SIGATOKA NEGRA (MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS MORELET) EN EL PLÁTANO

En Fiji la Sigatoka negra, se descubrió como una enfermedad nueva en 1963 (Rhodes, 1964 y Leach, 1964), aunque hubo evidencia de su presencia en Hawai y en algunas zonas del pacífico desde mucho antes (Stover, 1972) En Centro América se descubrió por primera vez en Honduras en 1972 y desde allí se diseminó por el resto de la región, en Sudamérica, se registró en Colombia en 1981; posteriormente en Ecuador en 1989 y más reciente en Cuba y Venezuela (Morichon y Fullerton, 1990).

Esta enfermedad altamente destructiva en los principales cultivares de plátanos, puede ocasionar según Burt et al (1997) y Orzco (1998) pérdida en el rendimiento entre un 50 y 100%, afectando de manera notoria la economía del productor. Ataca las hojas de las plantas, produciendo un rápido deterioro del área foliar cuando no se combate, afecta además el crecimiento y productividad de las plantas al disminuir la capacidad de fotosíntesis. También produce una reducción en la calidad de la fruta, al favorecer la maduración de los racimos, lo cual es la mayor causa de pérdida (Douglas y Ronald, 1992).

**Agente causal y síntomas de la Sigatoka Negra.**

El agente causal es el hongo Ascomycete llamado Mycosphaerella fijiensis, el cual se produce en forma sexual y asexual durante su ciclo de vida (Douglas y Ronald, 1992). La fase asexual se presenta en el desarrollo de las primeras lesiones de la enfermedad, pizca, mancha, en donde se observó la presencia de un número relativamente bajo de conidiósfora (estructura donde se producen las esporas asexuales llamadas conidios) que salen de los estomas, principalmente en la superficie inferior de la hoja.

Según Douglas y Ronald, (1992) la fase sexual es la más importante en la producción de la enfermedad, ya que se produce un gran número de ascósporas, en estructuras llamadas seudotecios (también llamadas algunas veces peritecios), Las ascósporas son las esporas sexuales, ambas, conidios y ascósporas, son las estructuras de diseminación de la enfermedad, lo que corrobora Burt et al, (1997) al señalar que las ascósporas de Mycosphaerella fijiensis, son las principales fuentes de inóculo y el medio de dispersión a grandes distancias dentro de un área determinada.

Los conidios son hialinos, cilíndricos, rectos o ligeramente curvos, de seis a nueve septos, delgados en al ápice y más ancho en la base con una cicatriz en el hilium basal del conidio (punto de unión entre el conidio y el conidioforo) (Orozco, 1998). Los conidiósforos pueden emerger directamente del estoma de manera individual o en pequeños grupos o pueden formar fascículos sobre un estoma irrumpen de color oscuro.

Según Orozco (1998), los conidios miden de 30-132mm de longitud y de 2.5 - 5 mm en la parte más ancha. Las estructuras se producen en mayor abundancia en la superficie inferior de las lesiones, pero también pueden ser encontradas en la parte superior.

Las ascósporas son hialinas, fusiformes clavadas, con dos células y ligeramente constrictivas en el septo. Las ascósporas miden de 14-20 mm de longitud y de cuatro hasta seis mm de ancho.

Leach, (1964a) indicó que los primeros síntomas son numerosos, diminutos puntos pardos que se desarrollan hasta formar finas rayas de color pardo rojizo de 1.5 mm de largo, visibles en la superficie superior, se unen y oscurecen hasta ennegreserce, entonces las zonas muertas y negras se secan y adquieren un color más pálido. Las manchas suelen ser intensas hacia las puntas de las hojas; las hojas afectadas pueden morir en tres o cuatros semanas y el resultado es una desfoliación muy rápida y severa.

Cuando la enfermedad es severa, solamente la primera hoja abierta y enrollada está libre de síntomas, las pecas iniciales aparecen en la segunda y tercera hoja, las rayas en la tres, cuatro y cinco hojas, y las rayas y manchas a partir de la secta en adelante (MINAGRI, 1990).

Algunos aspectos de los síntomas pueden ligeramente cambiar según las relaciones de clones (MINAGRI, 1990) señaló como ejemplo en el clon CEMSA ¾ (AAB) que las lesiones desde su inicio tienen forma anchas y oval que en el caso de los demás clones, y pueden alcanzar un gran tamaño. En el Burro CEMSA (ABB), los primeros síntomas pueden aparecer desde las cuatro a cinco hojas y las necrosis desde la siete a ocho hojas, los primeros síntomas en el envés de la hoja color pardo claro pero por el haz pueden parecer de color amarillo claro como una reminiscencia de Sigatoka amarilla.

**Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad.**

La recombinación debido a la naturaleza hetrotálica de este patógeno, según Orozco (1998) crea un alto potencial para que ocurran cambios genéticos dentro de las poblaciones de Mycosphaerella fijiensis, lo que puede conducir a una rápida adaptación a las condiciones ambientales cambiantes y podría ser la razón de la elevada variabilidad patogénica detectada en el mismo.

La epidemiología de la Sigatoka negra depende de factores bióticos y abióticos. Los patrones de temperatura y humedad (básicamente el número de horas que la superficie de la hoja permanezca humedecida) y la disponibilidad de evolución de la enfermedad (Pérez y Mauri, 1992); (Pérez et al.,1993a) y (Porras y Pérez, 1997).

Fouré, (1994) planteó la existencia de una estrecha relación entre algunos factores climáticos como la humedad relativa, temperatura, precipitación y el patógeno, los cuales condicionan la incidencia y severidad de la enfermedad.

Mourichon y Zapater, (1990) plantearon que la enfermedad presentó una dinámica estacional determinada por las variaciones de temperatura y precipitación a lo largo del año, la estructura reproductiva se desarrolla mediante inoculación cruzada, se facilita cuando hay agua libre sobre las hojas.

Gauhl, (1994) expresó que la liberación de ascósporas ante la presencia de lluvias es alta, atribuido a la existencia de una capa de agua en la superficie de la hoja donde existe una mayor cantidad de manchas en el envés. Las hojas secas adheridas a las plantas representan una excelente fuente del inóculo.

La temperatura y la humedad relativa, según Jácome y Wschuh, (1992) durante un estudio realizado, favorecieron el desarrollo de la epidemia, ya que temperaturas entre 20-35 0c contribuyen a la germinación de conidios y ascósporas de los hongos, ocurriendo máxima germinación si existe un rango de temperatura entre 25-28 0c y una alta humedad relativa, especialmente cuando hay presencia de la película húmeda sobre la hoja, como se expresó anteriormente.

Con relación a las temperaturas, Pérez, (1996) estimó que las ascósporas de Mycosphaerella fijiensis germinan en un rango amplio entre 10-38 0c, considerándose óptimo 27 0c, observándose que la velocidad relativa del crecimiento de los tubos germinativos de esta se deprime fuertemente a temperaturas menores de 20 0c.

Con respecto al viento, se ha observado que la concentración de las conidiósforas en las plantaciones es alta en las capas inferiores del aire, en comparación con el follaje, mientras que las ascósporas en el aire es la misma en ambas alturas, lo cual indica su importancia en el ciclo de la enfermedad (Stover, 1984).

Las esporas de la Sigatoka negra son dispersadas por el viento y depositadas en las hojas más jóvenes de la planta (Douglas y Ronald, 1992). Las esporas depositadas germinan, si las condiciones de humedad son buenas, emitiendo un tubo germinativo que penetra por las estomas de las hojas, para luego ramificarse y colonizar varias células vecinas, produciendo el síntoma característico de pizca y posteriormente la mancha necrosis.

La lluvia posee un papel muy importante en la liberación del inóculo, la precipitación provee condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de las infecciones, permitiendo establecer una época relativa baja y otra de alta incidencia.

La humedad relativa es importante en proveer las condiciones hídricas de las esporas y el desarrollo de las infecciones, y el viento es el factor que permite la dispersión de las esporas del patógeno, una vez que estas han sido liberadas (Douglas y Ronald, 1992).

**DIFERENTES ESTADIOS DEL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD:**

Según el Ministerio de la Agricultura, (1990) se describen los siguientes estadios que se observan en las hojas:

Estadio de peca inicial: Síntomas visibles como pequeñas pecas menores de 0.25 mm de color pardo rojizo en la superficie inferior de la hoja, no hay síntomas en la parte superior. Cuando el ataque es severo pueden observarse en la segunda hoja abierta de plantas que no han producido racimo. Usualmente aparecen en la tercera y cuarta hoja abierta.

Primer estado de raya: La peca inicial se alarga hasta 20 mm y dos mm de ancho, paralelos a las nerviaciones de la hoja, más evidentes en la superficie inferior que en la superior y en algunos casos, son más numerosas en ambas bandas de la cara izquierda de la hoja. Estos estadios son lo más importantes para diferenciarlos de la Sigatoka amarilla. A partir del segundo estadio se produce la formación de conidios tipos cercospora (fase asexual), a diferencia de la Sigatoka amarilla, que en esta fase no produce conidios. Los conidios en estas rayas se producen sobre conidiósforas aislados o agrupados durante la noche y el aire lo dispersa durante la mañana. La producción de conidiósforas y conidios en estas manchas no es permanente.

Segundo estadio de raya: La raya se alarga ligeramente, el cambio notable es el color de pardo rojizo a pardo oscuro casi negro, algunas veces con un matíz purpúreo. La raya es visible en la superficie superior de la hoja, cuando son numerosas y están más o menos uniformemente distribuidas, las hojas toman un color negruzco. En clones muy susceptibles se produce una necrosis de los tejidos en el mismo se produce una abundante formación de seudotecios y ascósporas.

Primer estado de mancha: Las rayas se ensanchan y se hacen de contornos fusiformes, esta transición se caracteriza por un halo verde acuoso, ligeramente carmelita alrededor de las manchas. El efecto acuoso es claro en horas temprana de la mañana cuando aún existe rocío en las hojas o después de llover.

Segundo estado de mancha:

El área central de la mancha se vuelve ligeramente comprimido y el borde oscuro es más pronunciado debido al oscurecimiento. En esta fase se observan esporodoquios de menor tamaño que del patógeno.

Tercer estado de mancha:

Estado maduro; el centro de la mancha se seca y se vuelve gris y después deprimido, la mancha está rodeada de un borde estrecho, bien definido entre este y el color verde de la hoja, se observa una zona amarilla de transición.

Después que la hoja se colapsa y cuelga, las manchas quedan claramente visibles debido al centro claro y al borde oscuro.

Según Craenen, (1998) se requiere un mínimo de ocho hojas funcionales durante todo el ciclo para obtener buenos rendimientos; las plantas que presenten menos de ocho hojas sin manchas antes la floración se califica como susceptibles a la sigatoka negra.

**DIFERENCIA ENTRE SIGATOKA NEGRA Y AMARILLA.**

Según el estimado de Leach, (1994) las infecciones ascospóricas podrían ser cuatros o cincos veces más numerosas que en la sigatoka amarilla y atribuyó a las numerosas lesiones, la severidad de la desfoliación y la importancia de la hojarasca como fuente de infección.

Du pont (1980) expresó que a nivel macroscópico los síntomas ocasionados por la sigatoka amarilla y la negra en el campo pudieran indicar diferencias; pero estas no son suficientemente nítidas para distinguirse con precisión.

Castaño zapata y del Río, (1994) observaron que a nivel microscópico, los peritecios del estado sexual de Mycosphaerella musicola y Mycosphaerella fijiensis son muy parecidas y se localizan inmersas en el tejido necrosado de las lesiones. El estado asexual de Mycosphaerella musicola forma estomas (esporodóquio ) tanto en el haz como en el envés de las hojas siendo más con esporodóquios, mientras que en su estado asexual, (Mycosphaerella fijiensis), produce conidiósforos simples con cicatriz tanto en la base de los conidios como en los conidiósforos.

Según Fullerton (1994) en ambas especies los conidios son alargados, septados hialinos y aciculares. Los estados sexuales de la sigatoka amarilla y la sigatoka negra son indistinguibles, ambos microorganismos se distinguen principalmente a través de diferencias morfológicas de sus anamorfos, en particular las características de los conidiósforos y conidios, especialmente por la presencia de cicatrices en los conidiósforos y conidio de Mycosphaerella fijiensis, ausentes en Mycosphaerella musicola.

La abundancia de estomas y conidios de paracercospora fijiensis en la parte inferior de las lesiones y pseudocercospora musae en la parte superior, sirve como vía rápida para la identificación de esta especie (Fullerton, 1994). Por consiguiente, la identificación correcta de estos hongos depende de estudios de laboratorio.

El Ministerio de la Agricultura (1990), informó las principales diferencias entre la Sigatoka amarilla y negra para mejor identificación de las mismas.

**MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA.**

El manejo de la Sigatoka negra en plantaciones comerciales de bananos en el mundo es altamente dependiente del uso de fungicidas, los cuales son apoyados con prácticas de cultivos (deshoje, deshije, drenaje, control de maleza y nutrición) para reducir fuentes de inóculos y evitar condiciones favorables para el desarrollo del patógeno (Douglas y Ronald, 1992).

El control químico y la selección de plantas resistentes continúan siendo las únicas estrategias, por excelencia, para combatir la sigatoka negra según Riveros y Lepoivre (1998). Para los pequeños agricultores, los clones resistentes o tolerantes serían las medidas de control mejor adaptadas a su formación técnica y al contexto socio económico de este cultivo.

Sin embargo, hoy en día el combate químico es la alternativa más usada para hacerle frente. Esta opción trae problemas colaterales, como es el caso de contaminación ambiental, salud humana y resistencia del hongo causal a los fungicidas (Orozco, 1998).

A escala mundial el control químico de la sigatoka negra, se considera de alto riesgo por los problemas de resistencia del hongo a algunos grupos de fungicidas. Existen numerosos reportes sobre las pérdidas de sensibilidad de Mycosphaerella fijiensi a los fungicidas benzimidazoles Romero y Sutton, 1998; Stover, 1979 y más recientemente a los triazoles Castro et al, 1995; Romero y Marín, 1990; Romero y Sutton, 1997).

En México hasta 1995, según Orozcos- Santos, (1998), el combate químico de la enfermedad se realizaba mediante el uso de fungicidas de acción sistémica del grupo de las triazoles (tebuconazole, propeconazol, bitertanol y hexaconazol), pirimidinas (fenarimol), benzimidazoles (benomyl, carbendazim y metil-tiafanato), morfolinas (tridemorph). Recientemente, se ha incorporado el grupo químico de las estrobilurinas (azoxistrobin) y otros triazoles (fenbuconazole).

Según Escudero y Rendón (1996) en la actualidad, se ha intensificado el uso de fungicidas protectantes en todas las áreas productoras, realizando aplicaciones periódicas cada siete a 12 días. Con la implementación de los programas de protectantes basado en fungicidas mancozeb, se requieren aplicaciones semanales durante la época de lluvia y cada 10-14 días durante la época de seca, que anualmente serían 30-35 aplicaciones (Orozcos- Santos et al, 2001).

La evaluación de nuevas moléculas de fungicidas sin o pocos efectos nocivos al ambiente y salud humana son prioritarios para la búsqueda de nuevas alternativas de manejo de Sigatoka negra, dentro de este grupo de fungicidas se encuentra el azoxistrobin mencionado anteriormente, que es seguro desde el punto de vista ambiental(Orozcos-Santos et al, 2001).

Según Madrigal, (1998) se ha lanzado al mercado una nueva molécula conocida como Acibenzolar-S-metthyl, la cual activa las defensas de las plantas, expresando al fenómeno conocido como resistencia sistémica adquirida (Sticher et al, 1997).

En la actualidad, el número de fungicidas sistémicos utilizados para el control de la sigatoka negra es reducido, por lo que es urgente el manejo racional de las mismas para asegurar una vida mayor, manteniendo una eficiencia apropiada contra el hongo (Marín y Romero, 1992; Stover, 1990; Wielemeker, 1990).

La mayor pérdida se origina donde no se realizan controles de malezas, no se practica la eliminación de hojas secas colgantes, ni la aplicación de fertilizantes; además problemas con el riego y drenaje, así como una inadecuada distribución de las plantas en el campo (Martínez et al, 2000). Los productores carecen de prácticas de deshije, aplicación de productos químicos para el control de la enfermedad, asistencia técnicas y de recursos para comprar los insumos y equipos, de organización de productores.

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRE-AVISO BIOCLIMÁTICO PARA DETERMINAR LOS TRATAMIENTOS CON FUNGICIDAS.**

Las estaciones definidas en nuestro país son dos, una de seca y frío (desde mediado de noviembre - Abril) con temperaturas mínimas absolutas de 7-180c, máxima en rango de 17-270c y lluvias dependiente de la entrada de frente frío; la otra lluviosa y caliente (desde mayo hasta mediado de Noviembre) con temperaturas mínimas de 17-240c y máxima de 30 y 340c, en las cuales ocurre 85% de los 1200 mm de la lluvia promedio anual. Por eso se estableció una red de observaciones climáticas y fenológica en plantaciones importantes de bananos, donde las sumas de velocidades semanales (método termofisiológico de Livingstone) basado en la ley de acción de la temperatura sobre el crecimiento de los tubos germinativos de las ascósporas y conidios (Pérez y Mauri, 1992; Pérez et al, 1993ª; Porra y Pérez, 1997) la evaporación Piche semanal, la duración y cantidad de lluvia acumulada, la duración del humedecimiento de las hojas, son utilizadas con el estado de evaluación de la enfermedad para determinar el momento de realizar los tratamientos aéreos de fungicidas (Pérez et al, 1993ª; Pérez et al, 1995 y Pérez et al, 1998). El sistema ha permitido reducir el número total de tratamientos de 13-15 en el año en los últimos cincos años.

Uso de mezclas de fungicidas con aceite solo o emulsiones de aceite y agua. Los fungicidas en uso según Pérez (1993) incluyen triazoles, morfolinas. El mancozeb es usado mayormente durante 4-5 meses más secos (período libre de uso de fungicidas). Se realizan 3-4 tratamientos por año con triazoles; 3-5 con morfolinas; dos con benzimidazoles y 2-4 con mancozeb). (Pérez et al, 1993c).

El monitoreo de la sensibilidad de las poblaciones a fungicidas es llevado a cabo, según Pérez y Batlle (1993), al menos una vez en el año (óptimamente dos, al inicio y final de la estación lluviosa). Experiencias realizadas por Muriño y Pérez (1993), permitieron determinar una disminución de la sensibilidad al propeconazol en poblaciones de Mycosphaerella musicola, debido a la exclusión del uso de benzimidazoles causados por el alto nivel de resistencia al benomyl.

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE INFECCIÓN**

Douglas y Ronald (1992), sugieren que es necesario tener una idea clara y precisa del estado sanitario de la finca, para prevenir daños severos al cultivo y su producción; por ello deben hacerse evaluaciones periódicas, semanales o quincenales, sobre la severidad o incidencia de la sigatoka negra en cada finca.

**METODOLOGÍA DE STOVER MODIFICADA POR GAUHL.**

Un sistema que es ampliamente usado, para la evaluación de incidencia y severidad lo constituye la metodología de Stover, modificada por Gauhl. Este método permite obtener información sanitaria de la plantación. La tabla 2 muestra los seis grados que incluye la escala de Stover modificada por Gauhl, (1989), para la incidencia y severidad de Sigatoka negra del plátano.

**PRÁCTICAS AGRONÓMICAS:**

Juegan un papel importante en el estado fisiológico y sobre el ambiente microclimático dentro de las plantaciones, que puedan crear condiciones desfavorables a la enfermedad.

**LAS MÁS IMPORTANTES SON:**

Deshije: Esta práctica consiste en la eliminación de todos los hijos y rebrotes que puedan alterar la densidad de población deseada y lograr una frecuencia en la producción de cada unidad o cepa. Es recomendable seleccionar el primer hijo o brote de la planta madre, siempre y cuando éste se considere de buena calidad o "hijo puyón"; el resto de los hijos deben ser eliminados antes de que alcancen un estado avanzado de desarrollo, pues ya habrán ocasionado daño fisiológico a la planta madre por competencia de luz, nutrimento, agua y espacio vital. Se recomienda dejar uno o dos hijos siguiendo el principio de axialidad.

Saneamiento: La poda sistemática cada siete o diez días de hojas o fracciones de hojas con lesiones maduras, reduce el período durante el cual estas hojas producen inóculos y tienen un importante impacto en la cantidad de ascósporas que potencialmente alcanzan las nuevas hojas que emergen. Las hojas podadas depositadas en el suelo se descomponen rápidamente y como promedio, se acorta la duración del período de producción de ascósporas de estas entre seis y ocho semanas, en relación con las que quedan colgantes en las plantas (Pérez, 1996; Pérez et al., 1993a). A demás de esto, la superposición de hojas en el suelo reduce mecánicamente la superficie esporulativa de las hojas, reduciendo la disponibilidad del inóculo.

Manejo y distribución de desechos: El material vegetal de desecho, producto de prácticas de deshije, deshoje y restos de cosecha, es conveniente repicarlos y distribuirlos uniformemente dentro de la plantación y evitar el amontonamiento para contribuir así a la descomposición rápida que reintegrará materia orgánica al suelo, además de favorecer la retención de humedad y retardar el crecimiento de las malezas.

Control de malezas: Además de las dificultades que genera la proliferación de malezas por competencia de nutrimento, agua y luz, éstas son hospederas de plagas y enfermedades, crean condiciones microclimáticas favorables al aumento de la presión de sigatoka; por ello es conveniente establecer un método de control programado e integral para ajustarse a los costos de producción. Se puede aplicar el método de control químico, control mecánico o manual y/o alternar estos métodos. Los herbicidas más utilizados en plátanos son el Glifosato (Roundup) y Paraquat.

Nutrición: Para obtener un adecuado control de sigatoka negra es requerido un balance apropiados de nitrógeno y potasio, en áreas donde los niveles de estos elementos son deficientes para un normal desarrollo de las plantas. El desarrollo de la sigatoka negra es más intenso en dependencia del nivel de protección como un resultado de una menor tasa de emisión de hojas y una menor resistencia a la enfermedad.

Fertilización de plantaciones establecidas: Al considerar las plantaciones de plátanos como un cultivo muy dinámico en cuanto a su fase vegetativa, reproductiva y productiva se requiere establecer un programa de fertilización donde se considere la formulación, la forma y la época de aplicación. Preferiblemente debe estar basado en un análisis de suelo, en caso de no disponer de este estudio se puede aplicar un plan de fertilización: consistente de cuatro aplicaciones anuales. A entradas de lluvia aplicar 100 g/urea/planta, a salidas de lluvia, aplicar 250 g/fórmula completa por planta. Es recomendable complementar con fertilizaciones foliares de micronutrimentos.

**PRINCIPALES HÍBRIDOS DE MUSÁCEAS DESARROLLADOS**

a FHIA ha puesto a disposición de la comunidad internacional los híbridos FHIA-01, FHIA-02, FHIA-03 y FHIA-21, los que están contribuyendo a la seguridad alimentaria de varios países del mundo. El FHIA-01 y el FHIA-02 se están introduciendo en los mercados de exportación de productos orgánicos. La principal característica de estos híbridos; es su resistencia a varias enfermedades que actualmente desbastan las plantaciones de musáceas en todo el mundo: Sigatoka negra, Mal de Panamá y Moko.

**PLÁTANO RESISTENTE A LA SIGATOKA NEGRA.**

El FHIA-21 constituye una alternativa para sustituir al plátano Cuerno. Su resistencia a la Sigatoka negra, alto rendimiento y excelente calidad lo han colocado en un lugar preferente para consumo fresco o para procesamiento. Este plátano está siendo cultivado por pequeños agricultores y cooperativas en Honduras con excelentes resultados. Su rendimiento, bajo condiciones similares pueden ser dos a tres veces el rendimiento del plátano "Cuerno" que producido técnicamente puede ser exportado a los mercados internacionales. Actualmente existen plantaciones comerciales de esta variedad en Honduras, Nicaragua y Ecuador.

**CONTROL QUÍMICO:**

El control químico de la enfermedad está fundamentado en la utilización de productos fungicidas, los cuales deben ser aplicados estratégicamente, según su modo de acción. La tabla 7 muestra los más representativos de sus respectivos grupos.

Los fungicidas deben ser aplicados en mezclas con aceite mineral para aprovechar el efecto fungistático de éste, a excepción del Bravo 500, el cual presenta incompatibilidad con el aceite y produce fitotoxidad. Las dosis de aceite oscilan entre 5-8 l/ha, según las especificaciones técnicas.

Los métodos de aplicación de los tratamientos pueden ser terrestres con la utilización de moto-asperjadoras y moto-nebulizadoras y aéreo, con avionetas o helicópteros. Ambos métodos tienen ventajas y desventajas que pueden ser aprovechadas y/o corregidas, según conveniencia del productor.