinero con el cultivo de fru- tales peral, manzano, melocotonero. Ser Tebi. Barce- lona, España. pp. 103-106.
- Kathan, T. 1976. Genetics of resistance to Benomyl in Venturia inaequalis isolates from Israel and New York. - *Phytopathology* 66:600-603.
- Little, T.M. y F.C. Jackson. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. Mé- xico. pp. 125-143.
- Mac Hardy, W. and M.G. Godoury. 1985. Forcasting the seasonal maturation of ascospores of Venturia inaequalis. - *Phytopathology* 75:381-385.
- Nava I., H. 1987. Consideraciones en el manejo de la roña del manzano Venturia inaequalis (Cke) Wint en Los Lirios, Mpio. de Arteaga, Coah. Tesis profesional UAAAN. Bue- navista, Saltillo, Coah. 78 p.
- Nicholson, R.I. 1973. Response of detached apple leaves to Venturia inaequalis. *Phytopathology* 63:649-650.

- Nicholson, R.I. 1973b. Histochemical demonstration of transitory esterase activity in Venturia inaequalis Phytopathology 63:1242-1247.
- O'Leary, A.L. and T.B. Sutton. 1986. The influence of temperature and moisture on the quantitative production of pseudothecio of Venturia inaequalis. Phytopathology 76(2):199-204.
- Real L., J.I. del. 1982. Métodos de evaluación del período de descanso en manzano bajo las condiciones de Arteaga, Coahuila 1971-1972 a 1979-1980. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 91 p.
- Roberts A., D. y C. Boothroyd W. 1972. Fundamentos de patología Vegetal. Ed. Acribia. España. pp. 265-269.
- Sarasola A., A. y S. Rocca M. 1975. Fitopatología. 3ª ed. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. pp. 184-198.
- Sass J., E. 1958. Botanical microtechnique. 3ª ed. The Iowa State University Press Ames, Iowa, USA. 228 p.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1984. Anuario Estadístico de la producción agrícola en México. Dirección General de Economía Agrícola. p. 148.
- Scheiderman, F.J. 1925a. Rain fall in relation to ascospore discharge and infection in Venturia inaequalis. Phytopathology 15:56 Abst.
- _____. 1925b. The seasonal development of apple scab. Phytopathology 15:57 Abst.
- Sinnot E. y K. Wilson. 1975. Botánica. Principios y problemas Ed. Continental. México. p. 45.
- Stains, V.F. and A.L. Jonas. 1985. Reduced sensitivity to sterol inhibiting in field isolates of Venturia inaequalis. Phytopathology 75:1098-1101.

- Stakman, E.C. and J.G. Horror. 1959. Principles of plant pathology. The Ronald Press Co. New York. pp. 202-211.
- Sutton, T.B. and A.L. Jonas. 1976. Evaluation of four spore traps for monitoring discharge of ascospores of Venturia inaequalis. Phytopathology 66:453-456.
- Tamaro, O.I. 1974. Tratado de fruticultura. Gustavo Gil. Barcelona, España. 939 p.
- Tejeda O.I. 1980. Estudios sobre los hospederos potenciales de la mosca del mediterráneo Ceratosistis capitata con énfasis en el área del Soconusco, Chiapas, México. SARH. México. 55 p.
- Thomas-Domérech. 1975. Atlas de Botánica. Jover. Barcelona, España. Serie F (8). 323 p.
- Tomerlín, J.R. and A.L. Jonas. 1983. Effect of temperature and relative humidity on the latent period of Venturia inaequalis in apple leaves. Phytopathology 73:51-54.
- Towsend, G.R. and J.W. Heuberger. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Dis. Rep. 27:340-347. USA.
- Torres R., E. 1983. Agrometeorología. Ed. Diana. México. 150 p.
- Ulíbarri D., g. 1989. Control de la roña de la manzana Venturia inaequalis (Cke) Wint en el Ejido Rancho Nuevo, Mpio. de Arteaga, Coah. Tesis profesional UAA AN. Buenavista, Saltillo, Coah. 90 p.
- Walker, J. Ch. 1973. Patología vegetal. Ed. Omega. Barcelona, España. 818 p.
- Wilson, E.E. 1928. Studies of the ascigerous state of Venturia inaequalis (Cke) Wint in relation to certain factors of the environment. Phytopathology 18:375-417

Wilson, O. y W. Loomis. 1968. Botánica. 3ª ed. Ed. UTEHA.
México. 325 p.

Yoder, K.S. and E.J. Klos. 1976. Tolerance to dodine in -
Venturia inaequalis. Phytopathology. 66(1-6):918-
923.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Valores de la temperatura y humedad acumuladas en el Ejido Rancho Nuevo, Mpio. de Arteaga, Coah., para el desarrollo del hongo Venturia inaequalis (1986-1987).

Fecha	Unidades calor acumuladas	Presión de vapor acumulados	Horas frío acumuladas
15-nov-86	15.12	55.08.	149.80
12-dic-86	48.19	117.58	303.93
1 ^o -ene-87	102.61	211.54	559.92
14-ene-87	102.61	294.29	729.22
28-ene-87	109.29	400.09	894.52
14-feb-87	118.87	501.71	1090.25
1 ^o -mar-87	140.43	577.51	1259.99
16-mar-87	142.31	651.11	1398.03
28-mar-87	170.87	729.87	1536.07
11-abr-87	196.67	812.36	1672.46
25-abr-87	213.30	900.95	1808.41
11-may-87	268.49	1053.26	1883.48
23-may-87	312.61	1199.31	1929.52
6-jun-87	412.64	1376.00	1963.14

Cuadro A.2. Valores de temperatura y humedad acumulados en la segunda temporada en el Ejido Rancho Nuevo, Mpio. de Arteaga, Coah., para el desarrollo del hongo - Venturia inaequalis (Cke) Wint (1987-1988)

Fecha	Unidades calor acumuladas	Presión de vapor acumulada	Horas frío acumuladas
15-nov-87	14.65	90.03	146.4
12-dic-87	33.37	246.63	416.34
16-ene-88	46.43	451.76	794.17
13-feb-88	58.51	632.57	1084.81
12-mar-88	86.94	809.21	1337.47
16-abr-88	329.92	1169.07	1447.21
14-may-88	740.19	1592.58	1447.21

Cuadro A.3. Promedios de las variables utilizadas en el análisis de correlación 1986-1987

Fechas	Presión vapor	Unidades calor	Horas frío	Humedad relativa (%)	Daño (%)
15-nov-86	55.08	15.12	149.80	79.82	
12-dic-86	62.50	33.07	154.13	81.66	49.60
1-ene-87	93.96	54.42	255.99	77.5	53.49
14-ene-87	82.75	0	167.30	81.15	63.47
28-ene	105.80	6.67	167.30	81.60	64.16
14-feb	101.62	9.59	195.73	69.94	66.42
1-mar	75.29	21.56	169.74	70.19	58.69
14-mar	77.11	1.88	138.04	69.62	63.43
28-mar	76.76	28.56	138.04	80.39	56.79
11-abr	84.49	24.80	136.39	69.49	56.79
25-abr	88.59	17.63	135.94	79.69	68.02
9-may	152.31	55.19	77.08	82.42	58.69
25-may	146.05	44.12	44.38	85.21	65.64
6-jun	176.69	100.03	33.28	81.21	63.43

Cuadro A.4. Promedios de las variables utilizadas en el análisis de correlación 1987-1988.

Fecha	Presión vapor	Unidades calor	Horas frío	Humedad relativa (%)	Daño (%)
15-nov-87	90.03	14.65	146.4	56.56	57.79
12-dic-87	156.60	18.72	269.94	55.96	77.08
16-ene-87	205.13	13.06	377.85	65.55	68.87
13-feb-87	180.81	12.08	290.64	64.46	63.64
12-mar-	176.64	28.43	252.66	63.16	60.0
16-abr	359.86	242.98	136.74	67.15	73.57
14-may	423.51	410.25	0	69.16	67.21

Cuadro A.5. Número de lesiones en hojas de manzano y porcentaje de daño causado por Venturia inaequalis en el Ejido Rancho Nuevo, Mpio de Arteaga, Coah. - 1986-1987.

Fecha	J a u l a s									
	I		II		III		IV		V	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
12-dic-86	35	85	30	60	85	70	40	30	80	45
1-ene-87	88	70	40	80	24	65	160	70	85	70
14	360	90	45	70	98	70	200	85	97	85
28	230	50	280	90	83	90	95	90	30	85
14-feb	8	100	20	90	40	60	8	80	15	90
1-mar	81	80	130	70	66	65	24	80	88	70
14	27	70	12	85	48	100	9	85	28	60
28	38	65	37	80	44	70	17	55	13	80
11-abr	25	60	30	80	19	40	7	70	45	100
25-abr	190	85	450	90	185	100	320	85	189	70
9-may	235	90	210	85	329	60	175	70	185	60
23-may	140	106	329	90	420	70	325	75	410	80
6-jun	156	80	187	70	160	106	130	86	135	76
20-jun	187	76	145	55	167	60	189	76	139	60

Cuadro A.6. Número de lesiones en hojas de manzano y porcentaje de daño causado por Venturia inaequalis en el Ejido Rancho Nuevo.

	Repetición									
	I		II		III		IV		V	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Nov	13	64	13	77	16	76	15	63	18	70
Dic	38	65	32	70	25	78	46	72	14	65
Dic	35	95	28	98	33	96	43	88	51	100
Enero	62	70	83	93	58	100	42	98	38	74
Febrero	38	40	15	80	20	90	35	95	41	95
Marzo	45	60	20	75	15	78	40	80	30	72
Abril	60	93	55	95	31	93	28	87	37	92
Mayo	37	83	80	92	40	90	35	83	30	77

Cuadro A.7. Análisis de varianza de regresión de la humedad relativa y el estadio 13 de desarrollo. 1er. temporada.

ANVA H.R. Vs. E.D. 1986-1987

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	1	8.2865	8.288	0.20	4.84	9.65
E. Reg.	11	454.973	41.361	ns		
Total	12	463.260	38.605			

\hat{Y} :	1-9	78.95
	10-12	79.187
	13	81.980

Cuadro A.8. Análisis de varianza de regresión de la humedad relativa y el estadio 13 de desarrollo. 2ª temporada. 1987-1988.

ANVA: E.D. vs. H.R.

F.V.	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	1	18.7333	18.73	0.69	6.61	16.30
E. Reg.	5	135.9867	27.197	ns		
Total	6	154.7201	25.78669			

\hat{Y} :	1-5	64.04
	6	93.68
	7	65.60

Cuadro A.9. Análisis de varianza de regresión del estadio de desarrollo y las horas frío. 2ª temporada.

ANVA: ED 13 vs. H.F. 1987-1988

F.V.	g.1	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	2	65994.57	32997.29	4.78	6.94	10.0
E. Reg.	4	27603.97	6900.99	ns		
Total	6	93598.54	15599.76			

\hat{Y} :	1-5	267.50
	6	136.00
	7	0.0

Cuadro A.10. Análisis de varianza de la regresión para las horas frío en la primer temporada. 1986-1988. *

ANVA: E.D. vs. H.F.

F.V.	g.1	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	2	27864.253	13932.13	8.82*	4.90	7.56
E. Reg.	10	15795.021	1579.50			
Total	12	43659.274	3638.27			

* Significativo

\hat{Y} :	1-9	169.18
	10-12	85.80
	13	33.28

Cuadro A.11. Análisis de regresión para el segundo estadio de desarrollo y las horas frío de 1986-1987

ANVA: E.D. 2 vs. H.F.

F.V.	g.l	S.C	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	2	13443.31	6721.65	0.46 ^{ns}	4.10	7.56
E. Reg.	10	14785.76	1478.58			
Total	12	2352.43	2352.43			

ns: no significativo

\hat{Y} : calcularla con la ecuación de predicción siguiente

$$Y = -14.17 - 0.804x_i - 0.001x_i^2$$

Cuadro A.12. Análisis de regresión para el segundo estadio de desarrollo y las horas frío de 1987-1988.

ANVA: E.D. 2 vs. H.F.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg.	2	15046.89	7523.44	0.38 ^{ns}	6.94	18.0
E. Reg.	4	78520.91	196630.02			
Total	6	93567.77	15594.63			

ns: no significativo

\hat{Y} : $Y = 144.61 + 1.04x_i + -0.0004x_i^2$

Cuadro A.13. Análisis de regresión para el estadio 13 de desarrollo y las unidades calor en la primera temporada. 1986-1987.

F.v.	g.l	S.C.	C.M.	Fc	F _t	
					0.05	0.01
Reg	1	5959.48	5959.48	19.95 ^{**}	4.84	9.65
E. Reg	11	3285.995	298.64			
Total	12	9244.47	770.37			
\hat{Y} :		1-9	20.06			
		10-12	39.02			
		13	100.62			

Cuadro A.14. Análisis de regresión para el estadio 13 de desarrollo y las unidades calor en la 2ª temporada. 1987-1988.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	Fc	F _t	
					0.05	0.01
Reg	2	150591.54	75295.77	1690.89 ^{**}	6.94	18
E. Reg	4	178.10	44.53			
Total	6	150769.64	25128.127			
\hat{Y} :		1-5	17.39			
		6	242.98			
		7	410.25			

Cuadro A.15. Análisis de regresión para el estado de desarrollo 13 y la presión de vapor en la primera temporada 1986-1987.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg	2	10526.52	5263.26	13.19**	4.10	7.56
E. Reg	19	3989.70	398.97			
Total	12	14516.22	1209.69			

** altamente significativo al 95 y 99%

\hat{Y} :	1-9	84.12100
	10-12	129.27446
	13	177.69137

Cuadro A.16. Análisis de regresión para el estado de desarrollo 13 y la presión de vapor en la segunda temporada 1987-1988.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Reg	2	77480.82	38740.41	202.28**	6.94	18.6
E. Reg	4	7640.03	1910.00			
Total	6	85120.85	14186.81			

\hat{Y} :	1-5	161.86
	6	359.86
	7	423.51

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener
el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

C O M I T E P A R T I C U L A R


Asesor principal:

M.C. Melchor Cepeda Siller

Asesor:

M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor:



M.C. Jesús García Camargo

Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1989