

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**



**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**FAGRO**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación del desarrollo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis m*) en dos Épocas, (verano e invierno) en el Campus Agropecuario UNAN-León .**

**AUTOR:**

***Br.* JUAN DULEY CASTELLÒN**

**ASESORES:**

**ING. MSc. ALEYDA LÓPEZ SILVA  
LIC. MSc. MARITZA VARGAS PÀIZ**

**TUTOR:**

**LIC. ROLANDO MARTÍNEZ**

**MANAGUA, NICARAGUA – 2005.**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por iluminarme en todo momento durante mis estudios y así dar uno de mis primeros pasos.

### **A mis padres**

**Pablo Fernando Vallejos y Juana Isabel Castellón**, quienes con todo su amor, dedicación y fe me permitieron concluir mis estudios.

### **Al ING. AGR.**

**Francisco Montalbán**, quien nunca me negó su apoyo económico facilitándome de esta forma el camino a mi formación.

*Juan Duley Castellón*

## **AGRADECIMIENTOS**

Vayan mis sinceros agradecimientos a quienes brindaron su desinteresada colaboración en el transcurso del desarrollo del presente trabajo.

A la facultad de Agronomía (FAGRO) de la Universidad Nacional Agraria.

Al cuerpo de docente, a quienes les debo los conocimientos adquiridos.

A la UNAN – León, por todo el apoyo logístico en mi trabajo de investigación.

A la Lic. Maritza Vargas, por todo su apoyo y asesoría incondicional durante la realización del trabajo, sus sugerencias, consejos y orientaciones.

A la Ing. Aleyda López por su apoyo paciente y desinteresado durante la realización de este trabajo.

A la Lic. Julia Mercedes García por su valioso apoyo en la elaboración de este trabajo.

*Juan Duley Castellón*

## ÍNDICE GENERAL

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
INDICE DE ANEXO	i
INDICE DE FIGURA	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. MATERIALES Y METODOS	3
3.1 Localización del experimento	3
3.2 Zonificación ecológica	3
3.3 Material de campo y establecimiento del cultivo	3
3.4 Manejo del cultivo	4
3.5 Dimensión del experimento	4
3.6 Variable evaluada	5
3.6.1 Período de incubación	5
3.6.2 Intensidad de la infección	5
3.6.3 Período de latencia	5
3.6.4 Estado de evolución	6
3.6.5 Severidad de la Sigatoka negra	6
3.7 Análisis estadístico	6
IV. MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA	7
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
5.1 Período de incubación	10
5.1.1 Período de incubación	12
5.1.2 Período de incubación	13
5.2 Intensidad de la infección	16
5.3 Período de latencia	18
5.4 Estado de evolución	21
5.5 Severidad de la Sigatoka negra	24
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
IX. ANEXOS	33

**INDICE DE ANEXOS**

Tabla	Página
1. Estado de la hoja candela según la escala de Brun, J. 1963.	34
2. Correlación entre Período de incubación por factores climático	34
3. Correlación entre intensidad de la infección por factores climáticos	34
4. Correlación entre periodo de latencia por factores climáticos	35
5. Correlación entre el estado de evolución por factores climáticos	35
6. Correlación entre severidad de la Sigatoka negra por factores climáticos	35
7. Regresión entre Período de incubación por factores climático	35
8. Regresión entre intensidad de la infección por factores climáticos	36
9. Regresión entre período de latencia por factores climáticos	36
10. Regresión entre estado de evolución por factores climáticos	36
11. Regresión entre severidad de la Sigatoka negra por factores climáticos	36
12. Regresión entre Período de incubación por factores climáticos	37
13. Regresión entre intensidad de la infección por factores climáticos	37
14. Regresión entre período de latencia por factores climáticos	38
15. Regresión entre estado de evolución por factores climático	38
16. Regresión entre severidad por factores climático	39
17. Escala de stover modificada por Gauhl 1989	39
18. Fotografías	40
1. Estado 2 de los síntomas de la enfermedad	40
2. Estado 3 de los síntomas de la enfermedad	40

3. Estado 4 de los síntomas de la enfermedad	40
4. Estado 5 de los síntomas de la enfermedad	40
5. Estado 6 de los síntomas de la enfermedad	40

**INDICE DE FIGURA**

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	11
2. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	11
3. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las temperaturas bajas de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	12
4. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las temperaturas bajas de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	13
5. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	14
6. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	14
7. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	15
8. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	15
9. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección influenciado por la temperatura baja de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	17
10. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección influenciado por la temperatura baja de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.	17

11. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 18
12. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 19
13. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 19
14. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 20
15. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Estado de evolución influenciado por la temperatura alta de 35°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 21
16. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Estado de evolución influenciado por la temperatura alta de 35°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 22
17. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Estado de evolución influenciado por la humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 23
18. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Estado de evolución influenciado por la humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 23
19. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la severidad influenciado por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 25
20. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la severidad influenciado por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante. 25

## RESUMEN

En el mes de Enero del 2003, se estableció el experimento en la finca del Campus agropecuario de la UNAN-León, localizada a 1km de la carretera de circunvalación by pass departamento de León, con el objetivo de: evaluar la incidencia y comportamiento de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis m.*) en el período de verano e invierno en el cultivo del plátano variedad cuerno gigante (AAB). El área donde se estableció el estudio fue de 1.42 hectárea, la parcela útil tenía 2500 metros cuadrados en la que se tomaron planta a evaluar, las variables en estudio fueron; período de incubación en la que se estudiaron 120 plantas, intensidad de la infección con 120 plantas estudiadas, período de latencia, Estado de evolución con 130 plantas muestreadas, severidad de la enfermedad en la que se evaluaron 240 plantas. Para el análisis de la información con la evaluación del período de incubación, intensidad de la infección, período de latencia, estado de evolución de la enfermedad, severidad, se construyeron curvas de progreso de la enfermedad en el tiempo en relación con los factores climáticos. En el análisis estadístico de la información se aplicó correlación y regresión lineal simple y métodos gráficos, utilizando un criterio de decisión de significancia de  $P= 0.05$  para establecer el peso de cada factor climático en el desarrollo de la enfermedad y su importancia relativa en el modelo de preaviso biológico de la misma. Los resultados obtenidos indican que los factores que permitieron un mayor desarrollo de la Sigatoka negra fueron las altas precipitaciones, las horas de humedad relativa mayor al 90% y las temperaturas bajas menores de los 25°C. En los meses de verano (enero-abril) con humedad relativa de 40% a 70% la severidad de la enfermedad fue relativamente baja, en relación con la severidad y comportamiento que esta presentó en el invierno. El período de incubación fue de 99 días, con síntomas en estado de pizca, y para llegar al estado de mancha en el período de latencia duró 106, para un período total del ciclo del patógeno de 205 días. De mayo a octubre, época de invierno, con precipitaciones de 429 mm a 636mm, humedad relativa en el ambiente de 95% a 100% la severidad de la Sigatoka negra fue mayor, en donde los síntomas en estado de estrías para el período de incubación llegó a durar de 23 a 25 días y los síntomas en estado de mancha en la variable período de latencia llegó a durar como mínimo 8 días y como máximo 94 días. A lo largo del año el mes que menos severa fue la enfermedad fue febrero, y más severa se presentó en agosto. El estado de evolución de la enfermedad fue de 585 estrías en el período de verano, de enero a abril, y de 800 estrías en el período de invierno de mayo a octubre, lo que indica que el estado de evolución del patógeno es relativamente bajo en período seco, debido a que no se le presentaron las condiciones óptimas necesarias de humedad relativa alta, precipitaciones y temperatura baja, las que juegan un papel importante en la reproducción y liberación del inoculo del patógeno. En junio que se establecen las precipitaciones el estado de evolución asciende a 890 estrías, para un 20% de daño en toda la plantación, siendo este relativamente bajo en comparación con el estado de evolución que se presentó en el mes de octubre el cual fue de 2,402 estrías. Es muy importante mencionar que los síntomas de la enfermedad en las variables de intensidad de la infección, severidad de la enfermedad y el estado de evolución, no se presentaron en el mismo momento que se le presentan las condiciones favorable al patógeno, estas se vienen manifestando después de 15 días, lo que consideramos normal dentro del ciclo reproductivo del hongo.

## I. INTRODUCCION

Las Musáceas son nativas del sur-este asiático, su distribución es muy amplia especialmente en países tropicales donde se reportan 70 especies cultivadas. El plátano (*Musa* sp) fue una de las primeras frutas que cultivaron los agricultores primitivos (Soto, 1985). La producción anual de los bananos y plátanos se estima alrededor de 88 millones de toneladas métricas (INIBAP-2000 Citado por Torres, 2002) esto lo coloca como uno de los alimentos de mayor producción mundial después del arroz, maíz y sorgo (INIBAP-1997). En Nicaragua para el año 2002 la producción de éstos es de 37, 846 toneladas métricas con una exportación de 13, 636 toneladas métricas y con un área sembrada para 1999 de 19, 400 mz (FAO Internet de INIBAP, 2003), Se puede decir con certeza que el cultivo del plátano en Nicaragua tiene gran importancia a nivel nacional no sólo por formar parte de la dieta del hombre, sino también por ser una fuente de empleo permanente y generador de divisas.

El cultivo del plátano se ve afectado por distintas plagas y enfermedades como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) (Gold y Messiaem, 2000) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) descubriéndose esta última en Nicaragua en 1979. Es una enfermedad foliar que afecta gradualmente la capacidad fotosintética del cultivo reduciendo los rendimientos. Stover (1989), estimó las pérdidas causadas por esta enfermedad en el cultivo del plátano entre el 50 y 100%, su combate significa el 27% de los costos de producción, esto es por el alto costo de los insumos químicos, los que muchas veces no están al alcance de las condiciones económicas de los pequeños productores (INTA, 1997 y Martínez, 1997).

La Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) son las enfermedades más importantes del banano y plátano.

Según estudios realizados en la UNAN-León 2002-2003, donde tomaron en cuenta la incidencia de esta enfermedad bajo las diferentes condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, precipitaciones) sin la aplicación o manejo químico de la enfermedad, llegaron a la conclusión que en condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa (verano) la incidencia del patógeno tiende a disminuir, en donde el período de incubación

puede llegar a alcanzar 132 días. Esto coincide con lo reportado por Orozco (2001) quién considero que en épocas seca se dan períodos largos de incubación. Cuando se dan condiciones climáticas favorables para el patógeno como temperaturas bajas menores de los 25°C y humedad relativa mayor al 90% producto de las precipitaciones las que tienen una relación directa con la incidencia del mismo.

Este trabajo que se ha desarrollado y aporta información actualizada acerca del comportamiento epidemiológico de la Sigatoka negra lo cual permitirá a los técnicos, grandes y medianos productores identificar un estado de alerta temprano sobre el desarrollo de la epidemia que le permita tomar medidas de manejo adecuadas de acuerdo a las condiciones climáticas.

## **II OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar el comportamiento de la Sigatoka negra en el cultivo del plátano (*Musa sp*) en verano e invierno en el Campus Agropecuario de la UNAN-León.

### **Objetivos específicos**

Elaborar la curva de desarrollo de la Sigatoka negra y su relación con las condiciones climáticas en el Campus Agropecuario UNAN-León.

Describir el desarrollo de la incidencia de la enfermedad en función de los factores climáticos.

### **III MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización del experimento**

El estudio se llevó a cabo en la finca del Campus Agropecuario de la UNAN-León que se encuentra ubicado a 1Km de la carretera de circunvalación by pass camino a la comarca la Ceiba departamento de León, con las coordenadas 12<sup>0</sup>11'24" de latitud norte y 86<sup>0</sup>41'26" longitud oeste, con temperaturas medias de 27<sup>0</sup>C -29<sup>0</sup>C y con una altura de 109 msnm, en una plantación con dos años de establecida. La fase de campo o toma de datos inicio del 10 de enero del 2003 al 10 de enero del 2004.

#### **3.2 Zonificación Ecológica**

El departamento de León se encuentra ubicado en el sector noroccidental del país con una extensión territorial aproximada de 5, 107 km<sup>2</sup> y una población actual de 208, 604 habitantes, posee un relieve en las planicies de 30-200 m de altitud con suelos francos profundos y un nivel de agua de 8-30 m con vegetación de bosque ribereño, cortinas. La zona presenta dos estaciones, verano con más de 6 meses de duración e invierno irregular.

#### **3.3 Material de campo y establecimiento del cultivo**

La preparación del área incluyó un pase de arado y dos pases de grada con tracción motriz para el día 20 de abril del 2002, el 10 de mayo del mismo año se procedió a realizar el hoyado los que tenían una profundidad de un pie cuadrado. El 15 de mayo se realizó la siembra del material, utilizando el arreglo de siembra de surcos sencillos con una distancia entre surco de cuatro metros y tres metros entre planta y planta, al comenzar la toma de datos del ensayo el 10 de enero del 2003 al 10 de enero del 2004, la plantación tenía dos años de establecida, la fase de campo duro 12 meses.

Los materiales que se utilizaron en el campo fueron: Cinta métrica, escalera, libreta de campo, cintas plásticas de diferentes colores para cada variable en estudio.

### **3.4 Manejo del cultivo**

Las prácticas culturales de mayor importancia ejecutadas en la plantación y que afectaron al ensayo, se detallan a continuación:

a) Riego:

Desde el 10 de enero del 2003 al 6 de mayo del mismo año, se aplicó riego dos veces por semana el que tenía una duración de dos horas por cada tiempo de riego.

b) Poda fitosanitaria.

Se realizó deshoje cada quince días, esta práctica consistió básicamente en la eliminación de aquellas hojas dobladas o senescentes y las que tuviesen un 75% de daño por Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.) En este estudio no hubo aplicaciones de funguicida para obtener información confiable del comportamiento de la enfermedad.

c) Se realizó la práctica del deshije, en la que se eliminaban todos aquellos hijos que no tuviesen las características fenológicas deseadas para la futura producción.

d) Cada tres meses se realizaron aplicaciones de fertilizante orgánico, gallinaza y estiércol aplicando 2 kilos por postura conformada por cuatro plantas.

### **3.5. Dimensión del experimento**

El área utilizada en el estudio contaba con una extensión 1.42 hectárea, dentro de esta parcela grande se utilizó como parcela útil un área de 2500 metros cuadrados dentro de lo cual, realizar las evaluaciones de las variables en estudio.

### **3.6. Variables evaluadas**

#### ***3.6.1 Período de incubación (PI)***

Esta variable permitió determinar si la enfermedad está presente en el cultivo y proporciona la información en cuanto al número de días desde que el patógeno penetra al tejido de la hoja hasta que se manifiestan sus típicas lesiones, esto en dependencia de los factores climáticos como; las precipitaciones, humedad relativa mayor al 90% y temperaturas.

Se midió el tiempo transcurrido desde que la hoja candela está en estado 4 (según escala de Brun, J. 1963. tabla 1) hasta que aparezcan las primeras estrías (estado 2 ó 3 según escala de Foure 1988, ver tabla 18, fotografía 1 y 2). Cada 15 días se marcó 5 plantas jóvenes con candela estado 4 (ver tabla 1) hijos de 1.5 – 2.5m de altura y cada tres días se verificó la presencia de estrías (ver tabla 18, fotografía 1 y 2) en la hoja marcada. En esta variable se marcó la última hoja emitida la que debe estar totalmente abierta (hoja 1) y la hoja (candela) en estado 4.

#### ***3.6.2 Intensidad de la infección (Ii)***

Se realizó cuando se determinó el período de incubación y se cuantifica el número de estrías en estado 2-3 según la escala de Foure (ver tabla 18, fotografía 1y 2) en un cuadro de 4x4 cm cuadrados ubicada a 15 cm de la punta y la parte izquierda de la vena central. En esta variable se determinó bajo que factor climático se manifestó la mayor intensidad del patógeno.

#### ***3.6.3 Período de latencia (PL)***

Esta variable permite determinar el desarrollo de la enfermedad en sus diferentes estadios o síntomas, desde que aparecieron los primeros síntomas (pizcas, ver tabla 18, fotografía 1 y 2) hasta que aparecieron los síntomas en su estadio seis o la fase terminal del ciclo de la enfermedad (ver tabla 18, fotografía 5). También se midió el período de tiempo transcurrido entre la aparición de las estrías (2-3PI, ver tabla 18, fotografía 1 y 2) y la aparición de las primeras manchas en estado 6 según la escala de Foure (ver tabla 18, fotografía 5), se verificó

el mismo día en que se verificó el período de incubación. Estas manchas en estado 6 (ver tabla 18, fotografía 5) se verificaron en el cuadro de 4x4 cm cuadrados delimitado en la variable intensidad de la infección.

### ***3.6.4 Estado de evolución (EE)***

Esta variable permitió obtener la información del estado de evolución del patógeno en dependencia de los factores climáticos. Se tomo en 10 plantas elegidas dentro de la plantación en el área delimitada. Las plantas escogidas tenían de 1.5 – 2.5 metros de altura y se evaluó hasta que estuvieron próximas a floración, y se verificó el número de estrías (ver tabla 18, fotografía 2) presentes en las hojas 2,3,4 las que proporcionan la información del estado de evolución de la enfermedad, tomando en cuenta que la hoja emitida marcada es la hoja 1, estas hojas (2,3,4) con estrías (ver tabla 18, fotografía 2) se les dieron valores de un (+2) (-2) que en porcentajes un (+2) significa tener estrías en estado 2 según la escala de Foure (ver tabla 18, fotografía 1 y 2) mayores del 50% y un (-2) significa tener estrías en estado 2 según la escala de Foure (ver tabla 18, fotografía 1y 2) menores de un 50% de estrías en estado 2.

### ***3.6.5 Severidad de la enfermedad (SE. %)***

Esta variable, permite determinar que tan severa fue la enfermedad en porcentaje y bajo que factor climático ésta se manifiesta. Este dato se tomó cada dos semanas en 10 plantas próximas a la floración utilizando la escala de Stover modificada por Gauhl, (ver tabla 17).

## **3.7 Análisis estadístico**

En el análisis estadístico de la información, esta se analizó a través de correlación y regresión lineal simple y métodos gráficos, utilizando un criterio de decisión de significancia de  $P= 0.05$  para establecer el desarrollo del hongo y su importancia relativa en el modelo de preaviso biológico de la misma.

#### **IV. Manejo de la Sigatoka negra. (*Mycosphaerella fijiensis* M.)**

Hasta la fecha no existe un manejo específico que erradique la enfermedad debido a la agresividad del patógeno. Se han dado diferentes prácticas de manejo de forma integral como el saneamiento en hojas con daño del 75%, el cual se puede realizar cada quince días durante el primer año de establecimiento del cultivo, el deshoje se debe realizar en hojas secas y dobladas cortándolas de abajo hacia arriba en la unión de los semilimbos con el pseudo tallo ya que estas hojas son fuentes potenciales de inóculo en las plantas. Sequeira (2001).

El cuidado y manejo de la enfermedad debe ser constante y se debe garantizar que las plantas logren llegar a la cosecha por lo menos con nueve hojas totalmente sanas. Sequeira (2001).

Una práctica a considerar son las distancias de siembra ya que a mayores densidades poblacionales hay mayor humedad, lo cual aumenta la probabilidad de que la enfermedad se propague de una planta a otra, cuando las hojas se rozan entre sí, se producen heridas facilitando la penetración del hongo en las hojas. Sequeira (2001).

Hay estudios que indican que la severidad de la enfermedad aumenta a medida que se incrementa la densidad de las plantas. Mendoza (2000). En la isla de Ometepe, una zona productora de plátano, algunos productores han probado la siembra de hileras dobles (doble surco: 1.5 x 1.5m). Al comparar la hoja más joven parchada en 1995, (INTA) encontró en promedio que para el doble surco resultó ser la hoja número cuatro y para la siembra tradicional (3.3 x 3.3 m) fue la hoja número cinco. (INTA. 1997). En los surcos dobles se encontraron hojas con mayor severidad de la enfermedad que en los surcos con distancia tradicional, sin embargo, el manejo cultural de la Sigatoka negra podría ser más favorable en los surcos dobles además que se obtienen mayor producción se pueden aprovechar mejor las calles entre las hileras dobles para sembrar cultivos de asocio y árboles frutales o maderables. Aguacates, papayas, *Eucalyptus pellita*. Martínez (2003).

Otra de las medidas es evitar el encharcamiento en el cultivo de plátano realizando prácticas de drenaje de igual forma mantener la plantación libre de malezas ya que éstas compiten por nutrientes con las musáceas (Marín y Romero, 1992). El abono verde es una alternativa para

bajar un poco la incidencia del patógeno y control de malezas en el cultivo del plátano, ésta práctica se ha realizado en Ticuantepe, una comunidad al sur de Managua, por dos años continuos se ha observado que la severidad de la Sigatoka negra ha sido menor en la parcela con abonos verdes (2.4%) que en dos parcelas sin ningún tratamiento (6.22% y 8.33% ) de severidad en la hoja más joven manchada (INTA. 1997). El asocio de material resistente a la enfermedad sigue siendo una alternativa más favorable para los productores porque con esta medida se reduce el ataque del patógeno y con ello el aumento en el rendimiento de la producción de plátanos.

En la década actual la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola ha liberado varios híbridos de plátanos, desarrollados por P. Rowe, que han mostrado resistencia a Sigatoka negra y características agronómicas que la convierten en potencial sustituto de los clones naturales de plátanos en las zonas en las cuales el daño de Sigatoka negra a los clones naturales limita seriamente su producción. La UNAN León desde 1997, ha validado, díseminado material resistente a la Sigatoka negra entre ello: FHIA21, FHIA20, 7002, promovidos en las diferentes regiones del país con buen comportamiento productivo. Dos de estos híbridos han mostrado un comportamiento particularmente sobresaliente; FHIA 20 y FHIA 21 en comparación con los clones naturales cuerno (AAB).

Los híbridos son resistentes o tolerantes a la enfermedad. El hongo es capaz de penetrar en el tejido foliar, invadir y colonizar su interior y eventualmente provocar el desarrollo de las típicas lesiones asociadas con la enfermedad, pero la resistencia expresada consiste en que el desarrollo de las lesiones es extremadamente lento, permitiendo que las hojas conserven por mucho mas tiempo el tejido verde, de tal forma que la cantidad de inóculo disponible para provocar la enfermedad se reduzca puesto que el ciclo biológico del hongo es más largo.

Existen otras prácticas importantes Aráuz et al (2002) como el manejo de los hijos a los que se les puede realizar rasurado o poda sanitaria también es importante la buena selección del material vegetal para la siembra.

El balance adecuado de los fertilizantes como el N, P, K. la deficiencia de estos hará que el cultivo tendrá menos defensas al ataque del hongo (INIBAP 2003). En los años 70 el control contra la Sigatoka negra era basado en funguicidas y más tarde con aceites (Meredith 1971), esto permitió sobrevivir a la industria por varios años. A partir de 1936, el programa de control de la United Fruit Company fue el más grande programa privado de aplicación de funguicida en el mundo. Sequeira (1962). El uso de productos químicos se debe usar como última alternativa de manejo para la enfermedad ya que los costos de adquisición son muy altos y perjudican al hombre, el medio y los animales.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

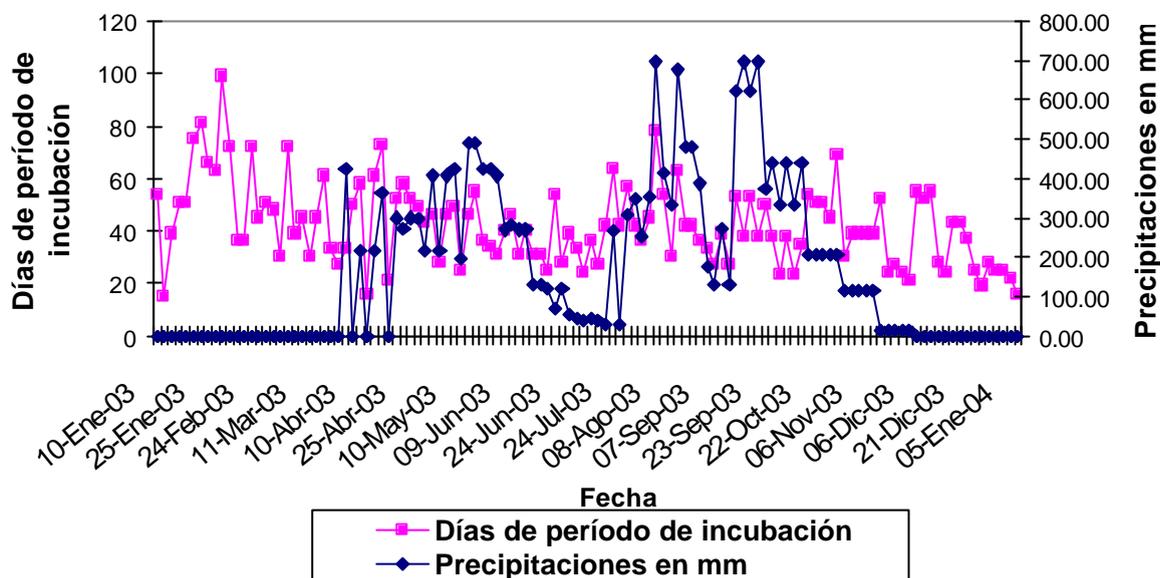
### *5.1 Período de incubación (PI)*

Esta variable permitió determinar si la enfermedad está presente en el cultivo y proporciona la información en cuanto al número de días desde que el patógeno penetra al tejido de la hoja hasta que se manifiestan las típicas lesiones, esto en dependencia de los factores climáticos como; las precipitaciones, humedad relativa mayor al 90% y temperaturas.

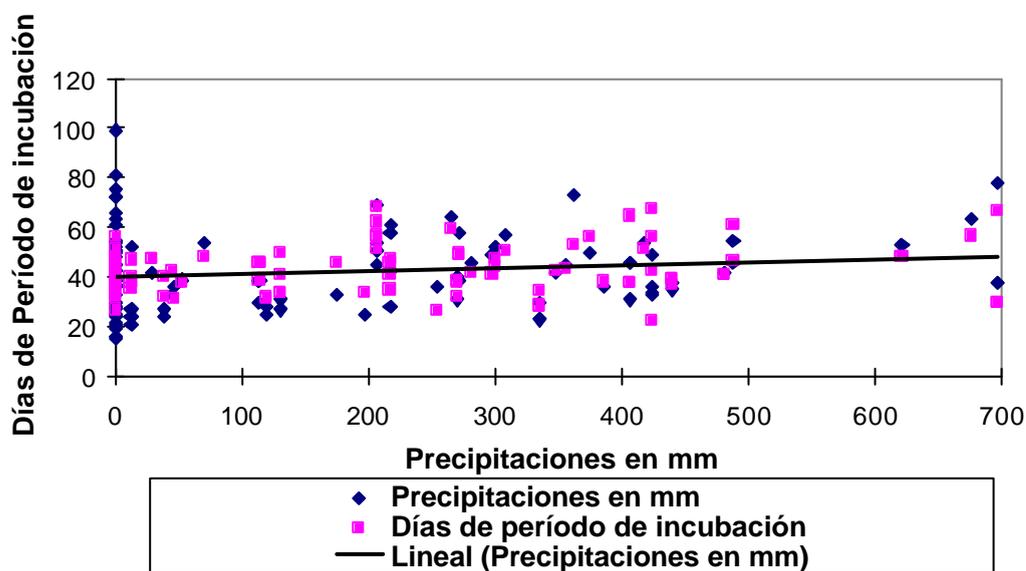
Se midió el tiempo transcurrido desde que la hoja candela está en estado 4 (según escala de Brun, J. 1963. (ver tabla 1) hasta que aparezcan las primeras estrías (estado 2 o 3 según escala de Foure 1988,(ver tabla 18, fotografía 1 y 2). Cada 15 días se marcó 5 plantas jóvenes con candela estado 4 (ver tabla 1) hijos de 1.5 – 2.5m de altura y cada tres días se verificó la presencia de estrías (ver tabla 18, fotografía 1 y 2) en la hoja marcada. En esta variable se marcó la última hoja emitida la que debe estar totalmente abierta (hoja 1) y la hoja (candela) en estado 4.

En las figuras 1 y 2 se presentan los resultados obtenidos del período de incubación bajo la influencia de las precipitaciones. El número de días correspondiente al período de incubación fueron mayores en períodos secos, (18 a 99 días), resultados similares se obtuvieron en México, por Orozco, (2001), con 48 a 87 días siendo más altos los resultados encontrados por Aráuz et al. (2002), quienes reportan que el período de incubación fue de 12 a 132 días. En la época lluviosa con precipitaciones de 490 mm, el período de incubación llegó a durar de 23 a 25 días, resultados parecidos obtuvieron en México, por Orozco (2001), quien reporto períodos de 24-39 días respectivamente. De Septiembre a Octubre se presentaron precipitaciones de 564 mm, las cuales crearon las condiciones óptimas para que se diera el ciclo biológico completo del hongo, durando el período de incubación 20 días, la lámina de agua presente en la hoja permitió una rápida y activa liberación de esporas del hongo en el cultivo. El período de incubación se correlaciona positivamente con las precipitaciones (ver tabla 2) humedad relativa baja, humedad relativa alta y las Horas de humedad relativa mayores al 90% y son altamente significativas para el modelo de regresión lineal  $P=0.0003$ ,  $P=0.001$ ,

7.64 E -11 (ver tabla 12) a excepción de la humedad relativa alta la cual nos es significativa, y es explicado con un R<sup>2</sup> ajustado de 29% de la variabilidad total. (ver tabla 7)



**Figura 1. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**



**Figura 2. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciada por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

### 5.1.1 Período de incubación (PI)

En cuanto al efecto de la temperaturas en la figura 3 y 4 se observa que las temperaturas bajas menores de los 25°C fueron limitantes para el patógeno, ya que a medida que la temperatura disminuyó por debajo de los 25°C, el período de incubación se incrementó hasta los 99 días, siendo menor a los observado en México por Orozco. (2001) el cual es de 112 días y 105 días por Aráuz et al. (2002). Llegando a disminuir hasta 20 días, cuando las temperaturas se incrementaron a 29°C, lo que indica que la temperatura de 29°C son óptimas para la reproducción del hongo, coincidiendo con lo observado por Aráuz et al. (2002) los que concluyen que la temperatura óptima para la reproducción del hongo son de 29°C.

El período de incubación se correlaciona negativamente con la temperatura baja de 25°C (ver tabla 2) y es significativa para el modelo de regresión  $P=0.01$  (ver tabla 12) con un  $R^2$  ajustado de 29% de la variabilidad total. (ver tabla 7).

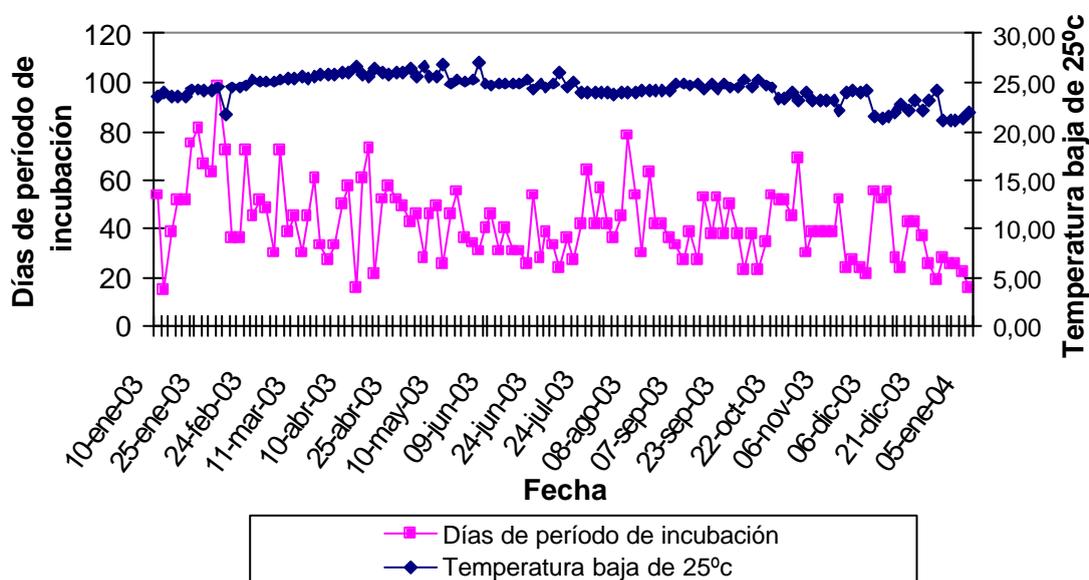
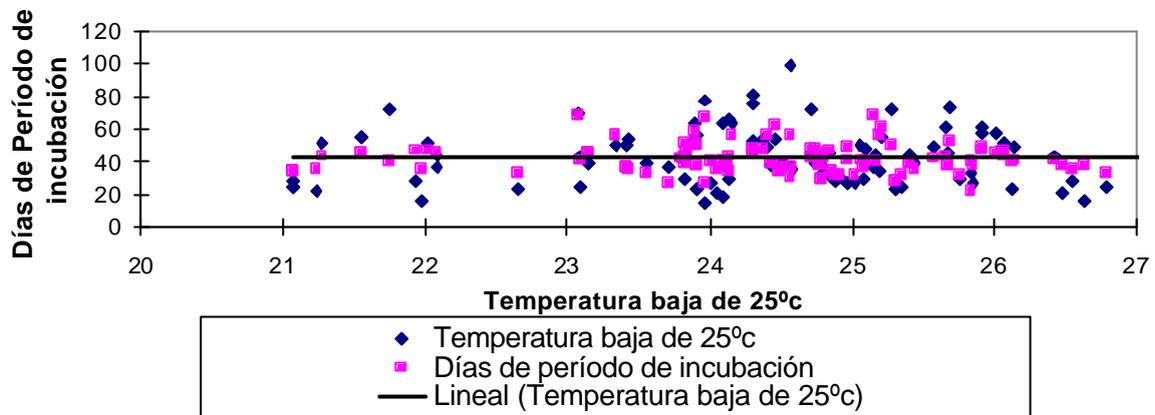


Figura 3. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por la temperatura baja de 25°C en el cultivo del plátano variedad cuerno gigante.

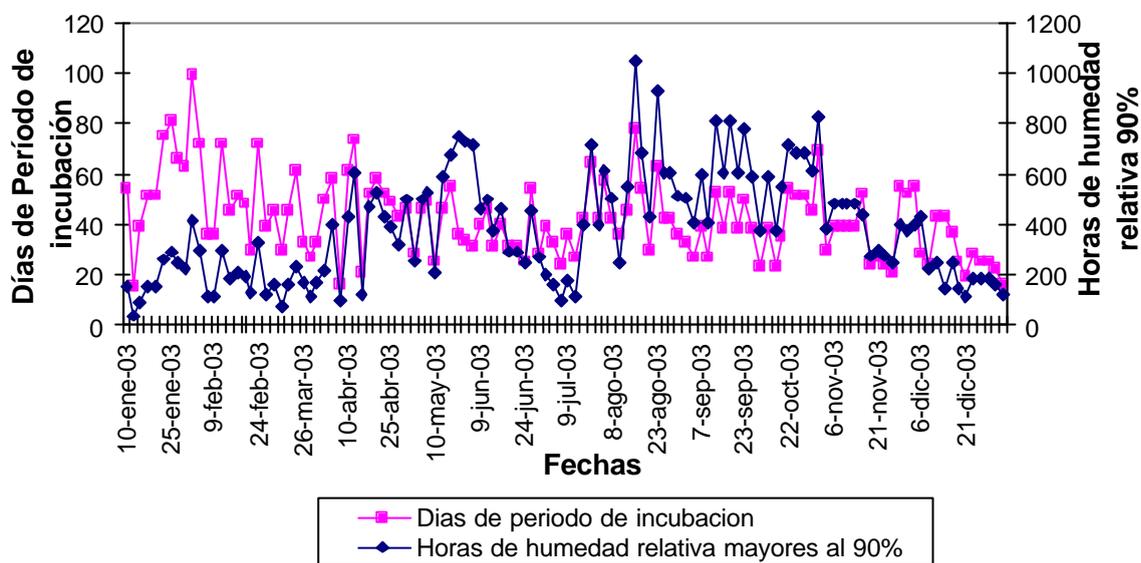


**Figura 4. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por la temperatura baja de 25 grados centígrados en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

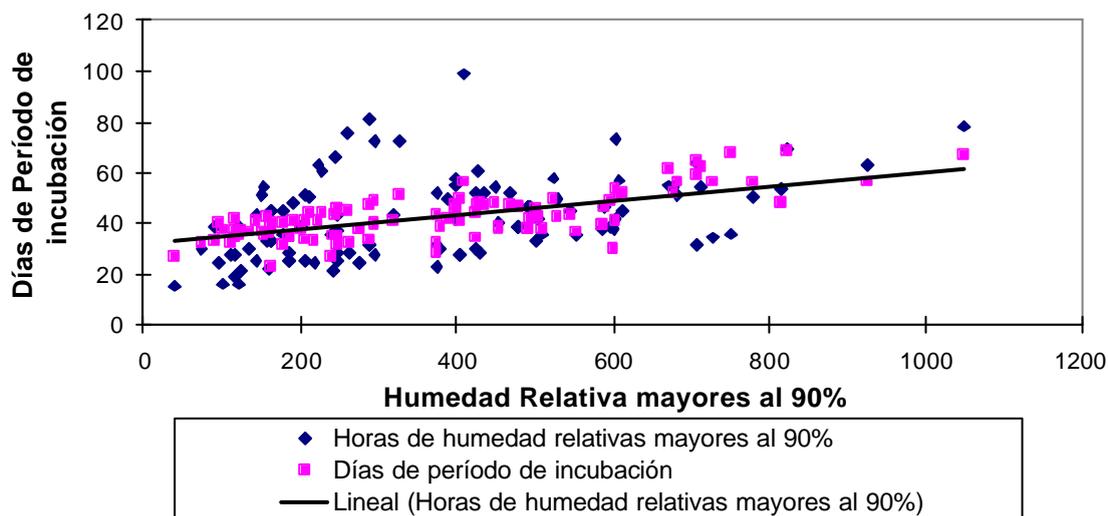
### ***5.1.2 Período de incubación (PI)***

En la figura 5 y 6 se observa el comportamiento del patógeno a lo largo del año en función de la humedad relativa mayores al 90%, en esta se refleja que el comportamiento del patógeno tiende a ser menor en el número de días, cuando se presentaron horas de humedad relativa mayores al 90%. Los resultados obtenidos muestran que si la humedad relativa aumenta a valores de 70 a 75% y las temperaturas son mayores de 35°C los días del período de incubación se aumenta hasta en 99 días, hay una correlación positiva entre los días de período de incubación y las horas de humedad relativa mayores al 90% (ver tabla 2) esto ocurrió de enero a abril. El número de días del período de incubación del patógeno son menores hasta de 20 días cuando se presentaron horas de humedad relativa alta 90%, lo que se observó al presentarse las precipitaciones de mayo a junio, resultados semejante Obtuvo Orozco. (2001), con 33 a 58 días, lo que indica que las horas de humedad relativa por debajo del 80% son limitante en la reproducción de las esporas del patógeno. La humedad relativa baja se correlaciona positivamente con los días del período de incubación (ver tabla 2, Figura 7 y 8).

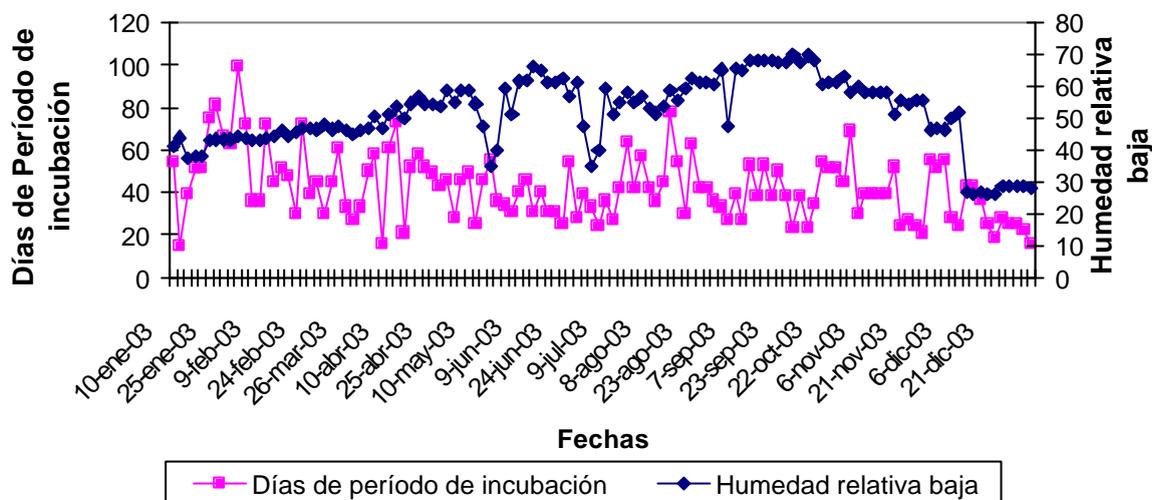
La regresión entre los días de período de incubación y las horas de humedad relativa mayores al 90%, son altamente significativa  $P= 7.64 \text{ E-}11$ (ver tabla 12) con un  $R^2$  ajustado de 29% de la variabilidad total. (ver tabla 7).



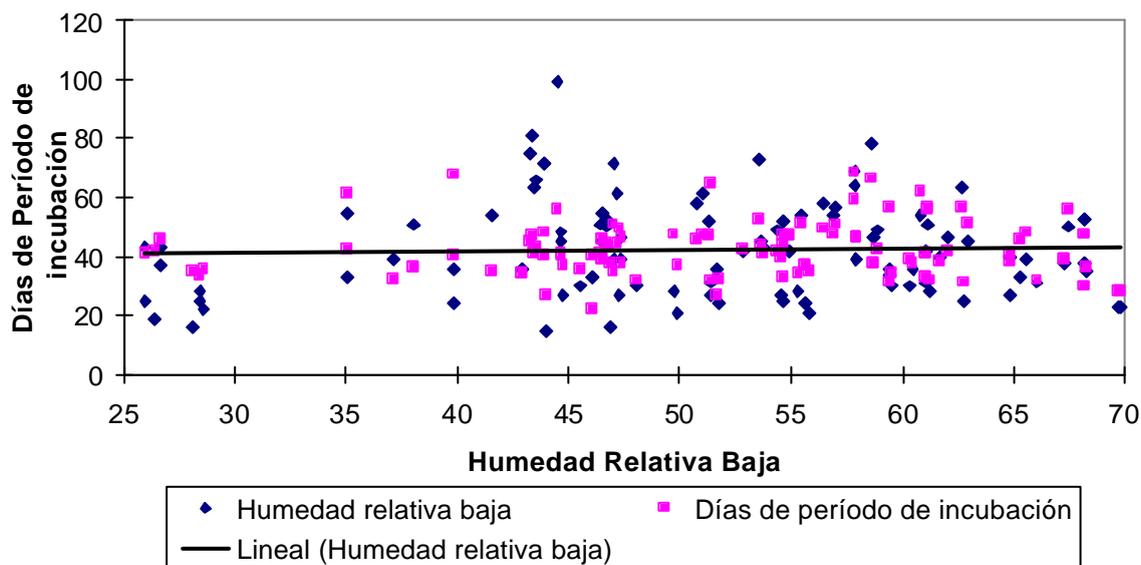
**Figura 5.** Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.



**Figura 6.** Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.



**Figura 7. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

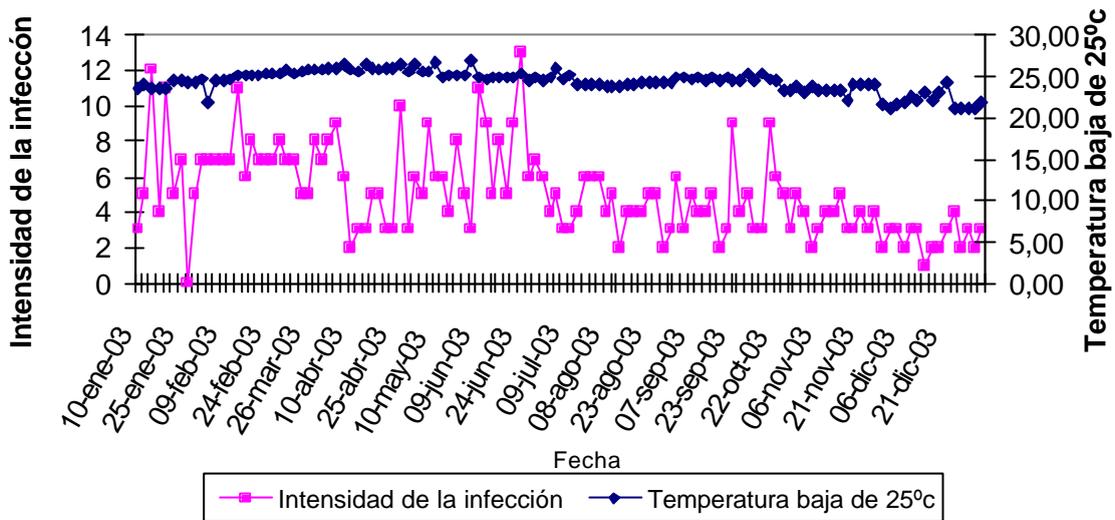


**Figura 8. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

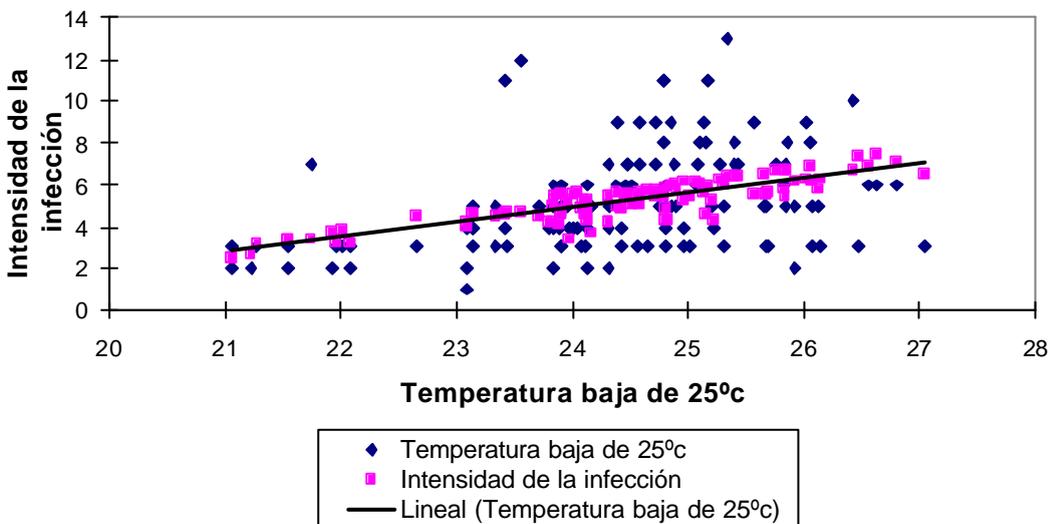
## ***5.2 Intensidad de la infección (Ii)***

Las figuras (9 y 10) muestran el comportamiento de la Sigatoka negra considerando su intensidad, cuando la temperatura baja fue menor de los 25°C, la Sigatoka negra presentó valores entre 3 a 7 estrías por área muestreada. En abril se observó que la temperatura baja de 25°C incremento a 26°C y por ende la intensidad de la Sigatoka negra incremento paulatinamente alcanzando valores de 7 a 13 estrías por área muestreada, resultados menores se obtuvieron en comparación a los observado por Aráuz et al. (2002), la cual es de 45 estrías por área muestreada. De octubre a diciembre se presentó un descenso en la temperatura baja de 25°C, lo que provocó una disminución en la intensidad de la infección del patógeno de hasta 2 estrías por área muestreada, lo que indica que las temperaturas por debajo de los 25°C no son favorables para la normal reproducción de las esporas del patógeno, logrando determinar que al incrementar las temperaturas a 29°C la intensidad de la infección es mayor.

La intensidad de la Infección se correlaciona positivamente con las temperaturas baja de 25°C (ver tabla 3) lo que indica que a medida que disminuye la temperatura por debajo de los 25°C, la intensidad de la infección disminuye, y son altamente significativa  $P= 0.0003$  (ver tabla 13) con un  $R^2$  ajustado de 13% de la variabilidad total (ver tabla 8).



**Figura 9. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección influenciado por la temperatura baja de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

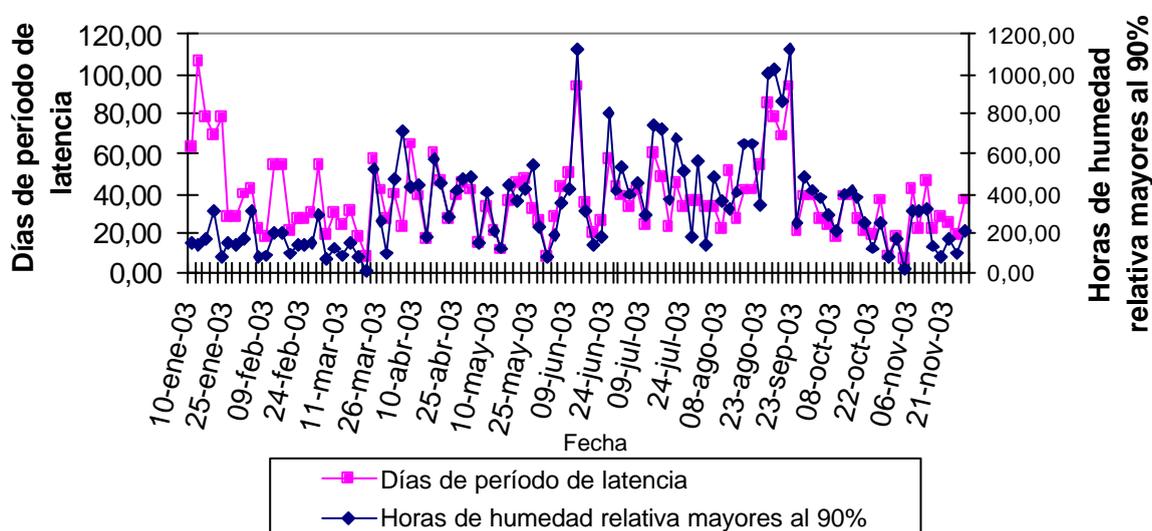


**Figura 10. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección influenciado por la temperatura baja de 25°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

### 5.3 Período de latencia (PL)

En las figuras 11 y 12 se observa que el período de latencia es más corto en el número de días cuando se presentaron horas de humedad relativa mayores al 80%, lo contrario se observa de enero a abril con humedad de 5 a 58% donde el período de latencia duró 106 días, resultado muy similar al observado por Aráuz et al. (2002) de 105 días. De junio a septiembre la humedad se incrementa a 80% llegando a durar el período de latencia 20 días para que se dé el ciclo completo del hongo, siendo notorio que los días del período de latencia estarán en función de la humedad relativa que se presente en el ambiente. Los días del período de latencia se correlacionan positivamente con las horas de humedad relativa mayores al 90% (ver tabla 4) y son altamente significativas  $P=1.59E-07$  (ver tabla 14) con un  $R^2$  ajustado de 48% de la variación total (ver tabla 7.1).

La humedad relativa baja en el ambiente influyen directamente en el comportamiento negativo del patógeno, las cuales se presentan en época seca, de tal forma que a medida que la humedad relativa baja son menores al 80% el período de latencia será mayor hasta en 106 días, (Figura 13 y 14).



**Figura 11. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

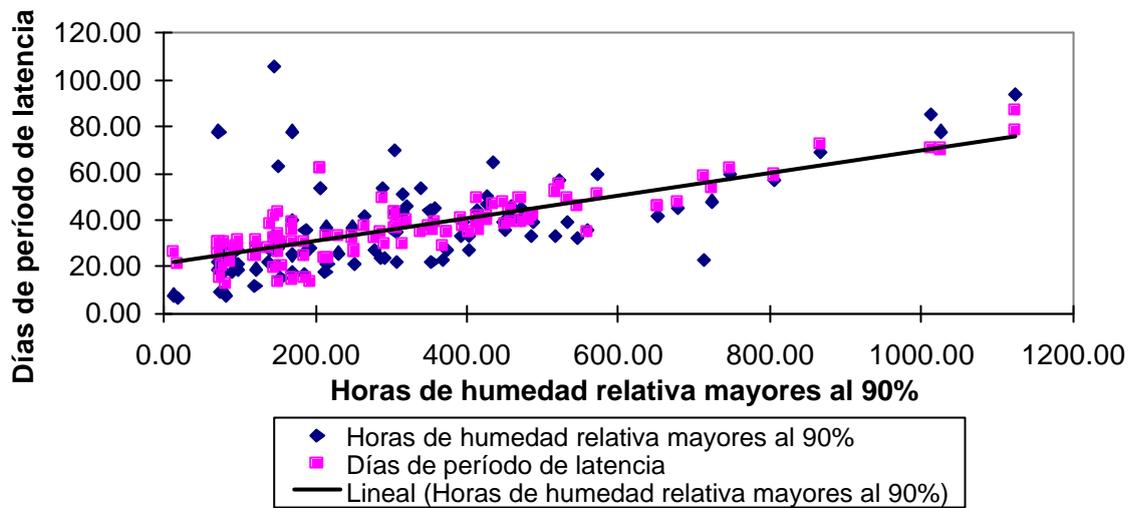


Figura 12. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.

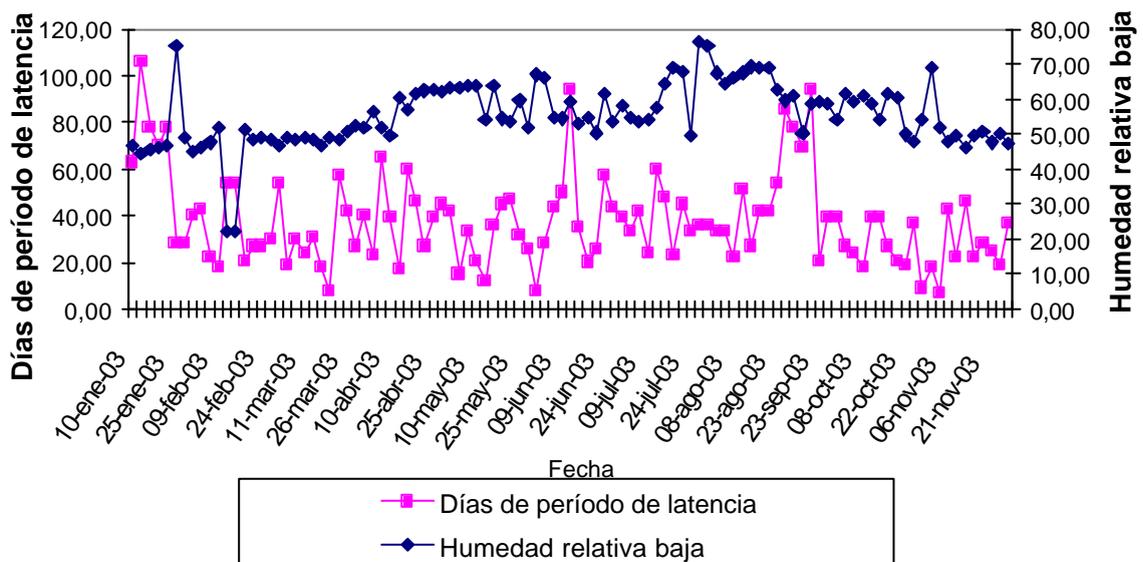
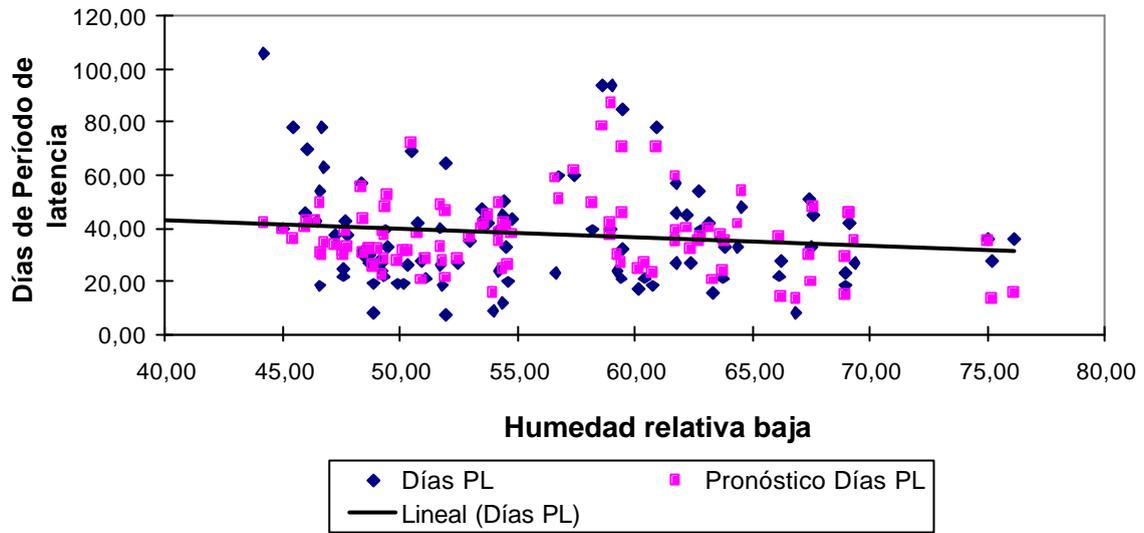


Figura 13. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.

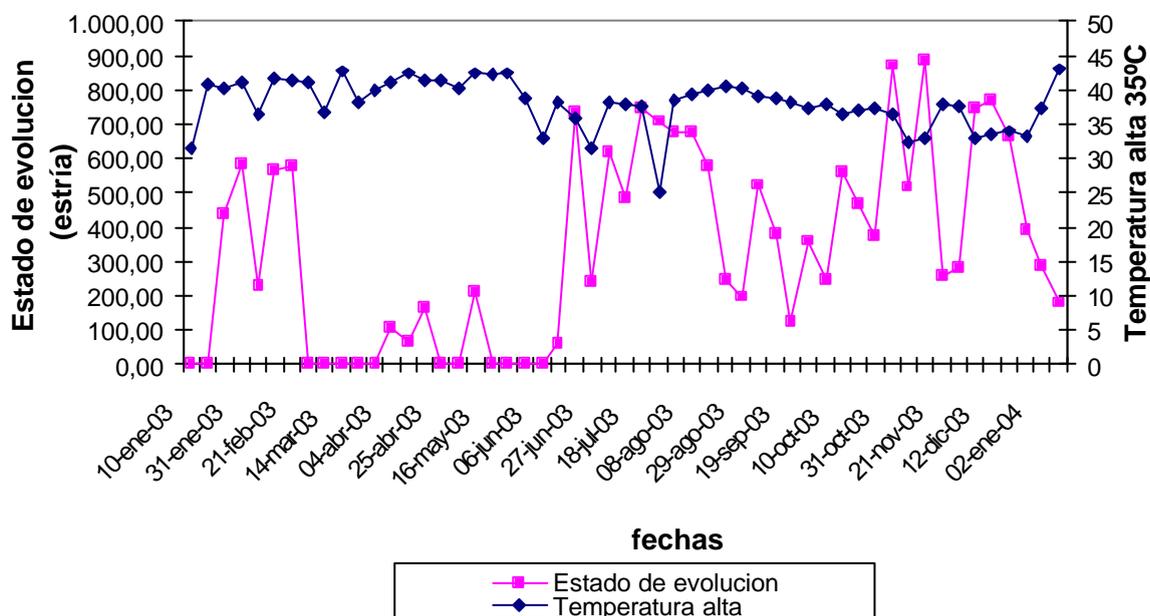


**Figura 14. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia influenciado por la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

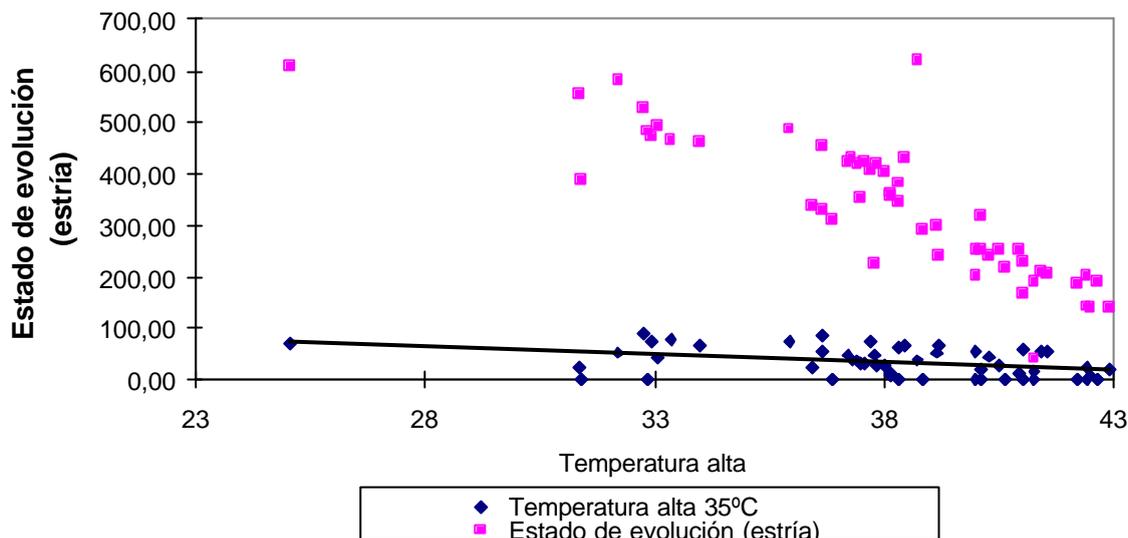
### 5.4 Estado de evolución de la *Sigatoka negra* (*Ee*)

Las temperaturas altas de 35°C y el estado de evolución se correlacionan negativamente (tabla 8). Esto significa que a medida que aumentan las temperaturas por encima de los 35°C el estado de evolución disminuye, lo cual ocurrió de enero a abril. En la figura 15 y 16 se observa que a medida que las temperaturas disminuyen por debajo de los 35°C el estado de evolución aumenta hasta 700 estrías, lo que se observó al presentarse las precipitaciones de junio a agosto. De Octubre a Diciembre las temperaturas disminuyen nuevamente, incrementándose el estado de evolución en 750 estrías. Por lo tanto se concluye que las temperaturas mayores de los 35 grados son limitantes para el estado de evolución de la enfermedad ya que estas inhiben las estructuras reproductivas del patógeno.

Las temperaturas altas no son estadísticamente significativas con el estado de evolución (ver tabla 15) pero en la figura 15 y 16 se observa que las temperaturas altas son un factor limitante para la normal reproducción de las esporas del hongo con un R<sup>2</sup> ajustado de 13% de la variabilidad total. (ver tabla 10).



**Figura 15. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución influenciado por la temperatura alta de 35°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**



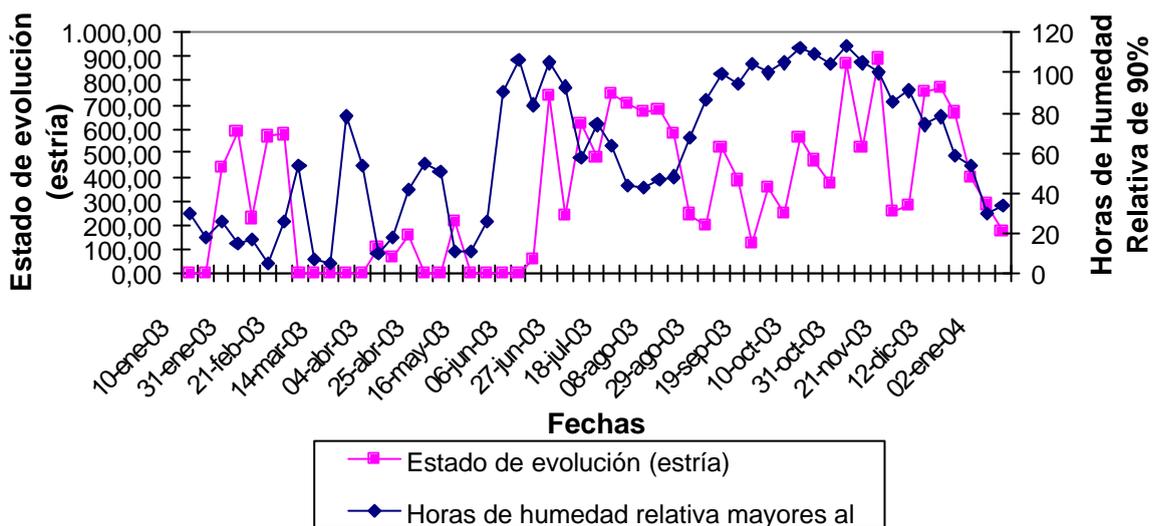
**Figura 16. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución influenciado por la temperatura alta de 35°C en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

En las figuras 17 y 18 se muestra que el estado de evolución se presenta de enero a marzo con valores de 0 a 500 estrías, producto de las horas de humedad relativas altas que se presentaron en el mes anterior (Diciembre, 2002). En los meses de abril a mayo las horas de humedad relativa bajan de 10 a 60% y el estado de evolución presentó valores de 0 a 200 estrías, lo que indica que la humedad relativa por debajo del 80% no son óptimas para la reproducción del hongo.

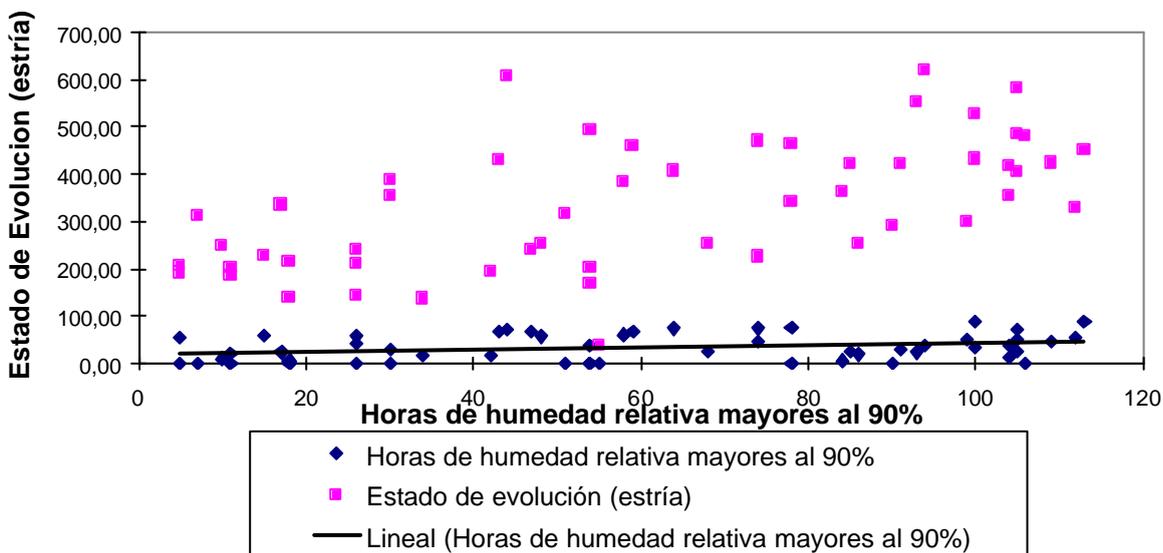
Cuando se presentaron las precipitaciones las horas de humedad relativa se incrementaron hasta 95% lo que ocurrió de junio a julio provocando un estado de evolución de 700 estrías. Es notorio observar que el estado de evolución se manifiesta después de 15 días que se presentaron las condiciones de humedad relativa alta, lo que consideramos normal dentro del ciclo reproductivo del hongo, a medida que disminuyen las horas de humedad relativa en el ambiente el estado de evolución del hongo también disminuye. Nuevamente las horas de humedad relativa se incrementan hasta en un 100% entre los meses de septiembre a diciembre

y con esto el estado de evolución se incrementa a 900 estrías, siendo este muy bajo en comparación al observado por Aráuz et al. (2002), la cual es de 2520 estrías.

El estado de evolución se correlaciona positivamente con las horas de humedad relativa mayores al 90% (ver tabla 5) y no son estadísticamente significativas  $P=0.14$  (ver tabla 15) con un  $R^2$  ajustado de 13% de la variación total. (ver tabla 10).



**Figura 17. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución influenciado por la humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**



**Figura 18. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución influenciado por la humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.**

### ***5.5 Severidad de la Sigatoka negra Morelet.***

En las figuras 19 y 20 se observa que la severidad del hongo en período seco se presenta en un 10 a 12%, esta variación esta influenciada por la humedad relativa que se presentó desde enero hasta la primer semana de marzo, similar a lo observado por Orozco. (2001) con un 10% de daño, lo contrario se observa cuando se presentaron las precipitaciones, la severidad incrementa de un 12 a 20% siendo estos resultados bajos en comparación a lo observado en México por Orozco. (2001), quien indica que la mayor severidad se observó durante la época de mayor precipitación con un 15 – 25% en los meses de julio a diciembre.

Manifestándose los síntomas después de 15 días que se presentan las precipitaciones lo que consideramos es normal en el ciclo reproductivo del patógeno, estos resultados indican que bajo las condiciones del trópico seco, la Sigatoka negra presenta una fase epidémica inducida por las precipitaciones y otra fase de baja severidad por efecto de la época seca, lo que indica que las precipitaciones juegan un papel importante en el ciclo reproductivo del hongo.

La correlación es positiva entre severidad y las precipitaciones (ver tabla 6) y no son estadísticamente significativa  $P=0.010$  (ver tabla 16) con un  $R^2$  ajustado de 15% de la variabilidad total (ver tabla 11).

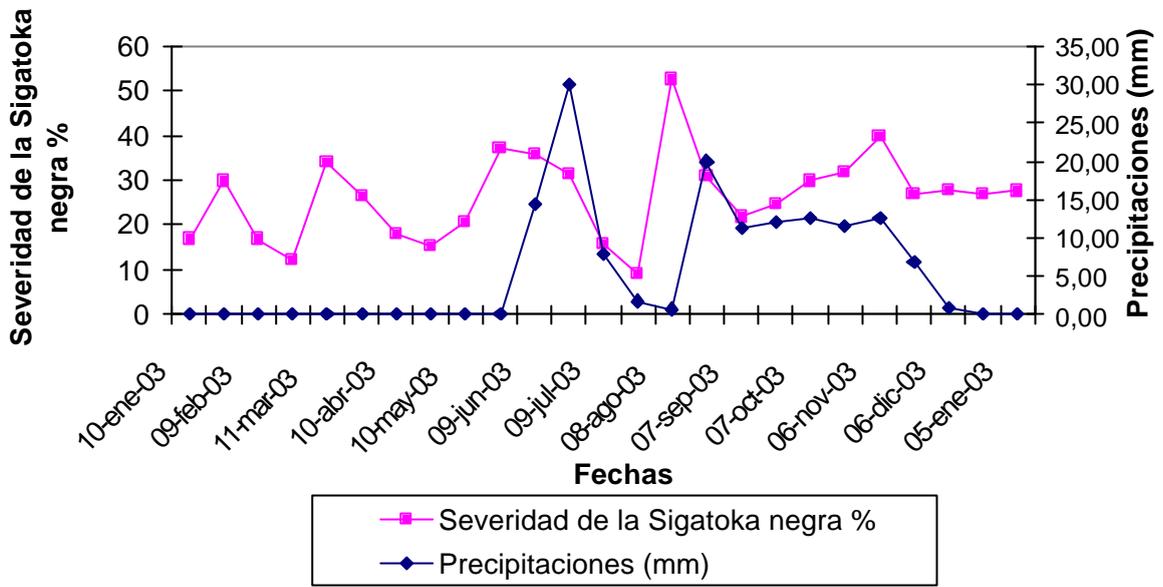


Figura 19. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la severidad influenciado por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.

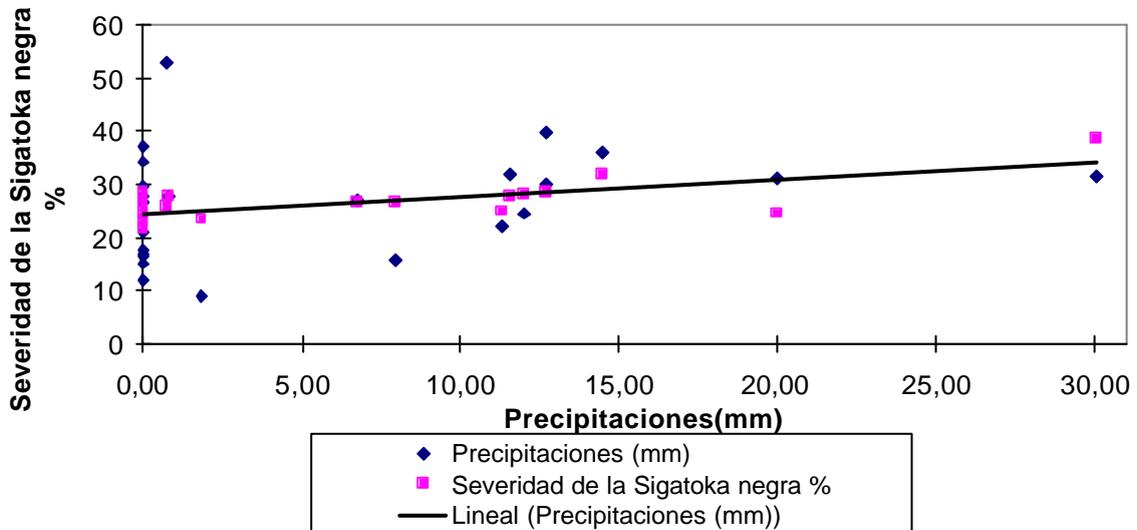


Figura 20. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la severidad influenciado por las precipitaciones en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante.

## ***VI. CONCLUSIONES***

1. Los factores que favorecieron el desarrollo del hongo y su mayor efecto en el cultivo fueron: precipitaciones de 429 mm a 636mm, las horas de humedad relativa mayores de 95% y las temperaturas de 26 a 29°C.
2. Los factores que influyeron negativamente en el comportamiento del hongo fueron: las temperaturas altas mayores de 35°C, humedad relativa baja de 22% en época de verano, poca o nula presencia de lluvias, condiciones que inhiben la normal reproducción del patógeno.
3. En los meses de verano (enero–abril) con humedad relativa de 40% a 70% la severidad de la enfermedad fue relativamente baja, en relación con la severidad y comportamiento que esta presentó en el invierno, en el período de mayo octubre.
4. El período de incubación en época de verano fue de 99 días, con síntomas en estado de pizca, y para llegar al estado de mancha en el período de latencia duró 106 días con humedad relativa 40% a 70%, para un período total del ciclo del patógeno de 205 días.
5. De mayo a octubre, época de invierno, con precipitaciones de 429mm a 636mm, humedad relativa en el ambiente de 95% a 100% la severidad de la Sigatoka negra fue mayor, en donde los síntomas en estado de estrías para el período de incubación llego a durar de 23 días a 25 días y los síntomas en estado de mancha en la variable período de latencia llegó a durar como mínimo 8 días y como máximo 94 días. Durante el mes de febrero se presentó la menor severidad y en el mes de agosto se presentó el mayor índice de severidad.
6. El estado de evolución de la enfermedad fue de 585 estrías en el período de verano, de enero a abril, y de 800 estrías en el período de invierno de mayo a octubre.
7. Es muy importante mencionar que los síntomas de la enfermedad en las variables de intensidad de la infección, severidad y el estado de evolución, no se presentan en el

mismo momento que se le presentan las condiciones favorables al patógeno, si no que se vienen manifestando después de 15 días que se presentaron las condiciones óptimas para reproducción, como son las precipitaciones, humedad relativa alta y temperatura óptima de 29°C, lo que es considerado normal en el ciclo reproductivo del patógeno.

## VII. RECOMENDACIONES

- Seguir realizando evaluaciones de éste tipo, dado la heterogeneidad de las variables edafoclimáticas en nuestro país, en especial las precipitaciones, las que inciden significativamente en el comportamiento de la Sigatoka negra.
- Capacitar a los grandes, medianos y pequeños productores en identificar los primeros síntomas de la enfermedad como son las pizcas o estrías, para tomar decisiones de manejo, antes que ésta llegue a su estado de formación y esporulación de las esporas y de ésta manera bajar la severidad y presencia de inóculo del hongo en el cultivo.
- Para el preaviso biológico y manejo de esta enfermedad es de vital importancia tomar en cuenta tres aspectos como son: La virulencia del patógeno, la susceptibilidad del cultivo, y las condiciones edafoclimáticas que vengán a favorecer tanto al huésped y en especial al hospedero.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aráuz, M. y Centeno, C. 2002. Desarrollo de la epidemia de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* M en el cultivo del plátano y su relación con factores climáticos, UNAN-León.
2. Belalcázar C. S 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Pp. 376.
3. Brun, J. 1963. La Cercosporiose du bananier.
4. Carlos R. 2003. Informe final, proyecto de Investigación manejo químico de la Sigatoka negra.
5. Cayon G. et. al. 1996, Actividades fisiológicas de híbridos y clones del plátano y banano en relación con su reacción a la Sigatoka negra. Infomusa Vol. 5, No. 2. pp.9-11.
6. El Cultivo del Plátano. Silvio Belalcázar Carvajal. Guía Práctica. Armenia, febrero 1999.
7. FAO Internet de INIBAP 2003.
8. Fouré, E. 1988. Estrategias de lucha contra la Sigatoka negra de los bananos y plátanos. 43(5):269-274.
9. Guía para el manejo agro ecológico de musáceas Managua, Nicaragua, CD-ROOM 2004.
10. Gold, C. Messiaem, S. 2000. Manejo integrado de plagas del gorgojo del banano, con énfasis en África oriental.
11. IICA 1983. Guía técnica para el cultivo del plátano. P. 1-24. serie de publicaciones miscelánea 434.
12. Manejo alternativo de la Sigatoka negra en el cultivo del plátano. INTA.1997.
13. InfoMusa. Vol. 10 No. 1. Junio 2001.pp.35-36.

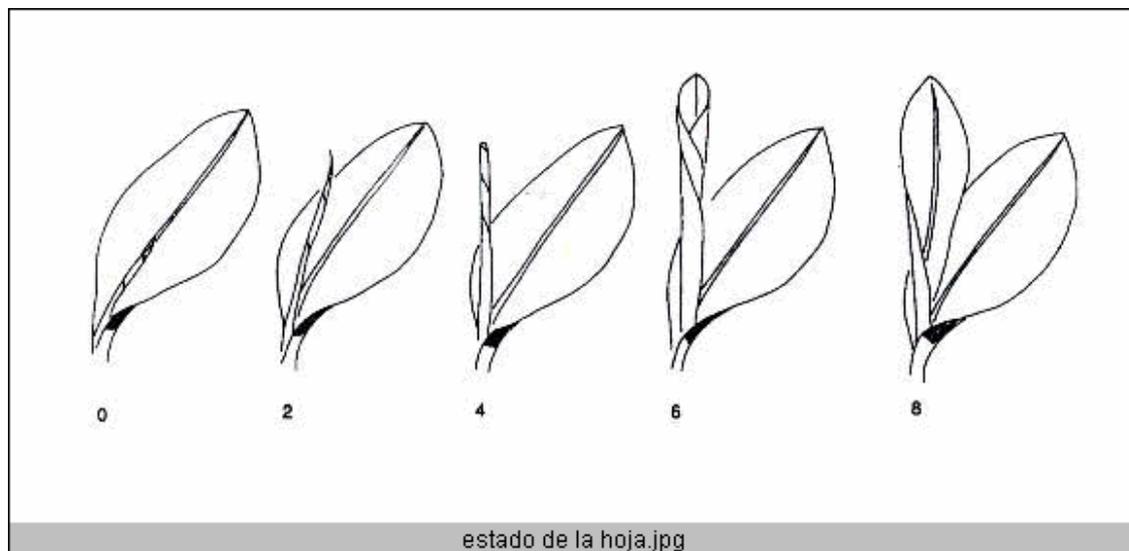
14. InfoMusa VOL. 12 No. 2. Diciembre 2003.pp. 13-15.
15. INTA. MIP-Musáceas Guía Tecnológica. 1997. pp. 42-47.
  
16. Marín, D; Romero, R. 1992. El combate de la Sigatoka negra. In: Boletín N° 4. Departamento de investigaciones. CORBANA. San José . Costa Rica.
  
17. Material Didáctico de musáceas. UNAN-León. CD-ROOM 2002.
  
18. Mendoza E. 2000. Diagnóstico agronómico, fitosanitario y económico del cultivo del plátano en diferentes niveles tecnológicos en Rivas. UNA. Tesis Managua, Nicaragua. P.35- 63
  
19. Meredith, D. S. 1971. Transport and storage disease of banana. 48(1): 413-421.
  
20. Martínez. A. 2003. Uso de agroforestería para disminuir la severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* m.) en el cultivo del plátano (Musa AAB, Simmonds). P. 67-75.
  
21. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1994 Diagnóstico agronómico fitosanitario y económico de la producción de musáceas en el departamento de Rivas, Managua, Nicaragua, pp. 8-46.
  
22. Mourichon X. G R A. Follerton 1990. distribución geográfica de dos especies de *Mycosphaerella fijiensis*. 45(3): 213-218.
  
23. Musarama, Junio 1997. Boletín bibliográfico internacional sobre bananos y plátanos. VOL 10, No.1, pp.14.
  
24. Musarama, Diciembre 1998. Boletín bibliográfico internacional sobre bananos y plátanos. VOL 11, No.3, pp.18.

25. Musarama. Junio 2000. Boletín Bibliográfico Internacional sobre Bananos y Plátanos. Vol.13, No1, pp. 42.
26. Orozco Santos M. 2001, Manejo integrado de la Sigatoka negra en el plátano. Folleto técnico número 1. pp. 95.
27. Ortega R. Junio 1996. Proyecto de Producción de Plátanos Musa AAB. Managua, Nicaragua. Pp. 2-3.
28. Red Internacional para el mejoramiento del banano y plátano INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 1999.
29. Red Internacional para el mejoramiento del banano y plátano INIBAPMusaDOC, CD-ROOM 2000.
30. Red Internacional para el mejoramiento del banano y plátano INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 2001.
31. Red Internacional para el mejoramiento del banano y plátano INIBAP. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos. Pp. 65-66.
32. Red Internacional para el mejoramiento del banano y plátano INIBAP Musa DOC, CD-ROOM 2001.
33. Sansón R. 2000. Plan estratégico de León ED.79. pp.14-18.
34. Sequeira, L. 1962. Control de bacteria en bananos y plátanos con rotación de cultivos en los trópicos. 2001, p 211-217.
35. Stover, R. 1989. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra. pp.1959-1989.
36. Soto, L. 1985. International production ind banana.
37. Thurston D.1989. Enfermedades de cultivo en el trópico.

38. Torres, Maria Jesús. 2002. Determinación de Sensibilidad a Fungicidas sistémicos en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* en plantaciones de plátano tratadas y no tratadas con Fungicidas, del departamento de Rivas, Nicaragua. Tesis.
39. Zamorano, 1991. Manejo Integral de Plagas de Musáceas (plátano y guineos) pp.23-24.

## **IX. ANEXOS**

**Tabla 1. Estado de la hoja candela según la escala de Brun, J. 1963.**



**Tabla 2. Correlación**

Período de incubación por factores climáticos

	<i>Días PI</i>	<i>lluvia</i>	<i>TA</i>	<i>TB</i>	<i>HRA</i>	<i>HRB</i>	<i>HR 90</i>
Días PI	1						
lluvia	0.141	1					
Tem. Alt.	-0.041	-0.369	1				
Tem. Baj.	-0.011	0.275	0.214	1			
HRA	0.045	0.203	-0.536	-0.131	1		
HRB	0.03	0.606	-0.079	0.341	0.180	1	
HR 90	0.402	0.796	-0.308	0.007	0.268	0.604	1

PI: Período de incubación, HRA: Humedad relativa alta, HRB: Humedad relativa baja, HR 90: Humedad relativa mayores al 90%. Tem. Alt. Temperatura alta, Tem. Baj. Temperatura Baja.

**Tabla 3. Correlación**

Intensidad de la infección por factores climáticos

	<i>Días PI</i>	<i>lluvia</i>	<i>TA</i>	<i>TB</i>	<i>HRA</i>	<i>HRB</i>	<i>HR 90</i>
Días PI	1						
lluvia	0.14188923	1					
TA	-0.04100131	-0.26984741	1				
TB	<b>-0.01190215</b>	0.27577596	0.21471626	1			
HRA	0.04577009	0.20305754	-0.53647042	-0.13168636	1		
HRB	0.03889764	0.60607264	-0.07967941	0.34178293	0.1805086	1	
HR 90	0.40251579	0.7960491	-0.30825248	0.00728554	0.26823085	0.604	1

**Tabla 4. Correlación**

Período de latencia por factores climáticos

	Días PL	lluvia	TA	TB	HRA	HRB	HR90
Días PL	1						
lluvia	0.4079354	1					
TA	0.01222346	-0.27446288	1				
TB	0.10617729	0.11550036	0.45139093	1			
HRA	-0.2658745	0.13081841	-0.09895707	0.0525446	1		
<b>HRB</b>	<b>-0.15160273</b>	0.48056201	-0.32544776	-0.00298117	0.42831596	1	
<b>HR90%</b>	<b>0.59970719</b>	0.7776889	-0.25720796	-0.0049071	-0.01519357	0.318	1

Días PL: Días de período de latencia, TA: Temperatura alta, HRA: Humedad relativa alta, HRB: Humedad relativa baja, HR 90: Humedad relativa mayores al 90%.

**Tabla 5. Correlación**

Estado de evolución por factores climáticos

	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Col 5	Col 6	Col 7
EE	1						
LLUVIA	0.20353632	1					
Tem. Alt.	<b>0.39918415</b>	-0.27258649	1				
Tem. Baj.	-0.22752184	0.18941462	0.41542031	1			
HR ALTA	-0.04897164	0.31107976	0.09026811	0.4773172	1		
HR BAJA	0.28933126	0.74223408	-0.28170131	0.27766109	0.45757796	1	
Horas 90%	0.28512742	0.75243427	-0.42369707	-0.00734758	0.31388198	0.790	1

**Tabla 6. Correlación**

Severidad de la Sigatoka negra por factores climáticos

	IND	Lluvia (mm)	Temperatura alta.	T. baja
IND	1			
<b>Lluvia (mm)</b>	<b>0.26015135</b>	1		
T. Alta	-0.07898205	-0.42640331	1	
T. Baja	-0.12134506	0.1058005	0.60994002	1

**Tabla 7. Regresión**

Período de incubación por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.57584136
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.33159328
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.29610265</b>
Error típico	13.0037622
Observaciones	120

**Tabla 8. Regresión**

Intensidad de la infección por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.57584136
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.33159328
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.29610265</b>
Error típico	13.0037622
Observaciones	120

**Tabla 9. Regresión**

Período de latencia por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.71879887
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.51667181
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.4864638</b>
Error típico	13.9180126
Observaciones	103

**Tabla 10. Regresión**

Estado de evolución por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.480994123
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.231355346
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.131097348</b>
Error típico	261.6520508
Observaciones	53

**Tabla 11. Regresión**

Severidad de la Sigatoka negra por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.36669011
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.13446163
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>0.1508133</b>
Error típico	9.73900575
Observaciones	25

**Tabla 12. Regresión.**  
Período de incubación por factores climáticos

	Coefi	Error t	Estad	Proba	Inferior 95%	Sup 95%	Infe95.0%	Sup 95.0%
Inter	-28.482	33.878	-0.840	0.402	-95.601	38.636	-95.601	38.636
<b>lluvia</b>	-0.042	0.011	-3.707	<b>0.0003</b>	-0.065	-0.019	-0.065	-0.0197
TA	0.235	0.371	0.633	0.527	-0.5009	0.971	-0.500	0.971
<b>TB</b>	2.730	1.100	2.480	<b>0.014</b>	0.549	4.911	0.549	4.911
HRA	-0.004	0.165	-0.024	0.980	-0.331	0.322	-0.331	0.322
HRB	-0.491	0.151	-3.252	0.001	-0.790	-0.192	-0.790	-0.192
<b>HR 90%</b>	0.076	0.010	7.185	<b>7.64E-11</b>	0.055	0.097	0.055	0.097

TA: Temperatura alta, TB: Temperatura baja, HRA; Humedad relativa alta, HRB; Humedad relativa baja, HR 90; Humedad relativa mayores al 90%.

**Tabla 13. Regresión**  
Intensidad de la infección por factores climáticos

	Coef	Error t	Estad	Probab	Infe95%	Sup 95%	Infe95.0%	Sup 95.0%
Inter	-28.482	33.878	-0.840	0.402	-95.601	38.636	-95.601	38.636
lluvia	-0.042	0.011	-3.707	<b>0.000</b>	-0.065	-0.019	-0.065	-0.019
TA	0.235	0.371	0.633	0.527	-0.500	0.971	-0.5003	0.971
TB	2.730	1.100	2.480	<b>0.014</b>	0.549	4.911	0.549	4.911
HRA	-0.004	0.165	-0.024	0.980	-0.331	0.322	-0.331	0.322
HRB	-0.491	0.151	-3.252	<b>0.001</b>	-0.790	-0.192	-0.790	-0.192
HR 90	0.076	0.010	7.185	<b>7.63E-11</b>	0.055	0.097	0.055	0.097

II: Intensidad de la Infección, TA: Temperatura alta, TB: Temperatura baja, HRA: Humedad relativa alta, HRB: Humedad relativa baja, HR 90: Humedad relativa mayores al 90%.

**Tabla 14. Regresión**  
Período de latencia por factores climáticos

	Coef	Error t	Estadt	Probab	Inf 95%	Sup 95%	Inf 95.0%	Sur 95.0%
Inter	67.251	30.177	2.228	0.0281	7.349	127.153	7.349	127.153
lluvia	0.007	0.013	0.568	0.570	-0.018	0.033	-0.018	0.033
TA	0.303	0.627	0.483	0.629	-0.942	1.549	-0.942	1.549
TB	0.619	0.592	1.045	0.298	-0.556	1.795	-0.556	1.795
HRA	-0.376	0.240	-1.563	0.121	-0.853	0.101	-0.853	0.101
<b>HRB</b>	-0.707	0.197	-3.583	<b>0.000</b>	-1.099	-0.315	-1.099	-0.315
<b>HR90%</b>	0.053	0.009	5.655	<b>1.5E-07</b>	0.034	0.072	0.034	0.072

TA: Temperatura alta, TB: Temperatura baja, HRA: Humedad relativa alta, HRB: Humedad relativa baja, HR 90: Humedad relativa mayores al 90%.

**Tabla 15. Regresión**  
Estado de evolución por factores climáticos

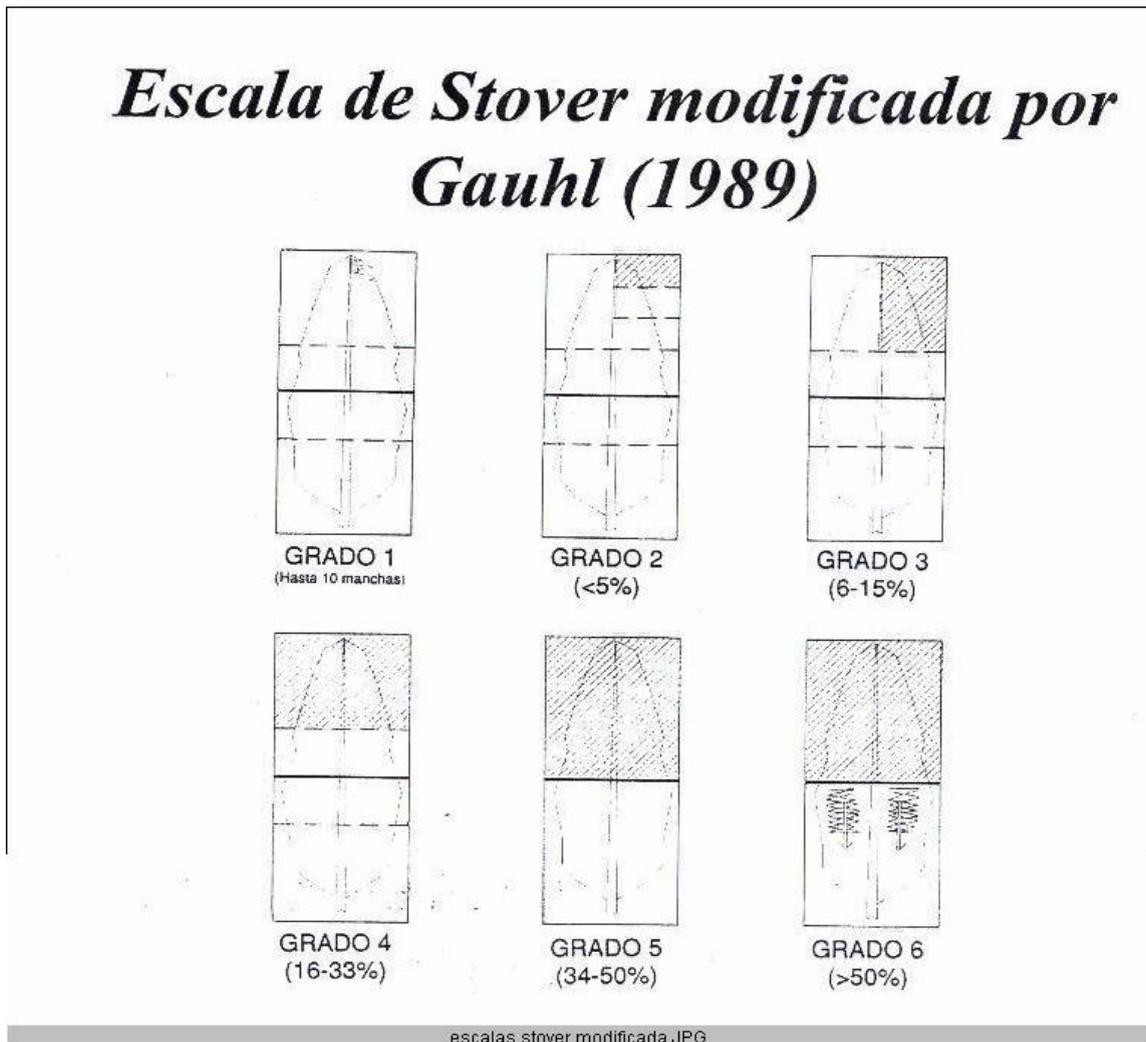
	<i>Coef</i>	<i>Error t</i>	<i>Estad</i>	<i>Probab</i>	<i>Infr 95%</i>	<i>Sup 95%</i>	<i>Inf 95.0%</i>
Inter	1395.380	688.622	2.026	0.048	9.257	2781.503	9.257
Lluvia	-0.227	1.286	-0.177	0.860	-2.816	2.360	-2.816
<b>Tem. al</b>	-18.908	12.616	-1.498	<b>0.140</b>	-44.303	6.487	-44.303
Tem. ba	-17.702	16.133	-1.097	0.278	-50.177	14.773	-50.177
HRA	-3.597	7.033	-0.511	0.611	-17.754	10.559	-17.754
HRB	9.524	5.850	1.627	0.110	-2.251	21.301	-2.251
HR90%	-0.742	2.081	-0.356	0.722	-4.933	3.447	-4.933

EE: Estado de evolución, TA: Temperatura alta, TB: Temperatura baja, HRA: Humedad relativa alta, HRB: Humedad relativa baja, HR 90%: Humedad relativa mayores al 90%.

**Tabla 16. Regresión**  
Severidad de la Sigatoka negra por factores climáticos

	<i>Coef</i>	<i>Error t</i>	<i>Estad</i>	<i>Probab</i>	<i>Inf95%</i>	<i>Sup 95%</i>	<i>Inf 95.0%</i>	<i>Supe 95.0%</i>
Inter	25.897	24.187	1.070	0.296	-24.402	76.197	-24.402	76.197
<b>Lluvia (mm)</b>	0.543	0.319	1.704	<b>0.010</b>	-0.119	1.207	-0.119	1.207
T. Alta	0.951	0.917	1.037	0.311	-0.955	2.859	-0.955	2.859
T. Baja	-1.458	1.156	-1.260	0.221	-3.863	0.946	-3.863	0.946

Tabla 17. Escala de Stover modificada por Gauhl (1989) para evaluar Severidad de la Sigatoka negra Mycosphaerella fijiensis.



**Tabla 18. Estadio de la enfermedad según las escala de Foure.**



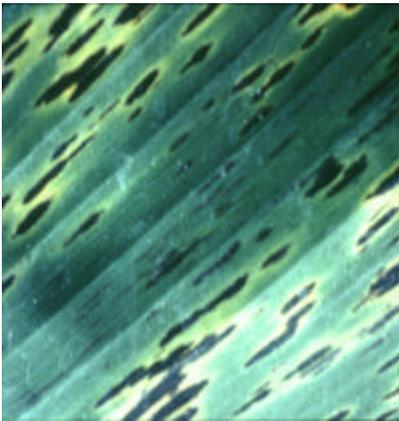
**(Fotografía 1) Estado 2**



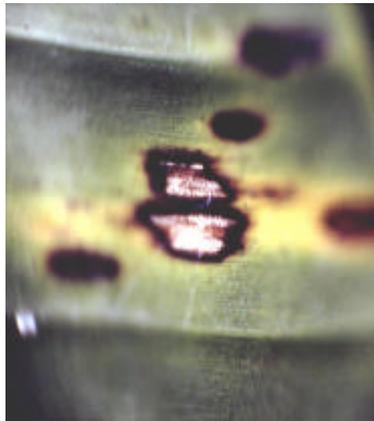
**(Fotografía 2) Estado 3**



**(Fotografía 3) Estado 4**



**(Fotografía 4) Estado 5**



**(Fotografía 5) Estado 6**