



**“MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSÍS
DEL LIMÓN MEXICANO EN EL TROPICO
SECO (COLIMA, JALISCO, GUERRERO,
OAXACA, TAMAULIPAS MICHOACÁN)”
(VALLE DE APATZINGÁN)**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR

PRESENTA:

ROGELIO SOLÓRZANO VERDUZCO

ASESORES:

ING. SALVADOR VENEGAS FLORES

ING. GABRIEL E. VEGA MENDEZ



INDICE

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION | 1 |
| OBJETIVOS | 8 |
| CAPITULO I.- REVISION DE LITERATURA | 9 |
| AGENTE CAUSAL | 12 |
| TAXONOMIA | 16 |
| VARIEDAD MORFOLOGICA Y GENETICA | 17 |
| HOSPEDEROS, EPIDEMIOLOGIA Y CICLO DE LA ENFERMEDAD | 22 |
| MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSIS DEL LIMON MEXICANO | 27 |
| PRACTICAS CULTURALES | 28 |
| CONTROL QUIMICO | 30 |
| FUNGICIDA Y DOSIS | 31 |
| MODO DE ACCION DE FUNGICIDAS | 32 |
| MANEJO DE FUNGICIDAS | 35 |
| MOMENTO DE APLICACIÓN | 37 |
| EQUIPO DE APLICACION | 38 |
| RESISTENCIA A FUNGICIDAS | 41 |
| PRECAUCIONES PARA EL MANEJO DE RESISTENCIA | 44 |
| CONTROL BIOLGICO | 46 |
| CAPITULO II.- MATERIALES Y METODOS | |
| 2.1. MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSIS DEL LIMON MEXICANO EN EL VALLE DE APATZINGAN | 47 |
| 2.2. DELIMITACION GEOGRAFICA | 47 |
| 2.3. FACTORES GEOGRAFICOS FISICOS | 48 |
| 2.4. PODA | 50 |
| 2.5. CONTROL DE MALEZA | 51 |
| 2.6. RIEGO | 52 |
| 2.7. FERTILIZACION | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8. ENFERMEDADES | 58 |
| 2.9. INDUCCION A FLORACION | 59 |
| 2.10. COSECHA | 60 |
| 2.11. SELECCIÓN Y CLASIFICACION | 61 |
| 2.12. MUNICIPIOS PRODUCTORES DE LIMON MEXICANO DEL VALLE DE APATZINGAN | 62 |
| | |
| CAPITULO III.- RESULTADOS | 63 |
| CONCLUSIONES | 64 |
| LITERATURA IBLIOGRAFICA | 66 |

AGRADECIMIENTOS

**A Dios por iluminarme con sabiduría e
inteligencia espiritual, gracias
Señor!!...Hágase tu voluntad.**

**A mis padres y con especial cariño
dedico este gran éxito a mi madre por
darnos ese ejemplo de guerra
incansable y luchar hasta el último
segundo de vida. Gracias Mama!!.**

**A mi esposa Ma. Luisa de la Mora
Reyna por su apoyo, paciencia,
comprensión que durante todos estos
años de vida a estado a mi lado.**

**A mis hijos Irving Dassaev, Irlanda
Denisse, Wendy Melina Solórzano de la
Mora, porque son la bendición de Dios
en nuestro hogar. Y a nuestro ángel
guardián Brayan de Jesús Solórzano de
la Mora que nos cuida desde el cielo.**

A mis hermanos Francisco Javier, Maria de los Ángeles, Juan, Gerardo, Maria Guadalupe, María del Carmen, Amalia y Salvador. Por todo su amor, comprensión, apoyo moral, económico y porque siempre nos hemos tendido la mano en las buenas y en las malas y ahora comparto este éxito con ustedes.

A mis asesores Ing. Salvador Venegas Flores e Ing. Gabriel E. Vega Méndez por su valioso apoyo en los trabajos de esta investigación que sin ellos no hubiera podido concluir.

Dedico al Dr. Osvaldo Esquivel Lucatero Presidente Municipal de Buenavista Tomatlàn Mich. Por su valioso apoyo en los momentos mas difíciles en la realización de esta investigación. Mi respeto y eterno agradecimiento.

A U.M.S.N.H. Escuela de Ciencias Agropecuarias por ser el campo donde sean forjado grandes profesionistas que aportaran conocimientos y beneficios de nuestro campo mexicano.

INTRODUCCION

MÉXICO ES EL PRIMER PRODUCTOR DE LIMÓN MEXICANO (*Citrus aurantifolia* Christm. (Swingle) en el mundo. Para el año 2004 se registró una superficie de 95.511 hectáreas con una producción de 1.25 millones de toneladas anuales con un valor de 2,053 millones de pesos. Las principales áreas productoras de limón mexicano se localizan en la región costera de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca (Cuadro 1). Este cítrico se adapta ampliamente a las áreas que presentan características de clima tropical seco (Figura 2), en donde predomina un amplio período de secas (7 a 8 meses) y una época lluviosa corta (4 a 5 meses). La precipitación ocurre principalmente en el verano y fluctúa entre 700 a 1,200 mm anuales, temperatura media anual de 26 a 28°C y de 0 a 400 metros sobre el nivel del mar.

La agroindustria del limón mexicano es una fuente valiosa de riqueza para los estados dedicados a su cultivo, ya que alrededor de ella existe una importante infraestructura en empaques, plantas industrializadoras, empresas de servicios e insumos y talleres de armado de cajas para el empaque de fruta (Medina-Urrutia et al. 2001). Existen cerca de 26 mil productores de limón mexicano en el ámbito nacional, 100 empacadoras de fruta y 15 industrias establecidas a lo largo de los estados productores en la costa del Pacífico y se estima que la cadena productiva de esta especie cítrica genera arriba de 18 millones de jornales al año, dando empleos para más de 25 mil familias en la atención a viveros, huertos en producción, cosecha, empaques, industrias y en la comercialización de la fruta fresca. (Conalim, 2006).

El limón mexicano es afectado por diversas enfermedades que reducen su potencial de producción, calidad de fruta y algunas veces causan la muerte de los árboles. Entre las más importantes se conocen la gomosis, muerte regresiva, mancha foliar, fumagina, mancha grasienta y antracnosis (Garza y Medina, 1984; Orozco-Santos, 2001). De este grupo de enfermedades, no hay duda de que la más importante es la **antracnosis**, debido a que se presenta todos los años afectando los brotes vegetativos, flores y frutos pequeños.

Las enfermedades conocidas como antracnosis de los cítricos son causadas por hongos del género *Colletotrichum* spp, consideradas un serio problema en regiones con características de clima tropical y subtropical (Jeffries. Et al, 1990. Bailey y Jeger, 1992; Dodd et al. 1992). Este grupo lo constituyen las enfermedades que causan la caída de fruto pequeño, antracnosis del limón mexicano y antracnosis en poscosecha (Timmer et al. 199; Timmer 2000a), de las cuales las dos primeras ocasionan daños importantes en la producción de fruta en varias especies de cítricos en México (Orozco-Santos, 2001). La antracnosis del limón mexicano es un factor importante que limita la producción de esta especie cítrica en regiones con lluvias frecuentes, durante la emergencia de brotes, floración y estados iniciales de desarrollo del fruto (Timmer, 2000b; Orozco-Santos, 2004). En México, la enfermedad se presenta en los estados de Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Tamaulipas (figura 1) (Garza y Medina, 1984; Orozco-Santos, 2004). También se ha reportado en algunas islas del Caribe y Zanzíbar (Timmer, 2000b). Aunque existe tecnología sobre alternativas para su manejo, la mayor parte de la información se encuentra dispersa. Esta situación, aunada a la diversidad de condiciones climáticas, diferentes tipos de manejo en los huertos y la baja disponibilidad de recursos por parte del productor propician que la enfermedad cause un impacto económico muy importante. Este **documento** tiene por objetivo compilar los resultados de investigación obtenidos por el INIFAP, así como integrar la información disponible sobre antracnosis en los cítricos de otros países con la finalidad de dar a conocer aspectos sobre importancia, sintomatología, etiología, epidemiología y diversidad genética del hongo. Estos tópicos contribuirán a incrementar la eficiencia en el manejo integrado de la enfermedad en la región trópico seco de México. Las recomendaciones de manejo comprenden el uso adecuado de prácticas para reducir fuentes de inóculo y condiciones favorables para la enfermedad de cultivo apoyadas con el uso de productos químicos (control químico).



Figura 1. Distribución de antracnosis del limón mexicano en México. Fuente del mapa: http://go.hrw.com/atlas/span_hm/mexico.htm.

Cuadro 1. Estados productores de limón mexicano en México, producción de fruta y su valor en el año 2004.

| Estado | Superficie (Ha) | Producción(Ton) | Valor de la Producción(Millones de \$) |
|--------------|-----------------|------------------|--|
| Jalisco | 1,005 | 8,792 | 20,2 |
| Colima | 29,692 | 568,917 | 842,4 |
| Michoacán | 37,425 | 386,029 | 671,7 |
| Guerrero | 7,173 | 68,641 | 91,5 |
| Oaxaca | 12,969 | 136,936 | 279,1 |
| Tamaulipas | 2,092 | 23,628 | 72,6 |
| Otros | 5,155 | 59,832 | 75,5 |
| Total | 95,511 | 1'252,775 | 2,053 |



Figura 2. Árboles de limón mexicano con excelente desarrollo y bien adaptados a las regiones tropicales de México.

PROBLEMÁTICA DE LA ANTRACNOSIS EN EL LIMÓN MEXICANO

La antracnosis es el principal problema fitosanitario que afecta los tejidos jóvenes de árboles de limón mexicano. La enfermedad es un factor importante que limita la producción de esta especie cítrica en regiones donde coinciden las lluvias frecuentes con la ocurrencia de brotes vegetativos y flores, así como con los estados iniciales de desarrollo de los frutos (Garza, 1982; Medina-Urrutia y Orozco-Santos, 1994; Timmer, 2000b; Orozco-Santos, 2004, Orozco-Santos y Timmer, 2005). En ataques severos, ocasiona la muerte de tejidos jóvenes (brotes, hojas y flores) y caída de flores y frutos pequeños (Figura 3). Además, produce lesiones en frutos en desarrollos, mismas que se manifiestan al momento de la cosecha, lo cual demerita su calidad externa. En árboles adultos reduce el rendimiento y la calidad de las fruta, mientras que en árboles jóvenes retrasa su desarrollo (Garza, 1982; Medina-Urrutia y Orozco-Santos, 1994; Orozco-Santos, 2004).

Los daños de antracnosis (muerte de tejidos) en árboles de limón mexicano se presentan principalmente durante la época de lluvias y su efecto en rendimiento está muy relacionado con la producción de los meses de invierno (Diciembre a Marzo) (Medina-Urrutia y Orozco-Santos, 1994; Orozco-Santos et al. 1999b). en esta época, el precio de la fruta alcanza los valores más altos en el mercado. La enfermedad puede ocasionar pérdidas de 40 a 60% de la producción invernal en huertos sin control químico (Orozco-Santos et al 1999a).



Figura 3. La imagen muestra un ataque severo del patógeno causante de la antracnosis sobre brotes vegetativos jóvenes.

Estudios realizados en el campo experimental de Tecomàn Colima por el INIFAP durante los años 1999-2000 sobre estimación de daños por antracnosis en un huerto de limón mexicano en producción en la costa del Estado de Colima, indican que con nueve aplicaciones del fungicida mancozeb se tuvo un rendimiento de 6.74 ton/ha durante los meses de Octubre a Abril, mientras que en la parcela sin control fue de 4.02 ton/ha. (Cuadro 2). En huertos con control químico, es posible incrementar el rendimiento de fruta en invierno hasta en un 68%, en comparación con huertos sin aplicación de fungicidas. La parcela protegida con mancozeb produjo 2.72 ton/ha mas que aquella sin control de la enfermedad. El valor del excedente de fruta fue de \$7,760 y al descontar la cantidad invertida en control químico (\$1,912) se obtuvo una utilidad neta de \$5,848/ha. Este estudio se realizo durante los meses de junio 1999 a abril del 2000 y los precios de la fruta pagada al productor variaron de \$2.5/Kg. en octubre a \$9.5 en Enero (Orozco-Santos et al. 2000c). Es importante mencionar que al usar control químico de antracnosis en limón mexicano, la rentabilidad puede variar de un año a otro, dependiendo del precio de la fruta en los meses de invierno.

Las estrategias de manejo de antracnosis en limón mexicano deben estar basados en el conocimiento preciso de los eventos fenológicos de los árboles, principalmente aquellos relacionados con la brotación vegetativa, floración, desarrollo del fruto y periodos de cosecha (Orozco –Santos. 2004; Orozco-Santos y Timmer, 2005). La enfermedad tiene un fuerte impacto en la producción de invierno, por lo que es importante proteger aquellas floraciones que ocurren entre Septiembre y Octubre, dado que son las responsables de la producción de fruta de los meses de Enero a Marzo (Medina-Urritia, 1999a; Orozco-Santos et al.2004). (Figura 4 y Cuadro 2).

En la figura 4 se presenta información sobre el rendimiento de fruta de limón mexicano en parcelas comerciales con y sin control químico de antracnosis y su relación con el precio mensual de la fruta en el Valle de Tecomàn, Colima, México.

El rendimiento de ambas parcelas fue similar durante Julio, Agosto y Septiembre, registrando una producción que fluctuó entre 2 y 3 ton/ha/mes. A partir del de Octubre, se

registraron pérdidas en rendimiento de fruta por causa de la antracnosis. En la parcela por control químico se detecto un incremento en el volumen de fruta producida en comparación con la parcela sin control.

Los árboles tratados tuvieron un rendimiento de 2.4 ton/. Esto sugiere que la aplicación de fungicidas realizados en los meses de Julio y Agosto protegió a los frutos pequeños del daño de la enfermedad. Durante los meses de Noviembre a Abril, fue notoria la disminución de la producción de fruta con relación al resto del año. En general, el rendimiento de la parcela tratada con fungicidas fue dos veces mayor que el de la parcela sin tratamiento químico. la producción de fruta en la primera, fluctuó entre 0.4 a 1.4 ton/ha, en cambio en la segunda fue de 0.1 a 0.8 ton. Esto se atribuye a la eficiencia de la absorción de los fungicidas en la protección de brotes vegetativos y florales, así como de los frutos pequeños. A partir del mes de Mayo, el rendimiento fue similar en ambos tratamientos.

El comportamiento de los precios de la fruta esta relacionado con la producción de fruta cosechada en los diferentes meses del año (Figura 4). Durante el período de mayor producción, que va de Mayo a Septiembre, el precio de la fruta pagada al productor fluctuó entre \$0.60 a \$ 1.0/Kg. En contraste, su valor se incrementó en los meses de más bajos rendimientos, fluctuando de \$ 1.80 a \$ 9.5/Kg.; sin embargo, en el período de Diciembre a Marzo se obtuvieron los valores más altos: \$ 4.0 a 9.5/Kg. de fruta, siendo en el mes de Enero cuando se alcanzaron los mejores precios (Orozco-Santos et al. 2000c).

En la Figura 5 se presentan datos sobre el desarrollo del fruto del limón mexicano y su período de cosecha con relación a la época en que ocurre la floración en el Valle de Tecomàn. El tiempo que transcurre entre la emisión de flores y el momento de la cosecha del fruto depende de la época del año, lo cual está relacionado principalmente con las condiciones de temperatura mínima y máxima. Este parámetro climático es un regulador de los procesos de crecimiento y desarrollo de los frutos del limón mexicano (Orozco-Santos y Medina-Urrutia, 1988). De esta manera, cuando la floración emerge en los meses de Junio a Julio, el período de flor a cosecha es de 90 a 100 días, mientras que la fruta que se origina de las flores de Agosto y Septiembre son cosechadas entre 90 a 120 días. Por otra parte el período de flor a cosecha es más largo a partir de los meses de Octubre a Noviembre, ya

que estas floraciones coinciden con los meses que imperan las temperaturas más frescas del año. En esta época, el tiempo de flor a cosecha es de 120 a 140 días (Orozco-Santos y Medina-Urrutia, 1988). Esta información hace evidente que las floraciones emergidas en Agosto, Septiembre y Octubre producen fruta que será cosechada durante el período de Diciembre a Febrero, fechas en que los precios pagados al productor alcanzan los valores más altos (\$5.50 a 9.50/Kg.) (Orozco-Santos et al. 2000c; 2001).

Cuadro 2. Rendimiento de fruta en período de octubre a Abril, daños por antracnosis y costo de la producción cosechada en parcelas de limón mexicano con o sin control químico en el Valle de Tecomàn, Colima, México.

| Tratamiento | Rendimiento de Octubre a Abril (ton/ha) | Incremento en rendimiento (%) | Pérdidas en Rendimiento (%) | Valor de la Producción (\$) |
|-------------|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Con Control | 6,74 | 67,7 | 0 | 21,38 |
| Sin Control | 4,02 | 0 | 40,4 | 13,62 |

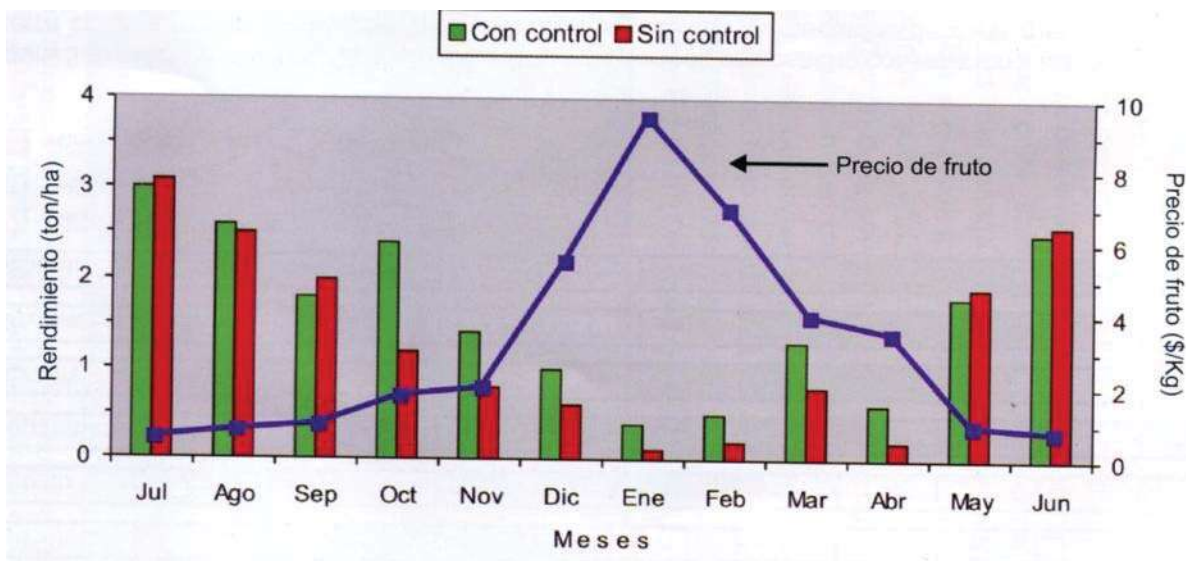


Figura 4. Rendimiento mensual de fruta de limón mexicano en parcelas con y sin control químico de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) y su relación con la fluctuación del precio de la fruta durante el periodo de Julio de 1999^a Junio del 2000 en el valle de Tecomàn, Colima, México.

OBJETIVOS

- 1.- Se puede reducir el daño de la antracnosis en el limón mexicano en el valle de Apatzingan con un manejo integrado.
- 2.- con el manejo integrado se puede obtener una calidad suprema con el producto fresco.

JUSTIFICACION

La reducción del daño y rendimiento que se tiene en la región por la enfermedad repercute en el precio del producto afectando seriamente los ingresos de los citricultores del valle de apatzingan.

CAPITULO I. REVISION DE LITERATURA

La antracnosis del limón mexicano afecta a brotes, flores y frutos jóvenes, cuando la emergencia y desarrollo de éstos coinciden con períodos lluviosos, provocando que en las partes afectadas se observe una abundante esporulación con aspecto de polvillo color salmón, que corresponde a las masas conidiales del hongo. Los brotes afectados se pueden marchitar y eventualmente morir a partir de las puntas, en porciones que varían de uno a varios centímetros, dependiendo de la severidad. En ataques fuertes, las hojas y brotes pueden ser dañados en su totalidad. Cuando esto ocurre, se observan brotes con síntomas de muerte descendentes. Bajo condiciones de daño medio, en las hojas jóvenes aparecen deformaciones y zonas muertas en el borde o el ápice (Figura 6) (Orozco-Santos, 2004).

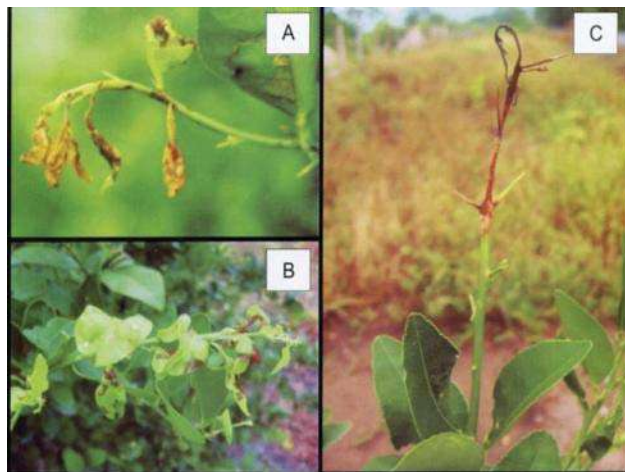


Figura 6. Síntomas de antracnosis en brotes y hojas. A) Brote afectado con necrosis de hojas y tallos. B) Brote con lesiones en hojas. C) Muerte regresiva de brote vegetativo.

Cuando la infección es poco severa o si las hojas están totalmente expandidas al momento de la infección, solo estas llegan a ser afectadas en forma parcial, o bien ocasionar lesiones cloróticas y deformación. Asimismo, en las hojas se observan pequeñas lesiones redondas de tamaño pequeño, los cuales con el tiempo se llegan a necrosar. Estas lesiones en las

hojas, al pasar los días pueden caer ocasionando el síntoma típico de “tiro de munición” (Figura 7) (Garza, 1982; Garza y Medina, 1984; Medina-Urrutia y Orozco Santos, 1994; Orozco-Santos, 2004).



Figura 7. Síntomas de antracnosis en brotes vegetativos producto de infecciones tardías. A) Hojas deformes. B) Hojas parcialmente necrosadas. C) Hoja con lesiones “tiro de munición”.

Los racimos florales pueden ser dañados en su totalidad por la enfermedad. Los botones afectados pueden desprenderse sin haber abierto, mientras que las flores presentan una necrosis de color café rojizo en los pétalos, los cuales permanecen adheridos al cáliz por algún tiempo junto con los frutos pequeños. Al desprenderse los frutos infectados, algunas estructuras florales como el receptáculo, cáliz y pedúnculo quedan adheridos a la rama y son conocidas como “tachuelas” (Garza y Medina, 1984; Orozco-Santos, 2004). Este síntoma es característico del daño de antracnosis en limón mexicano (Figura 8).

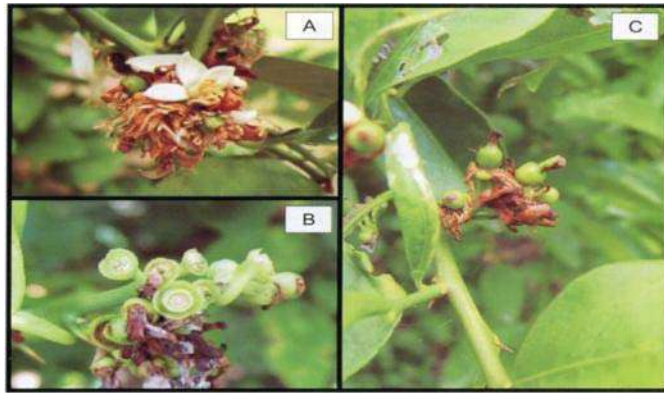


Figura 8. Síntomas de antracnosis en flores y frutos pequeños. A) Racimo floral afectado mostrando necrosis en los pétalos. B) Estructuras florales (receptáculo, cáliz y pedúnculo) conocidas como "tachuelas" adheridas a la rama. C) Frutos pequeños con los pétalos necrosados adheridos.

Los frutos pueden ser atacados por la enfermedad hasta un determinado estado de desarrollo, siendo la susceptibilidad directamente proporcional a la edad. Entre mas joven es el fruto, este es más susceptible a antracnosis y la resistencia se incrementa con la edad. Los frutos pequeños pueden caer o quedar momificados y adheridos a la rama. Asimismo, los frutos afectados pueden permanecer en el árbol hasta su madurez y las lesiones forman costras corchosas levantadas que pueden abarcar hasta la mitad de su superficie. También es frecuente que el fruto se agriete al nivel de la lesión corchosa y deje al descubierto las vesículas de jugo (Figura 9) (Garza, 1982; Garza y Medina, 1984; Medina-Urutia y Orozco-Santos, 1994; Orozco-Santos, 2004).

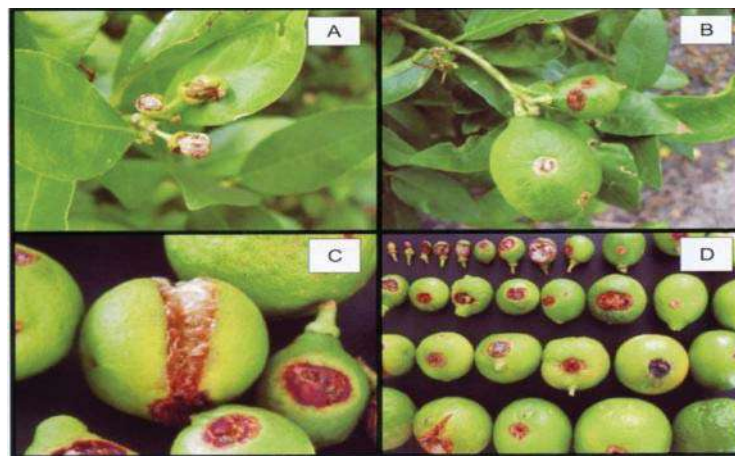


Figura 9. Síntomas de antracnosis en frutos. A) Frutos pequeños momificados. B) Lesiones corchosas en frutos. C) Agrietamiento del fruto. D) Frutos afectados de diferente edad.

1.1. AGENTE CAUSAL

La antracnosis del limón mexicano fue descrita originalmente por Clausen (1912) y su agente causal fue atribuido al hongo *Gloeosporium limeticola* Clausen y posteriormente se considero como una forma de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. (Sutton, 1980). Agostini et al. (1992) caracterizaron dos razas involucradas en las enfermedades conocidas como caída de fruto pequeño y antracnosis del limón mexicano. La primera se atribuyo a la raza SGO (colonias de lento crecimiento y color naranja) de *C. gloeosporioides* y la segunda a la raza KLA (raza del limón mexicano) del mismo hongo. Estudios posteriores con técnicas moleculares demostraron que ambas razas corresponden a *Colletotrichum acutatum* Simmonds (Brown et al. 1996). *C. acutatum* produce conidios hialinos, unicelulares, que miden de 12 a 20 μ m de largo redondeado y otro fusiforme con relación a conidios son ambos lados redondeados y pequeños (Figura 10) (Agostini et al. 1992; Orozco-Santos et al 2000b). Los conidios de muchas especies de *Colletotrichum* son producidos en acervulos, los cuales son encapsulados en una sustancia mucilaginosa soluble en agua (Bergstrom y Nicholson, 1999).

En conclusión, ahora se conoce que la antracnosis del limón mexicano es causada por la raza KLA del hongo *C. acutatum*. El hongo *Colletotrichum* es un modelo biológico de interés por sus características de fácil aislamiento, rápida multiplicación y cortos periodos de incubación (Bergstrom y Nicholson, 1999; Perfect et al. 1999; Timmer et al 1994; Wharton y Dieguez-uribeondo, 2004; Peres et al. 2005).

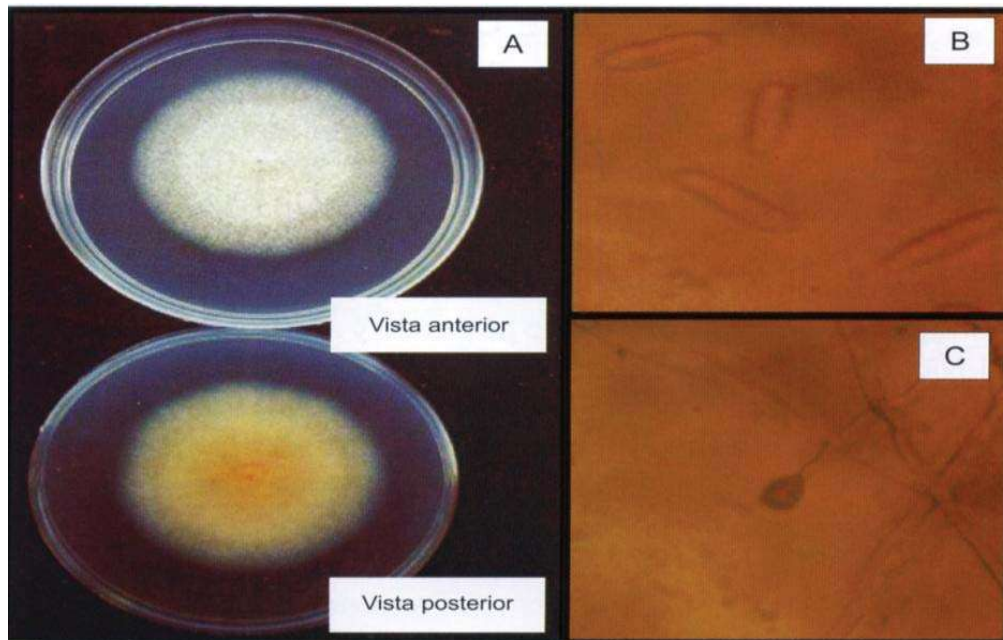


Figura 10. Raza KLA del hongo *Colletotrichum acutatum*, agente causal de la antracnosis del limón mexicano. A) Colonia del hongo desarrollada en medio de cultivo papa dextrosa agar. B) Conidios hialinos unicelulares. C) Apresorio redondeado.

Las colonias de la raza KLA tienen un comportamiento diferente (tasa y tipo de crecimiento y pigmentación) según el medio del cultivo (Figura 11). El mayor crecimiento del hongo en medios sólidos se presenta en papa-dextrosa-agar y solución nutritiva con glucosa. En otros medios de cultivo como jugo de verduras V8, Czapek, glucosa-levadura-peptona y extracto de malta se tiene un menor crecimiento. En papa-dextrosa-agar, el hongo produce micelio aéreo algodonoso, compacto, de aspecto polvoriento y de color blanco grisáceo a gris. El aspecto general de la colonia es de color naranja claro y en el centro de la misma se observan masas conidiales dispersas de color naranja a salmón. En la parte posterior, el centro de la colonia es de color naranja claro a naranja brillante, cuya tonalidad va disminuyendo conforme se acerca a la periferia. Ocasionalmente se forman puntos de color café a café oscuro en el área naranja. En cambio en medio de cultivo jugo de verduras V-8, se observó micelio compacto, ligeramente plano, formación de anillos concéntricos de diferentes tonalidades de gris y con menor desarrollo que en papa-dextrosa-agar. Las

características de *C. acutatum* en glucosa-levadura-peptona fueron de micelio compacto de color blanco y formación de pliegues del centro a la periferia de la colonia que le dan una apariencia de estrella. En el medio Czapek, la colonia produjo micelio algodonoso de color blanco y de aspecto ligeramente polvoriento. En extracto de malta, registró micelio de color blanco y aspecto polvoriento. En la parte central de la colonia se presenta una tonalidad rosada, mientras que en su parte media se observa la formación de anillos concéntricos. Finalmente, en medio de solución nutritiva con glucosa, el micelio fue algodonoso, denso y abundante, con aspecto polvoriento y de color blanco a blanco grisáceo (Orozco-Santos et al. 1999^a; Orozco-Santos et al. 2004b).

En medio de cultivo líquido, se obtiene mayor desarrollo de micelio es extracto de malta, seguido por Czapek, glucosa-levadura-peptona y jugo de verduras V-8. también, las características morfológicas del micelio de *C. acutatum* varían de acuerdo al tipo de medio de cultivo líquido. En jugo de verduras V-8, solución nutritiva con glucosa y glucosa-levadura-peptona el hongo forma aglomerados y hebras de micelio. Los medios líquidos de papa-dextrosa y Czapek producen abundantes grumos de micelio de tamaño pequeño y ocasionalmente presenta aglomerados compactos. Con el medio basado en extracto de malta se tiene escasa producción de micelio en aglomerados (Orozco-Santos et al 2004b).



Figura 11. Características de la colonia de la raza KLA de *C. acutatum* desarrollada en seis medios de cultivo sólido: Papa dextrosa agar (PDA), Glucosa-levadura-peptona (GLP), Solución nutritiva con glucosa (SNG), Czapek (CZS), Extracto de malta agar (EM) y Jugo de verduras V8 (JV8).

El género *Colletotrichum* es un complejo heterogéneo de especies (Sutton, 1992), que lo hace responder de manera variable a condiciones de crecimiento y desarrollo en diferentes medios de cultivo. De acuerdo al medio sólido, el hongo formó colonias con micelio algodonoso, compacto o de aspecto polvoriento; coloración gris, gris oscuro o blanco; con o sin pliegues; con o sin anillos concéntricos. Estas características tan variables, pueden dificultar su identificación cuando no se precisa el medio de cultivo utilizado. Las características morfológicas de las especies *Colletotrichum* spp en cítricos se han detallado comúnmente en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (Agostini et al. 1992; Liyanage et al. 1992; Sonoda y Pelosi, 1988), por lo que es importante seguir utilizando este medio de cultivo para evitar confusiones en el diagnóstico del hongo. Estudios recientes han confirmado que papa-dextrosa-agar es el mejor medio para el crecimiento y desarrollo de la raza KLA de *C. acutatum* (Orozco-Santos et al.2004b).

1.2. TAXONOMIA

El nombre científico de un organismo es la clave para la búsqueda de su literatura y también es importante para muchos aspectos de la ciencia de la cual forma parte. Los micólogos requiere de precisión en la aplicación de nombres a los organismos con los cuales trabajan, esto con el propósito de lograr una comunicación efectiva al hablar de un determinado patógeno (sutton, 1992). *Colletotrichum* es un género notoriamente variable, sobre el cual existen muchas preguntas fundamentales relacionadas con su taxonomía. Evolución, origen de variación, especificidad hospedera y mecanismo de patogenicidad (Bryson ET AL. 1992).

El hongo *Colletotrichum* tiene como estado teleomorfo el género *Glomerella* (estado sexual o perfecto, subdivisión Ascomycotina) (Sutton, 1992). El estado sexual de *C. acutatum* tiene como nombre *Glomerella acutata* Guerber y correll; sin embargo, esta forma no se ha observado en el cultivo de los cítricos, ni se ha podido reproducir en medio de cultivo con aislamientos colectados en este grupo de frutales (Peres et al. 2005).

A continuación se presenta la clasificación taxonómica de la raza KLA del hongo *C. acutatum*, agente causal de la antracnosis de limón mexicano (estado anamórfico, asexual o imperfecto) (Sutton, 1992).

Taxonomía de *C. acutatum*

| | |
|-------------|------------------------------------|
| Reino | Fungi(Mycota) |
| Subdivisión | Deuteromycota (hongos imperfectos) |
| Clase | Deuteromicetes |
| Orden | Coelomycetidae |
| Familia | Melanconiales |
| Género | <i>Colletotrichum</i> |
| Especie | <i>Acutatum</i> |

1.3 VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y GENETICA

La identificación apropiada de hongos fitopatógenos es esencial en todos los aspectos de la fitopatología, desde la investigación fundamental de la biología de los patógenos hasta el control de la enfermedad que causan (McCartney et al. 2003). La identificación tradicional de especies de *Colletotrichum* se basa principalmente en caracteres morfológicos, especialización del hospedero y modo de parasitismo. La dependencia de la especialización del hospedero para fines de identificación y descripción de especies puede conducir a los investigadores a no considerar la especiación basada en otras diferencias genéticas (Sutton, 1992). La separación taxonómica de algunos aislamientos de *Colletotrichum* es incierta, si se toma en cuenta únicamente los criterios clásicos de la morfología y tamaño de esporas, y patotipo de hospederos (O'Neill et al. 1997).

El parámetro morfológico es la herramienta clásica usada por los micólogos para definir especies de hongos (Guarro et al. 1999). Los métodos tradicionales para identificación de especies de *Colletotrichum* se basan principalmente en diferencias morfológicas tales como el color de la colonia, tipo de micelio (aéreo, plano. Denso escaso), tamaño y forma de los conidios (lados redondeados, acuñaos o con un lado acuñaado y otro redondeado), aspecto de masas conidiales, forma del apresorio (redondo, clavado, lobulado o de forma irregular), temperatura óptima, índice de crecimiento, presencia o ausencia de setas, existencia del teleomorfo *Glomerella*, entre otras (Sutton, 1980; Agostini et al. 1999; Sutton, 1992; Freeman et al. 1998).

En la actualidad, el uso de la tecnología en el ADN ha permitido contar con nuevas herramientas para investigación de la variación genética y de los genes que controlan la patogenicidad y especificidad en hongos fitopatógenos. Una de las aplicaciones iniciales de esta tecnología en la fitopatología ha sido la revisión de relaciones taxonómicas de grupos de hongos causantes de enfermedades en plantas (Michelmore y Huelbert, 1987). El uso de los marcadores moleculares de los estudios de taxonomía de hongos ha clarificado las

relaciones entre muchas taxas fungales que eran pobremente entendidas con base a únicamente su morfología. Esto es especialmente importante, debido a que un entendimiento de la identidad y complejidad genética de una población de un patógeno que infecta a un hospedero en particular, es esencial para el establecimiento de estrategias de manejo efectivas contra la enfermedad (Manners et al. 1992; Sunnucks, 2000; McCartney et al. 2003; Milgroom y Prever, 2003).

La genética de poblaciones es un tema que se relaciona con la determinación de la extensión y el patrón de variación genética en las poblaciones con el objetivo de entender sus procesos evolutivos que afectan el origen y mantenimiento de la variación genética (Milgroom y Fry, 1997). El conocimiento de la estructura genética de las poblaciones de hongos fitopatógenos proporciona información sobre aspectos de taxonomía, biología (tipo de reproducción) e historia de vida (capacidad evolutiva), lo cual permite diseñar estrategias de manejo de la enfermedad (McDonald, 1997). Además, es una herramienta útil para el desarrollo y manejo de la resistencia genética en los ecosistemas agrícolas (McDonald, 1999).

En estudios recientes se analizaron las características morfológicas y culturales de 39 aislamientos de la raza KLA de *C. acutatum* de diferente origen geográfico de México (Colima, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Tamaulipas). Los resultados mostraron que todos los aislamientos colectados forman un grupo compacto al registrarse una reducida variabilidad morfológica y cultural. Todos los aislamientos del hongo produjeron micelio algodonoso, compacto, de aspecto polvoriento y color blanco grisáceo (Orozco-Santos et al. 2000b; y Timmer. 2005).

Por otra parte, estudios con marcadores moleculares RAPDs (ADN Polimórfico Amplificado al Azar) en poblaciones de la raza KLA de *C. acutatum* de diferentes áreas citricotas en México, presentaron una reducida variabilidad genética y en muchos casos ausencia de polimorfismo entre aislamientos de diferente origen geográfico, formando un grupo homogéneo con un probable origen común y reducida capacidad evolutiva. Así

mismo, no se registro efecto de manejo entre huertos sobre la variabilidad genética del hongo (Orozco-Santos et al. 2003; 2004^a). En el caso de *Colletotrichum* en cítricos, al parecer la ocurrencia de recombinación sexual es nula o muy limitada. También, Agostini et al. (1992) reportaron que no observaron la forma sexual con ninguno de los aislamientos de las razas SGO y KLA en medio de cultivo y en los tejidos enfermos colectados en campo. Solo fue posible producir algunos peritecios fértiles de cada raza en hojas esterilizadas de limón mexicano. Así mismo, en Belice se han encontrado ascosporas de *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schreck en trampas de esporas y hojas muertas (Fagan, 1984). Sin embargo, se considera que el estado sexual tiene poca importancia en el ciclo de la enfermedad (Timmer et al. 1994).

La raza KLA en limón mexicano tiene una actividad cíclica en el trópico seco de México y un bajo numero de generaciones por año. La antracnosis de esta especie cítrica se presenta de manera epidémica durante la época de lluvias (Julio a Octubre) y el resto del año el patógeno sobrevive como apresorios en hojas de limón mexicano. Esta baja actividad del hongo a traves del año puede conducir que se tenga probabilidades reducidas de mutación, lo cual se expresa en el bajo polimorfismo encontrado en las poblaciones de la raza KLA (Orozco-Santos et al. 2004a). A mayor número de generaciones por año existen probabilidades de más variabilidad genética. El manejo agronómico de huertos es otra situación que influye en la posibilidad de encontrar poblaciones de hongos altamente variables. El cultivo de limón mexicano se desarrolla con niveles tecnológicos de bajos a moderados (determinados por el uso de plaguicidas y fertilizantes), lo cual reduce la presión de evolución de la raza KLA. En cultivos altamente tecnificados, existe la tendencia a una mayor presión evolutiva de los patógenos (McDonald, 1997).

En México, la antracnosis se presenta en la región productora de limón mexicano en las áreas costeras del Océano Pacífico (desde el estado de Jalisco hasta Oaxaca), en donde predomina un clima tropical seco (Orozco-Santos y Timmer, 2005). En estas entidades, dicha especie citricota se ha desarrollado como actividad comercial desde el año de 1920 (Oseguera-Velázquez , 1973) y la enfermedad ha coexistido desde entonces con su hospedero. El 90% de la superficie citrícola de ésta región corresponde a limón mexicano y

el resto está dedicado a toronja (*C. paradisi* Macaf.), limón Persa (*C. latifolia* Tan) y naranja Valencia (*C. sinensis* (L) Osbeck). Los cítricos diferentes al limón mexicano se han establecido en los últimos 20 años, de tal manera que la antracnosis ha coexistido en presencia con su hospedero principal por más de 80 años. Los huertos de limón mexicano se establecieron por medio de semilla hasta principios de la década de los años 80's y después de este tiempo se han ido sustituyendo con huertos con plantas injertadas sobre portainjertos. Aun cuando, la reproducción fue por semilla, los cítricos poseen un elevado número de embriones nucelares que dan origen a una nueva planta. En este tipo de reproducción no existe fusión de gametos, de tal forma que se considera un tipo de reproducción asexual. con estos antecedentes, se asume que las poblaciones de limón mexicano en la región son genéticamente uniformes o presentan poca variabilidad genética generada por mutaciones espontáneas. esta característica del hospedero principal de la raza KLA, hace que el hongo no tenga presión evolutiva para poder adaptarse a diferentes genotipos.

Por otra parte, en el estado de Colima las primeras introducciones de limón mexicano datan de principios del siglo xx. A partir de 1920, su cultivo se expandió significativamente (Oseguera-Velazquez, 1973), ubicándolo como uno de los primeros productores de fruta. También, Colima ha sido productor y distribuidor de planta de este cítrico para toda la región del trópico seco de México. Así, es factible encontrar huertos de limón mexicano en los diferentes estados productores con material vegetativo procedente de esta entidad. con estos antecedentes, es posible que con las plantas también viajaran propágulos de *C. acutatum*, por lo que Colima fue un centro de distribución de la raza KLA en México. El hongo *colletotrichum* no presenta las características de patógenos que se dispersan naturalmente a largas distancias por vía aérea para colonizar nuevos territorios que son descritos en el trabajo de Brown y Hovmoller (2002). en el estudio de Orozco et al. (2004^a), se encontraron poblaciones de la raza KLA con baja variabilidad genética distribuidas en diferentes ambientes: clima trópico seco, trópico húmedo y semiárido.

Esta escasa variabilidad genética es factible atribuirla a que el hongo se reproduce en su totalidad de manera asexual, ya que el estado (*G.acuatata*) no es importante en el ciclo de

la enfermedad (Timmer et al. 1994). otro aspecto que puede influir en la reducida variabilidad genética, es la poca presión de evolución que tiene el patógeno, debido a que su principal hospedero es genéticamente uniforme o con escasa heterogeneidad. En cada entidad productora el hongo se ha manifestado estable con baja capacidad evolutiva.

1.4. HOSPEDEROS, EPIDEMIOLOGIA Y CICLO DE LA ENFERMEDAD

El conocimiento de los procesos de infección, hospederos y epidemiología permite definir estrategias de manejo del patógeno mediante el diseño de modelos de predicción y el desarrollo de prácticas agrícolas apropiadas (Bailey et al. 1992; Bergstrom y Nicholson, 1999). Inicialmente la raza KLA de *C. acutatum* se considero que afectaba únicamente al limón mexicano y no se conocía que causara otro tipo de enfermedades en cítricos (Clausen, 1912; Whiteside, 1998). El primer reporte de la forma KLA causando síntomas en especies diferentes al limón mexicano fue de Agostini et al. (1992), quienes consignaron que esta forma de antracnosis causo síntomas de necrosis de flores y caída de frutos pequeños de naranja Valencia, limón Persa y toronja. Posteriormente, Brown et al. (1996), reportaron que la forma KLA también produce síntomas de caída de fruto pequeño en naranja dulce cultivar Navel. En estudios recientes trabajando con aislamientos de diferentes estados productores de Limón mexicano en México, se confirmó que la KLA de *C. acutatum* es el responsable de la antracnosis de limón mexicano y que también es capaz de ocasionar los síntomas en flores de naranja Valencia y limón Persa (Orozco-Santos et al. 2000b).

La antracnosis del limón mexicano se presenta con mayor severidad durante el periodo de lluvias, temperaturas máximas de 31.C y mínimas de 24.C y con valores de humedad relativa superior al 90%. En condiciones del trópico seco, la lluvia es el factor mas importante que se relaciona con la incidencia y severidad de la enfermedad, sobre todo cuando ocurren precipitaciones de dos a cinco días consecutivos (Orozco-Santos et al. 1999c). Los conidios de la raza KLA de *C. acutatum* son liberados solamente cuando el acèrvulo o la mesa de conidios esta en contacto con el agua, ya que tanto las gotas de lluvia como el rocío los salpica y dispersa (Garza y Medina, 1984; Orozco-Santos, 2004). También pueden ser diseminados por insectos o herramientas de cultivo; sin embargo, esta forma de dispersión tiene poca importancia en la epidemiología de la enfermedad. la infección del hongo se lleva a cabo mediante la penetración directa en hojas, brotes, frutos y flores, en donde el Maceio crece intercelularmente y produce colapso y muerte de los tejidos. La raza KLA tiene un periodo de incubación muy corto; después de la infección,

los primeros síntomas pueden observarse en 3 a 5 días. En las áreas afectadas se puede observar masas de conidios de color rosa. Los tejidos son más susceptibles cuando son jóvenes y la resistencia se incrementa con la edad. LAS hojas llegan a ser inmunes al ataque de la raza antracnosis del limón mexicano cuando completa su expansión. El fruto es susceptible a la infección por *C. acutatum* desde su formación hasta que alcanza un tamaño de 20mm de diámetro (Timmer 2000b).

Con frecuencia la infección por *colletotrichum* es la causa directa de enfermedades de las plantas sin embargo, el hongo se presenta también como un saprofito o invasor secundario de tejidos en decadencia. Las pérdidas causadas por antracnosis ocurren principalmente como una reducción directa de la cantidad y calidad del producto cosechado. El hongo ataca frecuentemente más de una parte de la misma planta, lo que ocasiona enfermedades separadas que pueden interactuar durante el ciclo del cultivo (Waller, 1992). así el limón mexicano, es un ejemplo donde varios órganos (brotes, hojas, flores y frutos) pueden ser infectados por la enfermedad y en donde el inóculo de una fuente es capaz de infectar a otro (Timmer, 2000b; Orozco-Santos, 2001; 2004; Orozco-Santos; y Timmer, 20054).

El ciclo de vida de la raza KLA (antracnosis del limón mexicano) es muy similar al de la raza SGO (caída de fruto pequeño) en naranja propuesto por Agostini et al. (1992). Agostini y Timmer, (1994), Timmer et al. (1994; 2000^a) y Peres et al. 2005. Con el conocimiento actual de la raza KLA en limón mexicano se plantea el siguiente ciclo para que la enfermedad se presente deben de coincidir tres factores elementales: tejidos jóvenes susceptibles (brotes, hojas, flores y/o frutos), la raza KLA del hongo *C. acutatum* y condiciones de clima favorables (Figura 13). En condiciones se presentan principalmente durante el verano (Junio a Octubre o época de lluvias) (Orozco-Santos y Timmer, 2005).

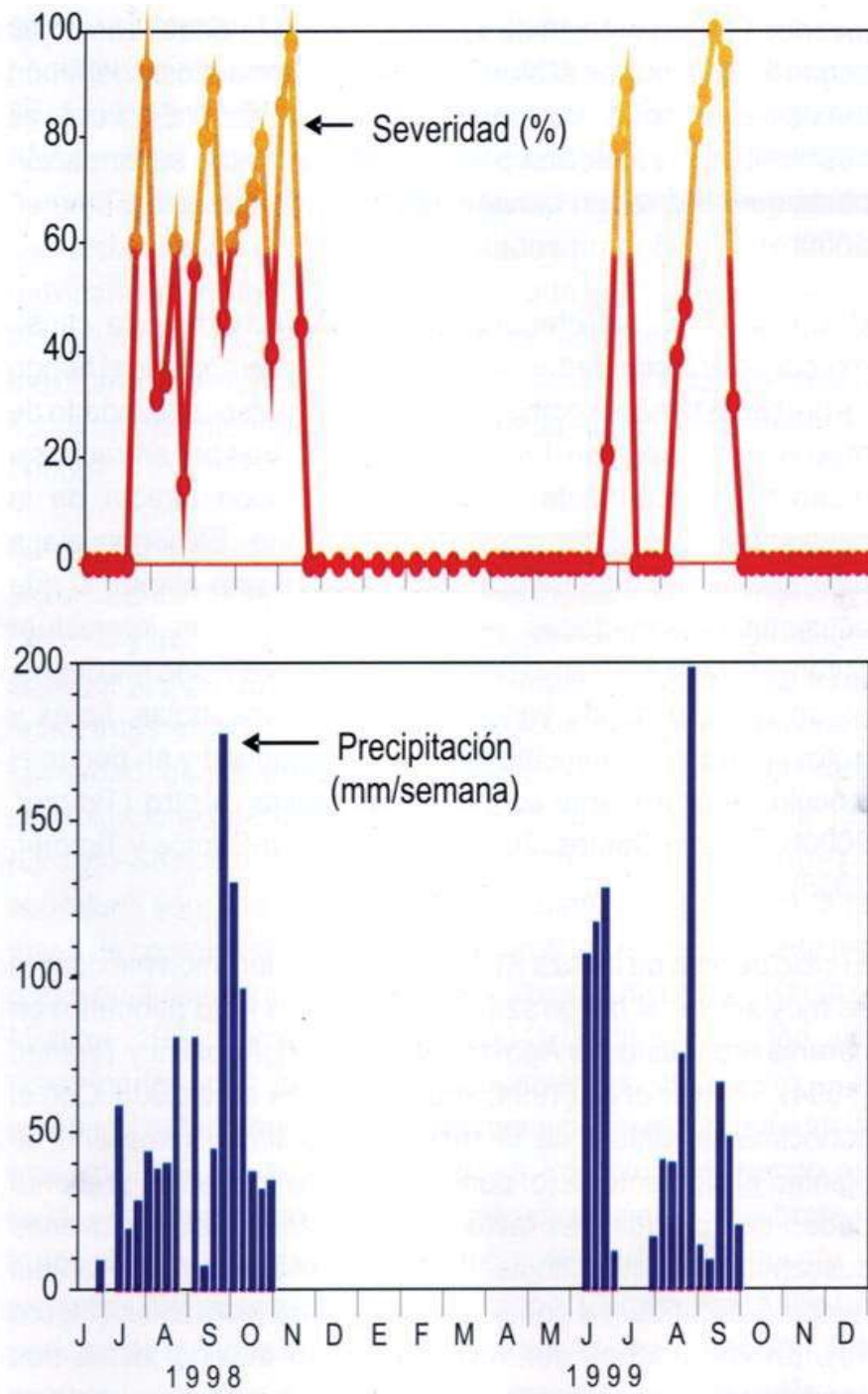


Figura 12. Dinámica de daño de antracnosis en brotes de limón mexicano y su relación con la precipitación en el Valle de Tecomán, Colima, México.

La severidad de la enfermedad esta influenciada notablemente por la presencia de las lluvias, ya que permite la diseminación de los conidios y favorece la infección (Orozco-Santos et al. 1999c). Los conidios son formados en acérvulos y son diseminados por el salpique de las gotas de lluvia. Los conidios se establecen en el tejido susceptible, en donde germinan y penetran directamente. Solo una proporción, el hongo inicia el proceso de colonización y en un lapso de 3 a 4 días se presentan los síntomas. En períodos con lluvias frecuentes que coinciden con brotaciones vegetativas y florales, así como el desarrollo de frutos pequeños, se pueden observar daños severos de antracnosis (destrucción total de todos los tejidos jóvenes) (Orozco-Santos et al. 1999c; 1999c). Al terminar la época de lluvias, se presentan condiciones desfavorables (época de seca) para el crecimiento y desarrollo de *C. acutatum*, lo cual obliga a que los conidios germinen para formar apresorios en hojas maduras adheridas al árbol y localizadas debajo de los tejidos afectados por la enfermedad. En árboles de huertos comerciales en campo, se ha confirmado la presencia de apresorios durante los meses de Febrero y Marzo en hojas de limón mexicano. Al parecer, los apresorios presentes en hojas adheridas al árbol son estructuras de sobrevivencia durante toda la época seca (Noviembre a Junio) y representan la principal fuente de inóculo entre un año y otro.) Falta conocer otras formas de sobrevivencia de la raza KLA en limón mexicano, saber la función de otros órganos vivos o muertos (ramas, brotes y hojas) en la perpetuación del hongo y conocer el efecto del clima y tiempo sobre la viabilidad de los apresorios en hojas adheridas al árbol. La antracnosis está ampliamente diseminada y es carácter endémico año con año en la región productora de limón mexicano en la costa del Océano Pacífico de México (Orozco-Santos et al. 2000c).

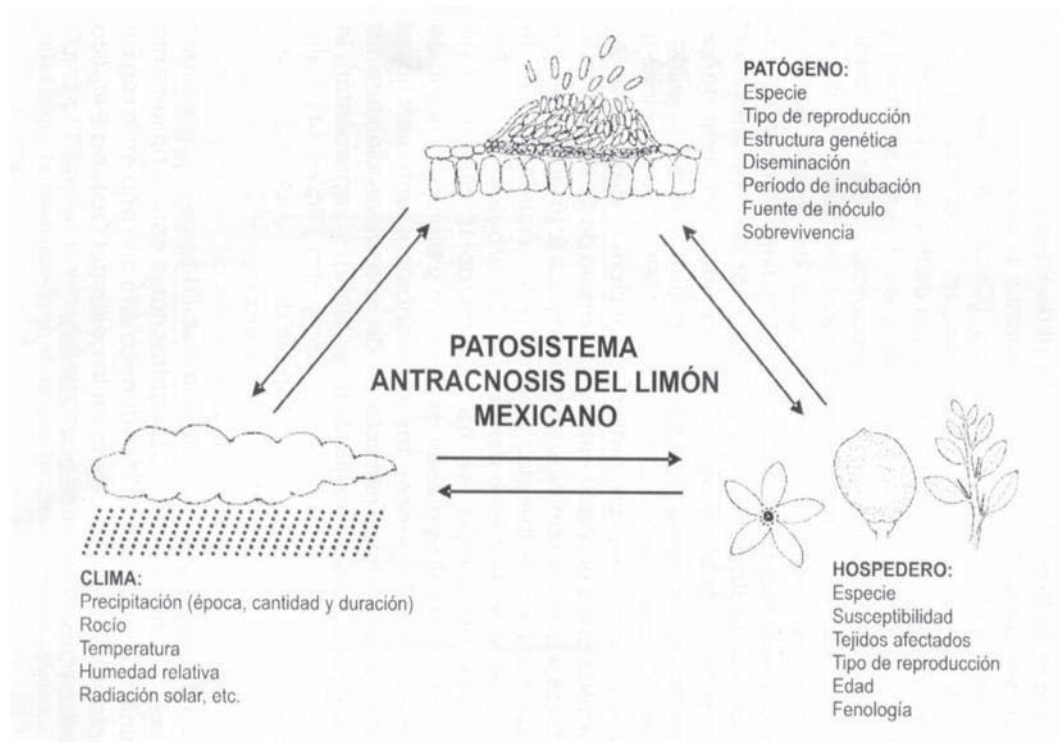


Figura 13. Patosistema de la antracnosis del limón mexicano, donde intervienen el hongo *Colletotrichum acutatum*, el hospedero y las condiciones de clima.

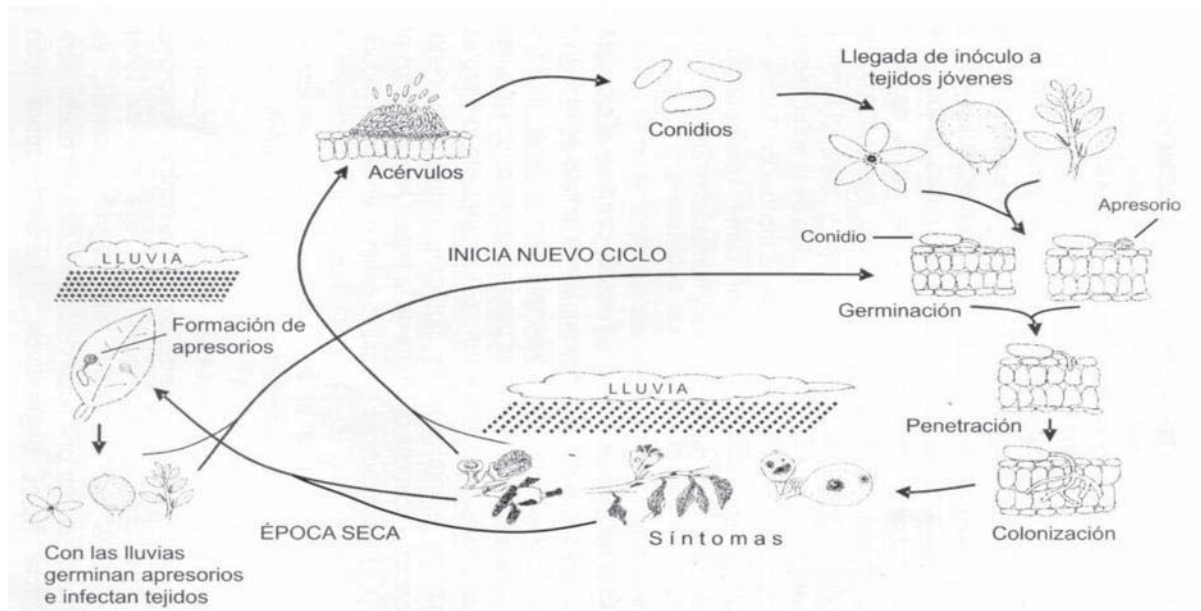


Figura 14. Ciclo de vida de *Colletotrichum acutatum*, agente causal de la antracnosis del limón mexicano

1.5. MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSIS DE LIMÓN MEXICANO.

El manejo integrado de enfermedades se define como una herramienta sustentable para el combate de patógenos, mediante la combinación de métodos biológicos, culturales, físicos y biológicos que minimice los riesgos económicos, de salud y ambientales (Holler, 2004). El manejo integrado de antracnosis contempla el uso de los diferentes métodos de control apoyado por el conocimiento del cultivo de limón mexicano, (susceptibilidad a la enfermedad, interacción con el portainjerto, fenología, órganos infectados y edad del huerto), de la enfermedad (especie de hongo, ciclo de la enfermedad, reproducción, diseminación, período de incubación, fuente de inóculo y sobrevivencia) y del clima (precipitación, temperatura, rocío, radiación solar y humedad relativa).

El control químico es la alternativa más común y eficaz para reducir los daños ocasionados por la antracnosis en el cultivo del limón mexicano; sin embargo, para obtener mejores resultados, el uso de fungicidas deben de ser apoyados con algunas prácticas culturales como son; poda, adelanto de brotes vegetativos e inducción de floración, manejo de riego, fertilización y cosecha oportuna de la fruta (Orozco-Santos et. al. 2000^a). Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de los árboles, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo dentro de la plantación (Moorman, 2004). En el caso del limón mexicano, algunas de estas labores están dirigidas a la inducción de brotes y flores, los cuales estarán protegidos contra antracnosis con aspersiones de fungicidas y de esta manera tener posibilidades de producción en invierno. A demás, es importante realizar una supervisión periódica del huerto para identificar flujos vegetativos y florales, sobre todo durante los meses de Julio a Octubre, época en la que se presenta la enfermedad con mayor intensidad (Orozco-Santos et al. 1999b; 1999c).

1.6. PRACTICAS CULTURALES

Poda.

La poda es una práctica importante que permite de manera directa reducir fuente de inóculo de patógenos y plagas. Además, es necesaria para proporcionarle a los árboles suficiente aireación y de esta manera impedir que se genere un ambiente favorable para el establecimiento y desarrollo de la enfermedad. Las podas de formación de sanidad y rejuvenecimiento son útiles en el manejo de las huertas. La poda de sanidad consiste en eliminar las ramas secas y/o entrecruzadas, a si como podar aquellas pegadas al suelo. Se recomienda realizarla anualmente, de preferencia en los meses de Abril y Mayo. Es factible aprovechar la poda de sanidad para eliminar brotes terminales en ramas menores de un centímetro de diámetro, cuando estas no tengan frutos. La finalidad de este tipo de poda es estimular la emisión de brotes preferentemente en Junio, con la finalidad de propiciar una abundante brotación vegetativa, la cual madurara en 30 días. Esto permite evitar en lo posible daños por escape de antracnosis, que cuando se presente la enfermedad, los brotes emergidos han madurado. Además, es posible que las brotaciones tempranas logren producir flores en los meses de Agosto y Septiembre, lo cual es favorable para la producción de fruta en invierno (Orozco-Santos Medina Urrutia, 1988).

Adelanto de brotes vegetativos e inducción de flores.

El uso de prácticas de cultivo que permitan la inducción de brotes vegetativos y florales durante los meses de Julio a Octubre ayuda a aumentar las probabilidades de producción invernal. Estas practicas consisten en además de la poda aplicar fertilizantes al suelo y aspersión de urea foliar.

Por otro lado la aplicación al follaje de urea desbiuterizada a razón del 1% en huertos de limón mexicano con castigos previos de humedad (en caso de presentarse de dos a tres semanas sin lluvias), provoca la inducción de flores de dos semanas después de la aplicación. Esta practica, tiene más posibilidades de éxito cuando los árboles son jóvenes o tienen un tamaño pequeño. La aplicación de urea se debe realizar en cualquier momento de los meses de Julio a Septiembre.

Manejo de riego.

El riego es una práctica importante en el manejo de las plantaciones de limón mexicano bajo condiciones de trópico seco, ya que gracias a ello se abastece al cultivo del agua necesaria durante la época seca. Con el suministro adecuado de humedad, se desarrollan árboles vigorosos en períodos poco favorables para la enfermedad. El riego oportuno en el mes de Junio después de la poda de brotes terminales en Junio permite adelantar una brotación abundante y vigorosa fuera de época de lluvias y así evitar la antracnosis.

Los métodos de riego usados son: inundación, aspersión y goteo. De estos tres métodos, el que tiene mayor influencia en el desarrollo de la enfermedad es el riego por aspersión aérea. Este tipo de riego tiene el mismo efecto que una lluvia al humedecer el follaje y proporcionarle las condiciones de agua libre que el hongo requiera y además ayuda a su diseminación mediante el salpique de las gotas de agua, transportando así los conidios del patógeno.

Cosecha oportuna de fruta.

La cosecha oportuna de fruta durante los meses previos a la época de lluvias, permite que los árboles de limón mexicano emitan brotaciones vegetativas y florales en los meses de Junio a Octubre, los cuales son importantes para la producción de fruta en los meses de invierno. Contrariamente, si la fruta se deja en el árbol con la finalidad de almacenarla o de que madure y caiga al suelo de manera natural, se tiene una inhibición y/o retraso de los procesos de emisión de brotes y flores. En los meses de Mayo a Julio, el precio de la fruta es de los más bajos del año, lo cual desmotiva a los productores y optan por no cortarla, dejando que se madure en el árbol, lo cual afecta las floraciones de Agosto, Septiembre y Octubre y por lo tanto la cosecha de invierno. Se sugiere cortar oportunamente la fruta durante los meses de Abril a Julio con el propósito de tener árboles con posibilidades de emitir brotes y flores durante verano y principios de otoño.

1.7. CONTROL QUIMICO

El control químico es una más de las estrategias empleadas en el manejo de enfermedades de las plantas (De Waard et al 1993). El uso de fungicidas debe ser un componente integrado que incluye métodos culturales y biológicos para el control de enfermedades (Windham y Windhan, 2004).

El manejo de la antracnosis depende en gran medida de la aplicación frecuente de fungicidas, el cual debe ser complementado con prácticas de cultivo con el fin de proporcionar los nutrimentos y riego necesarios para tener árboles vigorosos. Asimismo, otras prácticas están dirigidas a reducir las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad y disminuir la fuentes de inóculo del hongo causante de la antracnosis (Orozco-Santos et al. 2000^a; Orozco-Santos y Timmer, 2005). A continuación se describen aspectos importantes de los grupos de fungicidas utilizados para el control de la enfermedad, como en su modo de acción, manejo de resistencia, dosis y sugerencias de su intervalo y momento de aplicación.

1.8. FUNGICIDA Y DOSIS

Un fungicida es un compuesto químico que mata o inhibe el crecimiento de hongos (Windham y Windham, 2004); incluye también los productos que inducen resistencia en la plantas para reducir los daños de las enfermedades. La antracnosis es una enfermedad difícil de controlar debido a su corto período de incubación y la continua emisión de brotes vegetativos y flores la mayor parte del año, manteniendo de manera casi permanente tejido tierno y susceptible al patógeno, lo cual hace necesario efectuar numerosas aplicaciones de fungicidas para su combate (Orozco-Santos et al. 2000^a). Esto ocasiona un incremento en los costos de producción.

El control de antracnosis en huertos de limón mexicano se puede realizar mediante la aspersión de los fungicidas señalados en el Cuadro 3. Más adelante, cuando se hable sobre el manejo de fungicidas se proporcionaran elementos para la toma de decisiones sobre el uso de fungicidas.

1.9. MODO DE ACCION DE FUNGICIDAS

Benzimidazoles.

Los benzimidazoles son fungicidas de amplio espectro que se emplean en dosis bajas y han sido usados comercialmente para el control de enfermedades de las plantas desde finales de la década de los 60s. Cuando fueron introducidos al mercado, estos fungicidas revolucionaron el control de enfermedades, debido a sus propiedades sistémicas y a su actividad curativa que permitió extender los intervalos (Smith, 1988; Delp, 1995; FRAC, 2006). Este grupo químico actúa a nivel de la mitosis y división celular (Figura 15), y son potentes inhibidores de la polimerización de la proteína B-tubulina en muchas especies de hongos. La B-tubulina es un componente de los microtúbulos (un tipo de filamento del citoesqueleto de la célula fungal), los cuales regulan la posición de los organelos y movimiento dentro de la célula. Además, es importante en la alineación de los cromosomas y su segregación en las células hijas resultantes. El citoesqueleto interviene en el funcionamiento de muchos procesos celulares: forma y división celular, así como el movimiento intracelular de organelos. Algunos fungicidas representativos de este grupo son: benomyl, carbendazim, thiabendazole y metiltiofanato (Davudse, 1988; Hollomon et al. 1998; FRAC, 2006).

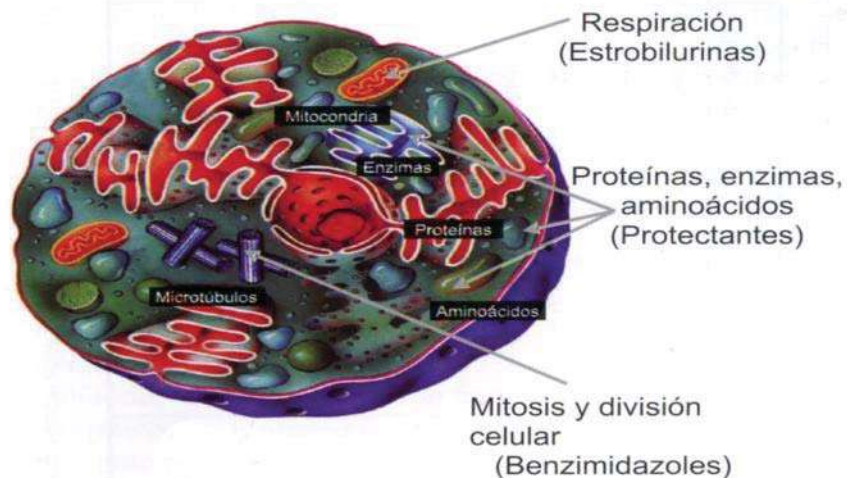


Figura 15. Modo de acción en la célula fungal de los grupos de fungicidas usados para el control de antracnosis del limón mexicano. Fuente de la imagen: <http://www.horton.ednet.ns.ca/staff/turner/cell%20USB.jpg>

Cuadro 3. Fungicidas recomendados para el control de antracnosis del limón mexicano.

| Ingrediente Activo | Nombre Comercial | Tipo de Fungicida | Dosis/100 lts de agua* | Dosis de Producto comercial/ha |
|--------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|
| Mancozeb | Dithane M-45 | Protectante | 200 a 300 g | 2,0 a 2,5 Kg |
| | Funcozeb | Protectante | 200 a 300 g | 2,0 a 2,5 Kg |
| | Manzate 200 DF | Protectante | 200 a 300 g | 2,0 a 2,5 Kg |
| | Flonex MZ 400 | Protectante | 300 ml | 3,0 a 4,0 lts |
| Captafol | Quifolatan 50 PH | Protectante | 200 a 300 g | 2,0 a 2,5 Kg |
| Metiram | Polyram DF | Protectante | 200g | 2,0 a 2,5 Kg |
| Folpet | Folpam 80 PH | Protectante | 200g | 2,0 a 2,5 Kg |
| Clorotalonil | Bravo 720 | Protectante | 200ml | 2,0 a 2,5 lts |
| Benomyl | Benlate 50 w | Sistémico | 100g | 1 kg |
| | Promyl 50 PH | Sistémico | 100g | 1 kg |
| | Robust R | Sistémico | 100g | 1 kg |
| Carbendazim | Bavistin DF | Sistémico | 100g | 1 kg |
| | Derosal 500 D | Sistémico | 100g | 1 kg |
| | Prozicar 50% | Sistémico | 100g | 1 kg |
| Azoxystrobin | Bankit | Sistémico | 60ml | 400 ml |
| Trifloxistrobin | Flint | Sistémico | 30g | 120 a 180 g |

Estrobilurinas.

Son fungicidas sistémicos también llamadas Qol (inhibidores fuera de la quinona), cuyo modo de acción es a nivel de la respiración (Figura 15) (FRAC, 2006). El sitio específico de acción de estos fungicidas es el punto de oxidación del quinol de la enzima mitocondrial citocromo b. El ligamiento de las estrobilurinas al sitio de oxidación bloquea el transporte de electrones y por consecuencia inhiben la respiración de las mitocondrias del hongo (Bartlett et al. 2000). Las mitocondrias de la célula fangal son las responsables de la producción de energía.

El bloqueo de la transferencia de electrones en la cadena respiratoria ocasiona una reducción en la producción de ATP, que es el principal agente químico energético que impulsa las funciones vitales de la célula. De esta forma, todos los procesos bioquímicos importantes son interrumpidos, el crecimiento del hongo es paralizado y provocan su muerte (Bartlett et al 2000; Gisi et al. 2000).

Los fungicidas de este grupo son: azoxystrobin, trifloxystrobin y pyraclostrobin, entre otros (FRAC, 2006).

Fungicidas protectantes.

También llamados fungicidas de contacto o multisitio. Su modo de acción es en muchos sitios; proteínas, enzimas y aminoácidos, interfiriendo en su función (Figura 15). Los mecanismos de acción de este grupo de fungicidas no son bien entendidos. Algunos reaccionan con ciertos grupos de proteínas, así como son los metales adheridos a ellas. Esto podría impedir su función enzimática. Asimismo, otros obstaculizan la producción de energía a nivel de mitocondrias. Los fungicidas representativos son: diutiocarbonatos y similares (mancozeb y metiram), phthalimidas (captafol y folpet) y cloronitrilos (clorotalonil) (FRAC, 20006).

1.10. MANEJO DE FUNGICIDAS

EL MANCOZEB (Funcozeb 80, Manzate 200 DF, Dithane M-45 y Flonex MZ 400). CAPTAFOL (Quifolatan 50 PH) y CLOROTALONIL (Bravo 720) son productos de contacto o preventivos que se deben aplicar de Julio a Octubre (época de lluvias), siempre y cuando existan tejidos jóvenes (brotes, flores y frutos en desarrollo) que proteger (Orozco-Santos, 2001; 2004). La cantidad de brotes vegetativos, flores y frutos en desarrollo debe ser abundante, de tal manera que justifique económicamente el empleo de cualquiera de estos fungicidas.

La aplicación debe realizarse después de una precipitación importante (mayor de 10mm) y no debe de pasar más de dos días después de la lluvia sin hacer la aspersion, ya que por el corto período de incubación de la enfermedad, después de este tiempo no es posible lograr un control adecuado. La afectividad biológica de estos productos ha sido evaluada bajo condiciones de campo, siendo el mancozeb y captafol los que han tenido un control adecuado de la enfermedad.

Los fungicidas metiram, golpe y clorotalonil poseen una efectividad ligeramente inferior que los anteriores, sin embargo, es factible integrarlos en un programa de manejo de antracnosis a base de protestantes (Orozco-Santos et al. 2000 a; 2000c). Los productos que se recomiendan se formulan como polvo humectable o suspensión acuosa; debido al tamaño de sus particular (menor a dos micras) proporcionan un buen cubrimiento en las partes del cultivo tratado (Washington, 1997).

EL BENOMYL (Benlate 50 W. Promyl 50 PH y Robust R) y CARBENDAZIM (Bavistin D, Derosal 500 D y Prozicar 50%) son fungicidas sistemáticos que pertenecen al grupo de los MBC (Methyl Benzimidazoles Carbamatos). Se recomienda aplicarlos de manera preventiva, cuando exista una cantidad importante de tejido susceptible y se pronostiquen lluvias en los próximos días (Medina Urrutia, 1999^a; Orozco-Santos, 2004). Su uso continuo puede generar resistencia del hongo y por consecuencia se reduce su eficiencia en

el control de la enfermedad, por lo que no se recomienda realizar más de dos aplicaciones por año con estos fungicidas (Davidse, 1988; Delp, 1995).

EIAZOXISTROBIN (Bankit) y el TRIFLOXISTROBIN (Flint) son fungicidas que pertenecen al grupo de las estrobilurinas o Qol's; la aplicación de estos productos se debe hacer en forma preventiva al igual que los MBC. Este grupo de fungicidas presenta un alto riesgo de generar razas resistentes al hongo, por lo que no se recomienda realizar más de dos aplicaciones por año (Bartlett et al 2000).

1.11. MOMENTO DE APLICACIÓN

Como se mencionó previamente, el limón mexicano es un cultivo que emite brotaciones vegetativas y florales durante todo el año. En el verano, estos procesos fenológicos coinciden con el período de lluvias. La presencia de la enfermedad tiene una relación estrecha con los meses lluviosos; debido a que esto permite que se forme una capa de agua o rocío sobre los tejidos susceptibles, lo cual es indispensable para el proceso de germinación de los conidios de *C. acutatum*. Además, las lluvias es un elemento indispensable para diseminación del hongo, ya que el impacto de las gotas de agua sobre las masas de conidios hace que estos propágulos sean transportados hacia los tejidos vegetales de los árboles.

Las aplicaciones de fungicidas deberán realizarse a partir de Junio o Julio de acuerdo a las condiciones de clima. Durante estos meses la incidencia y severidad de la antracnosis puede ser baja, por lo que se recomienda revisar periódicamente los tejidos jóvenes de los árboles (Figura 16). Cuando la incidencia y severidad de la enfermedad se incrementa, es necesario aplicar fungicidas protectantes cada que aparezca una nueva brotación vegetativa o floración importante, siempre y cuando ocurran precipitaciones mayores de 10mm. En caso de tener tejido susceptible en abundancia en el huerto, pero sin presencia de lluvias, no se requieren aplicaciones de fungicidas. O bien, si el tiempo es lluvioso pero en el huerto no existe tejido susceptible, tampoco es necesario tomar decisiones de control.

Los fungicidas sistémicos deben de aplicarse cuando existan brotaciones vegetativas y florales abundantes en el huerto y se pronostiquen lluvias en los próximos días, Es importante señalar que el empleo de este tipo de fungicidas señalar que el empleo de este tipo d fungicidas recomendados para el control de la antracnosis no protegerán los brotes emergidos después de su aplicación, ya que su acción sistémica ocurre únicamente dentro del tejido asperjado y estos productos no son capaces de traslocarse de las hojas adultas a los brotes nuevos. Es importante enfatizar que las floraciones emergidas en los meses de Septiembre y Octubre son las más importantes, ya que coinciden con la época de mayor severidad de la enfermedad. Además, las flores emergidas en estos meses dan origen a los frutos que se cosechan en los meses de Enero y Febrero, los cuales alcanzan el mayor precio en el mercado (Orozco-Santos et al. 2000c).

1.12. EQUIPO DE APLICACIÓN

El equipo de aplicación de fungicidas juega un papel importante en el control de la antracnosis del limón mexicano. Existen diversos equipos para la aspersión de estos productos al follaje (Figura 17). No está por demás señalar que cualquiera que sea el equipo empleado, éste debe de ser capaz de cubrir todo los tejidos susceptibles de los árboles (brotes, flores y frutos pequeños) para lograr protegerlos d la enfermedad.



Figura 16. Brotación vegetativa en limón mexicano. Edad óptima de brotes vegetativos para la aplicación de fungicidas.

El equipo más utilizado es el conocido como “bomba de pistolas” adaptada a la toma de fuerza de un tractor; este equipo es efectivo para el control de antracnosis, ya que permite una buena cobertura del follaje y en árboles adultos es capaz de proteger las partes más altas de la copa. Su gasto es de 600-800 litros de agua por hectárea.

Algunos productores emplean la “la bomba de parihuela” para aplicar fungicidas contra antracnosis. Este equipo también es adecuado para proteger los tejidos susceptibles de la

enfermedad en árboles adultos. Su gasto es de 500 a 700 litros de agua por hectáreas y se logra una buena cobertura de los productos aplicados (Figura 17).

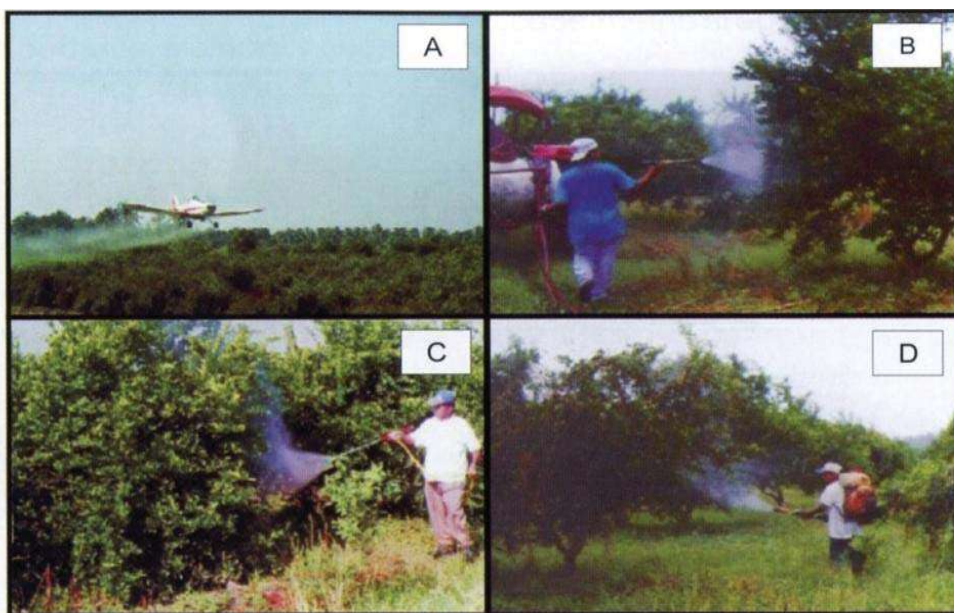


Figura 17. Equipo de aplicación para el control de antracnosis del limón mexicano: A) Avión, B) Bomba de motor adaptada a la toma de fuerza de un tractor, C) Bomba de parihuela y C) Bomba de mochila motorizada.

En árboles jóvenes, además de los equipos anteriormente mencionados, también es factible utilizar un equipo de “bomba de mochila de motor”. Estas bombas tienen una buena cobertura del follaje y un gasto de 200 a 250 litros de agua por hectárea; este tipo de bombas también se puede utilizar en huertos.

En caso de que los productores no dispongan de suficiente equipo terrestre para asperjar grandes superficies en un corto periodo de tiempo, una alternativa viable es la aplicación aérea de los productos,. Se ha demostrado que las aspersiones con avión son igual de efectivas, en el control de este tipo de enfermedades, que las aplicaciones con equipo terrestre. Cuando se utilice equipo aéreo, es importante incrementar el volumen de agua a 50 o 60 litros de solución por hectáreas (Orozco-Santos et al. 2000c).

Otro equipo usado es el conocido como “turbo”, se acopia a la toma de fuerza de un tractor. Se recomienda usar este equipo con una alta presión, de tal manera que el producto asperjado sea depositado en todo el follaje del árbol, incluyendo la parte superior de la copa. El gasto de la bomba turbo es de 500 a 700 litros de agua por hectárea en árboles adultos (Figura 18).



Figura 18. Equipo de aplicación con bomba de turbo para el control de antracnosis del limón mexicano.

Es importante la evaluación de la cobertura de la solución con el fungicida mediante el empleo de tarjetas hidrosensibles después de una aplicación para asegurar un control adecuado de la enfermedad y en caso de fallas en el equipo usado tomar la decisión de repetir la aplicación.



Figura 19. Evaluación de la cobertura de la aplicación con bomba de parihuela. Obsérvese la cobertura adecuada proporcionada por este equipo.

1.13 RESISTENCIA A FUNGICIDAS

La resistencia o pérdida de sensibilidad de un organismo a un producto químico determinado, es cuando su aplicación no causa el mismo efecto sobre las poblaciones del patógeno al usarse en las mismas concentraciones del fungicida en que inicialmente se controlaba. Otra definición implica la falta de sensibilidad del hongo a un fungicida debido a que el patógeno la adquirió a través de un cambio genético. El desarrollo de resistencia es comúnmente el resultado de una mutación genética que confiere al patógeno la habilidad para contrarrestar, neutralizar o evitar la actividad del fungicida (Staub, 1991; Brentm, 1995; Rusell, 1995; Agrios, 1997; Windham y Windham, 2004). La resistencia ocurre cuando la reducción es eficacia está asociada a la presencia de capas resistentes al hongo, problema que inicialmente estuvo ausente. Este fenómeno afecta a la mayoría de los grupos químicos de fungicidas, incluyendo algunos compuestos con acción multisitio. Sin embargo, los casos más comunes son encontrados con los fungicidas sistémicos, los cuales frecuentemente poseen un sitio de acción bioquímica individual (compuestos de monositio) dentro de las células del hongo. Al presentarse el fenómeno de resistencia, existe un importante incremento en la frecuencia de las poblaciones del hongo con menor sensibilidad al producto químico (Staub, 1991; Brent, 1995; Rusell, 1995; Brent y Hollomon, 1998).

En el caso de la antracnosis del limón mexicano, el empleo de fungicidas es una de las principales herramientas para su prevención y control. Los productos de acción sistemática que se utilizan, son las sustancias muy específicas que poseen un solo sitio de acción en el metabolismo del hongo, por las que las posibilidades de generar resistencia es mayor que con los productos de contacto, los cuales actúan en varios sitios del patógeno (Brent, 1995; Brent y Hollomon, 1998; Rusell, 1995). Los fungicidas sistemáticos comúnmente utilizados para el control de antracnosis pertenecen a los grupos químicos de los benzimidales y estrobilurinas (Medina-Urrutia, 1999^a; Orozco-Santos, 2004; Orozco-Santos y Timmer. 2005), los cuales son considerados de alto riesgo para generar resistencia en hongos fitopatógenos (Brent y Hollomon, 1998).

En general los fungicidas más efectivos para controlar enfermedades son aquellos que tienen actividad sistémica o translaminar, los cuales se mueven dentro de la planta y controlan en porciones de los tejidos que no recibieron directamente el tratamiento. Sin embargo, este tipo de fungicidas tiene el más alto riesgo de desarrollo de resistencia, debido a que tienen sitios de acción muy específicos. El desarrollo de estrategias para el manejo de resistencia es necesario para mantener y prolongar la vida útil de los fungicidas (Staub, 1991; Brent, 1995; Rusell, 1995).

El riesgo de resistencia asociado a los fungicidas depende principalmente de la clase química a la que pertenecen. Cada clase química se caracteriza por un típico patrón de comportamiento de la resistencia. En ciertas clases mayores de fungicidas como los cobres, phthalimidas y ditiocarbamatos, nunca se han encontrado resistencia práctica. Por el contrario, clases como benzimidazoles, estrobilurinas, fenilaminas, dicarboximidas y los azoles, aunque en menor grado, han mostrado serios problemas de resistencia después de 2 a 10 años de su introducción. Por lo tanto, se puede predecir mucho del riesgo de resistencia si un fungicida pertenece a una clase conocida. En el caso de fungicidas que forman nuevos grupos, hay que basarse en la especificidad de su acción (Staub, 1991; Brent, 1995; Rusell, 1995; Brent y Hollomon, 1998).

Por otra parte, los riesgos de resistencia asociados a un patógeno comprenden aspectos epidemiológicos y de manejo de la enfermedad. Entre los factores más importantes se citan: ciclo de vida del patógeno, abundancia de esporulación, aislamiento de poblaciones del patógeno y tipo de reproducción (Brent y Hollomon, 1998) El caso particular de la raza KLA de *C. acutatum* en limón mexicano, ésta presenta un ciclo de vida corto (alrededor de 7 días) con abundante esporulación, no existe aislamiento de poblaciones y con reproducción asexual.

El riesgo de resistencia o pérdida de sensibilidad de *C. acutatum* se puede considerar de un nivel bajo, tomando en cuenta las características del patógeno causante la antracnosis del limón mexicano y los grupos químicos de los fungicidas empleados para su control. A pesar de que los dos grupos químicos de fungicidas sistémicos que se usan en el control de

la enfermedad son de alto riesgo (benzimidazoles y estrobilurinas), las características de producción asexual del patógeno permiten suponer que el riesgo de pérdida de sensibilidad de bajo (Brent y Hollomon, 1998). El hongo *C. acutatum*, al no poseer reproducción sexual se evita la recombinación genética constante y en consecuencia sus probabilidades de mutación son bajas. Se ha demostrado que este tipo de reproducción es uno de los factores más importantes involucrados en la variabilidad genética de los hongos (McDonald, 1997; Milgroom y Prever, 2003). El fungicida benomyl se ha empleado durante mucho tiempo para controlar la caída de fruto pequeño en cítricos causada por la raza SGO de *C. acutatum*. En estudios recientes se ha demostrado la efectividad de este fungicida en el control de la enfermedad bajo condiciones del campo (Peres et al. 2002) y de acción protostante (ditiocarbamatos, cloronitrilos y ftalamidas) son de bajo riesgo para inducir resistencia en *C. acutatum* y hongos en general (FRAC, 2006).

Los fungicidas benzimidazoles son de alto riesgo para seleccionar razas resistentes del hongo a estos compuestos. El mecanismo de resistencia es la alteración específica en los sitios de ligamiento en la proteína β -tubulina (Davidse, 1988; Delp, 1995). Por otra parte, existen problemas de resistencia cruzada entre todos los fungicidas que pertenecen al grupo de los benzimidazoles, incluyendo el benomyl, carbendazim y metiltiofanato (FRAC, 2006).

Los fungicidas del grupo de las estrobilurinas son de alto riesgo de resistencia (Bartlett et al. 2000; Gisi et al. 2000, Avila-Adame et al. 2003; Kim et al. 2003). Su mecanismo de resistencia es a través de mutaciones en el gen del citocromo b, lo cual resulta en cambios en la secuencia de péptidos que previenen el ligamiento de fungicidas (Colson, 1993; Kim et al. 2003). Existe resistencia cruzada entre aquellos fungicidas que actúan en el proceso de respiración (estrobilurinas), lo cual indica que las poblaciones de hongos resistentes al azoxistrobin lo son también para el trifloxistrobin y pyraclostrobin (FRAC, 2006). Estudios recientes han evidenciado la presencia de aislamiento de *C. graminicola* resistentes a este tipo de fungicidas (Avila-Adame et al. 2003).

1.14. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO DE RESISTENCIA

Las siguientes recomendaciones son modificaciones de los lineamientos generales para el manejo de resistencia a fungicidas propuestas por FRAC (2006) adaptadas al caso de antracnosis en limón mexicano.

1. Realizar no más de dos aplicaciones de los fungicidas sistémicos del grupo de las estrobilurinas o benzimidazoles durante el año.
2. Los fungicidas estrobilurinas son muy efectivos para prevenir la germinación de las esporas de hongos fitopatógenos, por lo que se deben usar de manera preventiva. Se debe evitar el uso erradicante de estos productos.
3. Los fungicidas benzimidazoles no deben emplearse en ciclos consecutivos. Se recomienda aplicarlos en mezcla con Mancozeb o Capatafol.
4. Los fungicidas benzimidazoles deben de aplicarse solamente bajo condiciones de baja presión de la enfermedad.
5. Siempre usar la dosis completa de los fungicidas sistémicos recomendados (benzimidazoles y estrobilurinas) cuando se apliquen solo en mezclas.
6. Los fungicidas sistémicos solo pueden ser mezclados con fungicidas protectantes.

7. No se recomienda hacer mezclas de fungicidas sistémicos de los grupos de las estrobilurinas con benzimidazoles.

8. El uso de fungicidas protectantes (multisitio) debe ser considerado como una herramienta valiosa en el programa en el control de antracnosis del limón mexicano para mantener la vida útil de los fungicidas sistémicos.

Una vez que se hayan completado las aplicaciones de productos sistémicos durante el período en que ocurre la enfermedad, es necesario emplear protectantes.

9. Los fungicidas de sistémicos (benzimidazoles y estrobilurinas) pueden ser aplicados una o dos veces por año y el resto de las aspersiones es factible hacerlas con protectantes. Otra alternativa es usar únicamente fungicidas de contacto.

1.15. CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico consiste en el uso de organismos naturales o modificados, genes o productos de genes que reducen los efectos de organismos indeseables tales como patógenos de plantas y para favorecer organismos deseables como los cultivos agrícolas. Las enfermedades de las plantas pueden ser controladas con microorganismos vivos que son antagónicos a hongos fitopatógenos. Los mecanismos de control biológico de patógenos de plantas incluyen antibiosis, parasitismo, competencia, competencia sistémica adquirida, protección cruzada e hipovirulencia (Ownley y Windham, 2004). Se han realizado algunos intentos de control biológico de la raza SGO del hongo *C. acutatum*, agente causal de la caída de fruto pequeño en cítricos. Al respecto, Kupper et al. (2003) evaluó el efecto de diferentes aislamientos de los antagonistas *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. bajo condiciones de laboratorio y campo.

Los resultados en árboles de naranja dulce Cv. "Natal", demostraron la efectividad de algunos tratamientos de *B. subtilis* y *T. aureoviridae* en reducir el porcentaje de flores con síntomas de la enfermedad en comparación al tratamiento testigo. Sin embargo, el corto período de incubación del patógeno desde la llegada del conidio hasta el establecimiento de la infección limitada la efectividad de los antagonistas por el tiempo reducido en que *C. acutatum* permanece vulnerable.

CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1. MANEJO INTEGRADO DE ANTRACNOSIS DEL LIMON MEXICANO EN EL VALLE DE APATZINGÁN

Las condiciones del clima del valle de Apatzingan, permiten que el árbol de limón crezca, florezca y fructifique todo el año, por lo que es necesario por medio del manejo del cultivo y manipular su comportamiento, de acuerdo a la conveniencia del productor con el fin de programar la época de cosecha de acuerdo a la fluctuación de precios del mercado.

2.2. DELIMITACION GEOGRAFICA DEL VALLE DE APATZINGAN

El limón mexicano de Michoacán que podrá distinguirse en el valle, será aquel cultivado en los municipios de, Aguililla, Apatzingàn, Buenavista, Múgica, Paràcuaro y Tepalcatepec del estado de Michoacán.

Localización.

Aunque la región tiene forma irregular, su localización queda comprendida dentro de las siguientes coordenadas: 19·20 N y 18·30 N, 101·02 O y 101·03 O aproximadamente.

El espacio territorial.

La región geográfica protegida se encuentra en la Depresión del Balsas-Tepalcatepec, comprendida entre la Sierra Madre y el Cinturón Volcánico Transmexicano, con la misma dirección que estos.

Límites de adscripción político-administrativa.

La región geográfica protegida limita al norte con los municipios de Peribàn, Tancitaro, Uruapan y Gabriel Zamora; al sur con los municipios de Tumbiscatio y Coalcomàn de Vázquez Pallares; al este con el municipio de la Huacana y al oeste con el estado de Jalisco.

2.3. FACTORES GEOGRAFICOS FISICOS

Se refiere a las condiciones ambientales particulares que tiene la región geográfica protegida, que permiten producir limones Mexicanos con sabor y aroma distintivos.

Forma de la región

Fisiográficamente, la región sigue la forma trazada por la depresión del río Tepalcatepec, el cual fluye de este a oeste hasta encontrarse con el río Balsas.

Altitud

Varía de 200 a 2,100 m.s.n.m., aunque las áreas productoras de limón se concentran en la franja de los 300 a los 500 m.s.n.m.

Precipitación.

Esta región intermontana presenta la característica de sombra orográfica para la lluvia, o sea que las masas de aire húmedo del Pacífico, al subir por la ladera, se enfrían y llueve en la vertiente de la sierra madre del sur que ve al Océano; al bajar las masas de aire por la ladera que ve a la depresión, sufren calentamiento adiabático y disminuye la humedad relativa; en consecuencia, las lluvias son escasas por lo que el clima es seco en la mayor parte de esta región.

Clima

Los climas dominantes de la región son Tropical con lluvias en verano (AW) y Seco estepario (BS).

Vegetación predominante son:

Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio y Bosque Tropical Espinoso.

Edafología

Los suelos más abundantes se clasifican como vertisoles, leptosoles, feozem, regosoles y castañozem.

Geología

La mayor parte del área agrícola de la región esta cubierta por materiales geológicos sedimentarios de la Era Cuaternaria y los suelos son de origen aluvial. Las elevaciones topográficas corresponden a materiales originados también en la Era Cuaternaria formados por rocas ígneas extrusivas como Basalto y Brecha Volcánica Básica.

2.4. PODA

La poda de los árboles de limón se lleva acabo para evitar el envejecimiento prematuro, eliminar ramas poco productivas, controlar el crecimiento de la copa y estimular la brotación vegetativa. La aplicación de esta práctica, permite que los árboles se mantengan altamente productivos.

Poda manual.

El tipo de poda se determinará de acuerdo con la densidad de plantación utilizada. En los huertos con densidad de plantación tradicional de 8 X 8 m, 9X9 m o 10X10 m, se recomienda la poda manual removiendo anualmente las ramas secas, quebradas o que estén invadidas por plantas parásitas, es conveniente eliminar las ramas altas crecidas en el centro para favorecer la entrada de luz y aire. También se eliminan las ramas que sobresalen lateralmente, que estorban en el paso de la maquinaria. Puesto que la falda baja del árbol produce más fruta que la parte alta, no es conveniente levantar la falda más de un metro del suelo, ya que una falda baja incrementa la cosecha.

Poda mecánica.

Esta poda se realiza en huertas con densidades altas con arreglos de 8X4 m, 9 x5 m o 10 X5 m. tiene como objetivo limitar el crecimiento tanto lateral como de copete. La poda en altas densidades tiene tendencia a mecanizarse para abaratar los costos de cultivo y evitar el envejecimiento prematuro de los árboles. Se debe mantener los árboles a una altura promedio de 3.5 a 4 metros, con un diámetro de copa de 4 a 5 metros. Por lo general la poda mecanizada se aplica en forma lateral cada dos años y en el copete cada 2 a 3 años.

Época de poda.

Se recomienda que la poda se aplica a partir de marzo a abril, que es cuando el fruto alcanza menor precio y los brotes nuevos alcanzan a madurar para florecer en agosto a septiembre.

2.5. CONTROL DE MALEZA

La maleza compite con los árboles por la luz, agua nutriente y espacio. Además es hospedera de plagas y enfermedades que afectan el cultivo e interfieren con las operaciones de cosecha que se hacen lentas y costosas.

Las malas hiervas más comunes en los huertos en la región son: zacate Johnson (*Sorghum halepense*), zacate Cola de Zorra (*Leptochloa filiformes*) panguica (*Aldana dentata*), winare (*Sida spp*) y grama (*Cynodon dactilon*).

Control mecánico.

Es el método de control más común y consiste en el paso de rastra entre calles seis veces por año. El cajete debe limpiarse a machete o con azadón seis a ocho veces por año, cuando la maleza tenga de 20 a 30 centímetros de altura.

Control químico.

Este se aplica a la maleza que crece en los cajetes y se sugiere la aplicación de glifosato 41% en dosis de 2 a 3 litros por hectárea la dosis de herbicida se puede reducir agregando urea o sulfato de amonio al 1 o 2% o sea de 10 (urea) a 20 (sulfato de amonio) gramos por litro de agua. Para control de algunas malezas de hoja ancha con bejucos, se aplica 2,4-D Amina.

2.6 RIEGO

LA aplicación oportuna y suficiente del riego es el factor más crítico para la obtención de buenos rendimientos en los cítricos. En Colima y Michoacán mas de 95% de la superficie cultivada con limón Mexicano se localiza en un clima tropical seco donde la evaporación supera en 100% la precipitación anual. El período de lluvias se concentra de julio a octubre, con precipitaciones ocasionales fuera de la estación. Por lo que la mayor parte del año es necesario aplicar riegos para mantener un buen rendimiento y calidad de fruta.

Condiciones generales. Los cítricos son plantas perennes que para su crecimiento y producción requieren humedad disponible en el suelo durante todo el año. Las regiones con precipitaciones entre 1200 y 1500 mm anuales pueden llenar las necesidades del cultivo. Sin embargo, el promedio de lluvia anual en la mayoría de las áreas productoras de limón en el Pacífico Centro es de 600 a 800 mm anuales con una distribución irregular a través del año, por lo que es necesario complementar con riego.

Los factores que determinan la cantidad de agua y frecuencia de riego son: edad del árbol, tipo de suelo, clima y sistema de riego.

Requerimientos de agua pueden variar de 760 a 1300mm anuales. Para estimar la evapotranspiración (ET) de una manera sencilla y rápida, se ha tratado de establecer una relación entre ET y el agua evaporada de un tanque evaporímetro tipo “A”, la cual se encuentra entre un 58 y 60% del agua evaporada del tanque evaporímetro. Con esta información es posible planear el período y volumen de agua para aplicar en cada riego.

Consumo de agua. La humedad disponible de suelo se pierde en dos formas: la que toma la planta para su crecimiento y transpiración y la que se pierde por evaporación directa de la superficie del suelo, las pérdidas de agua por transpiración y evaporación están directa e indirectamente relacionadas con el clima (por los cambios de temperatura y por el viento), la radiación solar y la humedad relativa.

La suma de la pérdida de agua en las formas se llama evapotranspiración, y en consecuencia la que determina los requerimientos de agua en los árboles en cualquier época del año. La cantidad de agua consumida por evapotranspiración en el cultivo durante un período determinado se llama uso consuntivo.

Un concepto importante para el diseño de programas de riego es la humedad aprovechable, que es el agua de la que puede disponer la planta en función de las características de suelo que varían con el tipo de suelo, ya que los suelos pueden retener un nivel máximo de agua (capacidad de campo) en contra de la fuerza de gravedad, de la cual el cultivo solo puede obtener una parte, ya que conforme desciende el nivel, el agua es retenida con mayor fuerza hasta que la planta ya no puede tomarla (queda retenida a un nivel de 15 atmósferas), a este se le conoce como punto de marchites permanente, a este nivel los cultivos muestran síntomas de estrés por falta de agua.

Los suelos varían en su capacidad de almacenamiento de agua, un suelo arcilloso cuenta con una mayor cantidad de agua almacenada en relación a un suelo arenoso. Un riego a un nivel óptimo nunca debe dejar abatir el agua cerca del punto de marchites permanente, en términos generales el nivel de agua aprovechable no debe bajar de un 50%. En el limón se ha encontrado una reducción notable en el rendimiento con caídas en el nivel del agua aprovechable hasta cerca del 20%. En algunos suelos los cítricos pueden ser afectados a niveles de humedad de 35 a 50% de humedad aprovechable.

A manera de guía, a continuación se presentan las demandas de agua por árbol en función del mes del año y tamaño del árbol (diámetro de copa):

Requerimiento del agua (litro/árbol/día) en árboles de limón plantados a una distancia de 9x9 m.

| MES | DIÁMETRO DE COPA DE LOS ÁRBOLES | | | |
|------------|---------------------------------|-----|----|-----|
| | 9M | 7M | 5M | 3M |
| Enero | 235 | 142 | 43 | 5,0 |
| Febrero | 252 | 152 | 47 | 5,0 |
| Marzo | 268 | 162 | 50 | 5,5 |
| Abril | 284 | 172 | 53 | 5,8 |
| Mayo | 333 | 201 | 62 | 6,9 |
| Junio | 333 | 201 | 62 | 6,9 |
| Julio | 341 | 206 | 63 | 7,1 |
| Agosto | 300 | 181 | 56 | 6,2 |
| Septiembre | 284 | 171 | 53 | 5,9 |
| Octubre | 252 | 152 | 47 | 5,2 |
| Noviembre | 252 | 152 | 47 | 5,2 |
| Diciembre | 243 | 147 | 45 | 5,0 |

Riego por gravedad.

Este método es el más utilizado en la región. Consiste en aplicación de agua rodada a través de diferentes sistemas, algunos de los más comunes son: cajetes individuales, recomendado en plantaciones jóvenes, que permite el ahorro de agua, ya que solo se riega el área ocupada por árbol. Sin embargo, es más costoso el mantenimiento y actualmente es poco usado.

Es sistemas por melgas es recomendado para plantaciones adultas, consiste en construir bordos a una altura de 30 cm. a los lados de las hileras de los árboles, para conducir el agua o mojar el terreno. Cuando la plantación es joven los bordos se trazan al nivel del área de goteo y cuando han alcanzado la plenitud en su desarrollo los bordos se trazan a la mitad de la calle que queda entre hileras. La distancia de los machos se establece de acuerdo al tipo de suelo, 100 m a lo máximo en suelos arcillosos y 50 m en suelos arenosos.

Riego por surco

Es un sistema de riego usado en Michoacán en función tipo y pendiente del suelo. Se trazan surcos a través del huerto que mojan sólo una porción del terreno, y la humedad bajo el suelo se expande alcanzando las raíces del árbol.

Riego presurizado.

El método de riego presurizado consiste en conducir el agua a través de tuberías hasta el árbol. Existen varias modalidades dentro de los sistemas de goteo y micro aspersión. Tiene varias ventajas entre ellas que ocupan menos mano de obra, bien manejados son más eficientes en la distribución y oportunidad del riego, además que es posible aplicar los fertilizantes en el mismo sistema de riego. Las desventajas las principales es que se ocupa invertir en infraestructura como bomba, instalar tubería de conducción y distribución y goteros o micro aspersores, lo cual significa una inversión muy fuerte, pero recuperable con los años de uso. Para la región se recomienda aplicar de dos a tres riegos por semana.

2.7. FERTILIZACION

Los suelos que predominan en la región son del tipo Vertisol Pélico de color oscuro, gris y gris oscuro, de textura arcillosa y arcillo limosa que presentan grietas anchas y profundas en la época de sequías y son muy duros. El pH varía de 7.3 a 8.5, el contenido de materia orgánica de 1 a 2 %, con altos contenidos de carbonatos de calcio y tienen una profundidad media de 40 a 90 cm.

La aplicación de fertilizantes al suelo es elemental para que haya buena producción. Se ha observado que el elemento que mayor influencia ejerce sobre la producción y calidad de la fruta es el nitrógeno, por lo que es indispensable aplicarlo cada año. El fósforo y el potasio influyen sobre la calidad del fruto, incrementando el grado de acidez, el porcentaje de jugo, el contenido de ácido ascórbico, aunque tienden a disminuir el grosor de la cáscara.

Dosis y métodos de fertilización química.

La dosis de fertilización recomendada para el limón Mexicano con espinas en el Valle de Apatzingan es de 2.000 – 0.750 Kg. por árbol de nitrógeno fósforo y potasio, respectivamente. Para aplicar esas dosis de elementos mencionados, se necesitarían: para nitrógeno 10 Kg. de sulfato de amonio o 4.35 Kg. de urea; para fósforo 1.650 Kg. de superfosfato de calcio triple y para potasio 1.250 Kg. de sulfato de potasio.

Las cantidades de fertilizantes recomendadas se dividen en dos, la primera aplicación se realiza entre los meses de enero y febrero y la segunda entre julio y agosto.

El fertilizante se aplica a la mitad de la distancia entre el tronco y el límite de la copa del árbol, se aplica haciendo una zanja o pozos alrededor del árbol. Es necesario suministrar humedad suficiente para que el fertilizante se diluya en el suelo.

Aplicación de estiércol.

Se sugiere la aplicación de estiércol o composta a razón de 20 a 30 Kg. por árbol, cuando estos sean mayores de 4 años. Funciona como mejorador de suelo, para modificar su permeabilidad y haya una mejor aireación. Además modifica el pH y la estructura del suelo,

aporta nutrientes al suelo y quelatiza micro-nutrientes, entre ellos el fierro lo que facilita su absorción por parte de los árboles.

Fertilización foliar.

Debido a que los suelos donde se desarrollan las plantaciones de limón son alcalinos, los árboles presentan deficiencias de micro-nutrientes, principalmente fierro y zinc (Fe y Zn). Se recomienda aplicar sulfato ferroso y sulfato de zinc a concentraciones no mayores de un Kg. por 100 litros de agua, agregar un adherente al agua a razón de un centímetro cúbico por litro de agua.

2.8. ENFERMEDADES

El Limón Mexicano es afectado por diversas enfermedades que reducen su potencial de producción, calidad de fruta y algunas veces causan la muerte de los árboles. Entre las más importantes se conocen la Gomosis (*Phytophthora parasitica*, Dastur). Muerte de ramas (*Botrydiplodia theobromae*, Pat.). Tristeza de los Cítricos (v.t.c). Mancha foliar, fumagina y **antracnosis**.

Antracnosis (*Gloesporium limeticolum*, Clausen).

Es la enfermedad más importante, afecta la producción de invierno, que es cuando se obtienen los mejores precios de venta. Esta enfermedad bajo condiciones altamente favorables afecta los tejidos jóvenes causando daños en brotes, botones, flores y frutos pequeños. Los tejidos maduros son resistentes.

Sintomatología.

Los árboles afectados se marchitan y mueren a partir de las puntas en proporciones que varían de uno a varios centímetros, pueden aparecer zonas muertas en el ápice a borde de las hojas, los botones florales afectados se desprenden sin haberse abierto. Los frutos afectados que permanecen en el árbol presentan lesiones al descubierto las vesículas de jugo.

Agente causal.

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Gloesporium limeticolum*, Clausen), cuyo desarrollo se favorece con altas temperaturas y humedad relativa. Este hongo se disemina por el golpeo de las gotas de lluvia y gotas de rocío, también por insectos y herramientas usadas en el cultivo.

Control.

El hongo que produce la antracnosis tiene un periodo de incubación muy corto (2 a 5 días), lo cual dificulta su control en el campo, por lo que se debe prevenir. **El principal método es el químico** con aplicación de fungicidas de contacto, entre estos Mancozeb, Captan,

Oxicloruro de cobre, Sulfato tribásico de cobre o Metalaxil+Mancozeb a razón de 300 gr. por 100 litros de agua, o bien 100 gramos de Benomil o Carbendazim en 100 litros de agua.

2.9. INDUCCION A FLORACION

Para obtener buenas cosechas de limón, aún cuando haya abortado la flor de agosto y septiembre que es la de la producción del invierno, es necesario hacer aplicaciones foliares de nitrato de potasio, con la finalidad de inducir floración.

Condiciones de aplicación.

Las condiciones requeridas para que la aplicación sea efectiva son:

- a).- que la mayoría de las yemas florales estén maduras;
- b).- haya pocos frutos maduros;
- c).- haya tenido el huerto un período de sequía de cuando menos 30 días;
- d).- y la aplicación se realice bañando completamente al árbol hasta que quede goteando.

La forma de alcanzar estas condiciones es la siguiente: primero, se deben realizar cosechas frecuentes para que el árbol tenga el mínimo posible de frutos; después, para proporcionar la sequía adecuada, se deja de regar y se le proporcionan los rastreos o barbechos necesarios al huerto para eliminar humedad del suelo. Por último, se realiza la aplicación al follaje del árbol cubriéndolo completamente.

Dosis de aplicación.

Se sugiere la aplicación foliar de nitrato de potasio a razón de 4 Kg. por 100 litros de agua mas 100 centímetros cúbicos de adherente para provocar la inducción e incremento de la floración.

Fecha de aplicación. Se sugiere como fecha limite para hacer la aplicación, el cinco de octubre, para así poder obtener la producción en enero-febrero, que es cuando se tiene el mayor precio de limón en la región.

2.10. COSECHA

Si se requiere obtener el máximo rendimiento y de calidad en los huertos de limón y para que fruta tenga buena aceptación en el empaque, debe cosecharse solamente fruta con madurez y de corte, la cual tiene buen tamaño, cáscara color verde oscuro brillante, lisa y buen contenido de jugo. Los frutos tiernos son pequeños, sin jugo y la cáscara es de color verde opaco y sin brillo, por lo que cosechar este tipo de fruta ocasiona una pérdida en cuanto a rendimiento y calidad.

La cosecha

Debe realizarse cada 15 días aproximadamente, con la finalidad de eliminar pérdidas por maduración de fruto, las cuales se presentan cuando los intervalos entre cosechas más largos.

La cosecha debe iniciarse por la mañana, cuando en las hojas y los frutos haya desaparecido el agua que hubieran tenido por lluvia o rocío. En invierno, o cuando el huerto esté recién regado, la cosecha debe iniciarse hasta aproximadamente las nueve de la mañana, para que los frutos pierdan turgencia y la cáscara no sufra daños por el manejo en cosecha y transporte. No se deben cortar frutos tiernos, tumbar flores o frutos pequeños. Por esta razón, no debe permitirse el sacudimiento de árboles o ramas, ni el uso de ganchos para cortar la fruta. Solamente debe cosecharse con red de lona.

La fruta cosechada debe mantenerse en la sombra y transportarse en cajas de plástico de 30 Kg. desde el campo de empaque el mismo día de la cosecha. En estas cajas, el fruto sufre menos daños que en las de madera. Para evitar el aplastamiento de los frutos, debe evitarse llenar en exceso las cajas en el campo.

2.11. SELECCIÓN Y CLASIFICACION

La fruta proveniente del campo se selecciona en forma manual o automatizadamente por color en verde oscuro, verde alimonada y verde amarillo. Además, se elimina el follaje y pedúnculos adheridos a los frutos. Posteriormente se clasifican los frutos de acuerdo con los siguientes tamaños:

| Código | DIAMETRO DE FRUTO (mm) |
|--------|------------------------|
| 1 | Menores de 31 |
| 2 | 31,1 - 34 |
| 3 | 34,1 - 37 |
| 4 | 37,1 - 39 |

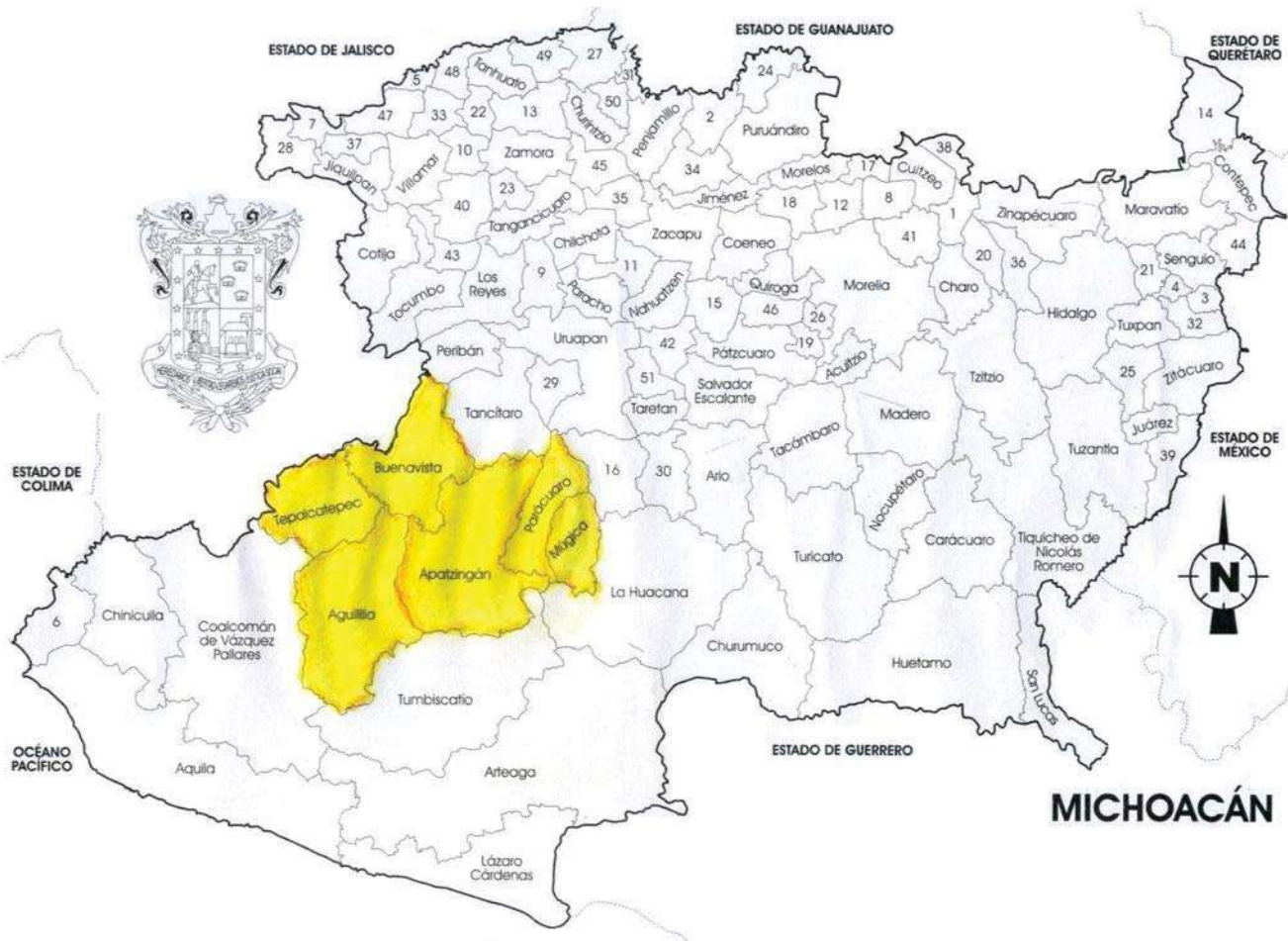
2.12 MUNICIPIOS PRODUCTORES DEL LIMON MEXICANO QUE INTEGRAN EL VALLE DE APATZINGAN

| MUNICIPIO | SUPERFICIE (Ha) |
|--------------|-----------------|
| AGULLILLA | |
| APATZINGAN | 10,651.00 |
| BUENAVISTA | 12,814.20 |
| MUGICA | 3,002.50 |
| PARACUARO | 3,225.50 |
| TEPALCATEPEC | 2,118.00 |

Fuente: SAGARPA

Distrito de desarrollo rural 086 apatzingan

28 de Noviembre del 2008



CAPITULO III.- RESULTADOS

De acuerdo con la superficie de limón Mexicano (*Citrus aurantifolia* Christm (Swingle) en el valle de Apatzingàn, esta se ve afectada con perdidas del 40% al 60% de la producción invernal (Diciembre a Marzo) en huertos sin control químico reduciendo la importancia económica que es la cosecha, ya que en esta época se presentan las condiciones para que el hongo *Colletotrichum Gloeosporioides* se reproduzca.

De acuerdo con la información con que se cuenta se conoce el desarrollo del Hongo a si como las condiciones optimas las cuales en el valle de Apatzingan Michoacán, se presentan en los meses de Julio a Enero que son meses en que tienen altos porcentajes de humedad relativa y temperatura propicia para el desarrollo del patógeno.

A si mismo existen estrategias de control preventivo a base de fungicidas y acaricidas.

CONCLUSIONES

2. La antracnosis del limón mexicano es una enfermedad que se presenta año con año de manera epidémica en la región productora del trópico seco de México. Es capaz de infectar todos los tejidos jóvenes, incluyendo brotes, hojas, flores y frutos pequeños. La enfermedad ocasiona pérdidas de un 40 a 60% de la producción invernal en huertos sin control químico y se presenta principalmente durante la época de lluvias (Julio a Octubre); su efecto en rendimiento esta muy relacionados con la producción de invierno (Diciembre a Marzo), Se presenta con mayor severidad cuando ocurren periodos con lluvias, temperaturas máximas de 31°C y mínimas de 24 °C y con humedad relativa arriba de 90%

2.- La antracnosis es causada por la KLA del hongo *C. acutatum*, el cual produce conidios hialinos, unicelulares y una elevada proporción con un lado redondeado y otro fusiforme con relación a conidios con ambos lados redondeados. Además, forma apresorios redondeados y pequeños. Los estudios con marcadores moleculares RAPDs (DNA Polimorfismo Amplificación al Azar) con aislamientos de la raza KLA de *C. acutatum* colectados en diferentes estados productores de cítricos en México presentaron una reducida variabilidad genética y en muchos casos ausencia de polimorfismo entre aislamientos de diferente origen geográfico, formando un grupo homogéneo con probable origen común y reducida capacidad evolutiva.

3.- para que la enfermedad se presente deben coincidir tres factores elementales: tejidos jóvenes susceptibles, la raza KLA del hongo *C. acutatum* y condiciones de clima favorables. Los conidios son diseminados por el salpique favorable. Los conidios son diseminados por el salpique de las gotas de lluvia y se establecen en tejidos susceptibles, en donde germinan y penetran directamente. Después de la penetración, el hongo inicia el proceso de colonización y en periodo de 3 a 4 días se presentan los síntomas. Al terminar la época de lluvias, se presentan condiciones desfavorables (época seca) para el hongo, lo cual obliga a que los conidios germinen para formar apresorios en hojas maduras adheridas

al árbol. Los apresorios son las estructuras de sobrevivencia durante toda época seca (Noviembre a Junio) y representan la principal fuente de inóculo entre un año a otro.

4.- Para el manejo integrado de antracnosis se sugiere el uso de los diferentes métodos de control, apoyando con el conocimiento del cultivo, de la enfermedad y del clima. El control químico es la alternativa más común y eficaz para reducir sus daños; sin embargo, para obtener mejores resultados debe completarse con algunas prácticas culturales como: la poda, la inducción de brotes vegetativos y florales, el manejo de riego, la fertilización y la cosecha oportuna de fruta.

5.- Para el control de la antracnosis se requieren numerosas aplicaciones de fungicidas; esto debido al crecimiento indeterminado de los árboles de limón mexicano, así como al corto periodo de incubación del hongo. Los fungicidas sugeridos para el control de antracnosis pertenecen a los grupos químicos de los benzimidazoles y estrobilurinas (Sistémicos). Además, los fungicidas ditiocarbamatos, ftalimidias y cloronitrilos (protectantes) productos importantes en el manejo de la enfermedad.

6.- Se recomienda hacer un manejo racional de los fungicidas, empleando la guía del FRAC para el manejo de resistencia de los compuestos utilizados en el control de la antracnosis con la finalidad de mantener vigente la efectividad de estos.

LITERATURA BIBLIOGRAFICA

Medina-Urrutia, V.M. 1990^a. Control de la antracnosis de limón Mexicano con fungicidas sistémicos. 3^a. Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. SARH-INIFAP y Universidad de Colima. P. 103-106.

Medina-Urrutia, V.M. 1990^b. Estimación de daños causados por antracnosis en limón Mexicano. 3^a Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. SARH-INIFAP y Universidad de Colima.p. 107-110.

Medina-Urrutia, V.M. y Orozco-Santos, M., 1994. Situación actual sobre el control de antracnosis (*Gloeosporium limetticolum*) del limón Mexicano. Memoria de la VII Reunión Trópico 94. Universidad de Colima.p. 19-21.

Orozco-Santos, M. 2004. Manejo integrado de antracnosis en limón mexicano en el trópico seco de México. Memorias del 2do. Simposium Internacional de Citricultura en Oaxaca 2004. Puesto escondido, Oaxaca, México.p. 51-62.

Orozco- Santos, M. y Medina Urrutia, V.M. 1988, Amarre y crecimiento del fruto de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) en dos sistemas de producción. Memorias del XII Congreso Nacional de Fitogenetica. Chapingo, México.p. 127.

Orozco-Santos, M., Manzo-Sánchez, G., Guzmán-González, S., y Salmón-Veles, G. 1999^a. Crecimiento de *Colletotrichum acutatum*. Causante de la antracnosis del limón mexicano en diferentes medios de cultivo. Memorias del XXVI Congreso de la sociedad mexicana de Fitopatología, Guadalajara, Jalisco, México.

Orozco-Santos, M., Timmer, L.W., y Farias-Larios, J. 1999^b. Dinámica de daño y efecto de antracnosis sobre el rendimiento de limón mexicano en el trópico seco de México.

Memorias del XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología . Guadalajara, Jalisco, México.

Orozco-Santos, M., Farias-Larios, J. y Timmer, L.W. 1999c. Dinámico de daño de antracnosis (*Colletotrichum acutatum*) en limón mexicano y su relación con la precipitación. *Horticultura Mexicana* 7 (1):184.

Orozco-Santos, M., Farias-Larios, J. y Timmer, L.W. 2000^a. Manejo integrado de antracnosis del limón mexicano en el trópico seco de México. Memorias del XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Puerto, Vallarta, Jalisco, México.

Orozco- Santos, M., Medina Urrutia, V.M. Robles-González, M., Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O., Velásquez-Monreal, J.J., Timmer, L.W. y Guzmán-González, S. 2006. Biología y manejo integrado de antracnosis del limón mexicano en el trópico seco de México. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomàn.