21988
3 Cop.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

19 JUL 2007

SISTEMAS AGROFORESTALES CON PLÁTANO Y SU INCIDENCIA EN LA SEVERIDAD DE LA SIGATOKA NEGRA EN ZONAS PRODUCTORAS DE LA ORINOQUÍA

Alfonso Martínez Garnica[1]
Fernando García Rubio[2]

Boletín de Investigación
No. 07

Febrero, 2007
Villavicencio, Meta
Colombia

1. Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. Plan Agroforestería. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. amartinezg@corpoica.org.co
2. Ingeniero Forestal. Esp. Maderas Tropicales. Plan Agroforestería. Investigador CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. fgarcia@corpoica.org.co

Esta publicación se logró gracias a los recursos de cofinanciación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología, PRONATTA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y es producto de los proyectos *"Evaluación de sistemas agroforestales con plátano para reducir la severidad de la Sigatoka Negra"* código PRO 8100713 y *"Reingeniería de la transferencia de la tecnología en el cultivo del plátano con motivo de la llegada de la Sigatoka Negra a los Llanos Orientales"* ejecutados por CORPOICA, C.I. La Libertad durante el periodo comprendido entre 1994 y 2004.

AUTORES:
Martínez G. A.
García R. F.

ISBN: 978-958-8311-38-8
Código Único Interno: 90
Villavicencio, Meta, Colombia

Publicación: CORPOICA - PRONATTA
Boletín de Investigación No.: 07
Código: 02.01.07.08.32.07

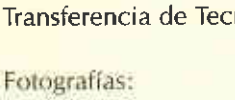
Edición:
I.A. Sandra Xiomara Pulido Castro
M.V.Z. M.Sc. César Augusto Jaramillo Salazar
Transferencia de Tecnología. CORPOICA C.I. La Libertad.

Fotografías:
Alfonso Martínez G.
Roberto Rodríguez
Fernando García R.
Nelson Polanco
César Augusto Jaramillo S.

Tiraje: 1.000 ejemplares

PRODUCCIÓN EDITORIAL
Diseño, impresión y encuadernación

I. C. A. - BAC
No. Acceso
Compra
Canje
Donación
Procedencia Deposito Legal
CORPOICA
Fecha. 19 JUL. 2007 Costo $18.000



http://www.produmedios.com
Teléfono: 2 885 338 - Bogotá, D.C.

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas que gracias a su colaboración y aportes fue posible la realización y culminación de los trabajos de investigación y la terminación de esta publicación.

Sr. Carlos Santos
Sr. David Pardo
Sr. René Castellanos
Sr. Alberto Vidal
Sra. Nelsy Gutiérrez
Plan Agroforestería CORPOICA C.I. La Libertad

Sr. Juan Eusebio Atilúa
Sr. Amaclio Bonilla
Sr. Jairo Colina
Sr. Jhonny Guarnizo
Sr. Antonio Guzmán
Sra. Elizabeth González
M.V.Z. Oscar Mauricio Vargas
I.A. Belisario Volverás
CORPOICA Creced Arauca

Sr. Álvaro Camargo
Sr. Alejandro Castro
Sr. Arnaldo Cifuentes
Sr. Luis Felipe Rocha
Sr. Calixto Zambrano
C.M.V.Z. Nelson Polanco
I.A. Saúl Bernardo Aguiar
CORPOICA Creced Casanare

Sra. María Castañeda
Sr. Rafael Sabana
I.A. Roberto Rodríguez
CORPOICA Creced Guaviare

I.A. Adolfo Chacón
Sr. Jacobo Barrera
Sr. Eder Camacho
Sr. Octavio Cañón
Sr. Enrique Cifuentes
Sr. Ramón Gonzáles
Sr. Gerardo Henao
Sra. Piedad Salazar
Sr. Germán Sánchez
Sr. Gerardo Tautiba
CORPOICA Creced Ariari

Se agradece igualmente a los Doctores Rubiela Rincón y Mario Avellaneda evaluadores de este proyecto por parte de PRONATTA.

Finalmente a los productores de Plátano de los departamentos de Arauca y Casanare por haber ofrecido la oportunidad de aprender mucho más de los sistemas agroforestales con plátano por ellos implementados.

PRESENTACIÓN

En 1995 llegó a los Llanos Orientales la Sigatoka Negra causando la disminución y desaparición de áreas en plátano, sembradas en su mayoría por pequeños productores. En el departamento de Arauca desaparecieron por efecto de la enfermedad cerca de 8.000 ha, en Casanare 5.000 ha y en el Meta cerca de 12.000 ha, todas ellas pertenecientes a la economía campesina, ya que el cultivo del plátano era por excelencia el cultivo capitalizador de dicha economía.

Una de las principales causas que contribuyó a la desaparición del área sembrada en plátano consistió en la dificultad por parte de los productores de adoptar la oferta tecnológica para el manejo y control de la enfermedad, dados los altos costos de su implementación. Como uno de los resultados de esta circunstancia fue el aumento del área de cultivos ilícitos. Problemática detectada y expresada por los productores en los diferentes talleres participativos de diagnóstico, realizados para enfocar la investigación y la transferencia de tecnología del PRONATTA.

Con base en la experiencia de los pequeños productores se encontró que en el "conuco", sistema agroforestal multiestratificado implementado por los agricultores de economía campesina de Casanare y Arauca, en el que asocian plátano y banano con especies forestales y frutales bajo la sombra de los árboles, la severidad de la Sigatoka Negra disminuía drásticamente.

Evaluaciones realizadas durante cuatro años consecutivos, demostraron las bondades del sistema sobre la reducción de la severidad de dicha enfermedad. La acción de CORPOICA se ha fundamentado en evaluar la experiencia de los agricultores e incorporar especies agrícolas y forestales, como su manejo, para fortalecer el sistema. Es así como, se ha venido investigando sobre especies forestales óptimas para la implementación del sistema agroforestal, manejo de los árboles, estructura del sistema, efectos sobre el peso del racimo y el ciclo vegetativo del sistema, entre otros, con la valiosa contribución de los productores, en especial del departamento de Arauca.

Es satisfactorio para la corporación entregar un avance de los resultados de la investigación, en la que se ha contado con participación de los productores, con el fin de dar a conocer estas experiencias a otros pequeños productores del nivel regional y nacional, a fin de que conozcan e implementen el sistema y a partir de este alcancen una reducción de cerca del 60% de los costos y la potencialidad de generar un producto sano, competitivo y compatible con el ambiente.

JAIME TRIANA RESTREPO
Director CORPOICA C.I. La Libertad

CONTENIDO

1.	**INTRODUCCIÓN**	9
2.	**METODOLOGÍA**	12
3.	**RESULTADOS**	16
3.1	Especies forestales asociadas al cultivo del plátano y su incidencia en la disminución de la severidad de la Sigatoka Negra.	17
3.1.1	Evaluación sistema agroforestal de Plátano con Bucaré y Samán. Tame, Arauca.	17
3.1.2	Evaluación sistema agroforestal de Plátano, variedad Borouku (*Musa AAB*), con *Eucaliptus pellita* y cobertura de *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque. Villanueva, Casanare.	20
3.1.3	Evaluación sistema agroforestal de Plátano con *Pino caribea* var. *Hondurensis*. Villanueva, Casanare.	22
3.1.4	Evaluación sistema agroforestal de Plátano en un bosque secundario. Yopal, Casanare.	23
3.1.5	Evaluación sistema agroforestal de Plátano Hartón (*Musa AAB*), asociado con las especies forestales *Acacia mangium* y *Eucaliptus pellita*. Vereda La Manga, Yopal, Casanare.	24
3.1.6	Evaluación sistema agroforestal Plátano Hartón (*Musa AAB*) asociado con Caucho (*Hevea brasiliensis*). Villavicencio, Meta.	26
3.2	Alternativas de sistemas agroforestales para el manejo de la severidad de la Sigatoka Negra en el cultivo del Plátano.	29
3.2.1	**Modelo 1.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales introducidas y/o nativas cuando no existe el sombrío.	29
3.2.2	**Modelo 2.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales nativas e introducidas cuando ya están establecidas como sombrío de otro cultivo o en forma natural.	31

3.2.2.1 Establecimiento del cultivo de Plátano bajo un bosque secundario o rastrojo. 31
3.2.2.2 Sistema agroforestal de Plátano con forestales de sombra para el *Cacao*. 31
3.2.3 **Modelo 3.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales, en donde el Plátano se siembra después de varios años con cultivos anuales. 31
3.3 Interacciones (sinergismos y antagonismos) entre los forestales y el cultivo de Plátano y efecto del sistema agroforestal sobre las características del suelo. 34
3.4 Efecto de las diferentes especies forestales sobre la calidad del Plátano y el ciclo vegetativo. 38

4. CONCLUSIONES 40

5. BIBLIOGRAFÍA 42

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano constituía la principal fuente de ingresos para los agricultores de economía campesina del Piedemonte llanero colombiano. Esta subregión, corresponde a las vegas de los ríos que descienden de la cordillera oriental hacia la Orinoquía colombiana en sentido occidente-oriente, desde el río Arauca en la frontera con Venezuela hasta el río Guaviare que limita las regiones Amazonía-Orinoquía. A partir de la aparición en 1995 de la enfermedad foliar de las musáceas Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), de aproximadamente 50.000 hectáreas de plátano manejadas por 18.000 familias, se pasó en 1999 a 18.000 hectáreas. Los altos costos ocasionados para el control y manejo de esta enfermedad, generados principalmente por la utilización de productos químicos y la necesidad de implementar la totalidad del paquete tecnológico para combatir la enfermedad, obligaron a los productores a abandonar sus cultivos. En la actualidad estas parcelas son arrendadas a productores de plátano de la economía empresarial o en su defecto dedicadas a cultivos ilícitos.

La Raya Negra o Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) se originó como enfermedad en las islas Fiji, posiblemente a principios del siglo pasado y fue reconocida como enfermedad en 1964, siendo posteriormente reportada en el pacífico y Asia. En África, fue reportada en Gabón en 1979, de donde se distribuyó a otros países de África Occidental, como fue el caso de Nigeria en 1986 (Robinson, 1996). En el continente americano se registró esta enfermedad por primera vez en Honduras en 1972. En los años siguientes de la década del 70 se distribuyó por toda Centroamérica, llegando a Costa Rica en 1979 y a Panamá, más específicamente en la zona bananera de Bocas del Toro, a finales de 1980. A Colombia llegó en 1981 a la zona de Urabá y en la actualidad la totalidad de las plataneras del país tienen la presencia de la enfermedad.

La enfermedad es causada por el hongo patógeno *Mycosphaerella fijiensis*, Morelet; se reproduce por dos tipos de estructuras reproductivas conocidas como conidias, que corresponden a la fase asexual del hongo y ascosporas que corresponden a la fase sexual.

De acuerdo con Merchán (1996) la Sigatoka Negra solo ataca directamente las hojas de banano y plátano, de manera más rápida y severa que la Sigatoka Amarilla. Se caracteriza por la presencia de gran número de rayas y manchas, más notorias por debajo de las hojas, las cuales aceleran el secamiento y la muerte de la superficie foliar, ocasionando marcada reducción del área fotosintética de la planta. Los efectos son directamente sobre el racimo, tanto en calidad como en peso, presentándose premaduración del mismo.

La duración del ciclo de vida del agente causal de la Sigatoka Negra está influenciada principalmente por las condiciones climáticas, clase de hospedero, variabilidad del patógeno, sistema de explotación y manejo del cultivo (Merchán, 1996).

La Sigatoka Negra llegó a Colombia, posiblemente procedente de Panamá, a la zona bananera de Urabá en 1981 y posteriormente se diseminó a todo el territorio nacional, incluyendo a las zonas cultivadas con musáceas de Ecuador, Venezuela y el norte de Brasil, que corresponde a los estados de influencia del Amazonas. En 1983 se calculaba que Colombia tenía alrededor de 450.000 hectáreas de cultivo de plátano y para 1990 solo se reportaron 250.000 hectáreas. Antes de la llegada de la enfermedad a la región de la Orinoquía, 95% de los cultivos de plátano eran manejados por pequeños productores de economía campesina (Martínez y Becerra, 1998). En contraste, para el 2001 el cultivo del plátano pasó a ser manejado en forma empresarial en un 55%, economía que por sus características aplicó la totalidad del paquete tecnológico generado, acaparó los mercados especializados del interior del país por la excelente calidad de fruta producida, obligando al pequeño productor a vender su producto en los mercados locales a bajos precios.

A partir de observaciones y de procesos participativos de investigación y transferencia de tecnología, se pudo determinar que en el área de conuco, tradicionalmente manejada por los productores en la región como un sistema de producción agroforestal multiestratificado, especies de musáceas sembradas bajo sombrío mostraban menor severidad a la Sigatoka Negra, en comparación con plantas sembradas a plena exposición solar.

El sistema agroforestal consiste en tener cerca de la casa arreglos en asocio de especies perennes, entre las que se encuentran árboles forestales para madera y leña, frutales, leguminosas arbustivas y volubles, aráceas, ají, plantas de plátano (*Musa AAB*, Simmonds) y banano (*Musa AAA*, Simmonds). A partir de estas observaciones se dio inicio a un proceso continuado de investigación tendiente a determinar bajo qué arreglos agroforestales se obtienen los mejores resultados y a fomentar el uso por parte de los productores de plátano de este tipo de sistemas que contribuyen al manejo y control de la Sigatoka Negra.

2. METODOLOGÍA

En el proyecto *"Evaluación de sistemas agroforestales con plátano para reducir la severidad de la Sigatoka Negra"* ejecutado con recursos de PRONATTA y que es la continuidad de un trabajo en sistemas agroforestales con plátano, iniciado en 1995 con motivo de la llegada de la Sigatoka Negra a los Llanos Orientales de Colombia, se plantea avanzar la investigación en aspectos como la diversificación de especies forestales asociados al cultivo del plátano y el análisis de las interacciones entre el cultivo del plátano y las especies evaluadas.

Para la realización del proyecto se trazó como objetivo general: involucrar el cultivo del plátano en un sistema agroforestal multiestratificado que permita disminuir la severidad de la Sigatoka Negra, reducir los costos de producción y hacer que el pequeño productor del Piedemonte llanero tenga la posibilidad de seguir cultivando el plátano. Los objetivos específicos fueron: 1. Evaluar especies forestales nativas y/o foráneas que sirvieran como sombrío al plátano; 2. Asociar el plátano con forestales para disminuir la severidad de la Sigatoka Negra; 3. Evaluar sinergismos y antagonismos entre las especies forestales y el plátano y los cambios ocurridos en las características del suelo; y 4. Determinar el efecto de la sombra sobre el ciclo vegetativo del plátano, la calidad de la producción y determinar el efecto del sistema sobre otras plagas y enfermedades del plátano.

Se involucraron especies forestales dentro del sistema agroforestal, entre otras como: *Eucalipto pellita*, Samán (*Samanea saman*), Melina (*Gmelina arbórea*), *Acacia mangium*, Caoba (*Swetenia macrophila*), Ceiba tolúa (*Pochota quinata*), Bucaré (*Erythrina fusca*), Dinde mora (*Chloropora tinetoria*), *Pino caribea*, Nuéz de Pará (*Bertolletia excelsa*), Copoazú (*Theobroma sp.*), Caucho (*Hevea brasiliensis*), Caracolí (*Anacardium excelsum*) y Nogal cafetero (*Cordia alliodora*).

Además de los lotes experimentales sembrados con el proyecto, se evaluaron los resultados obtenidos por los productores que ya habían implementado el sistema. Muchos de ellos asesorados y capacitados por CORPOICA. Igualmente con el objeto de avanzar en el conocimiento del desarrollo del sistema, se incluyen resultados obtenidos con proyectos de transferencia de tecnología realizados conjuntamente con la Gobernación del departamento de Casanare.

Los análisis de la severidad de la Sigatoka Negra, al igual que los de nutrición vegetal y edáfica se hicieron en comparación con otra plantación de plátano sembrada en un área continua, a plena exposición solar y sin control químico de la enfermedad. La evaluación de la severidad de la Sigatoka Negra fue semanal, utilizando la escala de

Stover y Dickson, que consiste en evaluar el porcentaje de afección en la totalidad de las hojas de una planta de plátano de acuerdo con la siguiente escala:

Grado de severidad	Porcentaje de afección en la hoja	Estado de la enfermedad
1	Menor de 1	Pizca
2	1 – 5	Estría
3	6 – 15	Área foliar manchada
4	15 – 33	Área foliar manchada
5	Mayor de 33	Área foliar manchada

Las evaluaciones, de los sistemas agroforestales implementados por los productores como los de CORPOICA en monocultivo, en lo referente a severidad de la Sigatoka Negra, duración del ciclo vegetativo, especies forestales sembradas y su interacción con el cultivo del plátano, se realizaron en distintas localidades de los departamentos de Arauca, Casanare y Meta.

- En el departamento de Arauca en las veredas Puente de Tabla y el Botalón del municipio de Tame; vereda La Pesquera, Granja El Alcaraván y Granja Santa Helena del municipio de Arauquita; Isla del Charo del municipio de Saravena.
- En el departamento de Casanare en la Granja del colegio Juan José Rondón en la vereda La Barranca del municipio de Paz de Ariporo; Granja del colegio agropecuario del municipio de Pore, vereda La Calceta del municipio de Yopal; y REFOCOSTA en el municipio de Villanueva.
- En departamento de Cundinamarca en una plantación de plátano ubicada en el municipio de Paratebueno, sobre las vegas del río Humea.
- En el departamento del Meta en el C.I. La Libertad ubicado en el municipio de Villavicencio; en la vereda Sanjaraya del municipio de Fuente de Oro; y Carmen I del municipio de El Castillo.

Se realizó análisis foliar de las plantas colocadas bajo sombrío y a plena exposición solar, con el objeto de correlacionar las cantidades de elementos minerales en el suelo con la absorción de los mismos por las plantas y tratar de determinar si existía algún elemento mineral que estuviera actuando en la reducción de la severidad de la Sigatoka Negra en plantas de plátano ubicadas bajo penumbra. En este caso se empleó la metodología francesa que consiste en tomar la tercera hoja de plantas adultas en el momento de floración.

Se evaluaron las siguientes especies forestales asociadas al cultivo del plátano y su incidencia en la disminución de la severidad de la Sigatoka Negra:

1. En Tame, Arauca se evaluó: Bucaré y Samán.
2. En Villanueva, Casanare: Plátano, variedad Borouku (*Musa AAB*), con *Eucaliptus pellita* y cobertura de *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque.
3. En Yopal, Casanare: *Pino caribea* variedad *Hondurensis;* Sistema agroforestal Plátano en un bosque secundario.
4. En Yopal, Casanare vereda La Manga: Evaluación sistema agroforestal Plátano Hartón (*Musa AAB*), asociado con las especies forestales *Acacia mangium* y *Eucaliptus pellita*.
5. Villavicencio, Meta. Evaluación sistema agroforestal Plátano Hartón (Musa *AAB*) asociado con Caucho (*Hevea brasiliensis*).

Además, como alternativas de sistemas agroforestales para el manejo de la severidad de la Sigatoka Negra en el cultivo del plátano, se evaluaron.

1. **Modelo 1.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales introducidas y/o nativas cuando no existe el sombrío.
2. **Modelo 2.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales nativas e introducidas cuando ya están establecidas como sombrío de otro cultivo o en forma natural.
3. Establecimiento del cultivo de Plátano bajo un bosque secundario o rastrojo.
4. Sistema agroforestal de Plátano con forestales de sombra para el Cacao.
5. **Modelo 3.** Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales, en donde el Plátano se siembra después de varios años con cultivos anuales.
6. Interacciones (sinergismos y antagonismos) entre los forestales y el cultivo de Plátano y efecto del sistema agroforestal sobre las características del suelo.

3. RESULTADOS

RESULTADOS

3.1
Especies forestales asociadas al cultivo del plátano y su incidencia en la disminución de la severidad de la Sigatoka Negra

3.1.1 Evaluación sistema agroforestal de Plátano con Bucaré y Samán. Tame, Arauca.

Descripción del arreglo: Plátano Hartón (*Musa AAB*) bajo sombrío de Bucaré (*Erythrina fusca*) y Samán (*Samanea saman*), el cual correspondía a un antiguo lote de cacao abandonado y se raleó hasta obtener 50% de sombra. Dos veces al año se hacía un desrame de los árboles para mantener en forma permanente la penumbra del 50%.

Se sembró la variedad de Plátano Hartón a una distancia de 4 x 2 m dentro del sombrío. Para poder comparar el efecto de la sombra de los árboles sobre la severidad de la Sigatoka Negra, se sembró contiguo a la anterior plantación, un cultivo de plátano de la misma variedad y a plena exposición solar, sembrada a similar distancia. A las dos plantaciones no se les hizo control químico de la Sigatoka Negra. El suelo donde se sembró este ensayo de investigación corresponde a los suelos de vega del río Cusay (C1), con una textura franco arenosa, materia orgánica baja, fósforo medio, potasio, magnesio y calcio de alto a muy alto, y pH de 5.5. No se aplicó en ninguno de los casos, sistema agroforestal y monocultivo, fertilización alguna dadas las características de fertilidad natural de los suelos.

Los resultados de la evaluación semanal de la severidad de la Sigatoka Negra con la escala de Stover y Dickson, durante un período de

Plátano con Bucaré. Arauquita, Arauca.

seis años se muestran en la Figura 1 e indican que en las plantas de plátano sembradas a plena exposición solar, la hoja más joven manchada corresponde a la número 3, mientras que la hoja número 4 presenta 20% de tejido foliar afectado, la número 5, 40%, y las hojas 6, 7, 8 y 9 prácticamente estaban destruidas por efecto de la enfermedad.

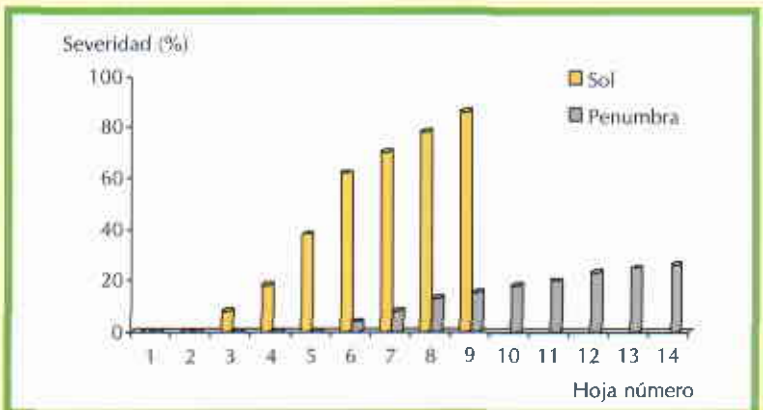


Figura 1. Evaluación de la severidad (%) de la Sigatoka Negra en hojas de plátano sembradas a plena exposición solar y bajo penumbra. Puente Tabla, Arauca. 1996-2003.

Por otra parte, las plantas sembradas bajo sombrío manifiestan un comportamiento diferente respecto a la enfermedad, ya que la hoja más joven manchada correspondió a la número 6, por lo que en forma permanente las plantas mantuvieron cinco hojas libres de enfermedad y las plantas tenían hasta catorce hojas, estando la hoja número 14 sólo con 25% de su tejido foliar afectado por la enfermedad. Cabe anotar que el estado de la Sigatoka Negra en la hoja 14, al igual que en todas las evaluaciones realizadas en otras localidades, no pasa de el estado de estría.

Se encontró que las plantas expuestas al sol, tenían racimos de peso promedio de 9 kg, mientras que las plantas establecidas bajo penumbra tenían un racimo de 17 kg y las hojas de las plantas de plátano ubicadas bajo penumbra tienen un color verde más intenso que las colocadas a pleno sol.

Las plantas ubicadas bajo penumbra tuvieron en promedio 1.12 metros más en altura y 0.06 m más en el diámetro del grosor del seudotallo en el momento de floración, que las colocadas a plena exposición solar. Otro de los indicadores encontrados, que diferenciaron significativamente los dos sistemas, fue el hecho de que las plantas sembradas bajo penumbra prolongaban hasta 62 días su ciclo vegetativo.

En la Foto 2 se observa la plantación de donde se tomó la información sembrada en 1996 y tomada a los seis años de edad en donde predominan árboles de bucaré y samán, detallándose la sanidad del cultivo en lo que se refiere a la severidad de la Sigatoka Negra y en la Foto 3, tomada de la anterior plantación, se observan dos plantas juveniles, una de las cuales corresponde a un cultivo de plátano ubicado a plena exposición solar en donde las hojas 8 y 9 están destruidas por la severidad de la Sigatoka Negra, mientras que a la derecha

Foto 2. Plantación de plátano en sistema agroforestal sembrada en 1996 en un antiguo cultivo de cacao bajo sombrío de Bucaré y Samán. Puente Tabla. Tame. Arauca. Febrero 2003.

Foto 3. Efecto de la sombra sobre la severidad de la Sigatoka Negra en dos plantas de plátano juveniles ubicadas a plena exposición solar y bajo penumbra del 50%.

se observa una planta juvenil del sistema bajo sombra en donde se pueden contar hasta 14 hojas sanas y al fondo se observa la calidad del racimo producido bajo este sistema.

3.1.2 Evaluación sistema agroforestal de Plátano, variedad Borouku (*Musa AAB*), con *Eucaliptus pellita* y cobertura de *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque. Villanueva, Casanare.

Descripción del arreglo: Se sembraron dentro de una plantación de 25 hectáreas de Eucalipto pellita (*Eucalyptus pellita*) con distancia de siembra de 4 m x 2 m y con cobertura de *Desmodium ovalifolium* 2 ha de plátano de la variedad Borouku (*Musa AAB*, Simmonds) intercalado a una distancia de siembra similar a la del Eucalipto. Se sembró esta variedad de plátano debido a que ya se tenía conocimiento del efecto de la sombra sobre la prolongación del ciclo vegetativo del mismo ya que esta variedad tiene un período vegetativo de 62 días menos que la variedad de plátano Hartón. Por otro lado, el plátano sembrado se debió apoyar con fertilización de acuerdo al análisis de suelo debido a que la plantación de Eucalipto se encontraba ubicada en la mesa de San Pedro del municipio de Villanueva, la cual se caracteriza por tener suelos arenoso - *francos, con materia orgánica baja, fósforo bajo*, al igual que los diferentes cationes, correspondiente a una sabana alta (C4).

El Plátano se sembró cuando el Eucalipto tenía cuatro meses de edad y se le hicieron todas las labores de cultivo recomendadas (Martínez, 2001). A la plantación de Eucalipto se le hizo una aplicación de Cal dolomita

Plantación de *Eucalipto pellita* con el cultivo del plátano, clon Borouku, y cobertura de *Desmodium ovalifolium* cv. Maquenque.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Cultivo de plátano bajo una plantación de *E. pellita*.

y Calfos reforzado a razón de 500 Kg por hectárea antes de la siembra; posteriormente se aplicó por árbol: 60 gramos de Difosfato amónico, 60 g de Sulpomag y 10 g de Boro Agrícola un mes después del trasplante. Al año de la siembra se aplicó el doble de la dosis con los mismos fertilizantes y similar fertilización a los dos años después de la siembra. Cada seis meses se hizo la labor de poda de ramas bajeras. Al cultivo del plátano se le aplicaron por planta las siguientes dosis de fertilizantes: al mes después de siembra se aplicaron 60 g de Urea, 55 g de Cloruro de otasio, 80 g de Difosfato amónico, 5 g de Boro y 5 g de Sulfato de zinc; a los 3 y 5 meses después de la siembra se aplicaron 90 g de Urea, 70 g de Cloruro de potasio, 40 g de Difosfato amónico, 5 g de Boro y 5 g de Sulfato de zinc.

Para el caso del Eucalipto se evaluó la altura de los árboles que estaban ubicados dentro del experimento en comparación con el resto de la plantación. Los resultados obtenidos en cuanto a la severidad promedio de un año y medio de evaluación se presentan en la Figura 2.

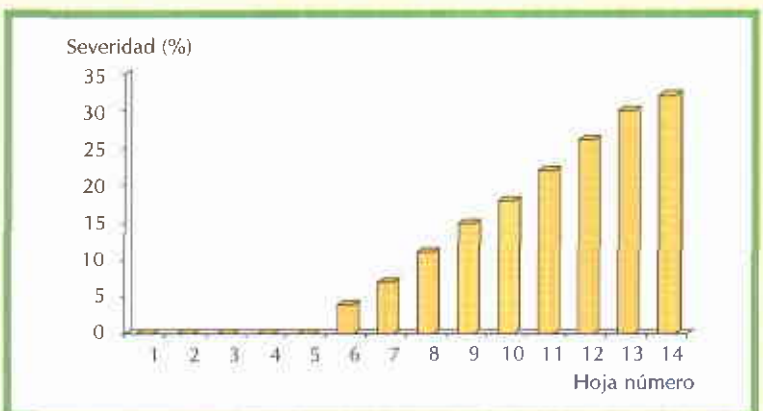


Figura 2. Evaluación de la severidad de la Sigatoka Negra de una plantación de plátano bajo sombra de *Eucaliptus pellita* y cobertura de *Desmodium ovalifolium*. Villanueva, Casanare.

Se encontró que en las plantas de plátano la hoja más joven manchada era la número 6 y las plantas mantenían catorce (14) hojas, siendo la severidad de la hoja 14 del 33%; los árboles de Eucalipto que estaban bajo el sistema agroforestal tuvieron 17% más de crecimiento en la altura del fuste, por lo que se infiere que parte de la fertilización aplicada al plátano es tomada por el Eucalipto. Como el crecimiento de esta especie forestal es muy rápido (más de 4 m de altura al año), solo se pudieron sacar dos racimos de plátano por sitio, debido a la competencia por la luz con el Eucalipto y la imposibilidad de ralear la especie forestal.

3.1.3 Evaluación sistema agroforestal de Plátano con *Pino caribea* variedad *Hondurensis*. Villanueva, Casanare.

Descripción del arreglo: Plátano bajo sombrío de *Pino caribea*.

La plantación de pino donde se realizó la experimentación tenía 9 años y ya se le había realizado el primer raleo con el objeto de dejar los mejores árboles para aserrío y eliminar los árboles torcidos, delgados o bifurcados. En esta época de la plantación es factible asociarla con plátano ya que el raleo deja penetrar la luz solar hasta 50%. La variedad de plátano sembrada fue igualmente Borouku (*Musa AAB*) y se trató de sembrar el plátano a una distancia de 4 m x 2 m, a pesar de que para esta época la ubicación de los árboles de pino raleados no es simétrica. La fertilización que se aplicó al plátano fue la misma que se aplicó para la plantación asociada con el Eucalipto ya que la plantación de Pino se encontraba ubicada igualmente en la mesa de San Pedro, pero no se le aplicó ninguna fertilización.

En la Figura 3 se observa el efecto de la sombra del pino sobre la severidad de la Sigatoka Negra y en la Foto 6 el sistema agroforestal.

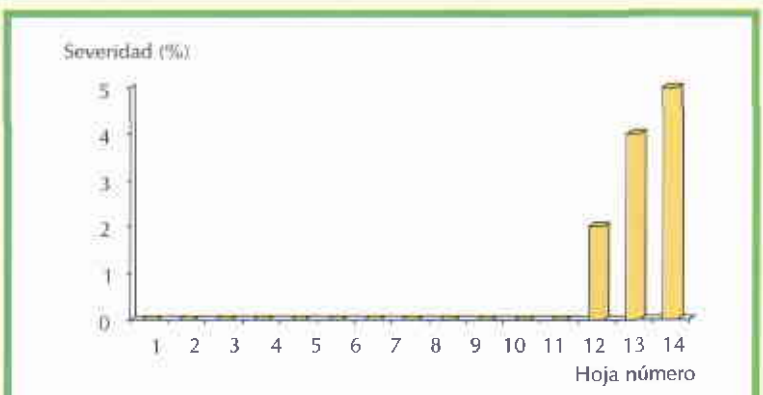


Figura 3. Severidad de la Sigatoka Negra bajo un cultivo de pino de nueve años de edad. Villanueva, Casanare.

De acuerdo con la anterior Figura, la hoja más joven manchada durante el período que duró la evaluación de la severidad de la Sigatoka Negra fue la número 12 y la hoja 14 solo tenía 5% del área foliar afectada.

En cuanto al comportamiento de las plantas de plátano, estas tuvieron un crecimiento normal, a pesar de la creencia que existe que ningún vegetal crece bajo esta especie vegetal, pero es interesante anotar que bajo esta especie forestal se encontró la menor severidad de la Sigatoka Negra al comparar todos los sistemas y especies forestales evaluadas.

Foto 6. Cultivo de plátano bajo una plantación de pino raleado. Villanueva, Casanare.

3.1.4 Evaluación sistema agroforestal de Plátano en un bosque secundario. Yopal, Casanare.

Descripción del arreglo: Plátano Hartón (*Musa AAB*) (4 m x 2 m) bajo un bosque secundario compuesto por Palma mil pesos (*Jessenia policarpa*), Balso (*Ochroma lagopus*), Yopo (*Anadenanthera peregrina*) y Samán (*Samanea saman*), en donde los árboles se podaron o eliminaron hasta llegar a una penumbra del 50% y en el caso de que hubiese mucha concentración de palmas, estas se ralearon hasta que dieran el mismo porcentaje de penumbra. El sitio donde se llevó a cabo el experimento corresponde a un suelo de vega (C1) del río Cravo Sur, con muy buenas características físicas y químicas.

Al cultivo del plátano se le hicieron la totalidad de las labores agronómicas. Con el objeto de enriquecer el bosque original, se sembraron los siguientes forestales a la misma distancia del cultivo del plátano: Aceite (*Calophillium mariae*), Acacia roja (*Delonix regia*), Bu-

Plátano con Balso. Paz de Ariporo, Casanare.

caré (*Erythrina fusca*), Nauno (*Pseudosamanea guachapele*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) y Caracaro (*Enterolobium cyclocarpum*).

Aunque no existió la posibilidad de determinar el peso del racimo de este ensayo debido a la presencia de micos que se comían la flor del plátano una vez emergía (similar situación ocurrió en una plantación sembrada en Paz de Ariporo por parte de un productor en donde raleó un bosque secundario y bajo él sembró el plátano). En la Figura 4 se aprecian las bondades del sistema sobre la reducción de la severidad de la Sigatoka Negra ya que la hoja más joven manchada por la enfermedad fue la hoja 7, mientras que al hoja 14 tenía 28% de afección.

3.1.5 Evaluación sistema agroforestal de Plátano Hartón (*Musa AAB*), asociado con las especies forestales *Acacia mangium* y *Eucaliptus pellita*. Vereda La Manga, Yopal, Casanare.

Descripción del arreglo: Plátano (4 m x 2 m) sembrando a la misma distancia los árboles de Eucalipto y *Acacia mangium;* se sembraron

Plátano con *A. mangium*, vereda La Calceta, Yopal, Casanare.

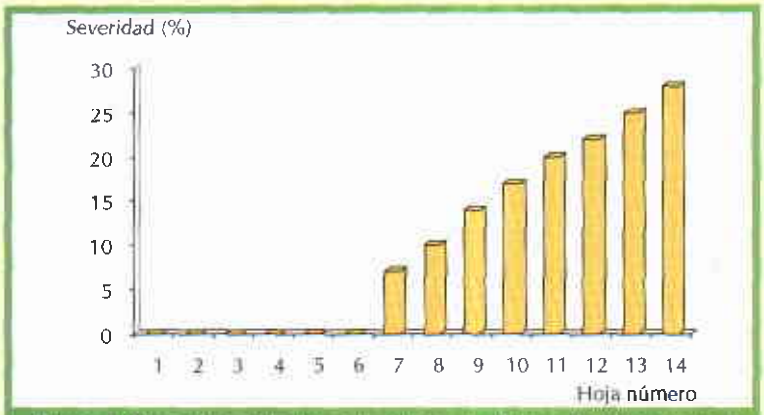


Figura 4. Severidad de la Sigatoka Negra en plantas de plátano en un sistema agroforestal en la localidad de Yopal.

cuando la plantación de plátano ya estaba establecida con seis meses de edad. El sitio donde se llevó a cabo el experimento es un suelo de vega (C1) del río Cravo Sur con características muy buenas de fertilidad de los suelos, de tal manera que cuando los árboles de las dos especies sembradas cumplieron un año de edad tenían cerca de 5 m de altura.

La idea del montaje de este ensayo de investigación era la de conocer a que época se comienza a disminuir la severidad de la Sigatoka Negra en la medida en que las diferentes especies forestales le comenzaran a dar sombra al cultivo del plátano. En la Figura 5 se aprecia la severidad de la Sigatoka Negra durante el primer año de evaluación

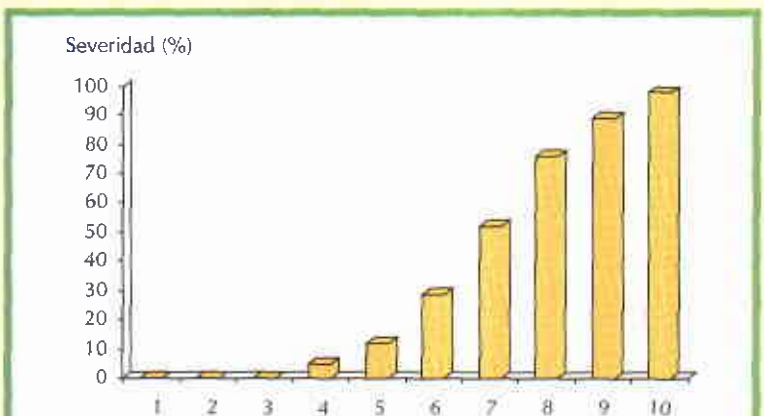


Figura 5. Severidad promedia de una plantación de plátano de seis meses de edad antes de colocarle el sombrío de los árboles de *Acacia mangium* y Eucalipto. Vereda La Calceta, Yopal, Casanare.

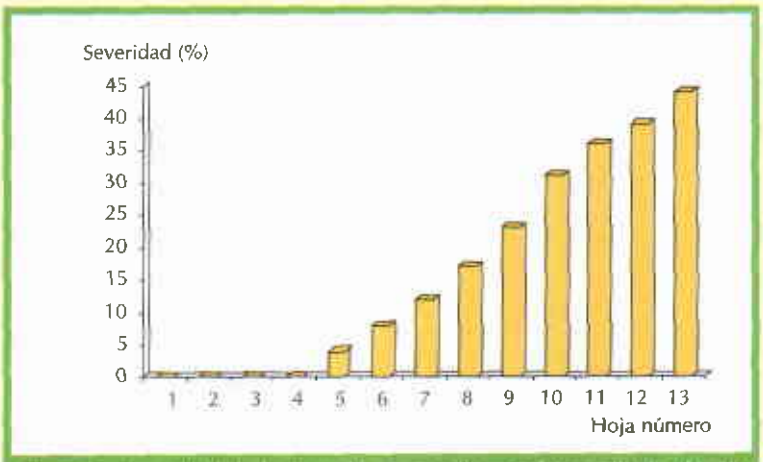


Figura 6. Severidad de la Sigatoka Negra en una plantación de plátano en la que se asoció con *Acacia mangium* y Eucalipto, cuando estas tenían un año de edad.

cuando no hay efecto de la penumbra sobre la enfermedad y en la figura 6 se aprecia el efecto de la penumbra sobre la severidad de la Sigatoka Negra ocasionada por las especies forestales.

Al comparar la severidad encontrada en la Figura 5, cuando no se había colocado el sombrío proporcionado por los árboles de Acacia y Eucalipto, a partir de la hoja 7 más del 50% de la lámina foliar estaba afectada por la enfermedad y la hoja más joven manchada era la hoja número 4. En la Figura 6 se observa que la hoja más joven manchada era la hoja 5 y en la hoja 13 el área foliar estaba afectada solo en un 50% por la Sigatoka Negra. En otras palabras, se necesitó un año para que las especies forestales *Acacia mangium* y *Eucaliptus pellita* proporcionaran suficiente penumbra como para reducir la severidad de la Sigatoka Negra.

3.1.6 Evaluación sistema agroforestal de Plátano Hartón (*Musa AAB*) asociado con Caucho (*Hevea brasiliensis*). Villavicencio, Meta.

Descripción del arreglo: Plátano asociado a un cultivo de Caucho sembrado en surco doble a 3 m x 2.5 m dejando una calle de 13 m entre dos surcos dobles de árboles de Caucho contiguos, establecido en el Centro de Investigación La Libertad (Villavicencio).

En cada calle se sembraron 3 líneas del plátano variedad Hartón a 3 m x 2 m cuando los árboles tenían 3.5 años de edad, o sea que proporcionaban en general 50% de penumbra. No se hizo ningún tipo de control químico de la enfermedad, pero se aplicó todo el paquete tecnológico generado. En la Figura 7 se aprecia por clon, el resultado

del promedio de evaluación del efecto de la sombra de los árboles de Caucho sobre la severidad de la Sigatoka Negra, de acuerdo con la escala de Stover y Dickson.

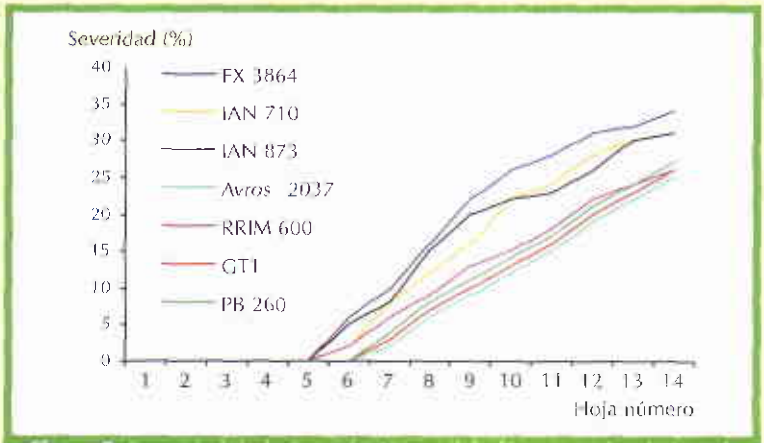


Figura 7. Severidad de la Sigatoka Negra del plátano sembrado bajo la penumbra proporcionada por siete clones de Caucho de 4 años de edad.

Foto 9 y 9A. *Plantación agroforestal de Caucho en asocio con Plátano* Harton luego de 4 años continuos de siembra de cultivos anuales y cobertura de *Desmodium ovalifolium*. C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Autor: Alfonso Martínez G.

Según la información reflejada en la gráfica se deduce que la severidad de la Sigatoka Negra en el Plátano es diferencial dependiendo del índice de área foliar del Caucho, es decir, es menor en los clones de origen asiático (RRIM 600, AVROS 2037, GT 1 y PB 260) que tienen un mayor Índice de Área Foliar (IAF) y mayor en los clones de origen brasileño (IAN 710, IAN 873 y FX 3864) que tienen un menor IAF y una estructura del árbol en donde las ramas secundarias tienen un menor grado respecto al tallo principal. En ninguno de los casos la severidad de la Sigatoka Negra pasó del 35% para la hoja catorce y la hoja más joven manchada dependió de la penumbra proporcionada.

En la Foto 9 y 9A se aprecia el asocio del plátano con caucho a una distancia del caucho de 3 m x 2.5 m en surco doble dejando una calle de 13 m en donde se sembraron 3 surcos de plátano de la variedad Hartón a una distancia de 3 m x 2 m.

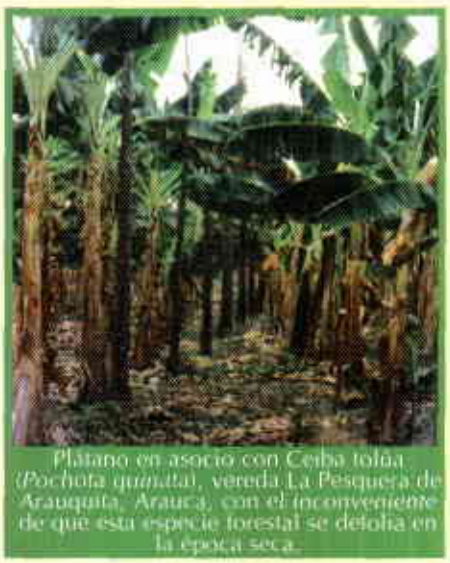
3.2
Alternativas de sistemas agroforestales para el manejo de la severidad de la Sigatoka Negra en el cultivo del Plátano

A partir de la experiencia adquirida y los resultados de investigación, a continuación se presentan tres modelos de sistemas agroforestales con especies forestales nativas y foráneas, de rápido crecimiento y madera densa, las cuales aportan buen sombrío para el cultivo del plátano:

3.2.1 Modelo 1. Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales introducidas y/o nativas cuando no existe el sombrío.

Cuando se establece un sistema agroforestal en el cual los árboles se siembran junto con el plátano, o ya está establecido el plátano, se deben emplear especies de rápido crecimiento para que prontamente proporcionen la penumbra. Entre estos están: *Acacia mangium*, *Eucalipto pellita*, Melina (*Gmelina arborea*) y Yopo (*Piptadenia sp.*), las cuales crecen en las condiciones ecológicas de la zona más de 4 metros al año, por lo que proporcionan rápidamente sombra, o se puede emplear el forestal Tambor o Frijolillo (*Schizolobium parahibum*) que crece más de 6 m al año.

En la localidad de Paz de Ariporo, un productor asoció el plátano con Balso (*Ochroma pyramidale*), el cual crece hasta 6 metros por año. Existen otras especies de forestales de crecimiento intermedio



Plátano en asocio con Ceiba tolúa (*Pochota quinata*), vereda La Pesquera de Arauquita, Arauca, con el inconveniente de que esta especie forestal se defolia en la época seca.

Plátano en asocio con Tambor o frijolillo. Autor: Roberto Rodríguez.

Sistema agroforestal plátano con *Cmelina*.
Autor: Alfonso Martínez.

Sistema agroforestal plátano con *Cmelina*.
Autor: Alfonso Martínez.

Sistemas agroforestal plátano con Tambor.
Autor: Alfonso Martínez.

Sistema agroforestal plátano con Roble.
Autor: Alfonso Martínez.

Plátano en asocio con Caracolí.
Granja Santa Helena de FEDECACAO.
Arauquita, Arauca.

Plátano en asocio con Balso.
Autor: Nelson Pólanco.

que crecen de 3 a 4 m/año, entre ellas estan las leguminosas como las Erythrinas (Bucaré y Cámbulo), Nauno, Iguá o Masaguaro, Ceiba tolúa (*Pochota quinata*), las diferentes especies de Guamos (*Inga* spp.), el Samán, Matarratón, Acacias y Leucaena (*Leucaena leucocephala*), así como el Caracolí y la Teca.

3.2.2 Modelo 2. Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales nativas e introducidas cuando ya están establecidas como sombrío de otro cultivo o en forma natural.

3.2.2.1 *Establecimiento del cultivo de Plátano bajo un bosque secundario o rastrojo.*

Se raleó hasta que proporcionara 50% de penumbra, eliminándose especies indeseables como palmáceas, y otras especies de maderas blandas. En la medida que se establece el sistema, se puede enriquecer con especies de maderas finas, tales como: Cedro rosado, Caoba, Nogal cafetero, Moncoró, etc.

Siembra de Plátano bajo un rastrojo raleado. Vereda La Barranca, Paz de Ariporo, Casanare.

3.2.2.2 Sistema agroforestal de Plátano con forestales de sombra para el Cacao.

Establecimiento del cultivo del plátano bajo un sombrío sembrado para otras especies umbrófilas como Cacao, el cual ha desaparecido por diversas circunstancias. Hay que ralear el sombrío hasta obtener una penumbra del 50% y cada 4 a 6 meses hay que seguir podando dicho sombrío para mantenerla.

3.2.3 Modelo 3. Sistema agroforestal de Plátano con especies forestales, en donde el plátano se siembra después de varios años con cultivos anuales.

En este último modelo el cultivo de plátano se siembra cuando existe en el forestal la suficiente penumbra para reducir la

Ejemplo de implementación de plataneras en sombríos ya existentes. Plátano bajo sombrío de bucaré (*Erythrina fusca*) producto de una plantación de cacao abandonada. Arauquita, Arauca.

severidad de la Sigatoka Negra y cuando se han mejorado las condiciones físico-químicas del suelo producto de la siembra por varios años de cultivos de leguminosas y gramíneas sembrados en forma alterna. En la secuencia fotográfica siguiente se muestra la cronología de establecimiento del sistema.

Secuencia en tiempo y espacio de un sistema agroforestal con Caucho con cultivos anuales: cannavalia, soya, soya, maíz, maíz, cannavalia, maíz, plátano. Centro de Investigacion La Libertad.

3.3
Interacciones (sinergismos y antagonismos) entre los forestales y el cultivo de plátano y efecto del sistema agroforestal sobre las características del suelo.

Una vez establecidos los sistemas agroforestales y evaluado su comportamiento en campo, se puede indicar que entre los antagonismos que se pueden presentar entre el plátano y las especies forestales se tiene:

- **Exceso de sombrío.** Algunas especies forestales por su anatomía y forma de crecimiento proporcionan demasiada sombra llegando incluso a atrasar el crecimiento del plátano. Esta situación se observó cuando se utilizó cómo especie forestal el Samán (además de que la madera es de muy mala calidad), el cual para el caso del departamento de Arauca se ha venido cambiando por el Masaguaro o Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), que presenta una copa rala y madera de excelente calidad, siendo su tasa de crecimiento similar a la del Samán.
- **Competencia por agua.** Como es el caso de Dinde mora y el Pardillo negro o blanco (*Cordia alliodora y Cordia gerascantum*), según los productores de Arauca quienes aducen que extrae demasiada agua del suelo atrasando completamente el crecimiento del plátano.
- **Procesos de defoliación.** Algunas especies forestales defolian en época de verano como es el caso de la Ceiba tolúa, el Caucho después del quinto año de edad en la época seca y el Cedro rosado entre otros, por lo que hay que asociar estas especies con otras que no defolien para aprovechar el beneficio de la regulación hídrica del suelo en esta época del año
- **Daños mecánicos.** Especies forestales pueden ocasionar daño mecánico a la planta del plátano, como es el caso de las palmáceas al caer sus grandes hojas y del Caracolí que tiene desrame natural, además de su susceptibilidad a vientos fuertes.
- **Problemas con enfermedades.** Las Erythrinas ocasionan fumagina en época de floración sobre las hojas de plátano, sin embargo para el productor esto no es problema.

Con respecto a los beneficios que proporciona el forestal sobre las características del suelo cuando se siembra asociado al plátano, se encuentra que:

- Según los análisis de suelos realizados, solo existieron diferencias significativas en cuanto a la concentración de la materia orgánica, ya que esta fue mayor en el suelo donde se ubicaron las plantas sin sombrío.

- Al analizar el potasio, el cual, según la literatura, es el elemento que le proporciona resistencia a la planta de plátano y *banano contra la Sigatoka Negra*, se encontró mayor presencia de este elemento en el suelo donde se sembraron las plantas bajo sombrío, posiblemente por la gran cantidad de materia vegetal fresca que se aplicó por las *continuas podas que* se le efectuaron a los árboles de sombrío para mantener el porcentaje de penumbra. Sin embargo, estos resultados no son lo suficientemente contundentes para explicar la gran diferencia que existió al evaluar la severidad de la Sigatoka Negra bajo los dos sistemas. Tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del suelo (promedio de tres repeticiones) del lote de plátano sembrado bajo sombra y a plena exposición solar (Tame, Arauca).

Efecto Sombrío	Prof. (cm)	pH	M.O. (%)	P (ppm)	AC	Ca	Mg	K	Na	Fe	B	Cu	Mn	Zn
					meq/100G					ppm				
Sin sombra	0- 5	6.3	5.9	216	-	8.0	3.50	0.36	0.16	18	0.40	0.9	61.0	27.7
	5-10	6.2	3.4	218	-	6.1	2.68	0.26	0.17	45	0.32	2.0	27.3	16.0
	10-20	5.6	2.3	143	0.4	4.4	2.40	0.18	0.16	103	0.30	4.1	16.3	4.7
	20-30	5.7	2.1	127	0.4	4.9	2.43	0.20	0.18	92	0.30	3.5	22.0	6.0
	Promed.	5.9	3.4	176	0.2	5.8	2.75	0.25	0.17	64	0.33	2.6	31.6	13.6
Con Sombra	0- 5	6.3	5.5	175	-	6.6	3.07	0.78	0.16	25	0.49	2.3	63.3	35.3
	5-10	5.8	2.3	230	0.1	4.1	2.32	0.28	0.15	73	0.28	2.4	25.7	7.3
	10-20	5.5	2.2	171	0.9	4.2	2.45	0.24	0.17	101	0.30	5.9	34.7	7.2
	20-30	5.3	1.7	77	1.9	4.6	2.47	0.23	0.17	108	0.28	6.9	32.7	9.6
	Promed.	5.7	2.9	163	0.7	4.9	2.58	0.38	0.16	77	0.34	4.4	39.1	14.8

En la Tabla 2 se reportan los resultados obtenidos al hacer los análisis de la densidad aparente en los dos sistemas indicando que los dos lotes mostraron una densidad aparente muy similar para las diferentes profundidades, siendo menor en el sistema agroforestal.

Tabla 2. Densidad aparente del suelo* (0-30 cm de profundidad) del lote de plátano establecido bajo sombra y plena exposición solar. Tame.

Profundidad (cm)	Sin Sombrío	Con Sombrío
0 - 10	1.03	1.07
10 - 20	1.08	1.11
20 - 30	1.07	1.13

*Suelo con 42% de humedad

La información obtenida se complementó con la evaluación de un lote agroforestal con plátano ubicado en la vereda La Calceta del municipio de Yopal, en donde se *colocó como sombrío Ceiba tolúa* (*Pochota quinatta*) y Melina (*Gmelina arborea*). Se hizo un análisis de

Plátano, Gmelina y Ceiba tolua.

los cambios físicos que ocurren en el sistema agroforestal comparado con potrero y con una platanera a plena exposición solar ubicados en la misma finca, los cuales aparecen en la Tabla 3 para el parámetro de conductibilidad hidráulica, en donde se aprecia en forma definitiva los beneficios que trae para el suelo y por lo tanto para el desarrollo de la planta el implementar el sistema agroforestal.

Tabla 3. Comparación de la conductibilidad hidráulica de tres sistemas de manejo del suelo en una finca de la vereda La Calceta, Yopal, Casanare.

Profundidad	Sistema Agroforestal con plátano		Plátano monocultivo		Potrero	
	Conductibilidad hidráulica cm/h		Conductibilidad hidráulica cm/h		Conductibilidad hidráulica cm/h	
	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
0 - 5 cm	11.11	Mod. Rápida	2.67	Moderada	*	Dañada
5 - 10 cm	2.89	Moderada	2.00	Moderada, lenta	0.74	Moderada, lenta
10 - 15 cm	18.89	Rápida	3.33	Moderada	4.68	Moderada
15 - 20 cm	12.89	Rápida	1.97	Moderada, lenta	0.49	Lenta
20 - 25 cm	15.55	Rápida	0.74	Moderada, lenta	0.00	Cero
25 - 30 cm	6.22	Moderada	3.45	Moderada	0.49	Lenta

* Dañada

Se observa claramente el daño que hace el ganado sobre este parámetro, adensando el suelo, haciéndolo más compacto e incluso en los primeros 5 cm de profundidad está completamente compactado. Al comparar los suelos del sistema agroforestal con el monocultivo, las diferencias son también grandes. En promedio para los primeros 30 cm de profundidad del suelo el sistema agroforestal tiene una conductibilidad hidráulica de 11.25 cm/h (de moderada a rápida), mientras que el Plátano a plena exposi-

ción solar es para la misma profundidad de 2.39 cm/h (moderada). Igualmente para el caso del plátano monocultivo se observa compactación del suelo en los primeros 5 cm de profundidad del suelo.

De igual manera, se hizo un análisis foliar de las plantas colocadas bajo sombrío y a plena exposición solar, con el objeto de correlacionar las cantidades de elementos minerales en el suelo con la absorción de los mismos por las plantas. En este caso se empleó la metodología francesa que consiste en tomar la tercera hoja de plantas adultas en el momento de floración. Los resultados de este análisis aparecen en la Tabla 4.

Tabla 4. Evaluación de tejido foliar de plantas de Plátano establecidos bajo sombrío y a plena exposición solar sobre la severidad de la Sigatoka Negra. Tame

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	B
	%					ppm				
Sombra	1.8	0.30	3.70	0.23	0.25	265	16	7	95	18
Sol	1.8	0.45	2.84	0.55	0.24	270	14	5	88	12

Los resultados que se obtuvieron en los análisis del suelo están directamente correlacionados con los resultados obtenidos en el análisis foliar, con excepción del calcio, ya que la absorción de este elemento está directamente correlacionada con la transpiración foliar, debido a que es un elemento mineral que es transportado exclusivamente por el xilema. Como las plantas de plátano sembradas bajo sombra tienen una menor transpiración por poseer un metabolismo menos acelerado, las cantidades que aparecieron en el tejido foliar fueron inferiores que en las plantas sembradas a plena exposición solar, a pesar de que se encontró que la cantidad de calcio bajo sombra era mayor en el suelo que en el otro sistema.

Igualmente, se debe resaltar que las plantas sembradas bajo sombra poseen una mayor concentración de potasio en el tejido foliar, debido a la gran cantidad de materia orgánica que se aplicó al suelo al efectuar podas permanentes en los árboles, como también a la disminución de la competencia con el calcio a nivel de planta.

Al hacer un análisis de los residuos vegetales producto de las podas a los árboles de sombrío se determinó que se incorporaron alrededor de 21.3 t de desechos orgánicos por año y se incorporaron 420 kg de N, 74 kg de P, 572 kg de K, 54 kg de Ca y 42 kg de Mg, lo cual implica que la cantidad de nutrientes aplicados al suelo por estos residuos vegetales es suficiente para un buen desarrollo del plátano, sin tener la necesidad de hacer aplicaciones químicas de fertilizantes.

3.4
Efecto de las diferentes especies forestales sobre la calidad del plátano y el ciclo vegetativo

De la información reportada en la Tabla 5 se puede concluir que el peso del racimo depende no solo del tipo de suelo sino de las especies forestales involucradas. En las localidades de El Castillo y Saravena, con características predominantes de economía campesina donde se evaluó el cultivo del plátano en monocultivo permanente y sin control de Sigatoka Negra, la calidad del plátano producido se conoce en los mercados locales como *"Chirilla"*, la cual se vende en dichos mercados a $2.500/arroba, (año 2004) lo cual no es rentable y es el factor principal que ha hecho de que este productor abandone las explotaciones.

El beneficio del sistema agroforestal es la no reducción significativa del peso del racimo en la medida en que pasan los ciclos vegetativos.

Si los costos de producción actuales (año 2004) por hectárea del cultivo del plátano son de US$2.300, la reducción de costos por el control de Sigatoka Negra (siete aplicaciones en promedio por año por un costo de US$440.5), el control de malezas (cuatro controles en promedio por año a US$50), el control y la fertilización (tres fertilizaciones anuales US$130 la aplicación), las reducciones en costos por hectárea es de US$1.030.5, o sea una reducción del 44%, además que se produce en promedio 10 toneladas más de fruta.

En la evaluación realizada en la ciudad de Arauca durante la socialización del proyecto, los productores de plátano que han implementado el sistema llegaron a la conclusión de que la reducción en costos es de cerca del 60%.

Tabla 5. Efecto del sombrío sobre el peso promedio del racimo y duración del ciclo vegetativo en sistemas agroforestales con plátano.

Localidad	Sistema	Especies forestales involucradas	Peso del racimo (kg)	Duración ciclo vegetativo (días)
Fuente de Oro (Meta)	Monocultivo anualizado, 9 aplicaciones de fungicidas por ciclo sembrando en septiembre, suelos de vega (C1).		16.2	340
Paratebueno (C/marca)	Monocultivo anualizado, 13 aplicaciones de fungicidas con riego, suelos de vegón (C2).		15.3	350
Tame (Arauca)	Monocultivo permanente, 10 aplicaciones de fungicidas/año, suelos de vega (C1).		18.0 (1er. ciclo) 15.5 (2°ciclo) 13.2 (3er. ciclo) 12.0 (4°ciclo)	332 (primer ciclo)
El Castillo (Meta)	Monocultivo permanente, sin control de Sigatoka, suelos de vega (C1).		11.0 (1er. ciclo) 9.2 (2°ciclo) 7.5 (3er. ciclo)	350 (primer ciclo)
Saravena (Arauca)	Monocultivo permanente, sin control de Sigatoka, suelos de vega (C1).		9.8 (1er. ciclo) 7.6 (2°ciclo) 6.5 (3er. ciclo)	355 (primer ciclo)
Tame (Arauca)	Sistema agroforestal bajo antiguo sombrío de cacao, no fungicidas, no fertilización, suelos de vega (C1).	Samán y Bucaré raleados hasta obtener 50% de sombra.	17.3 (1er. ciclo) 16.8 (2°ciclo) 16.2 (3er. ciclo) 15.7 (4°ciclo) 15.3 (5°ciclo)	410 (primer ciclo)
Saravena (Arauca)	Sistema agroforestal bajo antiguo sombrío de cacao, no fungicidas, no fertilización, suelos de vega (C1).	Bucaré raleado hasta obtener 50% de sombra.	15.5 (1er. ciclo) 15.0 (2°ciclo) 14.3 (3er. ciclo) 14.1 (4°ciclo) 14.0 (5°ciclo)	407 (primer ciclo)
Villanueva (Casanare)	Sistema agroforestal, no fungicidas, suelos de terraza alta (C4).	*Eucalipto pellita* sembrado a 4 m x 2 m y a igual distancia el plátano Borouku.	14.2 (1er. ciclo) 12.7 (2°ciclo)	370 días (primer ciclo)
Villavicencio (C.I. La Libertad)	Sistema agroforestal, no fungicidas, suelos de terraza alta (C4).	7 clones de caucho sembrando el plátano al 3er año de edad del caucho.	15.7 (1er. ciclo)	395 días para clones brasileños y 415 para asiáticos.
Yopal (Casanare)	Sistema agroforestal, no fungicidas, suelos de vegón (C2).	Siembra del plátano bajo un rastrojo alto raleado hasta obtener 50% de sombrío.	15.2 (1er. ciclo)	402 días (primer ciclo)

4. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. Es un hecho que la sombra producida por las especies forestales disminuye drásticamente la severidad de la Sigatoka Negra. Las últimas investigaciones sobre esta enfermedad dan luces acerca de la ocurrencia del fenómeno, como es el hecho de que la Sigatoka Negra produce una fototóxina llamada cercosporín la cual no se produce bajo condiciones de sombra y en segundo lugar esta demostrado que las hifas de la Sigatoka Negra no se desarrollan bajo estas condiciones. Sin embargo, es mucha la investigación básica que debe hacerse con el fin de entender el fenómeno.
2. El hecho de implementar sistemas agroforestales con plátano trae como consecuencia una reducción drástica en los costos de producción. De acuerdo con los productores de Arauca, que ya han establecido el sistema, esta reducción es de cerca del 60% y se da principalmente por la no aplicación de fungicidas para el control de la Sigatoka Negra, disminución en el uso de herbicidas o control manual de malezas ya que se ven seriamente reprimidas por la sombra de los árboles. En estados avanzados del sistema es necesario realizar podas permanentes a los árboles para mantener la sombra ideal, lo cual conlleva a una aplicación permanente de materia orgánica al suelo que reemplaza la fertilización química.
3. El manejo de la sombra es fundamental ya que un exceso de sombra ocasiona la prolongación excesiva del ciclo vegetativo, e incluso como ha ocurrido con algunos productores puede llegar a impedir el crecimiento de la planta. Hace falta ahondar mucho más en este aspecto en la parte de investigación básica con el objeto de saber cual sería la sombra ideal para que la severidad de la Sigatoka Negra sea reducida y al mismo tiempo no se prolongue la duración del ciclo vegetativo.

- Es necesario avanzar mucho más en el conocimiento de la relación árbol-planta de plátano en aspectos como: sinergismos y antagonismos. De otro lado es necesario ampliar la oferta de especies forestales para este sistema agroforestal.
- Por la no utilización de agroquímicos el producto del sistema se puede considerar como un producto verde orgánico. Esto genera un valor agregado, frente al plátano establecido bajo plena exposición solar, al cual se le aplican insecticidas, fungicidas y nematicidas.
- Por el momento no se conocen experiencias, ni por parte de CORPOICA ni por parte de los productores que han implementado el sistema, acerca del uso de frutales como sombrío para el plátano. Se hace necesario investigar acerca del tema.

5. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, H. 1978. Árboles maderables como sombra de café y cacao. CATIE. Costa Rica. 14 p.

Araya, G.; Martínez, G. A.; Enríquez, G. y Messenguer, M. 1981. Bibliografía anotada sobre sistemas de producción con plantas perennes. CATIE. Fundación Kellogg. Turrialba. Costa Rica. 183 p.

Marques de Almeida, R. 1948. Efeito das plantas de sombra nas culturas tropicais. Anais do Instituto Superior de Agronomía (Portugal). 16:91-99.

Martínez Garnica, A. 1981. La sombra del cacao. CATIE. Fundación Kellogg. Turrialba. Costa Rica. 58 p.

Martínez Garnica, A. 1996. Consideraciones técnicas para el manejo de la Sigatoka Negra en el Piedemonte Llanero. CORPOICA-PLANTE. *Manual Técnico No.* 1, 18 p.

Martínez Garnica, A. 2001. El cultivo del plátano en los Llanos Orientales. Manual Instruccional No.1, Convenio CORPOICA-Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Segunda edición. Litografía La Bastilla. Bucaramanga. 60 p.

Martínez Garnica, A. y Becerra Campiño, J. J. 1998. Caracterización del cultivo del plátano en el departamento del Meta. Convenio CORPOICA-PRONATTA. Tipografía Juan XXIII. Villavicencio. 53 p.

Merchán V., V. M. 1996. Prevención y manejo de la Sigatoka Negra. Boletín informativo. Convenio ICA-PNR.

Pérez Arbelaez, E. 1994. Plantas útiles de Colombia. Editorial Víctor Hugo. Medellín. 831 p.

Robinson, J. C. 1996. Systems of cultivation and management. Pp. 15-65. In: Bananas an plantain. Chapman and Hall, London.