

i. Traslado a la empacadora.

El cargador lleva normalmente el racimo hasta el cable vía, donde lo engancha y cuelga para su traslado a la empacadora. A veces se usa carretas o vehículos, pero tienen que estar bien acolchonados para evitar danos al racimo. Incluso los caminos deben estar arreglados. Es importante que la fruta no se asolee en el campo y en todo caso dejarla en un lugar sombreado.



D. MANEJO POSTCOSECHA.

1. Desmane.

El primer paso a seguir es seleccionar las mejores manos, las intermedias y las peores, formando las clases primera, segunda y desechos.

A continuación se debe llevar a cabo el desflore; es decir, el desprendimiento de flores de las puntas de los dedos, empezando de abajo hacia arriba para reducir la incidencia de látex y luego se prosigue con el desmane.

Esta operación consiste en desprender con un cuchillo muy afilado las manos del racimo. El corte debe ser profundo para asegurarse una corona fuerte con cada mano, en esta operación se deben evitar lesiones en el cuello de los dedos. Si se observa algún dedo lesionado, este es el momento de retirarlo. Para ello, realice el corte entre los dedos en forma recta y pareja para evitar el debilitamiento en los otros dedos.

No es recomendable eliminar más de dos dedos por mano saneada.



2. Desleche

A continuación las manos y gajos deben depositarse en el tanque de lavado dejándose entre ellas espacios libres para evitar lesiones, finalmente las coronas deben ubicarse hacia abajo para estimular el lavado del látex. El tiempo de lavado del látex es de 15 a 18 minutos y es determinante en la calidad futura, el flujo de agua debe ser abundante para un óptimo lavado del banano.



3. Saneado

La mancha producida por látex se controla, aplicando una solución de alumbre al 1% y la podredumbre se previene, inspeccionando bien la fruta para ver danos y aplicando un fungicida tipo Mertect a razón de 90 a 135 ml por 100 lt de la solución de alumbre. Esta solución mixta se aplica de varias formas: una es que la bandeja pase bajo un chorro

emitido por boquillas rociadores, con los gajos de fruta mostrando la herida hacia arriba. También pueden pasar bajo una especie de cascada en que les chorrea la solución.

Tratamiento fungicida postcosecha



4. Etiquetado.

Se hace con un aparato sencillo, inventado por un trabajador hondureño, que va pegando la etiqueta en el fruto. Si hay dos dedos se pone 1, si son 3 se etiquetan los extremos o el central y si son 4 se marcan los alternos.



5. Empacado

El peso máximo es de 42,0 libras o 19,0 kg. y el mínimo de 29,0 libras ó 13,0 kilogramos. Finalmente se prosigue con el empaque.

Esta labor es determinante para lograr un producto final de excelente calidad, por lo que el personal debe estar suficientemente entrenado sobre la importancia de su labor en la calidad, tanto en la prevención de las lesiones al empacar como en la apariencia general de la fruta empacada.

Una vez colocados en el plástico adecuado y la división de cartón en el fondo de la caja, se procede a la distribución de las manos siguiendo un patrón de empaque bajo; es decir, evitando el sobre-apiñamiento de las manos. La colocación de los gajos se hará en filas de acuerdo con el grado de curvatura de los dedos.

En la primera fila se ubicarán las manos cuyos dedos sean cortos y planos, colocados en forma compacta para eliminar los dedos volcados. Las coronas de esta fila se alinearán en la parte más cercana al vértice de la caja. La segunda fila está conformada por gajos cuyos dedos sean medianos y curvos. Las coronas de esta fila se alinearán en el centro de la caja, solapándose la mitad de ella sobre la primera fila. La tercera fila constituida por manos de dedos grandes y curvos se colocará sobre la primera fila, alineando sus coronas en el espacio dejado por la primera fila y la pared de la caja. Finalmente, la cuarta fila está formada por manos de dedos largos y semicurvos. Las coronas estarán alineadas en el fondo y verter extremo de la caja, solapando casi totalmente la segunda mano y compactando lo mejor posible el empaque.

Las especificaciones incluyen:

- Calibración mínima: Grado 37 a 40 en calidad superior
Grado 37 a 38 en calidad inferior.
- Largo mínimo del dedo: 20.3 cm en calidad superior y 16.5 a 17.8 cm en calidad inferior.
- Defectos no permitidos: Dedo mutilado, punta de cigarro, cuello quebrado, dedo con grasa, dedo con flor, dedo maduro, dedos falsos, dedo cortado, cáscara rajada, quemadura química ó de sol.
- Defectos permitidos: (en grado leve para calidad superior y grado moderado para calidad inferior); mancha roja, fumagina, dano de insectos, residuos químicos, látex, polvo, dano de punta de dedo, cicatriz de lesión vieja, dano de hoja, dano de puntal.

6. Transporte

Al término de la colocación de las manos debe recogerse el plástico como una bolsa, amarrándola con un liga gruesa y colocando el nudo en un lugar donde no produzca compresión en la fruta al momento de cerrar la caja. No debe olvidarse el extraer la mayor cantidad de aire a la bolsa.

Finalmente, las cajas de frutas se ubican en paletas, formando seis cajas de base por ocho de alto para un total de 48 cajas. De esta manera pueden ser transportadas y almacenadas para su distribución al mercado respectivo.

7. Rendimientos.

Una buena finca bananera debe rendir entre 40 a 60 Tm de fruta/ha/año, aunque hay casos de 80 y 100 Tm y también de 30 Tm, dependiendo de la condición del suelo, clima y manejo de la plantación. Un racimo puede llenar 1.6 a 2 cajas.

8. Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha.

a. Indices de Cosecha.

Grado de llenado de los dedos o desaparición de la angularidad en sección transversal. Los bananos se cosechan en estado verde-maduro (piel completamente verde pero fisiológicamente maduros) y después, a su arribo a los mercados de destino, se les aplica el tratamiento para inducir la maduración de consumo debido a que las frutas maduras en la planta a menudo se abren y resultan de una textura muy pobre.

b. Indices de Calidad

Madurez fisiológica (entre más maduro fisiológicamente, mejor calidad cuando adquiera madurez de consumo); longitud del dedo (dependiendo del uso al que se destine y de la demanda por varios tamaños); ausencia de defectos, tales como daños por insectos, daños físicos, cicatrices y pudriciones.

A medida que los bananos entran a la fase de maduración de consumo, el almidón se convierte en azúcares, aumentando con ello su dulzura. Los ácidos orgánicos y los aromas son también componentes importantes del sabor.

c. Temperatura Optima

13-14°C (56-58°F) para almacenamiento y transporte

15-20°C (59-68°F) para la maduración de consumo

d. Humedad Relativa Optima

90-95%

e. Tasa de Respiración

Temperatura	13°C(56°F)	15°C(59°F)	18°C(65°F)	20°C(68°F)
mL CO ₂ /kg·h ^{1,2}	10-30	12-40	15-60	20-70

¹El límite inferior de cada intervalo corresponde a los bananos verde-maduro y el superior a los que se encuentran en madurez de consumo

²Para calcular el calor producido multiplique mL CO₂/kg·h por 440 para obtener Btu/ton/día o por 122 para obtener kcal/ton métrica/día.

f. Tasa de Producción de Etileno

Temperatura	13°C(56°F)	15°C(59°F)	18°C(65°F)	20°C(68°F)
$\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{h}^1$	0.1-2	0.2-5	0.2-8	0.3-10

¹El límite inferior de cada intervalo corresponde a los bananos verde-maduro y el superior a los que se encuentran en madurez de consumo

g. Efectos del Etileno

La mayoría de los cultivares comerciales de banano deben tratarse con 100-150 ppm de etileno por 24-48 horas a 15-20°C (59-68°F) y una humedad relativa de 90-95% para inducirles una maduración de consumo uniforme. Las concentraciones de bióxido de carbono deben mantenerse a menos del 1% para evitar interferencias con el efecto del etileno. El uso del sistema de aire forzado en las cámaras de maduración asegura un enfriamiento o un entibiamiento, según se requiera, más uniforme de la fruta y una concentración de etileno también más uniforme dentro de la cámara durante el proceso.

h. Efecto de las Atmósferas Controladas (AC)

- 2-5% O₂ y 2-5% CO₂
- Las AC retrasan la maduración y reducen las tasas de respiración y de producción de etileno.
- La vida Postcosecha potencial de los bananos en estado verde-maduro es de 2-4 semanas en aire y de 4-6 semanas en AC a 14°C (58°F)
- Las atmósferas con <1% O₂ y/o >7% CO₂ pueden causar sabor y textura desagradables.
- El uso de AC durante el transporte para retrasar la maduración de consumo ha permitido la cosecha de los bananos en el estado de completa madurez fisiológica (llenado pleno de los dedos o frutos).

i. Factores de Calidad

- Sólidos solubles*
- Almidón
- Firmeza*
- Relación pulpa/concha*
- Acido ascórbico (Vitamina C)
- Facilidad del pelado (adherencia)*

*Comúnmente usados

VII. DESCRIPCIÓN DE LAS PLAGAS MÁS IMPORTANTES EN PLANTACIÓN.

A. ENFERMEDADES.

1. Sigatoka Amarilla

Mycosphaerella musicola Leach ex Mulder

Síntomas:

a. Estadío I:

Estrías diminutas menores de 1 mm de longitud paralelas a las nervaduras de las hojas, de color verde muy pálido. Visibles por el haz de la hoja, y frecuentemente en la parte derecha de la hoja, vista de frente. Este estadío corresponde a la penetración de las hifas de infección en la cámara subestomática y a la muerte de las células oclusivas y anexas de los estomas de las hojas.

b. Estadío II

Las estrías se van desarrollando y alcanzan la forma de una raya de varios mm de longitud de color verde claro.

El micelio que penetró por los estomas se hace superficial al salir de nuevo por los mismos, y aparece por las dos caras de las hojas, en forma de hifas carmelitosas de 3-4 micras de diámetro, las cuales crecen epifilicamente y vuelven a penetrar por otros estomas situados a 2 ó 3 mm de la mancha inicial. A este crecimiento le corresponde un aumento de los danos quedando las hifas localizadas a nivel de la lámina media de las paredes celulares y se necrosa el tejido en empalizada.

c. Estadío III

Las estrías comienzan a ensancharse, al mismo tiempo que aumentan de longitud. Los bordes no están bien definidos y se confunden con el color normal de hoja; el color comienza a cambiar a pardo rojizo. Los estomas comienzan a formarse en el centro de la lesión.

d. Estadío IV.

La mancha toma una forma elíptica y alargada, definida de color pardo oscuro ó negro, se deprime progresivamente y se puede apreciar la presencia de un halo amarillo brillante. Cuando la humedad es alta, se puede observar el halo de aspecto húmedo. En esta etapa, se diferencian los esporodoquios; si las condiciones climáticas son favorables ocurre la esporulación.

e. Estadío V

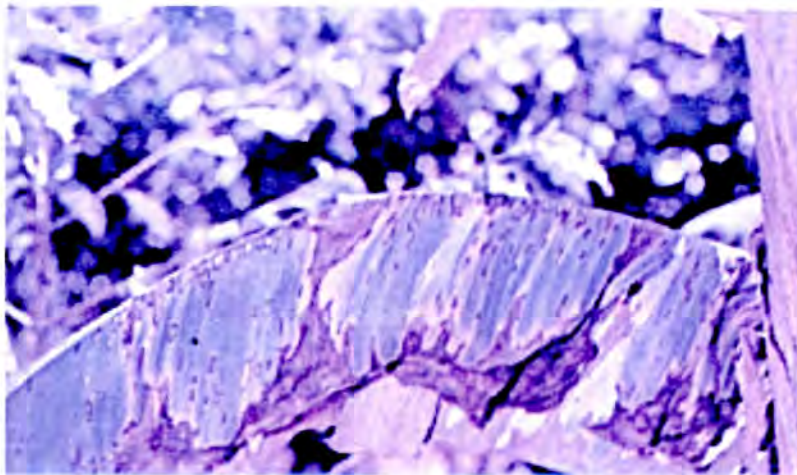
Las manchas son ovales, más ó menos alargadas; miden 15 mm de longitud, por 2-5 mm de anchura. El centro es grisáceo, deprimido, con el margen pardo casi oscuro negro. Por afuera de este margen puede observarse una mancha amarilla. En esta etapa cesa la producción de conidios. Se puede observar los peritecios y espermogonios del patógeno.

Condiciones climáticas óptimas.

- Mayor a 90% humedad relativa.
- 24 – 26 C temperatura del ambiente.
- Mayor a 0.1 mm de lámina de agua en la superficie de la hoja.

f. Daños

- Las manchas necróticas causan la muerte prematura de grandes áreas de la superficie foliar, de lo que resulta una marcada reducción del área fotosintética de la planta.
- Se altera el proceso normal de maduración de la fruta, la que es prematura y en casos extremos amarilla antes de la cosecha. Los racimos son de menor tamaño, con dedos cortos, pulpa crema y sabor ligeramente ácido.
- Afecta el crecimiento normal de la planta, en la emisión de hojas e hijuelos.



2. Sigatoka Negra.

Mycosphaerella fijiensis Morelet.

Enfermedad patógena del follaje en BANANO

a. Distribución.

La "Raya Negra" es la enfermedad foliar más destructiva que ataca al género *musa*. Se identificó por vez primera en la isla Fidji, en 1963, donde en poco tiempo se diseminó desplazando a la Sigatoka Amarilla, comportamiento que se presenta en forma similar en la mayoría de las regiones bananeras y plataneras del mundo. Aparentemente, la "Raya Negra" se originó en Papúa, Nueva Guinea e Islas Salomón, desde donde posteriormente y antes de 1927, se dispersó a Taiwán, Fidji, Hawaii, Filipinas y otras islas del Pacífico Asiático.

Su ingreso a América Latina es incierto. Se registró en 1972 atacando plantaciones de banano en Honduras, aunque existen citas del patógeno desde 1969. En los años siguientes a la década del 70, la enfermedad alcanzó proporciones epidémicas en los países centroamericanos. Los únicos lugares donde no se ha detectado son las Islas del Caribe, Venezuela y Brasil hasta por lo menos en el último año.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Ascomycetes mycosphaerella fijiensis*; (Morelet) estado perfecto de *Paracercospora fijiensis* (Morelet) (Deighton). Cuando se reconoció por primera vez en las Islas del Pacífico, se le dió el nombre de "Raya Negra", nombre dado al reconocerse en Centroamérica en 1972. En esa época se pensó que la enfermedad era causada por *Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*, una variante de *M. fijiensis*. En la actualidad, con base a estudios y análisis microbiológicos, ahora ambos patógenos son considerados como sinónimos.

La diseminación de la enfermedad, tanto en Colombia como en otros países, ha sido favorecida indudablemente por el hombre, mediante el movimiento incontrolado de hojas enfermas que se utilizan en forma tradicional como empaque protector de frutos de la misma especie, o envoltura de otros productos agrícolas como la azúcar no refinada.

b. Síntomas

En plantaciones con bajo nivel de infección, los síntomas de "Raya Negra" pueden ser fácilmente confundidos con los de Sigatoka común o amarilla, especialmente en plantas jóvenes o en colinos bandera u orejones, donde las manchas individuales presentan una apariencia circular a ovalada de igual color y apariencia. En ataques severos, la "Raya Negra" es inconfundible en plantas desarrolladas aún sin racimos, por la gran cantidad de rayas y manchas de color café a negro que puedan cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta. La enfermedad evoluciona en la planta a través de la siguiente secuencia:

*Pequeñas líneas de color rojo o café se hacen visibles únicamente por el envés de la hoja; estas líneas, conocidas como pizcas, en condiciones naturales aparecen primordialmente cerca al borde del lado izquierdo de la hoja y particularmente hacia el ápice.

*Con el transcurso del tiempo las pizcas se hacen más amplias, se alargan formando rayas café paralelas a la venación, las que pueden ser visibles por el haz. Su distribución sobre las hojas puede ser muy variable; sin embargo, es común encontrar grupos de líneas o estrías en toda la hoja o en el borde, o en bandas sobre la lámina foliar que se conservan paralelas a la vena central.

La estría continúa alargándose hasta llegar a tener una longitud que va desde 5 hasta 20 mm, cambiando su coloración a un tono café oscuro o negro.

* Estrías aisladas se ensanchan formando una mancha elíptica; aunque normalmente varias estrías coinciden dando origen a una mancha irregular negra. En este estado es común encontrar, temprano en la mañana, en presencia de rocío o después de lluvias, un borde húmedo alrededor de la mancha.

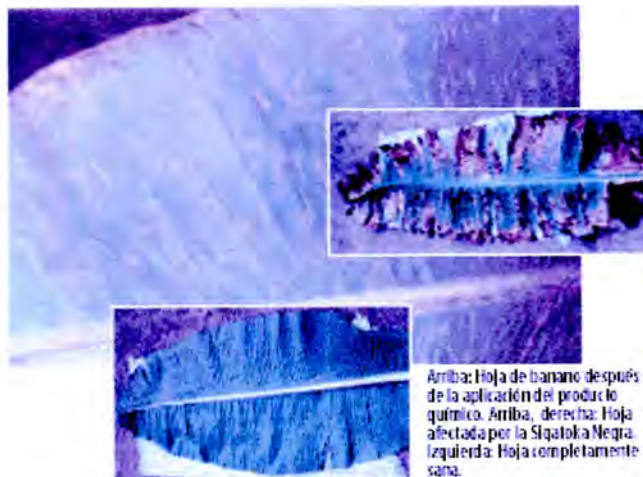
Las manchas comienzan a secarse, originando depresión en el tejido enfermo; es común que a partir de éste las manchas presenten amarillamiento del tejido circundante.

La mancha original se seca completamente y adquiere un color café claro, que con el tiempo llega a tonalidades aún más claras. La mancha en sí, se rodea de un borde oscuro y tejido clorótico. En casos severos de infección, las hojas enfermas se secan y mueren dentro de las tres a cuatro semanas siguientes a la aparición de los primeros síntomas. En tales casos, las plantas antes de la cosecha llegan a perder la totalidad de su follaje.

En conclusión se puede resumir en lo siguiente:

Defoliación, reducción del vigor vegetativo, pérdida de peso de los racimos, maduración precoz y pérdidas de calidad de la fruta.

Cuando la Sigatoka se combina con deficiencia de K, toda la punta de la hoja se pone café produciéndose el "Pico de loro" esta va quebrando la punta de la hoja que se pone de un color café rojizo o amarillo oro. Para prevenirlo es necesario suplir los requerimientos de K del banano.



c. Agente Causal.

El primer registro de *Mycosphaerella* fue hecho por Leach en 1964, quien estableció que el patógeno tenía un estado imperfecto del tipo cercospora. Observaciones posteriores han permitido establecer que el hongo posee algunas variaciones taxonómicas que lo clasifican dentro del género paracercospora.

d. Ciclo de la Enfermedad.

El ciclo se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo, que han sido liberadas por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de germinación ocurre en una hora o algo más. La penetración de la espora al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa; pero normalmente ocurre en un lapso de 2 ó 3 días.

El período de incubación del hongo, que es el tiempo entre la germinación y aparición de la primera pizca en banano ocurre en 17 días, y en 29 días en plátano en la zona donde se realizó el estudio. El período de latencia o sea hasta la aparición de conidioforos y conidios, que se forman en el estado de estrías, ocurre en 28 días luego de la infección del banano y 34 días después en plátano. Ascoporas maduras de *M. fijiensis* se pueden observar 49 días después de la infección en banano y 64 días después en plátano.

e. Producción y Liberación del Inóculo.

Sobre las manchas que caracterizan la enfermedad se producen dos tipos diferentes de inóculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno, siendo el estado conidial donde se presentan las mayores diferencias morfológicas entre *M. musicola* y *M. fijiensis*. Los conidioforos de *M. fijiensis* se forman en el campo desde el estado de estrías hasta el estado de mancha.

La liberación de conidios de *M. fijiensis*, es principalmente efectuada por el agua en forma de lluvia o rocío y por el viento, aunque una alta frecuencia de dispersión se presenta mediante un efecto conjunto de dos de estos factores. Gotas de lluvia que ruedan sobre las hojas, arrastran conidios a áreas, plantas u hojas ubicadas en sitios inferiores al lugar de la lesión. Estas gotas, cargadas de conidios, eventualmente son impactadas por nuevas gotas de lluvias que logran impulsar microgotas ascendentes que se depositan finalmente en áreas superiores de la planta o logran, ser liberadas al ambiente para su diseminación por el viento.

f. Control de la Enfermedad.

La humedad relativa, según los efectos observados, es el factor que más favorece el ataque de la enfermedad; por lo tanto, todas las prácticas agronómicas que tiendan a disminuir la presencia de agua o humedad excesiva en la plantación, contribuyen a reducir la intensidad del ataque de la enfermedad.

g. Control Químico.

En el cultivo de banano, las aplicaciones de fungicida se utilizan desde 1930. A partir de la aparición de la Sigatoka negra y considerando su similitud biológica y patogénica con Sigatoka amarilla, se han empleado los mismos productos fungicidas protectantes y sistémicos. Ejemplo: Dithane MB y Anvil 25 EC aplicados solos o en mezclas con aceites de tipo parafínico o naftalénico. Las aplicaciones para el control han tenido un largo desarrollo técnico. Desde el momento en que se inició el uso del aceite agrícola en banano, se incrementó el uso y se adoptó una metodología de aplicación aérea de emulsiones de fungicida agua-aceite que mejoró el efecto terapéutico del aceite con una acción protectante del fungicida. Este tipo de mezclas han permitido manejar los cultivos con un número mínimo de aplicaciones por año que pueden oscilar entre 24 y 36. Evidentemente que mientras más aplicaciones de productos se realicen incidirá más negativamente en los costos de producción.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL EN SIGATOKA

En agricultura, las plagas y las enfermedades causan grandes pérdidas económicas. Por lo tanto, un constante y adecuado manejo de un programa de aplicación de pesticidas es requerido en las plantaciones para evitar el daño que en ellas se está originando, medir la respuesta a los mecanismos de control y racionalizar el uso de agroquímicos. En este contexto, la aplicación de agricultura de precisión basada en tecnologías GIS y GPS, que desarrolla la Empresa Calima S.A. en las plantaciones de plátano y banano, constituye una respuesta eficiente para el control fitosanitario de las enfermedades que amenazan a esa fruta.

La Sigatoka Negra

La más dañina de las enfermedades que ataca las plantaciones de banano y plátano es la llamada Sigatoka Negra, causada por el hongo *Mycosphaerella figiensis*. Este hongo se desarrolla y ataca las hojas de las plantas de banano y plátano causando su muerte y eventual pérdida de las hojas, acelerando así el proceso de maduración de los racimos. Esta enfermedad representa una gran amenaza económica si se toma en cuenta que el banano y el plátano deben llegar a su puerto de destino completamente verdes.

El costo promedio anual para controlar este hongo en Venezuela es de 15 millones de dólares, mientras que en Colombia la cifra asciende a 25 millones de dólares. Debido a que los agroquímicos conforman hasta el 75 por ciento de estas cifras, incorporar una nueva tecnología para monitorear y controlar la Sigatoka Negra en las plantaciones es esencial para racionalizar el uso de agroquímicos.

El control de la Sigatoka Negra implica dos tareas primordiales: el monitoreo de las plantaciones y la fumigación aérea. Estas actividades son realizadas por Calima con el apoyo de herramientas GPS y GIS para posicionamiento, recolección y procesamiento de información de campo.

Monitoreo de las plantaciones.

Con el fin de controlar la amenaza de la Sigatoka Negra, Calima, conjuntamente con los coordinadores de sanidad vegetal, ha desarrollado estrategias para atacarla. Un primer paso consiste en determinar los intervalos entre las aplicaciones de pesticidas y la cantidad de agroquímicos a utilizar. Con este fin, es necesario recorrer la plantación con el propósito de revisar las plantas de banano al azar y concluir cuántas y cuáles hojas tienen el hongo.

Tradicionalmente, esta labor es realizada de manera rudimentaria por los trabajadores de las comercializadoras de fruta, quienes registran manualmente la información en el campo. Después, el trabajador procesa dicha información, generando un informe del estado de ataque de la Sigatoka Negra, el cual es entregado cada dos semanas. Con este método, la máxima productividad alcanzada es de 200 acres monitoreados por semana, por empleado. Otras desventajas del método tradicional son: su costo de operación elevado, la demora en la toma de decisiones y que el mismo no garantiza que el empleado recorra toda la plantación.

Para aumentar la eficiencia en el monitoreo de las plantaciones, Calima optó por la utilización de un sistema GPS de precisión para la recolección de información geográfica en tiempo real y el levantamiento de mapas y procesamiento de la información. Este sistema incorpora un receptor GPS de radiofaro, de onda integrada, antena de radiofaro, recolectores de datos y software para el procesamiento de la información en un sistema de información geográfica. El sistema utiliza ondas de radiofaro emitidas por un transmisor, de propiedad de Calima, situado a una distancia media de 300 km.

Las ventajas de esta tecnología con respecto al método tradicional son evidentes. Con la utilización del GPS, el empleado puede cubrir hasta 375 acres por semana. La información generada puede ser procesada fácilmente en el mismo día, permitiendo la visualización del área recorrida por el trabajador con el fin de garantizar que el área asignada fue cubierta. La incorporación de tecnología GPS de precisión en las plantaciones de plátano y banano, permitió a Calima obtener beneficios en el corto plazo, tales como: un posicionamiento de precisión de aproximadamente 15 cm, en postproceso; la posibilidad de seguimiento del tiempo de iniciación y terminación del trabajo de campo y la determinación del área cubierta por el trabajador; la presentación visual de la información, facilitando así su comprensión; la posibilidad de contar con información rápida, eficiente y confiable; la determinación precisa de áreas problema y sus coordenadas y, finalmente, la optimización de los recursos humanos.

Monitoreo detallado de la plantación con la utilización de GPS. Además de la captura de información sobre el grado de severidad de la infección de Sigatoka Negra en las plantaciones, la utilización de un sistema de precisión GPS permite la recolección y el registro de información geográfica de interés para los productores así como para Calima. Esta información incluye: la ubicación exacta de los lotes de la plantación, cables de la red eléctrica, carreteras, empacadoras; canales de drenaje, árboles y otros obstáculos, así como sistemas de riego. El sistema permite además determinar las áreas totales y localizar con exactitud los linderos de los lotes.

La información recolectada en campo es utilizada en post proceso, obteniendo una descripción muy detallada de la plantación. Los programas de procesamiento de la información geográfica, que forman parte del sistema, posibilitan la generación de mapas para la visualización de todos los detalles antes mencionados. Esta información permite al dueño de la plantación, al inspector de Sigatoka Negra y a la compañía de fumigación aérea tomar decisiones con rapidez y precisión. (Ver el recuadro: "Monitoreo de Campo de la Sigatoka Negra con la Utilización de GPS", en la página opuesta).

Análisis de Datos Recolectados.

Los datos recolectados en el campo son analizados en post proceso. El programa estadístico del sistema proyecta el nivel de influencia de la Sigatoka negra en la plantación de acuerdo con los puntos específicos seleccionados en el campo. Se puede apreciar el nivel de influencia de la Sigatoka a través de la generación de áreas con atributos, los cuáles se identifican con tres colores básicos: Verde (tranquilidad), Amarillo (precaución) y el Rojo (peligro).

El color verde implica que el programa de fitosanidad es el correcto. El amarillo indica que visitas frecuentes a la plantación son necesarias y que el programa de Sigatoka Negra debe ser revisado. El rojo denota que una medida correctiva es inminente con el fin de controlar el hongo. La señal roja en la pantalla conduce, entonces, al segundo paso necesario en el control fitosanitario de la plantación: la fumigación aérea de las áreas afectadas por la enfermedad.

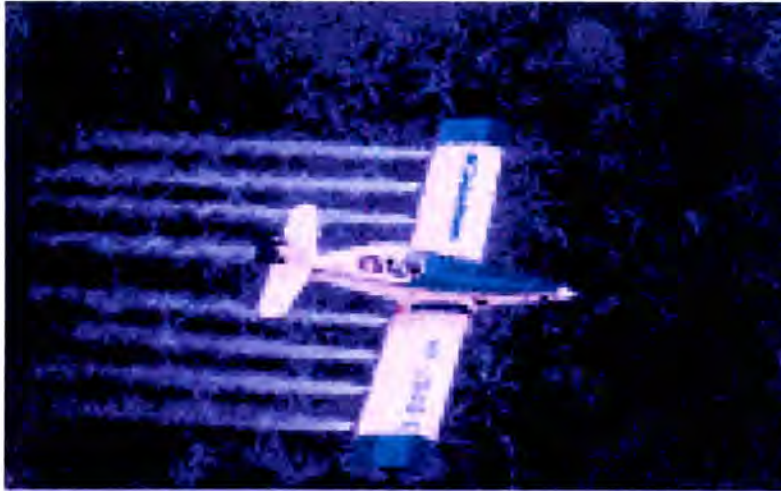
Con el objetivo de proceder a la fumigación, en primer lugar se toman las coordenadas del perímetro del área en mención con la ayuda del sistema de recolección de datos. Esta información es transmitida al equipo del avión fumigador a través de la utilidad "Insertar Objetivos". El sistema de guía de precisión GPS procesa esta información para generar, en la pantalla del avión, el área a fumigar con sus atributos: el área total y el número de pasadas necesarias para cubrir toda el área.

Fumigación Aérea.

El control de la Sigatoka Negra demanda la aplicación de agroquímicos por vía aérea. Calima cuenta con una moderna flota aérea con aeronaves equipadas con sistemas de guía de precisión GPS para la fumigación aérea, que sirven a las diversas zonas en las que se encuentran las plantaciones.

Tradicionalmente, la aplicación aérea de agroquímicos se efectúa con la ayuda de banderas humanas. Estas personas se mueven a través de líneas imaginarias llevando consigo globos fluorescentes para indicar al piloto la trayectoria del lote que se va a fumigar. Durante la aspersión del cultivo, las banderas humanas se desplazan de un punto a otro a través de las líneas imaginarias. En general, los puntos delimitados anteriormente no son precisos con relación a la distancia planeada, lo que genera una señalización insuficiente y una cobertura inadecuada. Adicionalmente, las personas que realizan estas labores están expuestas a la contaminación por agroquímicos, dependiendo de si utilizan o no el equipo adecuado de seguridad industrial.

Actualmente, las leyes del medio ambiente, regulaciones sanitarias y la adopción de la norma ISO 14000 en las plantaciones de banano, obligan a los productores, comercializadoras de fruta y compañías de fumigación a incorporar tecnologías que resuelvan la situación mencionada anteriormente.



Sistema de Guía para la Fumigación Aérea.

Desde hace dos años, Calima ha incorporado a sus operaciones la tecnología GPS a través de un sistema de guía de precisión para la fumigación aérea. El sistema no sólo posibilita un aumento de la productividad y un ahorro de combustible, sino que despeja las preocupaciones en torno a la aplicación incorrecta de agroquímicos, racionalizando su uso y más importante aún, permite prescindir del trabajo de personas en labores prohibidas como el bandereo de fincas durante el proceso de fumigación.

La tecnología de GPS utiliza un sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS) en tiempo real, con una precisión de 1 - 3 metros RMS, para guiar la aeronave y permite la aplicación precisa de los agroquímicos, prestándose además para otras aplicaciones de posicionamiento de precisión, incluyendo la captura de información geográfica y fotogrametría. Calima, las comercializadoras de Frutas, los Inspectores de Sigatoka Negra y los propietarios de las plantaciones, coinciden en señalar que esta tecnología es de vital importancia ya que ha permitido mantener un excelente control y reducir los costos en los programas fitosanitarios.

Aplicación de Químicos. Con el fin de alcanzar una exitosa aplicación de los agroquímicos usando este sistema, deben seguirse estrictamente los siguientes parámetros:

- *Localización exacta de los lotes a fumigar
- *Señalización en tiempo real
- *Ausencia de brisa, temperatura máxima de 80°F y humedad relativa de 70%

*Ancho de pasada de 78,74 pies con precisión submétrica

*Altitud de vuelo de 13,12 pies

*Velocidad de vuelo constante.

La unidad receptora instalada en el avión recibe señales con corrección diferencial de la estación base cada segundo. Estas señales guían al piloto con una precisión submétrica en tiempo real de aproximadamente 75 centímetros. Una vez que la aplicación concluye, el trabajo es registrado y evaluado.

Ploteo de Lotes. Esta aplicación permite elaborar gráficas de las plantaciones con coordenadas exactas. El avión vuela bordeando los linderos de la plantación, anexando puntos de referencia en la pantalla hasta que el perímetro esté completamente cerrado. Una vez terminado el ploteo, el sistema muestra automáticamente el área de la plantación, el número de pasadas del avión, las cuales se deben realizar de acuerdo al ancho predeterminado, la localización de la plantación y sus linderos.

Opción Línea Base. Esta aplicación está diseñada para la fumigación por sectores. Para este caso en particular, el sistema ofrece dos estilos alternativos de fumigación: *punto-a-punto* y *carrusel*. (Ver Figura 2) Al final de la labor de fumigación, se puede observar la plantación fumigada, mas no su área.

En el estilo punto-a-punto, el piloto del avión debe hacer dos virajes, uno de 90 grados y otro de 270 grados para poder regresar a la línea que acaba de dejar para continuar la pasada. Este estilo facilita la aplicación en lotes pequeños.

El estilo carrusel consiste en marcar el lote con dos puntos a aproximadamente 300 o 400 metros de distancia para hacer pasadas. En éste, el piloto hace un sólo viraje amplio de 180 grados. Este sistema es apropiado para lotes de grandes dimensiones. Los pilotos lo prefieren puesto que facilita los giros amplios y permite la aplicación de varios carruseles de acuerdo a la extensión del lote. Dentro de este estilo existen diferentes modalidades:

a) *Carrusel Definido*. Llamado así puesto que permite al piloto incorporar la pasada o número de intervalos del carrusel, sin tener en cuenta cuantos carruseles se deben realizar.

b) *Carrusel Abierto*. La aplicación siempre empieza en el centro del lote y termina en los extremos.

c) *Carrusel Cerrado*. La fumigación empieza en los extremos del lote y termina en el centro.

El estilo más recomendado es el carrusel, pero el más utilizado es punto-a-punto debido al tamaño de los lotes. Por ejemplo, en la zona del Magdalena, sólo el 10% de los lotes tienen áreas mayores a 77,50 acres, 20% tienen áreas entre 27,50 y 77 acres y 70% de los lotes tienen un área de 2,5 a 27 acres.

Posibilidades que ofrece el sistema. El sistema de guía de precisión aérea GPS ofrece varias utilidades que permiten incrementar la eficiencia de la fumigación aérea. Entre estas se cuentan:

- *Cambiar el ancho de la pasada de acuerdo a las especificaciones del cliente .
- *Cambiar la orientación de la línea de pasada, de acuerdo a los linderos del lote.
- *Modificarlos grados de la línea de pasada.
- *Editar un bloque previamente creado para borrar o anexar áreas.
- *Modificar la orientación de la aplicación, alterando el orden de la pasada, o sea, empezando en el número uno y terminando en el número cincuenta, ascendiendo; o empezando en el número cincuenta y terminado en el número uno, descendiendo.
- *Generar un gráfico en la pantalla, haciendo visible la labor realizada y encontrando los errores cometidos con el fin de corregirlos posteriormente.
- *Permitir la búsqueda de una pasada determinada para su corrección o conexión de fumigación.

Conclusiones.

La aplicación del sistema de precisión GPS para la recolección y procesamiento de la información en el monitoreo de las plantaciones de banano y plátano, ha probado ser una poderosa herramienta para su utilización en los programas de control fitosanitario. Debido a los excelentes resultados del monitoreo del área y monitoreo de la Sigatoka Negra en las plantaciones de banano y plátano, Calima piensa adaptar el uso de este sistema al cultivo de la caña de azúcar.

Por otra parte, la incorporación del sistema de guía de precisión GPS para la fumigación aérea ha representado notables beneficios técnicos y económicos para la empresa. Algunos de éstos son el eficiente desempeño, incremento del área asperjada por día y por hora, versatilidad en el programa de fumigación de la plantación, seguridad aérea, reducción de los riesgos de error en los lotes y mejoramiento en el control de la Sigatoka Negra.

Desde el punto de vista económico, alcanzamos menos horas de vuelo, menos horas de turbina y menor mantenimiento. Nuestros clientes también se benefician de esta tecnología puesto que es una herramienta de control confiable, por lo tanto obtienen menos ciclos de aplicación y reducción de los costos en los mecanismos de control.

El uso de esta tecnología permite garantizar la aplicación más precisa de agroquímicos para mantener las plantaciones sanas, logrando así el objetivo de producir plátano y banano de suprema calidad, capaz de competir en mercados cautivos internacionales y penetrar nuevos mercados.

Fabricantes.

Calima utiliza los siguientes productos de **Trimble** (Sunnyvale, California, EE.UU.) en sus operaciones: el sistema GPS Pathfinder Pro XR para el mapeamiento y recolección de datos de campo y el software Pathfinder Office para el procesamiento de la información. El sistema de guía de precisión para la fumigación aérea empleado es el TrimFlight GPS. .

Monitoreo de Campo de la Sigatoka Negra con la utilización de GPS

El monitoreo de campo de la Sigatoka Negra tiene por objeto detectar la incidencia y el grado de severidad de la infección causada por este hongo. Esta tarea es realizada por un trabajador que camina por la plantación en zigzag, capturando información de las plantas de banano al azar. Su trabajo consiste en el conteo de la totalidad de las hojas en cada planta de banano, lo que permite pronosticar la calidad de los racimos al final de la cosecha, y la evaluación del grado de infestación de la Sigatoka en cada hoja revisada.

Para realizar su actividad, el trabajador utiliza un recolector de datos GPS. Una vez que ha encendido el equipo y se ha asegurado de que está recibiendo la señal de satélite, crea un archivo de movimiento e ingresa el nombre de los atributos de la finca que va a monitorear. Posteriormente, a través de la función "Recolección de datos", accede al menú de datos del equipo. Éste es un menú que tiene los atributos relacionados con la Sigatoka Negra previamente ingresados.

Lo primero que aparece en ese menú de datos es la opción de ingresar puntos, líneas o áreas. Moviendo las flechas hacia la izquierda, derecha, arriba o abajo, se ubica la opción elegida. Por ejemplo, para ingresar información sobre las plantas se elige la opción "punto". Después de escoger "Nueva planta", el trabajador se coloca lo más cerca posible a la planta e inmediatamente el equipo registra posiciones cada segundo y va mostrando en la pantalla cuántas posiciones lleva.

Mientras el equipo registra, el operador cuenta las hojas de la planta y, desplazándose con el cursor, indica el número de hojas; luego, busca cual hoja está infectada e ingresa la información. La antena debe quedar lo más próxima posible a la mata o al atributo que se esta ingresando. Es muy importante verificar que cuando se esta realizando el trabajo, no aparezca en la pantalla del equipo el mensaje: "pidot alto", lo que significa que no se está recibiendo la señal adecuada de satélite que se necesita para conseguir precisión. En ese caso, se debe generar un ángulo para tomar la posición por otro lado o buscar otra planta. Una vez que termina de "montar" esa planta, escoge "Nueva planta" otra vez.

Cuando se necesita determinar el área, se escoge la opción "Área" en el menú. El equipo empieza a capturar datos cada segundo y empieza a posicionar. Si, por ejemplo, el trabajador va a caminar todo el perímetro y llega a un punto en el que se ve una línea recta, entonces pone el equipo en "Pausa", se desplaza hacia el final de la línea recta y luego escoge la opción "Continuar". Inmediatamente, el equipo une esa línea recta de forma automática.

Si al caminar la finca el operador quiere georeferenciar algún objeto que le llama la atención una casa, árbol, etc. entonces pone el equipo en pausa y vuelve al menú principal. Le da nombre al punto o atributo que quiere registrar e ingresa al menos diez posiciones para después volver al menú principal, para continuar su trabajo. Al terminar la jornada de trabajo, se archiva toda la información presionando el botón "OK".

Para correr la información en el computador, se conecta el cable de la terminal del recolector de datos GPS al computador. Los datos se transfieren utilizando la opción "field transfer", en el menú de datos. Esta información se cruza con la información de la estación

base, que es la que proporciona los tiempos reales para que el trabajo de campo quede con una precisión de 75cm.

3. Mal de Panamá o Veta Amarilla.

Es la enfermedad más grave que ataca a la platanera y está causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*.

Las principales variedades comerciales, especialmente la “Gross Michel”, son atacadas por *Fusarium*. La variedad cultivada en Canarias, la “Pequeña Enana” se considera como altamente resistente al hongo, aunque esa resistencia interna es sólo relativa, viéndose disminuida por factores adversos del medio, tales como frío, suelos de textura arcillosa, mal drenaje y poco fondo, empleo de aguas salinas en el riego, etc.

a. Síntomas de los daños

Es fácil de apreciar la enfermedad, pues causa síntomas llamativos de amarilleo, seca de hojas y muerte de rodales de plantas.

· Parte aérea. El síntoma típico de la enfermedad en las hojas empieza con un ligero amarilleo en el borde de las hojas. Posteriormente avanza hacia el nervio dejando un borde seco de color marrón claro.

En otras ocasiones, sobre todo cuando el síntoma se advierte predominantemente en hojas viejas, éstas aparecen totalmente amarillas sin desecación.

Muchos peciolo presentan un aspecto muy característico, apreciándose en su parte externa unas pequeñas manchas alargadas de color púrpura. Cuando se levanta la piel se observa que la mancha externa corresponde a una necrosis en los vasos, que generalmente es discontinua. No todas las hojas presentan síntomas, debiéndose buscar en la cuarta- sexta hoja, contando de fuera a dentro.

Otro síntoma claro de la presencia de la enfermedad es la aparición de unas estrías necróticas en la cara interna de algunas vainas foliares del falso tallo.

· Falso tallo. Cuando se corta transversalmente el falso tallo, se suelen encontrar coloraciones amarillas o necróticas en los vasos, que normalmente son de color blancuzco. Esta coloración puede afectar a todos los vasos o sólo a parte de ellos.

· Rizoma. Los mismos síntomas que se aprecian en el falso tallo se extienden por el rizoma o “ñame”. Se suelen presentar una serie de estrías necróticas, oscuras o azuladas, sobre fondo blanco (“Veta o vena negra”), o sobre descomposición secundaria amarillenta (“Veta o vena amarilla”).

Es frecuente en plantas con ataque inicial que la necrosis no afecte al rizoma, aunque esté extendida en peciolo y falso tallo.

· Racimo o piña. Nunca se han observado lesiones en piña. Las plantas afectadas producen “piñas” con retraso o no llegan a producirla. En todo caso los plátanos no llenan normalmente, denominándoseles plátanos “habichuelados”.

No se presentan pudriciones en la fruta ocasionadas por ataque de este hongo. En general las “piñas” producidas por plantas enfermas son más pequeñas de lo normal, y por tanto de menor peso.

· Raíces. No hay diferencias definidas entre raíces sanas y raíces enfermas. Por término medio su estado sanitario es bueno, si los nemátodos están bien controlados

- Emplear siempre una planta sana en las nuevas plantaciones y en los replantes.
- Debe evitarse el empleo de aguas salinas y plantar en suelos salinos, arcillosos, con mal drenaje, mala permeabilidad y poco profundos.

4. Mancha rojiza del pseudotallo del banano o Blood Disease.

La enfermedad de la mancha rojiza del pseudotallo del banano fue reportada, por primera vez, hace casi 80 años en la región sur de Sulawesi (anteriormente Celebes), en Indonesia, donde ocasionó el abandono de las plantaciones de banano, las cuales se habían desarrollado en las islas adyacentes a Salayar. A principios de la década de los años 20, esta enfermedad fue objeto de múltiples investigaciones, por parte de Ernst Gäumann, quien observó que la misma era originada por una bacteria Gram negativa a la cual dio el nombre de *Pseudomonas celebensis*. Gäumann descubrió que la enfermedad se había diseminado ampliamente por el sur de Sulawesi y, además, detectó algunos de sus síntomas en *Heliconia silvestre* o *Musa* spp., en la cual era aparentemente endémica. Esta enfermedad no se observó en la isla de Java ni en otras islas. Una orden de las autoridades de cuarentena vegetal, cuyo propósito era el de restringir el movimiento del banano de Sulawesi, tanto en forma de fruta como en cualquier estado vegetativo, probablemente contribuyó a detener el avance de la enfermedad hasta 1987, cuando se confirmó un brote en el oeste de la isla de Java. Recientemente se ha informado de brotes en Kalimantan y en el norte de las islas Maluku, los cuales no han sido confirmados. La enfermedad de la mancha rojiza del pseudotallo del banano se observa comúnmente en el cultivar Pisang Kepok (ABB/BBB. 'Saba'), aunque también otros grupos son susceptibles a la infección. Los síntomas de esta enfermedad son similares a los producidos por la enfermedad conocida como "Moko" en América Latina, y varían de acuerdo con la etapa de crecimiento de la planta y con la ruta de infección. Las hojas totalmente extendidas de las plantas, de cualquier edad, muestran un conspicuo amarillamiento transitorio, seguido por pérdida de turgencia, desecación y necrosis.

En plantas maduras, la base del peciolo se colapsa, y las hojas marchitas penden alrededor del pseudotallo. Las hojas más jóvenes no terminan de emerger sino que desarrollan manchas blancuzcas en la lámina, que luego se necrosan. Los hijuelos (o retoños), pueden mostrar un marchitamiento general; sin embargo, la infección no es siempre sistémica y algunas veces se producen hijuelos saludables. Los haces vasculares muestran en su interior, una decoloración café-rojiza, la cual, dependiendo del tipo de infección, se puede extender a toda la planta o localizarse en el raquis. Si los cortes de tejido vascular se mantienen húmedos, se observan gotas de exudado bacterial, cuyo color puede variar de blanco a café-rojizo o negro. Existe evidencia convincente de que la infección se origina a través de las inflorescencias y de que esta enfermedad es transmitida por insectos, al igual que la enfermedad del "Moko" en América Latina. El ennegrecimiento y el marchitamiento de las flores masculinas, se observa frecuentemente dos y posteriormente desechados por el consumidor a proximidad de bananos de huerto.

A pesar de que existen muchas similitudes en cuanto a los síntomas y a la epidemiología de la mancha rojiza del banano con los observados en la enfermedad del "Moko", la bacteria causal muestra diferencias fenotípicas y genéticas significativas. En un primer aislamiento,

efectuado en un medio de cultivo común, las características particulares observadas en la bacteria fueron: producción de colonias no fluidas, las cuales son más pequeñas y muestran un desarrollo más lento que las de *P. solanacearum*; uso y producción de ácidos derivados de la galactosa y del glicerol pero no de la glucosa, ni de otros carbohidratos utilizados para diferenciar las cepas de *P. solanacearum*; e ineficacia para reducir nitrato. No se ha observado movilidad en ninguno de los aislamientos examinados hasta ahora y, los intentos que se han efectuado para demostrar la acumulación intracelular de ácido poli b-hidroxibutírico (una característica clave para el diagnóstico de *P. solanacearum*), han producido resultados equívocos. A diferencia de las cepas de la enfermedad del "Moko", los aislamientos de la enfermedad de la mancha rojiza del seudotallo del banano no son patogénicos de las solanaceas, incluyendo al tomate, al tabaco y al *Capsicum*, a pesar de que los síntomas pueden ser fácilmente reproducidos, mediante inoculación mecánica en el cormo o en el seudotallo de plantas de banano de cualquier edad. Los análisis genéticos realizados mediante los agrupamientos RFLP de todo el genoma, la comparación de secuencias parciales del ADN ribosomal 16 y el análisis de los productos amplificados del "consensus primer" del tARN, indican que la bacteria que ocasiona ésta enfermedad está estrechamente relacionada con las cepas de *P. solanacearum*, pero que son diferentes. La posición taxonómica precisa de este patógeno requiere mayor estudio; sin embargo, el epíteto específico *P. celebensis* ya no es válido dentro de la nomenclatura bacteriológica internacional. Se recomienda utilizar como nombre común el de bacteria de la enfermedad de la mancha rojiza del pseudotallo del banano (blood disease bacterium), con el propósito de distinguir a este patógeno de las cepas de la enfermedad del "Moko" (*P. solanacearum* raza 2), las cuales también se presentan en el sudeste de Asia.

Hasta hace poco tiempo, la distribución de la enfermedad de la mancha rojiza del seudotallo del banano estaba muy localizada; sin embargo, ésta se ha diseminado rápidamente en la isla de Java y, en la actualidad, constituye una seria amenaza para las islas cercanas. Las regulaciones cuarentenarias, incluyendo controles para el movimiento de la fruta, deben cumplirse estrictamente, con el propósito de limitar su posterior diseminación.

En las áreas afectadas por este patógeno, las medidas fitosanitarias empleadas para la enfermedad del "Moko" son también efectivas contra éste, particularmente la desinfección de las herramientas de trabajo, el saneamiento de las plantaciones y la selección de material de siembra libre de enfermedades (los cuales incluyen, hasta donde sea posible, evitar sembrar cultivares con brácteas de flores masculinas dehiscentes, las cuales son consideradas particularmente vulnerables al patógeno que puede entrar por las cicatrices de las brácteas expuestas). La eliminación de las flores masculinas puede ser efectiva

5. Moko.

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Pseudomonas solanacearum*, es un serio problema en algunas plantaciones. La bacteria entra a los vasos conductores a través de la herida o picadura de insecto, los bloquea y crea una toxina, confundiendo en parte sus síntomas con Mal de Panamá.

a. síntomas:

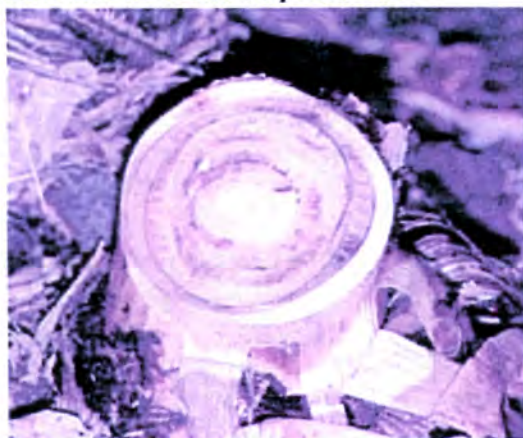
- Los hijos jóvenes se retuercen y deforman, muriendo luego.
- Necrosis basal de la candela.
- Amarillamiento y muerte de hojas centrales en la base y las viejas permanecen mucho tiempo.
- Atrofia y pudrición del racimo.
- Color oscuro del corte transversal del tallo y olor putrefacto.



Infección por Moko



Síntomas de Moko en pseudotallo



b. Prevención.

- Concientizar a todo el personal del riesgo.
- Inspeccionar la plantación.
- Destruir totalmente las plantas enfermas.
- Desinfectar herramientas.
- Establecer zona de protección alrededor de mata infectada ó del foco.

7. Virus de la estría del banano (BSV).

El virus BSV (Banana Streak Virus) se describió por primera vez en 1974, en la Costa de Marfil (África) las pérdidas causadas en la producción de banano "poyo" fueron del 90% en plantas con síntomas severos.

El agente causal de este virus fue identificado en 1985 y se determinó que es un badnavirus de forma baciliforme que afecta solo a los géneros *Musa* y *Ensete*.

Las plantas infectadas tienen las siguientes características:

- Reducción del crecimiento y vigor.
- Racimos pequeños.
- Frutos deformes.
- Ruptura de pseudotallo.
- Estrías de color amarillo en las hojas.
- Muerte de la hoja bandera.
- Muerte de la planta en casos severos.

La semilla que se piensa a usar debe estar libre de los síntomas ya mencionados. Los virus no tienen cura por lo tanto en mejor evitar que se manifiesten, evitando que la planta se estrese; con agua suficiente, fertilización y prácticas sanitarias adecuadas.



B. NEMÁTODOS.

1. Nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo del banano (*Musa acuminata* AAA)

Cinco Nematodos son considerados como los más importantes para el cultivo del banano: *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus coffeae* y *Rotylenchulus reniformis*

R. similis es considerado como uno de los principales patógenos de las raíces del cultivo y está presente prácticamente en todas las zonas productoras de banano del mundo con excepción de Israel, España y Chipre. La acción del parásito afecta la zona cortical de la raíz quedando el tejido vascular expuesto a la invasión de organismos secundarios que ocasionan la muerte de la misma. Se señala que la enfermedad conocida como 'Mal de Panamá' y causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubensis* tiene mayor incidencia y causa mayores daños cuando está presente el nemátodo. Las raíces afectadas por *R. similis* generalmente se rompen dejando a la planta sin anclaje. El patógeno puede migrar de la raíz al rizoma causando lesiones hasta 6 cm de profundidad. Controlando al nemátodo, los rendimientos aumentan entre 5 y 170%.

H. multicinctus y otras especies de *Helicotylenchus*, al igual que *R. similis*, están presentes en casi todos los países donde se cultiva banano. A pesar de considerarse ectoparásito, se comporta en el cultivo como endoparásito migratorio, capaz de penetrar en el rizoma, lesionarlo y diseminarse a través de él. En elevadas poblaciones es capaz de producir graves lesiones y severas pudriciones en las raíces. La necesidad de su control ha sido comprobada en varios países productores de banano.

Meloidogyne spp. han sido señalados en asociación con el cultivo en muchos países. Ataques de *M. incognita* producen daños en las raíces, hojas angostas y cloróticas, pecíolos débiles y poco crecimiento de la planta. Si el nemátodo penetra por el ápice de la raíz, el crecimiento de la misma se detiene y se forma una agalla; si la invasión ocurre en un área no meristemática no se forma agalla pero, en los tejidos, se desarrollan hembras adultas capaces de producir huevos. Esta especie de nemátodo agallador, en Venezuela, está presente en todas las zonas productoras de banano.

Pratylenchus al igual que *Meloidogyne* es un género de nemátodo señalado en asociación con el cultivo en muchos países, por sus características endoparasíticas, penetra por la zona cortical de la raíz produciendo una lesión rojiza, la cual crece a medida que el nemátodo se alimenta, tornándose necrótica. El parásito completa su ciclo de vida dentro de la raíz atacando el parénquima cortical y en raras ocasiones el tejido vascular; los tejidos del rizoma también son invadidos.

R. reniformis ha sido detectado en asociación con el cultivo en varios países. Penetra la corteza en forma perpendicular al cilindro central y establece su lugar de alimentación en la endodermis. La acción del nemátodo provoca un debilitamiento en el estado nutricional de las plantas y aumenta la incidencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias.

a. Aislamiento del nemátodo.

Las muestras están compuestas por aproximadamente 2,5 kg. de suelo y 25 g de raíces, tomándose hasta una profundidad de 30 cm eliminando los primeros 3 cm.

El suelo se procesa según el método de Cobb modificado para recuperar nemátodos y la limpieza de las muestras se realizó con el embudo de Baermann. Las raíces se trituraron en licuadora por 20 s y se limpiaron con el filtro y plato de Oostenbrink modificado por. La población de hembras de *R. reniformis* se determinó triturando por 10 s las raíces en licuadora con la finalidad de desprender las hembras de los tejidos radicales; la suspensión

obtenida se pasó por los tamices No 60, 100 y 325, quedando retenidos los nematodos en este último.

b. Resultados

En las raíces afectadas por *R. similis* se podían apreciar profundas hendiduras y necrosis que dejaban el tejido vascular al descubierto, asimismo se observaban grandes cantidades de raíces no funcionales.

Helicotylenchus spp. se encontraron actuando como endoparásitos migratorios afectando la parte cortical de las raíces, causando graves lesiones, las cuales se manifestaban como extensas zonas necrosadas.

La acción de *M. incognita* se observó a nivel de raíces secundarias, que seccionadas mostraban zonas necrosadas en proximidad de los haces vasculares y a nivel de raíces principales causando engrosamientos, que seccionados dejaban ver grandes cantidades de hembras alimentándose de los haces vasculares apreciándose, en la zona cortical, hendiduras con zonas necrosadas.

El daño físico causado por *R. reniformis*, aparentemente no fue grave, observándose pequeños puntos necróticos en el tejido cortical en proximidad del lugar de penetración del nemátodo.



Volcamiento por nemátodos

c. Nivel crítico

R. similis es el único nemátodo para el cual algunos investigadores han logrado establecer los niveles críticos para el cultivo del banano, sin embargo, no existe uniformidad. Se afirma que el nivel poblacional crítico de *R. similis* para el cultivo en Centro América es de 10000 ejemplares por 100 g de raíces, en cambio se comprobó que el nivel crítico del nemátodo en Costa de Marfil, es de 1000 ejemplares por 100 g de raíces. Las diferencias tan marcadas en cuanto a los niveles críticos establecidos sugieren que existen consideraciones ecológicas importantes que deben tomarse en cuenta en el estudio de la relación entre nivel poblacional y daño. Las poblaciones de nemátodos, en general, aumentan o disminuyen a través del tiempo y son afectadas tanto en número como en comportamiento por una serie de factores, entre los que destacan las influencias

climatológicas y edáficas, la propia densidad poblacional inicial del nemátodo, la condición de la planta, la presencia de otros organismos y las variaciones patogénicas de la especie de nemátodo presente. Este último factor a tomar en cuenta es quizás el más importante ya que existen diferentes biotipos del nemátodo, los cuales presentan diversos grados de agresividad. Es difícil determinar con certeza cuando estos parásitos constituyen una limitante para la producción. La presencia asociada al cultivo del banano, especialmente de *R. similis*, no necesariamente significa que hay un problema de nemátodos. Tres criterios principales han sido utilizados por investigadores y personal técnico en la estimación de daño, estos son: el conteo poblacional en las raíces y el rizoma, el índice de lesiones en la raíz y el conteo mensual de plantas desraizadas.

Consideramos que *R. similis* es el nemátodo de mayor importancia para el cultivo, ya que reduce los rendimientos y es capaz de asociarse a una gran cantidad de hongos. Es indispensable prevenir la introducción del patógeno a zonas de cultivo donde todavía no está presente

M. incognita y *Helicotylenchus* spp. se presentan como casos interesantes ya que no existen estudios que establezcan niveles poblacionales críticos de los patógenos en el cultivo. No existen evidencias experimentales que indiquen que *M. incognita* reduzca significativamente los rendimientos en banano, sin embargo, otros autores han observado deficiencias en el crecimiento y graves lesiones en las raíces de las plantas de banano afectadas por el patógeno. La alta incidencia del nemátodo, posiblemente se deba al cambio de cultivo que en esta zona ha ocurrido; agricultores anteriormente productores de hortalizas, han cambiado este rubro por el banano y es notorio que la mayoría de las especies hortícolas cultivadas en la zona hospedaban a *M. incognita*, el cual causaba graves problemas. Al eliminar las siembras de hortalizas, el nemátodo colonizó las plantas de banano convirtiéndose en poco tiempo en una amenaza para el cultivo. *Helicotylenchus* spp. es también muy importante. En plantaciones de banano afectadas por el nemátodo varios autores han observado graves lesiones en las raíces. En Israel, donde ocurre en ausencia de *R. similis*, es importante en el decaimiento del banano.

Con relación a *R. reniformis* hay poca información disponible, el nemátodo, cuando está presente en elevadas poblaciones, causa severas necrosis y heridas en las raíces, sin embargo, los ensayos realizados hasta ahora, no han podido establecer la real importancia del parásito en el cultivo.

La asociación más importante de nemátodos fitoparásitos relacionados con el cultivo, en el estado Aragua, es la de *R. similis*, *Helicotylenchus* spp. y *M. incognita*. Es notorio que dos o más nemátodos actuando conjuntamente causan más daño que actuando cada uno por separado. En el presente trabajo se pudo observar que *R. similis* cuando actúa conjuntamente con otros nemátodos parece desplazar a *Helicotylenchus* spp., sin embargo, es desplazado por *M. incognita*, a pesar que los sitios de alimentación son diferentes.

210863

C. MALEZAS.

1. Malezas en general.

El control de malezas es una de las prácticas que determina la productividad en bananos y plátanos e identifica los métodos de control que tienen importancia práctica para todos los sistemas de producción.

a. Problemas de malezas

Existe consenso entre los conocedores de la materia de que las gramíneas, particularmente las especies perennes, son las malezas más severas en bananos y plátanos. Estas son *Axonopus compressus*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria abyssinica*, *Imperata cylindrica*, *Panicum maximum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Paspalum conjugatum* y *Pennisetum purpureum*. El omnipresente *Cyperus rotundus*, junto con *Cyperus* spp. en general, también son importantes en estos cultivos. Los bananos sufren poco por las competencias de malezas de hoja ancha y recomienda que algunas especies (particularmente *Commelina* spp.) sean aprovechadas como cobertura beneficiosa del suelo. Hay, sin embargo, un número de malezas de hoja ancha que son problemáticas, como es el caso de *Chromolaena odorata*, *Convolvulus* spp. e *Ipomoea* spp.

Se acepta, en general, que las malezas son un problema en bananos y plátanos, ya que compiten por el agua, los nutrientes y la luz. La deficiencia de nitrógeno en las plantas cultivables refleja normalmente esta competencia, como lo muestra el amarillamiento del follaje joven, la reducción de la altura y el grosor, la maduración tardía y los rendimientos reducidos. Los efectos alelopáticos de algunas malezas casi seguramente dañan estos cultivos y se afirma haber demostrado efectos alelopáticos de dos malezas leguminosas, *Centrosema* sp. e *Indigofera* sp. La posibilidad de que las malezas sean hospederos alternativos de plagas debe tenerse en cuenta. *Commelina* es hospedera de enfermedades virales del banano en Puerto Rico y del nemátodo reniforme (*Rotylenchus*) en las Islas de Barlovento, también hospeda al nemátodo de la raíz del banano, *Radopholus similis*, en el Caribe.



b. Manejo de malezas.

El manejo de malezas en bananos y plátanos no puede estar separado de otras prácticas agronómicas utilizadas para cultivar a estas plantas. Aunque las técnicas particulares se describen por separado, éstas deben ser integradas en un sistema que sea apropiado para una región específica.

El período crítico, durante el cual las malezas suprimen el crecimiento de los bananos y plátanos, se entiende que se extiende durante los inicios del establecimiento del cultivo. Se aportan pruebas experimentales que muestran la necesidad del buen manejo de las malezas durante los primeros 4-6 meses después de la plantación. Un estudio hecho en Nigeria mostró que el período crítico de competencia en el plátano comprende la etapa entre el brote de la flor y el engrosamiento de los frutos. Sería prudente, por tanto, asegurarse de que los bananos y plátanos reciban un buen manejo de las malezas por cualquier vía durante, al menos, seis meses después de la plantación y que se eliminen las malezas que aparezcan próximas a las plantas de cultivo, o sea todas aquellas dentro de un círculo alrededor de la base del tallo.

c. Preparación del terreno

Al igual que en los restantes cultivos, como frutales, el terreno deberá ser bien preparado antes de la plantación para eliminar tantas malezas como sea posible, especialmente las gramíneas perennes. De no haber gramíneas perennes presentes, una escarda completa con azada de mano o mediante la labranza será suficiente.

D. INSECTOS

1. Picudo.

Nombres comunes: Picudo negro del banano, gorgojo negro del banano (banana root borer) **Nombre científico:** *Cosmopolites sordidus* (Germar), (Coleóptera: Curculionidae)

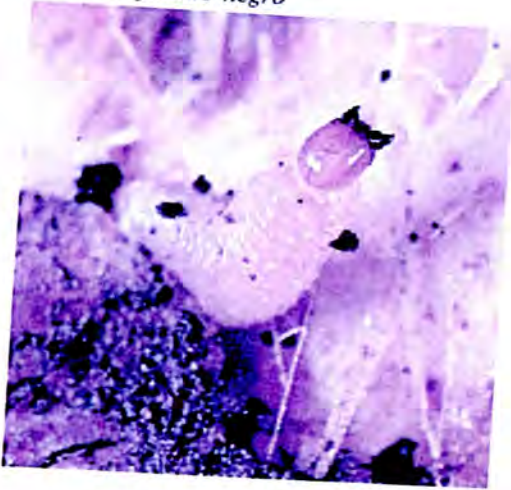
a. Cultivos Afectados

Banano, plátano y otras plantas del género *Musa*.

b. Reconocimiento.

El adulto es un picudo negro que mide 11-14 mm de largo y posee un pico muy alargado y curvo. Los huevos son blancos, alargados y ovalados; miden 2 mm de largo. La larva completamente desarrollada mide hasta 15 mm; es cremosa con la cabeza de color café-rojiza; su cuerpo es gordo, encorvado y carece de patas. La pupa es blanca-grisácea; se pueden ver los apéndices del adulto desarrollándose durante esta etapa.

Larva de picudo negro



Picudo negro y picudo negro pequeño

c. Daño, Biología e Importancia.

Es una plaga cosmopolita del banano y de otras especies del género *Musa*. Es especialmente perjudicial en plantaciones de plátanos, plantas débiles y tiernas que crecen en condiciones marginales.

La hembra rara vez vuela para llegar hasta la base de las plantas y buscar el cormo para ovipositar.

Generalmente los huevos son puestos uno por uno en las vainas de las hojas o en huecos hechos por la hembra en la base del pseudotallo y el cormo; los huevos eclosionan después de 5-7 días. Cuando la larva emerge, comienza a taladrar el cormo, haciendo galerías, que reducen el vigor de la planta. Las larvas hacen túneles en los tejidos al nivel del suelo o bajo la superficie. Las plantas infestadas pierden su vigor, las hojas no se despliegan y se vuelven amarillas y marchitas. La planta produce racimos pequeños con frutos deformes y aquellas plantas, cuyas raíces se debilitan con el ataque, caen fácilmente debido al viento o lluvia. El daño puede habilitar la entrada de patógenos que pueden causar la muerte, especialmente en plantas tiernas. El picudo prefiere tejidos débiles, o los que están muertos o por morir. Los cormos, que se dejan sobre el terreno en la plantación, son visitados y pueden recibir abundantes oviposiciones antes de ser plantados. Por lo general, plantaciones sanas no son atractivas para el picudo; éste prefiere como hospedero el cormo de la planta madre ya cosechada, que está constituida de tejidos débiles. La etapa larval dura 15-20 días y después la larva empupa en las galerías dentro de la planta o en el suelo por 5-7 días. Bajo condiciones ideales completan su ciclo en 30-40 días. Los adultos son nocturnos; se esconden durante el día en tallos podridos o cormos y raramente vuelan. Es por esto que la presencia del picudo puede pasar desapercibida durante algunos años. Pueden vivir hasta dos años.

d. Muestreo y Niveles Críticos.

Una de las formas más fáciles de determinar las poblaciones de *C. sordidus* es con el usodetrampas.

Para esto se corta el pseudotallo de la planta madre cosechada, 10-15 cm arriba de la superficie del suelo. De ese pseudotallo, se corta un disco de unos 5-10 cm de diámetro, el cual se coloca encima de la base del pseudotallo. Dos días después se cuentan los adultos atraídos por esta trampa. El nivel crítico es de 15 picudos por trampa. El uso de 10 trampas una vez por mes es suficiente para las plantaciones pequeñas de Zamorano. Se deben colocar 25 trampas por hectárea si se espera una población baja. En el norte de Honduras, el nivel crítico para banano es de 15-20 picudos por trampa.

VIII. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS Y PLAGAS MÁS IMPORTANTES EN POSTCOSECHA.

A. DAÑOS.

1. Daño por Frío (Chilling Injury).

Los síntomas incluyen color de la piel amarillo grisáceo y opaco, el tejido subepidérmico presenta vetas de color pardo oscuro, problemas para madurar y en casos severos, pardeamiento de la pulpa. El daño por frío es causado por la aplicación de temperaturas inferiores a 13°C (56°F) por unas pocas horas o días, dependiendo del cultivar, grado de madurez y temperatura. Por ejemplo, un daño moderado ocurre cuando los bananos en color verde pero maduros fisiológicamente se colocan una hora a 10°C (50°F), 5 horas a 11.7°C (53°F), 24 horas a 12.2°C (54°F), o 72 horas a 12.8°C (55°F). Las frutas dañadas por frío son más sensibles al daño mecánico.

2. Abrasiones de la piel.

Aparecen cuando la piel se talla o se frota contra otras frutas o contra la superficie de los equipos de manejo o los envases para la transportación. Cuando se les expone a condiciones de humedad relativa baja (<90%), la pérdida de agua de las áreas dañadas se acelera y su color se torna de pardo a negro.

3. Magulladuras por Impacto.

La caída de la fruta puede producir pardeamiento de la pulpa sin evidencias de daño en la piel.

B. ENFERMEDADES.

1. Pudrición de la Corona (Crown Rot).

Esta enfermedad puede ser causada por uno o más de los siguientes patógenos: *Thielaviopsis paradoxa*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum musae*, *Deightoniella torulosa* y *Fusarium roseum*, los que atacan la superficie cortada de las manos. A partir del tejido enfermo el hongo se propaga hacia el cuello del dedo y con el tiempo, hacia la fruta.

2. Antracnosis (Anthracnose).

Causada por *Colletotrichum musae*, se vuelve evidente a medida que los bananos maduran, especialmente en heridas y aberturas de la piel.



Antracnosis muy avanzada

3. Pudrición de la Cicatriz del Pedúnculo (Stem-end Rot).

Causada por *Lasiodiplodia theobromae* y/o *Thielaviopsis paradoxa*, los que entran a través del corte del pedúnculo o de la mano. La pulpa invadida se vuelve blanda y acuosa, de apariencia vítrea.

4. Pudrición Tipo Ceniza de Cigarro (Cigar-end Rot).

Causada por *Verticillium theobromae* y/o *Trachysphaera fructigena*. La porción dañada del dedo del banano se seca pero no cae sino que tiende a mantenerse adherida a la fruta, mostrando un aspecto similar a la ceniza de un cigarro que se consume.

5. Estrategias de Control.

Minimizar las magulladuras; rápido enfriamiento a 14°C (58°F); eficiente sanidad de las instalaciones para el manejo; tratamientos con agua caliente [por ejemplo, 5 minutos en agua a 50°C (120°F)] y/o fungicida (tal como el tratamiento con Imazalil) para el control de la pudrición de la corona.

IX. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS.

A. ENFERMEDADES

1. Prevención.

Semilla sana

Se recomiendan semilla sana, esto permitirá que la plantación no sea afectada por enfermedades como: Mal de Panamá, Pudrición hedionda, Nematodos y picudos.

2. Drenaje:

El uso de un buen drenaje evita la acumulación de excesos de agua, con lo que se reduce el daño por: Sigatoka Negra, Nematodos, pudrición hedionda.

3. Saneamiento:

Consiste eliminar las hojas o material dañado por Sigatoka negra.

4. Control químico:

Usar el producto y dosificación realizar las aplicaciones en el momento preciso
Depositar sobre la plantación un volumen que permita la mejor cobertura. Minimizar los atrasos en la aplicación. Realizar evaluaciones periódicas de tolerancia cuando se usen fungicidas sistémicos.

Antiguamente se utilizaba para el control de la Sigatoca amarilla, el Caldo Bordales que es una mezcla de Sulfato de cobre (CuSO_4) y cal, a razón de: 5 lbs de CuSO_4 , 5 lbs de cal y 50 gal de agua y se aplicaba 280 gal/acre/mes de esta mezcla.

El uso de aceite agrícola también dio un buen resultado, en el control de Sigatoka, ya que actúa como un fungistático; pero tiene mejor efecto cuando esta mezclado con un fungicida. Se usaba Dithane de 1 a 2 lbs/acre en 1 galon de mezcla a no menos de 1000 rpm.

El uso del aceite agrícola varia según la infección usando 10 L/ha puro o mezclado con Dithane o en una emulsión al 0.5-0.75 %.

También se puede usar Benlate al 0.25 - 0.50 % disuelto en 5 a 10 L de agua.

Para una emulsión se mezcla primero el aceite con el emulsificante por separado, por ejemplo aceite + Triton (0.25 - 0.5 % por volumen de aceite), aparte se mezcla el agua + el fungicida, se agita a 4000 rpm y después se agrega la emulsión

B. MALEZAS.

1. Control mecánico de malezas

El sistema radical del banano es superficial, la mayoría de las raíces están a 15 cm de la superficie del suelo. Todas las labores de cultivo, excepto las más superficiales, tienden a dañar el sistema radical, por lo que generalmente se deben evitar. Las labores de cultivo son también una de las causas más importantes de la erosión del suelo. Por tanto, se requieren otras opciones al efecto. El método más común de control de malezas es la siega, pero esto no es tan bueno como para asegurar rendimientos óptimos. Una práctica típica es segar las malezas 3-4 veces al año, las que se dejan cubriendo el suelo, lo que ayuda a evitar la erosión, el brote de nuevas malezas y permite el acceso al campo. Esto, por supuesto, no evita la competencia de las malezas ni tampoco las elimina. En efecto, las malezas de hábitos rastreros como *Cynodon dactylon*, serán más bien estimuladas. Otra desventaja con la siega de la maleza es el riesgo de dañar los tallos e hijos del banano, a menos que la operación se realice con cuidado.

2. Control cultural de las malezas

Los bananos y plátanos son muy vulnerables a las malezas durante su establecimiento. A partir de ahí, el follaje del cultivo suprime las malezas, excepto las tolerantes a la sombra. Por tanto, las prácticas que favorecen el desarrollo del follaje son beneficiosas en términos de control de malezas, como son el uso de material de plantación saludable y vigoroso, así como una distancia estrecha del cultivo. Se demostró que los bananos plantados a distancias de 1.2 x 1.2 m (6, 944 plantas ha⁻¹) y 1.5 x 1.2 m (4, 444 plantas/ha) arrojaron altos rendimientos y un control "natural" de las malezas.

Las plantas de cobertura se pueden usar para inhibir el crecimiento de malezas y han sido ampliamente recomendadas. Se relaciona 28 leguminosas recomendadas, entre éstas las más favorecidas son: *Crotalaria juncea* L. (cañamo de Bengala), *C. striata* DC. (= *C. pallida* Ait.), *C. usaramoensis*, *Indigofera endecaphylla*, *Phaseolus trinervius* (= *Vigna radiata* (L.) Wilczek var. *sublobata* (Roxb.) Verdc. = frijól mungo) y *Vigna sinensis* (L.) Hassk. (= *Vigna unguiculata* (L.) Walp. = caupí). Es posible que los agricultores pequeños necesiten un cultivo de cobertura que pueda ser utilizado. El manejo de malezas en este cultivo asociado podría beneficiar los bananos y plátanos, aunque el cultivo mismo también puede competir por los recursos de subsistencia. En Nigeria, la sandía, a una densidad de 5.000 plantas/ha, suprimió el crecimiento de la maleza durante 5 meses, aumentó significativamente el establecimiento y el rendimiento del banano, mientras que densidades de 2500 ó 10 000 plantas/ha redujeron el crecimiento y el rendimiento del banano debido a la competencia de las malezas o de las sandías. En la India, un cultivo asociado de caupí con banano inhibió totalmente el crecimiento de malezas durante 70 días, mientras aportó humus y nutrientes que beneficiaron al cultivo.

El acolchado es a veces de valor como un medio de control de malezas y generalmente se acepta que el banano responde bien a esta práctica en Africa Oriental. Materiales comunes de acolchado son las hojas muertas o caídas del banano, tallos cortados y viejos. Se mostró que el peso de los racimos y el rendimiento en bananos pueden ser aumentados significativamente con un acolchado de 36 toneladas/ha de paja de arroz. Es posible usar otros materiales (por ejemplo: arbustos cortados, aserrín, hierbas cortadas, jacinto de agua), pero esta no es generalmente una práctica económica. Cuando se use acolchado se deberá no permitir que el material en uso entre en contacto con los tallos del banano o el plátano, ya que éste ofrece condiciones de humedad que podrían estimular la entrada del picudo del banano, aunque se advierte que el acolchado puede interceptar las lluvias ligeras, las cuales se evaporan antes de llegar a las raíces de los cultivos y que la descomposición del acolchado puede inmovilizar y causar deficiencia de nitrógeno.

3. Control biológico de malezas

No se conocen referencias de uso práctico del control biológico contra malezas específicas de bananos y plátanos, pero estos cultivos posiblemente se beneficiarían cuando la investigación actual identifique predadores o patógenos para el control de *Chromolaena odorata*, *Mikania micrantha* H.B.K. y otras malezas.

4. Control químico de las malezas

Los herbicidas ofrecen un medio práctico para el control de malezas y permiten el cumplimiento de las recomendaciones referentes al mínimo de labores de cultivo en campos de banano. El efecto económico del control químico varía en todo el mundo; en algunos países la producción de banano sería virtualmente imposible sin herbicidas, mientras en otros, especialmente las naciones más pobres o en desarrollo, el uso de herbicidas es raramente práctico o apropiado. Sin embargo, existe la posibilidad para todos los países de explotar los herbicidas en el control seguro y efectivo de las malezas en bananos y plátanos.

En la Tabla 1 aparece una selección de herbicidas que han sido ampliamente usados en bananos y plátanos. Las dosis, momentos de aplicación y breves comentarios sobre el uso de estos productos son allí dados. Si se establecen cultivos asociados o de cobertura del suelo, el uso de estos herbicidas es probable que sea limitado considerablemente. Esta información se ofrece como guía y no sustituye la asesoría local ofrecida por expertos calificados en el manejo de malezas.

Para evitar la difícil tarea de seleccionar un producto entre tantos, se insta al lector a considerar el uso glifosato como primera opción. Este herbicida es muy efectivo contra la mayoría de las malezas herbáceas, incluyendo gramíneas perennes y ciperáceas, que pueden ser problemáticas en bananos y plátanos. Tiene baja toxicidad (DL50 oral aguda en ratas del producto más común = 5.4 g/kg) sin residuos perjudiciales en el suelo después de su aplicación. Puede utilizarse para eliminar las malezas perennes antes de la plantación y por consiguiente se aplicará cuidadosamente de forma dirigida dentro del cultivo. Los tratamientos deben aplicarse tan frecuente como sea necesario. En Puerto Rico, por ejemplo, el tratamiento óptimo para lograr el control de maleza, rendimiento y mínima

fitotoxicidad durante un ciclo plantación- cosecha fue de tres aplicaciones de solución de glifosato al 1%, a seis semanas de intervalo. Un régimen similar se puede establecer para otras localidades.

Tabla 1. Herbicidas para usar en bananos y plátanos

Herbicida	Dosis (kg i.a./ha)	Tratamiento	Malezas controladas
Ametrina	2.5-5	Pre o post temp.	Gramíneas y hojas anchas anuales en germinación y plántulas.
Dalapon	4-11	Post	Gramíneas anuales y perennes en crecimiento activo.
Diuron	1.6-4	Pre	Malezas gramíneas y hojas anchas anuales en germinación.
Glufosinato	0.8 - 1.6	Post	Gramíneas anuales y perennes y hojas anchas anuales en crecimiento activo.
Glifosato	1-3	Post	Malezas anuales y perennes en crecimiento activo.
Paraquat	0.5-1	Post	Malezas gramíneas y de hojas amplias emergidas.
Simazina	2-6	Pre	Malezas anuales de hoja ancha en germinación.

Algunos productos pueden usarse mezclados, por ejemplo: ametrina + simazina, diuron + paraquat.

Paraquat ha sido muy alabado por su control de malezas anuales en bananos y plátanos, pero ha resultado muy tóxico para el hombre y no deberá usarse si la habilidad del usuario es dudosa.

De los herbicidas activos en el suelo, ametrina, diuron y simazina son ampliamente recomendados y tienen la ventaja sobre paraquat y glifosato, de que persisten en el suelo, evitando el crecimiento de muchas malezas, pero a diferencia de glifosato, no controlan las especies perennes.

En vista de la importancia de las malezas gramíneas, uno podría anticipar un papel para alguno de los relativamente nuevos graminicidas, tales como diclofop-metil, fluazifop-p-butyl, fenoxaprop-etil, haloxyfop-metil, quizalofop-etil y sethoxydim, pero hay poca o ninguna evidencia de que estos productos hayan sido evaluados y aprobados para su uso en bananos y plátanos.

Finalmente, los herbicidas no deben ser concebidos como una panacea para resolver todos los problemas de malezas en bananos y plátanos. Ellos tienen la capacidad de resolver problemas, así como también de crearlos. El uso de herbicidas debe ser complementado con otras estrategias de manejo de las malezas para evitar riesgos, tales como el desarrollo de malezas resistentes.

C. NEMÁTODOS.

El control cultural, químico y biológico *Meloidogyne spp.*

Se puede separar el material de plantas infectadas. Los cormos infectados se pueden desinfectar de nematodos pelando el nudo de la raíz, seguido por el tratamiento de agua caliente (de 53 a 55° C por 20 minutos) o el tratamiento con un nematicida antes de plantar. Los nematodos del nudo de la raíz tienen un rango ancho de hospederos, especialmente plantas dicotiledóneas, el cual está a menudo presente en áreas donde están el banano y el plátano creciendo. Por lo tanto especial atención se debe dar al mantenimiento del área libre de malezas al pie de la planta y de la selección de cultivos de cobertura o la asociación de cultivos intercalados y de los sistemas de rotación. Seguido a la erradicación de los nematodos del nudo de la raíz puede por consiguiente ser ineficaz desde que este fue reportado en Cuba que *Meloidogyne spp.* persistía en el suelo en ausencia de los plátanos por hasta 29 meses. En la India, cultivos asociados con *Coriandrum sativum*, *Sesamum indicum*, *Crotalaria juncea*, *Tagetes erecta* y *Acorus calamus* redujo significativamente las poblaciones de *M. incognita* en banano del tipo robusta (subgrupo de Cavendish) en pruebas en el campo. El mismo efecto sobre *Meloidogyne spp.* fue obtenido en ensayos de la rotación de cultivos con el pasto Pangola, maíz y la caña de azúcar en Cuba y con el *Tagetes patula* en Sudáfrica. Debido al período de inundaciones, rotación con arroz paddy puede también reducir drásticamente las poblaciones del nematodo del nudo de la raíz.

Muchos de los cultivares de banano y plátano ampliamente cultivados son susceptibles a los nematodos del nudo de la raíz. Sin embargo, la investigación a gran escala del plátano y de los genotipos de banano ha revelado la existencia de fuentes de la resistencia a *Meloidogyne spp.* En las Filipinas, fuera de 90 genotipos de *Musa* examinados para la susceptibilidad (tasa de reproducción del nemátodo) y sensibilidad (daños causada por los nemátodos) al *M. incognita*, nueve cultivares (Alaswe, Dakdakan, Inambak, Pastilan, Pugpogon, Maia Maole, PaaDalaga, plomo y Viente Cohol) mostraron resistencia. Estos cultivares tenían un índice de rozadura de 1-2 que indicaba la formación de rozadura de la raíz con generalmente pocos nemátodos que infectaban las raíces.

Los numerosos experimentos de campo han mostrado la efectividad de varios nematicidas contra nematodos del nudo de la raíz. Sumergiendo los cormos por 10 minutos en una solución del nematicida como tratamiento presiembra puede proteger a las plantas por algunos meses contra la infección del nematodo. Los nematicidas encontrados efectivos incluían el dibrocloro propano (DBCP o Nemagon, prohibido hoy en muchos países), los organofosfatos: ethoprophos y fenamiphos, y los carba-matos: aldicarb y carbofuran. La inmersión de cormos pelados en 1% de hipoclorito de sodio (NaOCl) por 5 - 10 minutos también controla *Meloidogyne spp.* y es considerado como eficaz, de bajo costo y tratamiento presiembra no tóxico. Asimismo, esto mostró que la fumigación presiembra

con dibromuro de etileno (EDB, ahora prohibido en numerosos países), el propano dicloro (D-D) o bromuro metilo y el tratamiento postsiembra del suelo con muchos de los organofosfatos (ethoprophos, cadusaphos, fenamiphos, isazofos, terbufos) y los carbamatos (aldicarb, carbofuran, oxamyl) aplicados varias veces al año, pueden controlar significativamente nematodos del nudo de la raíz en plantaciones establecidas de banano y un incremento en el crecimiento de las plantas y un mejor rendimiento. Por estudios de patrones de fluctuaciones estacionales, un programa efectivo de control de nematodos puede ser desarrollado con los nematicidas para ser aplicados cuando la población se acerca a un nivel crítico, generalmente en el inicio de la estación lluviosa. En Puerto Rico, el oxamyl se aplicó cuatro veces con 30 días de intervalo durante la estación de crecimiento a las axilas de las hojas del Giant Cavendish controlando eficazmente el *M. incognita*.

En las Filipinas, extractos de la raíz del Girasol africano (*Tagetes erecta*), ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*), pasto Bermudas (*Cynodon dactylon*) y makahiya (*Mimosa pudica*) fueron altamente efectivos contra los huevos e infestaciones de *M. incognita*. El funcionamiento de estos extractos de raíces fue comparable al de los nematicidas de base química. También extractos de hojas de Kaatoanbangkal (*Anthocephalus chinensis*) y del lirio del agua (*Eichornia crassipes*), y los extractos del bulbo del ajo (*Allium sativa*) y de la cebolla (*Allium sativa*) fueron efectivos contra *M. incognita*. La caracterización del ingrediente activo nematicida mostró un aldehído fenólico de *A. chinensis*, un ácido carboxílico de *E. crassipens* y una cetona en *A. cepa*. También en las Filipinas, los extractos de cultivos de 17 especies de microorganismos fueron evaluados bajo condiciones del laboratorio y de invernadero para la actividad nematicidal contra *M. incognita* basado en pruebas de mortalidad y de infectibilidad en Gigant Cavendish. Extractos purificados del varios *Penicillium spp.* (*P. oxalicum*, *P. anaticum*) y *Aspergillus niger* mostraron alta actividad nematicidal. Esta búsqueda para agentes biológicos de control ha dado lugar al también llamado tecnología BIOCON en cualquier líquido y las formulaciones en polvo que contienen *Paecilomyces lilacinus* y *P. oxalicum* son exitosamente utilizados para el control de nematodos, incluyendo *Meloidogyne spp.* en banano. También hongos arbusculares están siendo investigados como agentes de control biológico. Bajo condiciones de invernadero, la inoculación de banano micropropagado del cultivar Gran Nine (subgrupo de Cavendish), con dos cultivos de *Glomus mosseae* aislados suprimió las agallas en las raíces y las agallas hechas por los nematodos en las raíces, de *M. incognita*. La inoculación del mismo cultivar de banano con los *Glomus intraradices* no afectó la acumulación del *M. incognita* en las raíces sino el crecimiento vegetal realzando la nutrición de la planta.

D. INSECTOS.

1. Control Cultural.

- Se deben sembrar solamente las plantas libres del picudo. Los cormos de estas plantas se deben pelar eliminando todas las galerías donde pueden estar ocultas las larvas. Una vez limpio, el cormo debe ser tratado con insecticida. Los cormos que se van a sembrar no se deben dejar sobre el suelo durante la noche.

- En el punto de crecimiento se puede hacer rebanadas de pseudotallo, como sándwich. Cada 48 horas se hace la colecta, conteo y se recogen los adultos que caen en la planta. No sacrificar la madre.
- Hay que asegurarse que las plantas gocen de buena salud, buena fertilización y control de malezas.
- El saneamiento general ayuda mucho a evitar el daño de esta plaga. Las plantas cosechadas y las caídas se deben cortar en pedazos pequeños a nivel del suelo para que se sequen y descompongan más rápidamente.
- El deshije oportuno y eficiente, más una buena fertilización, mantienen una plantación sana y resistente.

2. Control Biológico.

El picudo es atacado por dos hongos, *Beauveria bassiana*, el cual se consigue comercialmente bajo el nombre de Brocaril^R o Boverin^R y *Metarrhizium anisopliae*, que ejercen controles eficaces. La hormiga *Tetramorium bicarinatum* (Hymenoptera: Formicidae) da buenos resultados en el control de las larvas en Cuba. Se intentó introducir y establecer en Centroamérica dos depredadores, *Plaesius javanus* y *Dactylosternum hydrophiloides* (Coleoptera: Histeridae) de Malaya y Java respectivamente, pero no dieron resultado. El sapo gigante, *Bufo marinus*, y otros 15 depredadores, han sido reportados en varias partes del mundo como controladores naturales.

3. Control Fitogenético.

No se han reportado casos de cultivares resistentes, pero se sabe que los cultivares de plátano son más susceptibles que los de banano.

4. Control Químico.

Antes de la siembra se pueden empapar los rizomas en una solución de algún insecticida sistémico.

Al encontrar una infestación en una plantación ya establecida, se puede aplicar un insecticida sistémico granulado alrededor de la base de las plantas. También se ha recomendado el uso de trampas envenenadas para su control, que consisten de pseudotallos cosechados partidos por mitad, más un insecticida colocado sobre la parte cortada.

5. Control Integrado.

Una manera exitosa de manejar el picudo es a través de la utilización de las prácticas culturales.

Evite sembrar cormos dañados por la larva. Esta plaga usualmente no causa daño de importancia en plantaciones vigorosas y sanas. Utilice las trampas como muestreo y forma de control.

E. LISTA DE PRODUCTOS DE USO PERMITIDO POR LA EPA EN BANANO.

La Agencia de la protección del ambiente establece las tolerancias (el nivel de residuo máximo) para los pesticidas a ser usados en cultivos alimenticios. Esta lista identifica los químicos a los cuáles EPA ha puesto tolerancias. EPA publica las tolerancias en un documento Federal llamado Código de Regulaciones Federales (CFR). Las Tolerancias están generalmente fijadas en partes por millón (ppm), el nivel. Los inspectores gubernamentales supervisan la comida en el comercio interestatal para asegurar que estos niveles no se excedan. Mientras pueden aprobarse muchos pesticidas para una cosecha específica, los tipos y cantidad de pesticidas utilizados en una parte específica de fruta o verdura; depende de: la situación de la granja, la condición de la plaga, y las prácticas de cultivo.

Los niveles permitidos de estos productos son:

Chemical Name	Crop	PPM	CFR
3-Carbamyl-2,4,5-trichlorobenzoic acid	BANANAS	-	180.1110
3-Carbamyl-2,4,5-trichlorobenzoic acid	BANANAS, PULP	-	180.1110
Ametryn	BANANAS	0.25	180.258
Azoxystrobin	BANANAS	2.0	180.507
Azoxystrobin	BANANAS, PULP	0.1	180.507
Benomyl	BANANAS (PRE & POST-H)	1.0	180.294
Benomyl	BANANAS, PULP	0.2	180.294
Bitertanol	BANANAS, WHOLE	0.2	180.457
Cadusafos	BANANAS	0.01	180.461
Carbaryl	BANANAS	10.0	180.169
Carbofuran	BANANAS	0.1	180.254
Chlorothalonil	BANANAS	0.5	180.275
Chlorothalonil	BANANAS, PULP	0.05	180.275
Chlorpyrifos	BANANAS	0.1	180.342
Chlorpyrifos	BANANAS, PULP (NO PEEL)	0.01	180.342
Diazinon	BANANAS	0.2	180.153
Diazinon	BANANAS, PULP	0.1	180.153
Difenoconazole	BANANAS	0.2	180.475
Diquat dibromide	BANANAS	0.05	180.226
Diuron	BANANAS	0.1	180.106
Ethoprop	BANANAS	0.02	180.262
Fenamiphos	BANANAS	0.1	180.349
Fenarimol	BANANAS	0.5	180.421
Fenarimol	BANANAS, PULP	0.25	180.421
Fenbuconazole	BANANAS	0.3	180.480
Fonofos	BANANAS	0.1	180.221
Fosetyl-Al	BANANAS	3.0	180.415
Glufosinate-ammonium	BANANAS	0.30	180.473
Glufosinate-ammonium	BANANAS	0.30	180.473
Glufosinate-ammonium	BANANAS, PULP	0.20	180.473
Glufosinate-ammonium	BANANAS, PULP	0.20	180.473
Glyphosate and its metabolites	BANANAS	0.2	180.364
Hexaconazole	BANANAS	0.7	180.488
Imazalil	BANANAS, PULP	0.2	180.413
Imazalil	BANANAS, WHOLE	3.0	180.413
Mancozeb	BANANAS	4.0	180.176
Mancozeb	BANANAS, PULP (NO PEEL)	0.5	180.176

Maneb	BANANAS, PULP	0.5	180.110
Maneb	BANANAS, WHOLE	4.0	180.110
Myclobutanil	BANANAS (POST-H)	4.0	180.443
Oxamyl	BANANAS	0.3	180.303
Oxyfluorfen	BANANAS (INC PLANTAINS)	0.05	180.381
Paraquat dichloride	BANANAS	0.05	180.205
Phosphine	BANANAS (INC PLANTAINS)	0.01	180.225
Propiconazole	BANANAS	0.2	180.434
Simazine	BANANAS	0.2	180.213
Sulfosate	BANANAS	0.05	180.489
Tebuconazole	BANANAS	0.05	180.474
Terbufos	BANANAS	0.025	180.352
Thiabendazole	BANANAS (PRE & POST-H)	3.0	180.242
Thiabendazole	BANANAS, PULP	0.4	180.242
Thiabendazole	BANANAS, PULP (POST-H)	0.4	180.242
Thiophanate-methyl	BANANAS	2.0	180.371
Thiophanate-methyl	BANANAS, PULP	0.2	180.371
Thiram	BANANAS, PULP	1.0	180.132
Thiram	BANANAS, WITH PEEL (PRE & POST-H)	7.0	180.132
Triadimenol	BANANAS, WHOLE	0.2	180.450
Tridemorph	BANANAS	0.1	180.372
Trifloxystrobin	BANANAS	0.10	180.555

X. PRÁCTICAS COMUNES PARA EL MANEJO DE VARIAS PLAGAS.

Para una manejo eficaz de las plagas que atacan a el Banano es necesario realizar algunas practicas que controlen el mayor número de plagas posibles y obtener el mayor éxito posible en la explotación. Una práctica común y además muy importante al momento de empezar a sembrar, es la **Selección de Semilla Sana**, con esto el productor se asegura de estar trabajando libre de plagas lo que le permite prevenir daños de enfermedades como: *Moko*, *Mal de Panamá*, *Pudrición hedionda*, *Nematodos* y *Picudo*. La selección de semilla sana representa quizá la práctica de manejo más importante en el establecimiento de una plantación de Banano porque de no ser así , muchas veces las enfermedades se presentan en un tiempo menor al esperado lo que causa grandes pérdidas.

Eliminar los excesos de agua en la plantación es necesario y a que la falta de un **Buen drenaje** contribuye a la aparición y diseminación de plagas como las siguientes: *Sigatoka Negra*, *Nematodos* y *Pudrición hedionda*.

Otra práctica de manejo muy usada en Banano es el **Desbellote** que ayuda con el engrosamiento de los dedos y reducir el ataque de *Moko*. Para un mejor control de enfermedades es indispensable el visitar constantemente la plantación y realizar un saneamiento es decir, eliminar las partes o la planta completa que haya sido atacada por alguna plaga en especial por *Sigatoka*.

El trampeo es una práctica es ideal para controlar las poblaciones de *nematodos* y *picudos* que pueden acabar por completo una plantación de Banano.

Otra de las prácticas que se estila usar comúnmente en el manejo de plagas de banano es al **Erradicación** de plantas dañadas y malezas, ya sea quemándolas o enterrándolas. En última instancia lo que se estila es el uso de algún **Control Químico**, pero se debe tener mucho cuidado con el manejo de los plaguicidas que van a ser utilizados ya que en su mayoría son peligrosos para la salud humana. Uso de fungicidas, insecticidas y herbicidas.

XI. BIBLIOGRAFÍA.

- BUSTAMANTE, M. 1982. Sigatoka negra del platano (musa AAA y AAB) y su impacto económico en Centro América y sureste de México. SARH. ed Delgado.
- BUSTAMANTE, M; MARADIAGA, E & SEVILLA, S. 2000. Manejo del cultivo de plátano. El Zamorano, Honduras. 52p.
- CENTA. 1985. Curso sobre producción de musaceas. Departamento de Comunicaciones. San Andrés – El Salvador. C. A. 113 p.
- Centro de recursos didácticos. 2000. Manejo integrado de plagas de musaceas (plátano y guineo). El Zamorano, Honduras.
- CERED. 1995. Insectos y enfermedades del banano. Zamorano – Honduras. 22 p.
- FHIA. 1994. Guía para siembra y manejo agronómico de plátano. La Lima, Cortés – Honduras. 17 p.
- HASSAN, A. 1990. Banana. Ed. Asean. USA. 147 p.
- MUNGUÍA, R. 1993. Fruticultura. Ed Multiformas. Managua – Nicaragua. 299 p.
- ODILO, D. 1991. Manual para el cultivo del banano. Zamorano – Honduras. 51p.

XII. SITIOS DE INTERNET.

- **Banano:** <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESC/ESCR/BANANAS/bainfcve.htm>
<ftp://ext-ftp.fao.org/waicent/pub/ccp/bntf99/X1065e.pdf>
- **Elaboración:** Proyecto SICA-BIRF/MAG-Ecuador (www.sica.gov.ec)
- **Efecto de la Fertilización en banano sobre la composición de hojas frutos y sobre el Rendimiento**
http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v03_4/v304z004.html
- **La Sigatoka negra y su avance en el territorio venezolano: Implicaciones económicas.**
<http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd59/sigatok.html>
<http://www.cecalc.ula.ve/bioinformatica/proyect2.html>.
- **Lista de agroquímicos:** www.epa.gov/cgi-bin/opp/rch
- **Mancha rojiza del pseudotallo del banano o Blood disease**
http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/v19_33/v193a050.html

- **Malezas:** <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0k.htm>
- **Mal de Panamá o Veta amarilla:**
http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platanos2.asp
- **Picudo:** <http://arneson.cornell.edu/ZamoPlagas/piqdobanano.ht>.
- **Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha**
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Banano.html>
- <http://galeon.com/bananasite/siembra.html>
<http://www.fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd61/banano.html>
- http://www.geoconvergencia.com/sp/ARTICLES/0399feat_sp.html GPS