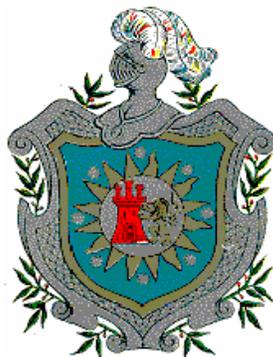


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
UNAN-LEÓN**



FACULTAD DE CIENCIAS.

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA EDGAR MUNGUIA ALVAREZ

**EVALUACION DEL DESARROLLO DE LA EPIDEMIA DE SIGATOKA NEGRA
(*MYCOSPHAERELLA FIJENSIS*) BAJO LAS DIFERENTES CONDICIONES
CLIMATICAS EN EL DEPARTAMENTO DE LEON, 2003-2004.**

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN BIOLOGIA

Presentado por:

Br. Peregrina Carcache Pérez.

Tutor:

MSc. Maritza Vargas.

Asesores:

MSc. Ana Cristina Rostrán.

Lic. Rolando Martínez.

**Agosto 2005
León-Nicaragua.**

INDICE

CONTENIDO	PÁGINAS
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVOS.....	2
III MARCO TEORICO.....	3
3.1 Distribución geográfica.....	3
3.2 Clasificación taxonómica de <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	3
3.3 Biología del hongo.....	4
3.4 Síntomas de la enfermedad.....	5
3.5 Gráficos de los estadios.....	6
3.6 Diseminación de la enfermedad.....	7
3.6 Manejo de la Sigatoka negra.....	8
IV MATERIALES Y METODOS.....	10
4.1 Ubicación del estudio.....	10
4.2 Análisis de los resultados	10
4.3 Manejo de la parcela	10
4.4 Diseño de bloque.....	10
4.5 Variables en estudio	11
4.6 Variables climáticas que se tomaron en cuenta.....	12
V RESULTADOS Y DISCUSION	13
5.1 Gráficos de periodo de incubación.....	13
5.2 Gráfico de intensidad de la infección.....	19
5.3 Gráficos de período de latencia.....	21
5.4 Gráficos del estado de evolución.....	23
5.5 Gráficos del índice de infección.....	26
VI CONCLUSIONES.....	29
VII RECOMENDACIONES.....	31
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
VIX ANEXOS.....	34

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme el don de la vida y en ella haberme iluminado en todo momento.

A MI MADRE

Norma del Carmen Pérez, por darme su apoyo moral, económico y afecto incondicional, así como sus consejos tan valiosos.

A MIS HERMANOS

Vivian, José Antonio, José Ramón, por su cariño y comprensión que me han brindado.

A MIS MAESTROS

Por su enseñanza que ha permitido la culminación de mi carrera y por tanto el cumplimiento de uno de mis sueños.

Peregrina Carcache Pérez

AGRADECIMIENTO

Vayan mis sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que brindaron su desinteresada colaboración en el transcurso del desarrollo del presente trabajo.

Al cuerpo de docentes, a quienes les debemos los conocimientos adquiridos.

A la Lic. Maritza Vargas, por su asesoría durante la realización de nuestro trabajo de investigación.

Al Lic. Rolando Martínez, por su apoyo paciente, en el análisis estadístico y estructural de éste trabajo.

A la Lic. Ana Cristina Rostrán por su apoyo incondicional en éste trabajo.

A la facultad de Agro ecología del Campus Agropecuario por habernos permitido realizar nuestro trabajo de investigación y habernos brindado la información de agrometereología.

RESUMEN

En el mes de enero del 2003, se estableció un experimento en la finca del Campus agropecuario de la UNAN-León, localizada a 1km de la carretera de circunvalación by pass camino a la Ceiba departamento de León, con el objetivo de Evaluar la incidencia y comportamiento de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) bajo diferentes condiciones climáticas como: La lluvia, las temperaturas, humedad relativa y la hora de humedad relativa mayores o iguales al 90% en el cultivo del plátano variedad cuerno gigante (AAB. El área donde se estableció el estudio tenía dos años de establecida, una extensión de 1.42 hectárea bajo las condiciones de manejo que realiza el productor en su parcela, de la parcela grande de 1.42 hectárea se delimitaron 2500 metros cuadrados como parcela útil, en la que se tomaron plantas al azar para evaluar las diferentes variables en estudio como son; período de incubación, intensidad de la infección, período de latencia, ritmo de emisión foliar, en el cual se evaluó el estado de evolución de la Sigatoka negra, severidad donde se evaluó el índice de la infección de la enfermedad.

El resultado indica que los factores que permitieron un mayor desarrollo de la Sigatoka negra fueron las lluvias, las horas de humedad relativa mayor al 90% y las temperaturas bajas.

En los meses de verano (Enero – Abril) el comportamiento y daño de la enfermedad fue relativamente bajo, en relación con el comportamiento que éste presentó en el invierno de tal forma que el período de incubación llegó a durar 99 días, esto para la presencia de los síntomas en estado de pizca con humedad relativa de 40 a 70 % y, para el estado de mancha en el período de latencia duró 106 días con humedad relativa 40 a 70%, para un período total de 205 días.

Del 22 de mayo al 22 de octubre el daño causado por el patógeno fue mayor, en donde los síntomas en estado de estrías para el período de incubación llegaron a durar de 23 a 25 días y para los síntomas en estado de mancha para el período de latencia llegó a durar 8 días como mínimo y 94 días como máximo, con humedad relativa en el ambiente de 95 a 100% y precipitaciones entre 429mm y 636mm. A lo largo del año el mes que menor daño causó la enfermedad fue para el mes de febrero, y más severidad se presentó en el mes de agosto.

El estado de evolución de la enfermedad para el ritmo de emisión foliar fue de 585 en el período de verano del 10 de enero al 28 de abril, lo que nos indica que el estado de evolución del patógeno es relativamente bajo en períodos secos, debido a que no se le presentaron las condiciones óptimas necesarias de humedad relativa alta, lluvia y las temperaturas baja, las que juegan un papel importante en la reproducción y liberación del inóculo del patógeno. En junio que se establecen las precipitaciones el estado de evolución asciende a 890, para un 20% de daño en toda la plantación, siendo éste relativamente bajo en comparación con el estado de evolución que se presentó en el mes de octubre de 2,402EE.

Es muy importante mencionar que los síntomas de la enfermedad en las variables de intensidad de la infección, Índice de la infección y el estado de evolución, no se presentan en el mismo momento que se le presentan las condiciones favorables al patógeno, éstas se manifiestan después de 15 días, lo que consideramos normal dentro del ciclo reproductivo del hongo.

I INTODUCCION

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 unas 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,) ésto lo coloca como uno de los alimento de mayor producción mundial después del arroz, maíz y sorgo (INTA 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 divisa.

El cultivo del plátano se ve afectado por distintas plagas y enfermedades como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Gemar) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) descubriéndose ésta 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 ésta enfermedad en el cultivo del plátano entre el 50 y 100%, su combate significa el 27% de los costos de producción, ésto por el alto costo de los insumos químico, los que muchas veces no están al alcance de las condiciones económicas de los pequeños productores. (INTA 1997).

La Sigatoka amarilla (causada por *Mycosphaerella musícala* Learch) y la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) son las enfermedades más importantes de banano y plátano.

Según estudios realizados en la UNAN–León 2002-2003, donde tomaron en cuenta la incidencia de ésta 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, quien considera que en épocas seca se dan períodos largos de incubación. No así, cuando se dan condiciones climáticas favorables para el patógeno como bajas temperaturas y humedad relativa mayor o igual al 90% producto de las precipitaciones las que tienen una relación directa con la incidencia del mismo.

Este trabajo que se ha desarrollado aporta información actualizada acerca del comportamiento epidemiológico de la Sigatoka negra lo cual permitirá a los técnicos, grandes y medianos productores identificar la forma de manejo y con ello 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

Análisis comparativo de la incidencia de la Sigatoka negra en el cultivo del plátano (musa sp) bajo diferentes condiciones climáticas en el Campus Agropecuario. 2003-2004.

Objetivos específicos

Determinar la incidencia de la Sigatoka negra en el cultivo del plátano (musa sp) en el Campus agropecuario de la Unan-León y su relación con las condiciones climáticas.

Elaborar la curva de progreso de la Sigatoka negra en el cultivo del plátano (musa sp) en el Campus Agropecuario y su relación con las condiciones climáticas.

Describir el desarrollo de la incidencia de la enfermedad en función de las variables climáticas.

III MARCO TEÓRICO

3.1 Distribución geográfica de la Sigatoka negra

La Sigatoka negra, se identificó por primera vez en 1963 en la costa sudeste de Viti Levu (Islas Fiji), en el Valle de Sigatoka de donde adquirió su nombre, en poco tiempo se diseminó desplazando la Sigatoka amarilla, comportamiento que se presenta en forma similar en la mayoría de las regiones bananeras y plataneras del mundo (Rhode, 1980). La Sigatoka negra se cree que se originó en Papua, Nueva Guinea y las Islas Salmón, desde donde posteriormente y antes de 1927 se dispersó a Taiwán, Hawai, Filipinas y otras islas del pacífico asiático.

En África, ésta infección se documentó por primera vez en Zambia, en 1973 y en Gabón en 1978. luego se extendió a lo largo de la costa occidental (Mourichon et al, 1997) En América latina, se descubrió por primera vez en Honduras en 1972, a partir de allí se comienza la diseminación a Belice y Guatemala en 1977, Nicaragua en 1979, Costa Rica en 1979 y México en 1980, Panamá en 1982 (Orozco-Santos, 2001). En Colombia apareció en 1981, en Ecuador en 1986, en Venezuela en 1992 y en Perú en 1994 (Mourichon et Fullerton 1990). En Bolivia se reportó ésta enfermedad en 1997 y en Brasil (Amazonia) en 1998.

En el Caribe, la Sigatoka negra fue reportada en 1992 en Cuba, en 1994 en Jamaica y a finales de 1996 en República Dominicana. En Florida (USA) se reportó en 1998 (Mourichon, 1990).

En Nicaragua, desde la aparición de ésta enfermedad en 1979 hasta la fecha se ha distribuido en todo el país ocasionando incremento en los costos de producción por el aumentado uso de productos químicos en su manejo.

3.2 Clasificación taxonómica de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet:

REYNO : *Fungí.*

DIVISIÓN : *Mycota.*

SUBDIVISIÓN: *Eumycota.*

CLASE : *Ascomycete.*

ORDEN : *Dothideales.*

FAMILIA : *Dothideaceae .*

GENERO : *Mycosphaerella .*

ESPECIE : *fijiensis Morelet*

3.3 Biología del hongo

El agente causal de la Sigatoka negra es el hongo Ascomicete llamado *Mycosphaerella Fijiensis_Morelet* el cual se reproduce en forma asexual y sexual. Las estructuras reproductivas del hongo se desarrollan en el envés de las hojas de plátano y banano desde el primer estado de estrías hasta el secamiento de la lesión.

FASE ASEXUAL: Produce esporas llamadas conidios, en números relativamente más bajos que las ascosporas.

Los conidióforos, estado asexual del patógeno, aparece en el estado inicial de estrías emergiendo a través de los estomas provenientes de hifas del hongo en la cámara sub-estomática, éstos son de color café a verde olivo. El conidio es hialino o ligeramente coloreado, filiforme, ahusado, con 1 a 10 septas.

FASE SEXUAL: produce esporas llamadas Ascosporas que constituyen la fase más importante en la reproducción de la enfermedad.

Con la evolución de la infección, las cámaras estomáticas colonizadas por *Parasercosporas fijiensis* son rápidamente utilizadas para la formación de estructuras sexuales que darán origen a peritecios del hongo, los cuales llegan a su madurez cuando el tejido de la hoja enferma se seca y adquiere una coloración café claro. Los peritecios son estructuras redondeadas, de coloración café oscura o negra normalmente con ocho ascas bitunicadas, portadoras de las ascosporas elípticas e hialinas.

El ciclo de la enfermedad se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo sobre las hojas sanas que han sido liberados bajo condiciones de alta humedad, generalmente después de las lluvias o bajas de temperaturas y humedades relativas altas.

El tiempo transcurrido entre la germinación y la aparición de la primera pizca se llama período de incubación y ésta dura aproximadamente 4 semanas. Luego se da el período de latencia que es la fase de formación de conidióforos y conidios. Aparecen las estrías en las hojas y puede ocurrir 5 semanas después de la infección (INTA 1997).

Con el desarrollo de las estrías se da la formación de las estructuras sexuales que darán origen a la formación de peritecios, esto puede transcurrir en un período de 8 semanas después de la infección que es cuando el tejido está necrótico y adquiere una coloración gris claro en el centro.

En las lesiones maduras, donde el tejido seco aparece casi blanco, empieza a desarrollar los peritecios y los espermagonios; ambas son estructuras globosas, inmersas en el tejido seco. Los espermagonios; producen espermacios, pequeñas esporas no infecciosas que funcionan como gametos masculinos. Cuando llueve, el agua arrastra los espermacios y muchos van a dar al protoperitecio (peritecio sin fertilizar); entonces ocurre la fertilización, formándose núcleos diploides en las células madres ascales.

En los peritecios fertilizados se desarrollan 8 ascas, cada una con 8 ascosporas. Cuando maduran las ascosporas son expulsadas una a una. Este ciclo se repite una y otra vez durante la estación lluviosa, y simultáneamente con el ciclo sexual. La penetración mecánica en el poro estomático por parte del hongo, se afecta el proceso de intercambio de gases lo que se puede reflejar en una alteración de la fotosíntesis y de la actividad estomática, al perder las hojas su capacidad de regular la apertura y cierre de los estomas (Cayón, Gerardo 1996).

La producción de conidios y ascosporas facilitan la propagación de la enfermedad, sin embargo, las ascosporas son las más importantes para el desarrollo y diseminación de la enfermedad.

Los estudios realizados sobre el ciclo de vida de la Sigatoka negra, indican que el período de incubación del hongo en plátano dura 29 días y el periodo de latencia ocurre en 34 días después de la infección. El ciclo sexual del patógeno se completa en el tercer estado de mancha, o sea 64 días después de la infección.

La duración del ciclo de vida del hongo varía de acuerdo a la humedad y temperatura, es por eso que el ciclo es mucho más corto en período lluvioso que en período seco (INTA 1997).

3.4 Síntomas de la enfermedad

Las esporas del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, al germinar sobre la superficie inferior de las hojas y penetrar sus filamentos germinativos (hifas) a través de los estomas, inician un proceso rápido de colonización del mesófilo foliar (Belalcázar et al., 1991) apareciendo el primer síntoma en forma de estría de un color marrón oscuro de 1 a 2 mm de largo, que aumenta de tamaño formando lesiones necróticas con halos amarillos y centros gris claro.

La evolución de esta enfermedad en la hoja se puede ver a través de sus 6 estadios éstos son:

ESTADIO 1: Se presenta con una pequeña decoloración o despigmentación que sólo es observable en el envés de la hoja. Incluye una pequeña pizca de color café rojizo dentro del área decolorada.

ESTADIO 2: Es una pequeña estría de color café rojizo visible tanto en el haz como en el envés.

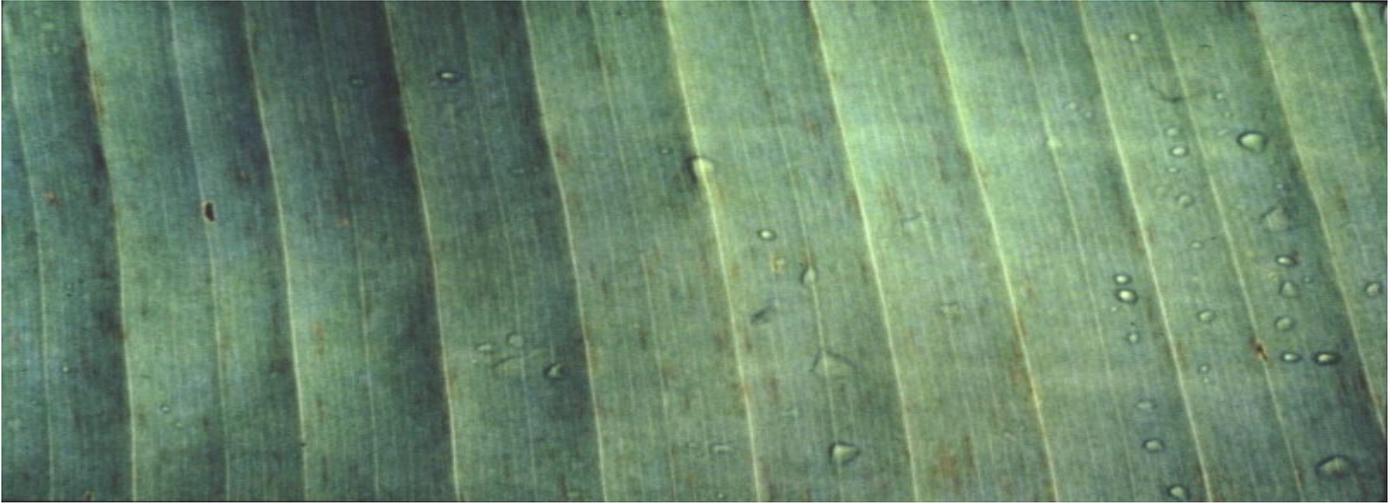
ESTADIO 3: La estría aumenta su grosor y longitud, se mantiene su color café rojizo y bajo condiciones propicias pueden alcanzar una longitud de 2 a 3 cm.

ESTADIO 4: Este síntoma se considera mancha circular elíptica, el color cambia de café rojizo a café oscuro y negro.

ESTADIO 5: La mancha negra está rodeada de un halo amarillo (clorótico).

ESTADIO 6: La mancha nuevamente sufre cambio de color, empieza a deprimirse, y en las zonas más claras (gris-claro) se observan los peritecios (puntos negros).

**GRAFICOS DE ESTADIOS
DE LA SIGATOKA NEGRA**



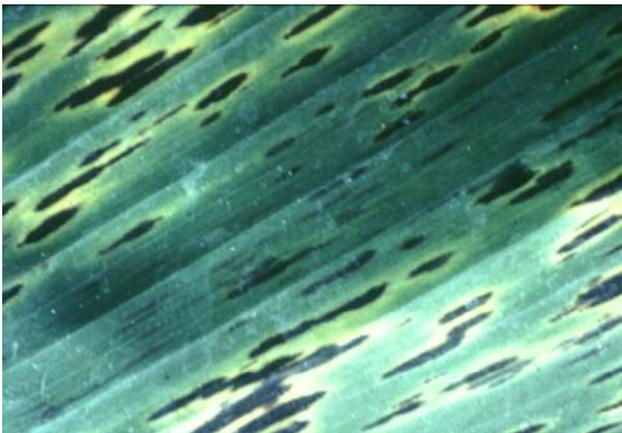
Estadio # 2



Estadio # 3



Estadio # 4



Estadio # 5



Estadio # 6

3.5 Diseminación de la enfermedad

La Sigatoka negra se disemina por medio de sus estructuras sexuales y asexuales, las ascosporas y conidios, sin embargo las ascosporas son las más importantes para el desarrollo y la diseminación de la enfermedad.

Existen tres formas de dispersión:

Dispersión horizontal: las ascosporas maduras son dispersadas por medio del viento a larga distancia y a unos 30cm de altura, esto aumenta en período de lluvia y alta humedad (INTA 1997).

Dispersión vertical o secundaria: se lleva a cabo por el viento, alta humedad y agua por medio de salpique, lo que disemina los conidios del hongo. Al estar cerca las plantas de musáceas una de otra hay mayor humedad lo cual aumenta la probabilidad que la enfermedad se propague de una planta a otra.

La tercera dispersión la realiza el hombre por medio de las prácticas agrícolas que desarrolla. Las esporas se trasladan en la ropa, herramientas de trabajo y zapatos también por hojas contaminadas utilizadas para varios fines domésticos y comerciales.

Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la Sigatoka negra

La Sigatoka negra depende de factores bióticos y abióticos para llevar a cabo su germinación y ciclo completo. El clima posee un efecto muy importante en el comportamiento de la enfermedad.

Las plantas vecinas y los hijos son infectados por el salpique de la lluvia, la cual tiene un papel importante en la infección ya que libera el inóculo. Otro factor importante para el desarrollo de la enfermedad es la humedad relativa por que provee las condiciones hídricas necesarias para la germinación de las esporas y el desarrollo de la infección.

Las temperaturas favorecen el desarrollo de la Sigatoka negra, las cuales oscilan entre los valores de 26 y 28°C, con una temperatura óptima alrededor de los 26°C. Normalmente, las temperaturas máximas parecen ser mayor limitante sobre el patógeno, mientras que las temperaturas mínimas favorecen la reproducción del hongo.

La dispersión de las esporas del patógeno se da por el viento una vez que han sido liberadas (Ortega R. 1996).

3.6 Manejo de la Sigatoka negra

Hasta la fecha no existe un manejo específico que controle definitivamente 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 30%, el cual se puede realizar cada quince días durante el primer año del 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 seudotallo ya que éstas son fuentes potenciales de inóculo.

El monitoreo por la enfermedad debe ser constante, sin embargo debe garantizarse que las plantas logren llegar a la cosecha por lo menos con nueve hojas.

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 así misma facilitando la penetración del hongo en las hojas. Hay estudios que indican que la severidad de la enfermedad aumenta a medida que se incrementa la densidad de las plantas. En la isla de Ometepe, una zona fuerte productora de plátano en Nicaragua algunos productores han probado la siembra de hileras dobles (doble surco: 1.5x 1.5m). Al comparar la hoja más joven parchada en 1995 se encontró en promedio que para el doble surco resulto ser la hoja número cuatro y para la siembra tradicional (3.3x 3.3m) fue la hoja número cinco. En los surcos dobles se encontraron hojas con mayor severidad que en los surcos con distancia tradicional, sin embargo, el manejo cultural de la Sigatoka 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.

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. El abono verde es una alternativa de 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 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 materiales resistentes a la enfermedad sigue siendo una alternativa más favorable para los productores porque con ésta 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 (FHIA) 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. Dos de éstos híbridos han mostrado un comportamiento particularmente sobresaliente: FHIA 20 y FHIA 21 en comparación con los clones naturales cuerno (AAB).

Los híbridos no son inmunes 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 asociada con la enfermedad. Pero la resistencia expresada consiste en que el desarrollo de las lesiones sea extremadamente lento, determinando que las hojas se conserven por mucho más tiempo.

Existen otras prácticas importantes 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 Y K, ya que por la deficiencia de éstos el cultivo tendrá menos defensas al ataque del hongo.

En los años 70 el control contra la Sigatoka 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.

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la finca del Campus Agropecuario de la UNAN LEON que se encuentra ubicado a 1Km de la ciudad de León, carretera a la Ceiba con las coordenadas 12°11'24" de longitud norte y 86°41'26" de longitud oeste con las temperaturas medias de 27-29°C y con una altura de 109 msnm, en una plantación de dos años de establecida, dichas actividades fueron realizadas en un periodo comprendido entre el 10 de enero del año 2003 al 10 de enero del año 2004.

El material vegetal está constituido por la variedad cuerno gigante (AAB). El ensayo se realizó manteniendo las prácticas agronómicas locales del productor. El área utilizada en el estudio contaba con una extensión de 1.42 hectárea, de ésta parcela grande se utilizó 2500 metros cuadrados dentro de las cuales se median plantas al azar para realizar las evaluaciones de las variables en estudio.

4.2 Análisis de los resultados

Para el análisis estadístico se aplicó correlación y regresión y métodos gráficos para las variables en estudio con un nivel de significancia de $P= 0.05$.

4.3 Manejo de la parcela

Las prácticas realizadas por el productor fueron:

Limpieza de malezas para evitar condiciones que puedan favorecer una mayor producción de inóculos del patógeno, y así garantizar un buen desarrollo de las plantas.

Se realizó poda fitosanitaria quince días, ésta práctica consistió básicamente en la eliminación de aquellas hojas dobladas o senescentes.

No se utilizó funguicidas.

Cada tres meses se realizaron aplicaciones de fertilizante orgánicos como gallinaza y estiércol aplicando 2 kilos por planta.

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.

Durante el verano se hicieron aplicaciones de riego, al menos dos veces por semana aplicando 2 horas por cada tiempo de riego.

Los materiales utilizados fueron: Cinta métrica, escalera, lápiz, libreta de campo, marcador, cintas plásticas de diversos colores.

4.4 Diseño de bloque

El diseño de bloque utilizado fue completamente al azar (DBCA).

4.5 Variables en estudio

Período de incubación: Esta variable nos permite determinar si la enfermedad está presente en el cultivo y además nos proporciona la información en cuanto al número de días en que el patógeno penetra al tejido de la planta y se manifiesten sus típicas lesiones, ésto en dependencia de los factores climáticos como; las precipitaciones, Humedad relativa mayores al 90% y Temperaturas.

En ésta variable se tomó el tiempo transcurrido desde que la hoja candela está en estado 4 (según la escala de Brun,1963. Ver anexos) hasta que aparecen las primeras estrías (estado 2 o 3, según la escala de Foure,1988. Ver página 6).

Para éstos efectos cada dos semanas se marcaron 5 plantas jóvenes con candela en estado 4 (hijos de 1.5-2.5mt de altura) y cada tres días se verifica la presencia de las estrías en la hoja marcada. La hoja candela estará debidamente identificada con la fecha respectiva.

Una vez que aparezca la enfermedad en estado 6 (estado severo de la enfermedad) se dejará de estudiar esa planta.

Intensidad de la infección: Cuando ya se ha determinado el período de incubación se identificará el número de estrías en estado 2 y 3 en un cuadrado de 4 por 4cm ubicado hacia la punta y hacia el borde de la hoja a una distancia de aproximadamente 15cm de la punta, utilizando como referencia la vena central.

Período de latencia: Esta variable nos permitirá determinar el desarrollo de la enfermedad en sus diferentes estadios o síntomas, desde que aparecen los primeros síntomas (pizcas) hasta que aparecen los síntomas en su estadio seis o la fase terminal del ciclo de la enfermedad. Aquí se medirá el período transcurrido entre la aparición de las estrías (PI) y la aparición de las primeras manchas en estado 6 (según la escala de Fouré).

Ritmo de emisión foliare: Es el número de hojas emitidas en un período de siete días por una planta joven (1.5-2.00mt de altura). Este dato se tomó en 10 plantas dentro de la plantación. Las plantas fueron paulatinamente sustituidas por otras cada que se aproximen a la floración o que ya son muy altas. Para estimar el ritmo de emisión foliar (REF) se debe marcar cada semana la hoja 1 de la planta y tomar el estado de la hoja candela, con ésto se llevara el control de la cantidad de hojas emitidas en una semana.

Severidad de la enfermedad: En esta variable nos permitirá determinar que tan severa es la enfermedad a través del índice de infección y nos indicará en que momento ésta causa mayor daño y bajo que factor climático ésta se manifiesta. Se tomaron los datos cada dos semanas evaluando en 10 plantas próximas a la floración, utilizando la escala de Stover. Cuando se realizan las evaluaciones se registraron las siguientes variables:

Total de hojas por planta.

Hoja más joven con mancha. Aquí medimos la severidad en cada planta desde la hoja número uno hasta las últimas hojas que tengan la enfermedad.

Estado de la candela.

4.6 Variables climáticas que se estudiaron

Precipitaciones, temperaturas máximas, medias y mínimas, humedades máximas, medias y mínimas, horas de humedad mayores o iguales al 90%.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados se muestra gráficamente el comportamiento de cada una de las variables: período de incubación, intensidad de la infección, período de latencia, severidad de la enfermedad, ritmo de emisión foliar, considerando los factores climáticos que mayormente incidieron en el comportamiento de la enfermedad como son la lluvia, las temperaturas altas, bajas, medias, humedades altas, bajas y medias y horas de humedad relativa mayores o iguales al 90%.

5.1 Período de incubación

En los gráficos 1 y 2 se presentan los resultados de período de incubación considerando el efecto de la lluvia. En los mismos se muestra que el número de días correspondiente al período de incubación son más largos en períodos secos, en donde éstos pueden durar de 40 a 99 días, lo que ocurrió de enero a marzo y de 50 a 78 días del 10 de abril al 30 de mayo, resultado similar a lo establecido en México, la cual es de 48 a 87 días (M. Orozco- Santos et. al. Junio 2001) siendo más altos los resultados encontrados por la UNAN León, la cual es de 12 a 132 días (A. Miriam, C. Carla. Diciembre 2002). Ocurriendo lo contrario cuando se presenta la época lluviosa de hasta 490 mm en el mes de junio, llegando a durar el período de incubación de 23 a 25 días, resultado semejante al establecido en la bibliografía, la cual es de 24 a 39 días (M. Orozco- Santos et. al. Junio 2001). Del 7 de septiembre al 22 de octubre se presentaron precipitaciones de 564 mm, las cuales creaban las condiciones óptimas para que se de el ciclo biológico completo del hongo, durando el período de incubación 20 días, la lamina de agua presente en la hoja permite una rápida y activa liberación de esporas del hongo en el cultivo, presentándose los síntomas en el menor tiempo como son 20 días.

El período de incubación se correlaciona positivamente con las lluvias, temperatura baja, humedad relativa baja. Hora de humedad mayores al 90% y son altamente significativas para el modelo de regresión lineal $P=0.0003$, $P=0.01$, $P=0.001$ y esto lo explica en un 59% de la variabilidad total. Las temperaturas altas, humedad relativa alta no aportan al modelo de regresión lineal múltiple.

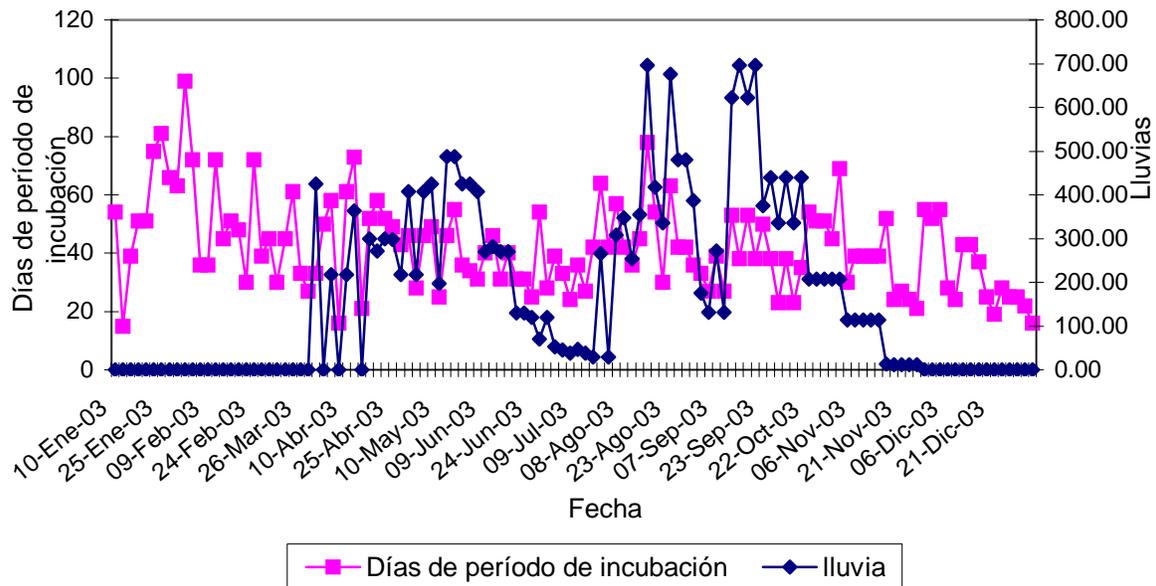


Gráfico No. 1: Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de las lluvias en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario, UNAN-León, 2003.

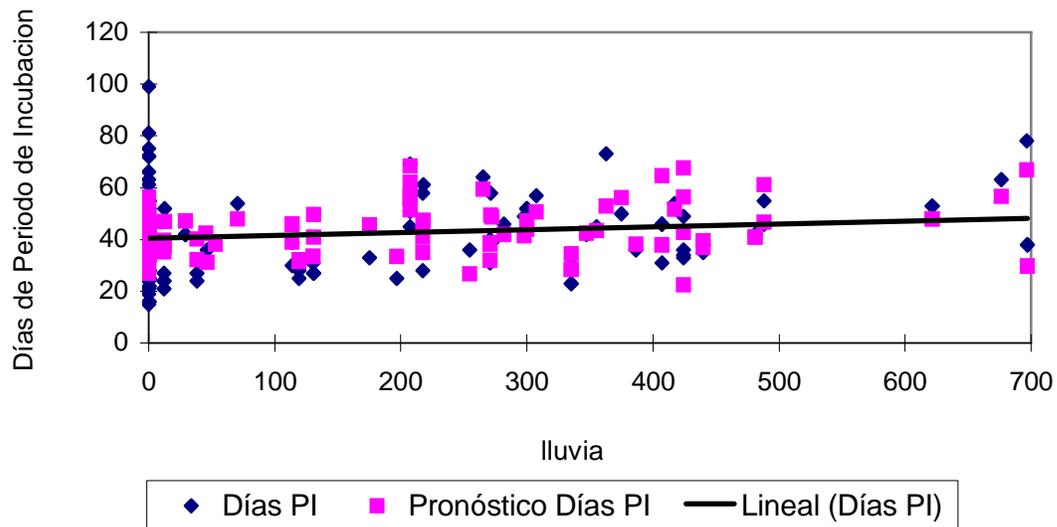


Gráfico No. 2: Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de las lluvias en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario, UNAN-León, 2003.

En cuanto al efecto de la temperaturas en la figura 3 y 4 se observa que las temperaturas mínimas menores de los 25 grados son limitantes para el patógeno, ya que a medida que la temperatura disminuye por debajo de los 25 grados el período de incubación se incrementa hasta los 99 días, siendo menor a la establecida en la bibliografía la cual es de 112 días (M. Orozco- Santos et. al. Junio 2001) y 105 (Centeno. et. al. 2002). Llegando a disminuir hasta 20 días, cuando las temperaturas se incrementa de 26 a 29 grados, lo que nos indica que las temperatura de 26 a 29 grados son optimas para la reproducción del hongo, coincidiendo con lo encontrado por otros estudios similar realizado por A, Miriam, Centeno, K. En el departamento de biología de la UNAN-León, 2002. los que concluyen que la temperatura optima para la reproducción del hongo son de 29 grados.

El período de incubación se correlaciona negativamente con las temperatura baja y es significativa para el modelo de regresión $P=0.01$ y es explicada en un 29% de la variabilidad total.

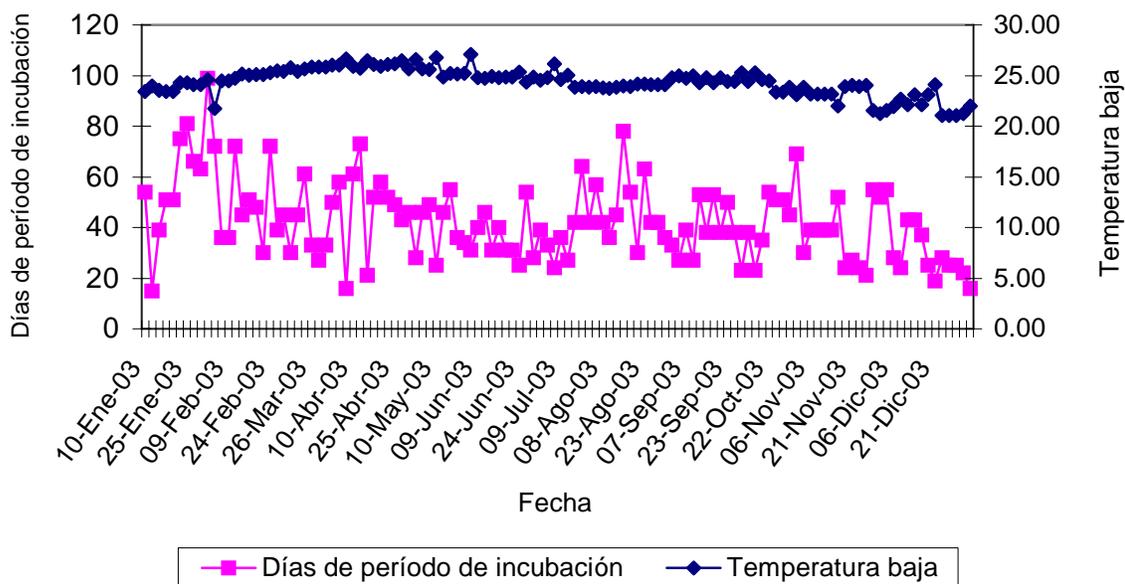


Gráfico No. 3 Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de la temperatura baja en el cultivo del plátano variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

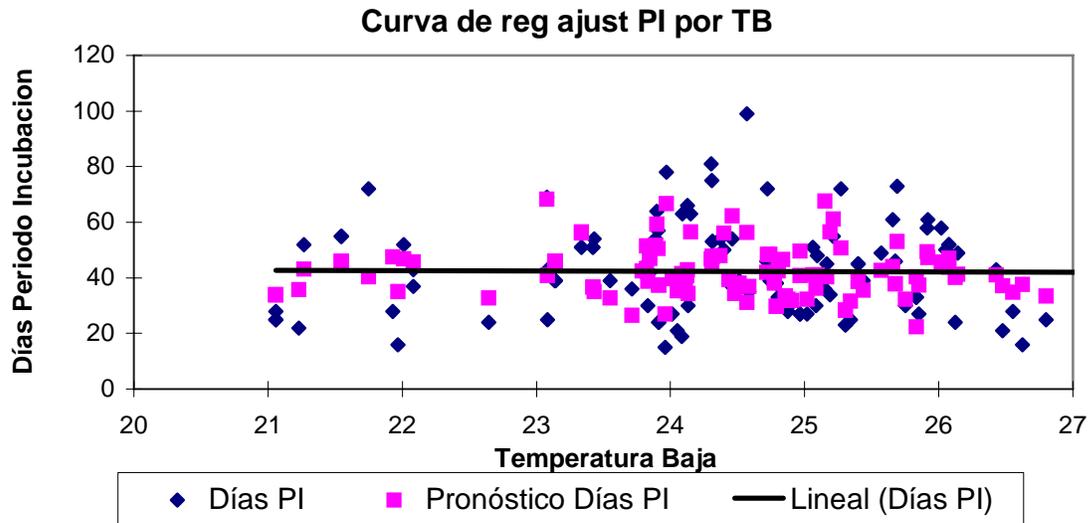


Gráfico No. 4 Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de la temperatura baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

En la figura 5 y 6 se observa el comportamiento del patógeno a lo largo del año en función de la humedad relativa, en éstos se refleja que el comportamiento del patógeno en el período de incubación tiende a ser menor en el número de días, cuando se presentan horas de humedad relativa mayores al 90%. Los resultados obtenidos muestran que hay una correlación positiva entre los días de período de incubación y las horas de humedad relativa mayores al 90%, esto significa que si la humedad aumentan a valores de 70 a 75 % y las temperaturas son mayores de 35 grados los días del período de incubación se aumentan hasta en 99 días, esto ocurrió, del 10 de enero al 10 de abril. El número de días del período de incubación del patógeno son menores hasta de 20 días cuando se presentan horas de humedad relativa mayor o igual a 90%, lo que se observo en período lluvioso de mayo a junio. En los resultados también se observa que los días del período de incubación son de 40 a 50 días, cuando las horas de humedad relativa son de 58 a 70% lo que ocurrió de julio a agosto, resultado muy similar al establecido en la bibliografía la cual es de 33 a 58 días, lo que nos indica que las horas de humedad relativa por debajo del 80% son limitante para el patógeno. La humedad relativa baja se correlaciona negativamente con los días del período de incubación, lo que nos indica que humedades relativa por debajo del 80% son limitantes en la reproducción del patógeno, por lo que del 10 de enero al 10 de abril los días del período de incubación llegaron a durar 99 días.

Cuando la humedad relativa era de 60 a 70%, de mayo a junio, la humedad se incrementa hasta un 80% lo que provoca que los días del período de incubación disminuyan a 23 días. De julio a agosto la humedad relativa disminuye a 60% y el período de incubación aumentan a 80 días, de septiembre a diciembre la humedad relativa baja incrementa nuevamente lo que provoca una disminución en el número de días del período de incubación de 25 días, ver Figura 7 y 8.

La regresión entre los días de período de incubación y las horas de humedad 90%, son altamente significativo $P= 7.6E-11$ el modelo es explicado en un 58% del valor total.

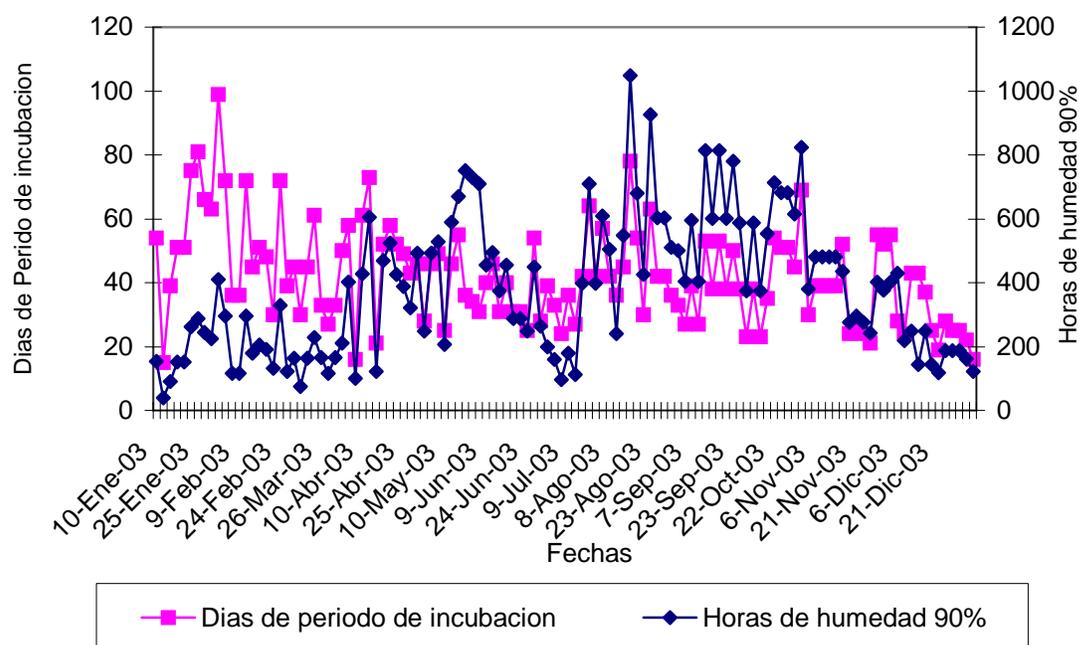


Gráfico No. 5 Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

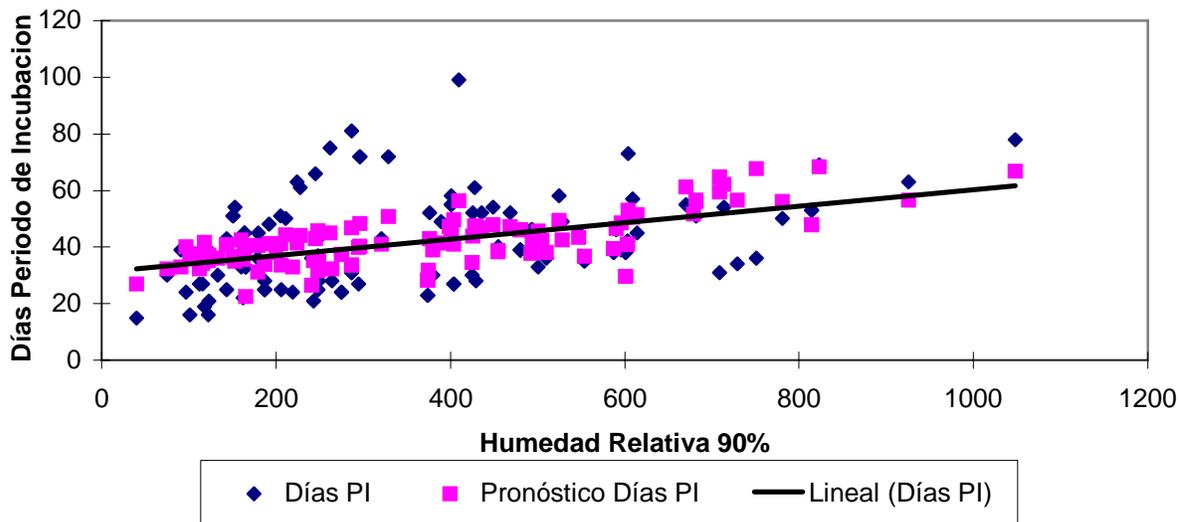


Gráfico No. 6: Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de las horas de humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

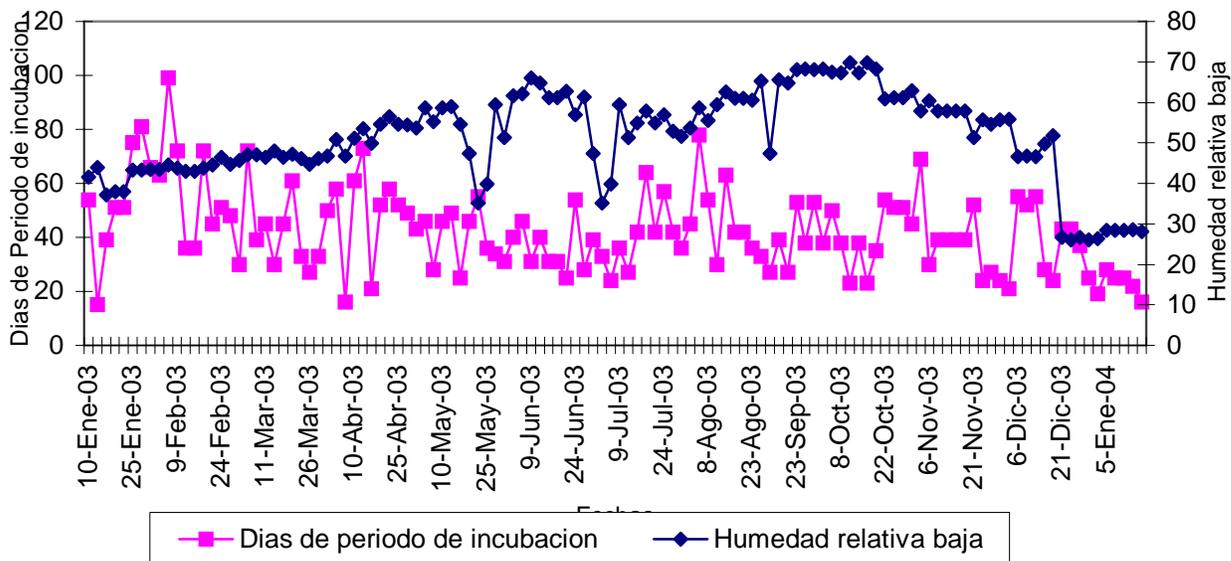


Gráfico No 7. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de la humedad relativa baja el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

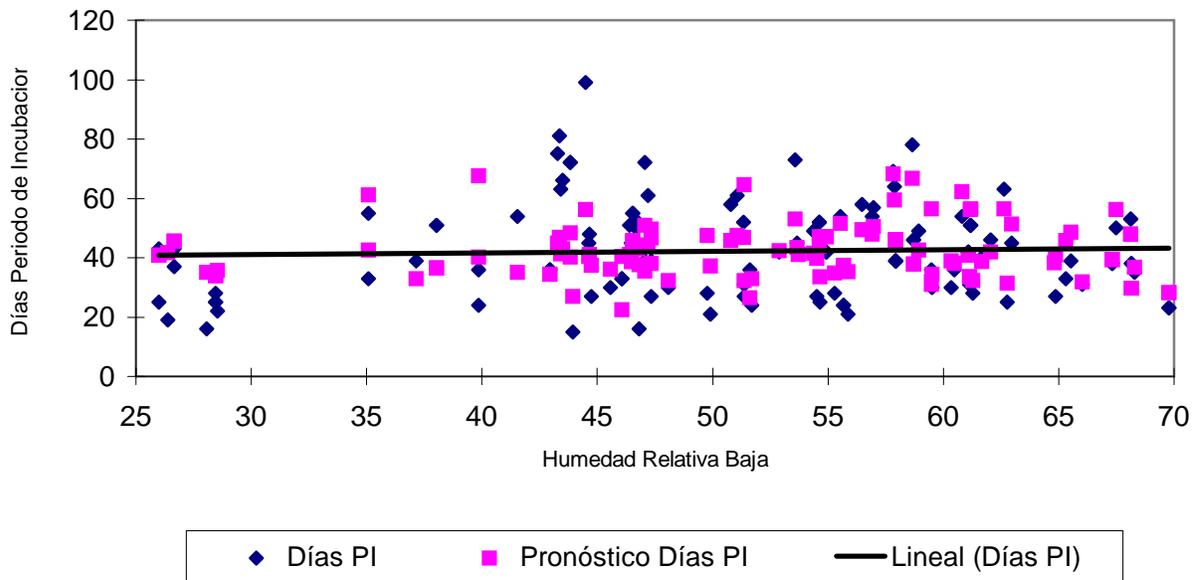


Gráfico No 8. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de incubación por efecto de la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

5.2 Intensidad de la Infección

Los gráficos número 9 y 10 muestran el comportamiento de la Sigatoka considerando la intensidad de la infección, cuando las temperatura baja es menor de los 25 grados, la Sigatoka presenta valores entre 3 a 7 estrías por área muestreada. El 20 de abril se observa que las temperatura baja incrementa a 26 grados centígrados y por ende la intensidad de la Sigatoka incrementa positivamente alcanzando valores de 7 a 13 estrías por área muestreada, resultado muy bajo a lo establecido por Centeno et. al 2002 la cual es de 45 estrías por área muestreada.

Del 22 de octubre al 21 de diciembre de nuevo se registra un descenso en la temperatura, lo que provoca una positivamente en la intensidad de la infección del patógeno de hasta 2 estrías por área muestreada lo que nos indica que las temperaturas por debajo de los 25 grados no son favorables para la normal reproducción de las esporas del patógeno.

La intensidad de la Infección es altamente significativa $P=0.0001$, con las temperaturas bajas y se correlacionan positivamente, lo que nos indica que a

medida que disminuye la temperatura por debajo de los 25 grados, la intensidad de infección disminuye.

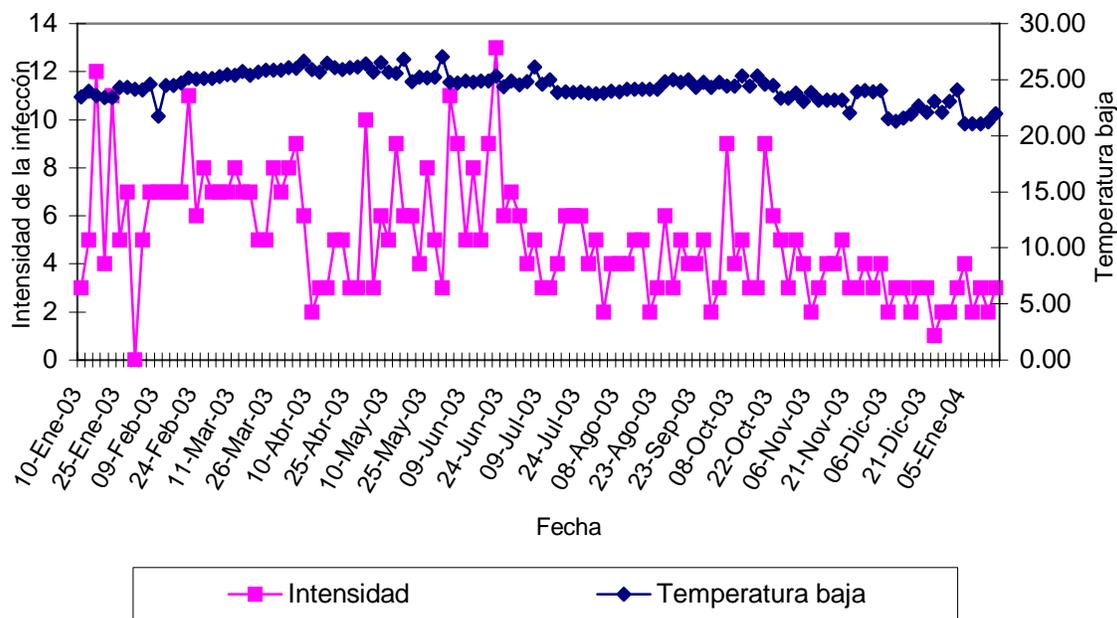


Gráfico 9. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección por efecto de la temperatura baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

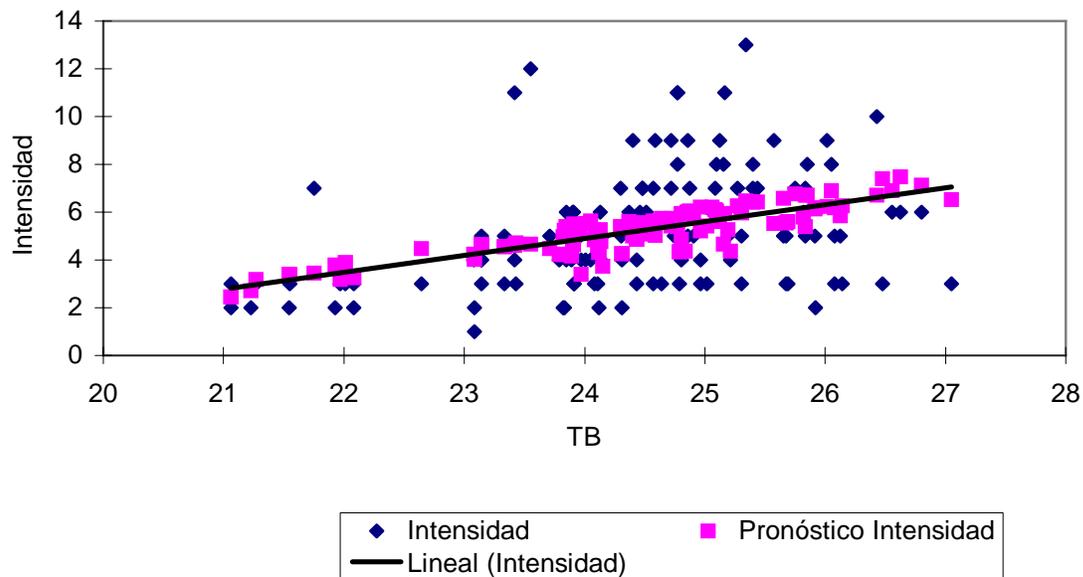


Gráfico 10. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando la intensidad de la infección por efecto de la temperatura baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

5.3 Período de latencia

En las figuras 11 y 12 se observa que el período de latencia es más cortos en el número de días cuando en el ambiente se presentan horas de humedad relativa mayores al 80 %, lo contrario se observa en el período seco, de enero a abril con humedad de 5 a 30% donde el período de latencia duro 106 días, resultado muy similar a la establecida en la bibliografía la cual es de 105 días (Centeno et al.2002) Al presentarse las lluvias se incrementan las horas de humedad relativa en el ambiente hasta en un 95% disminuyendo el período de latencia a 15 días, lo que se observo del 25 de mayo al 9 de junio.

Del 24 de junio al 7 de septiembre la humedad se incrementan a un 80% llegando el período de latencia a durar 20 días para que se de el ciclo completo del hongo; por lo que es claramente 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% y son altamente significativas como lo es también la humedad relativa baja, $P=1E-07$, $P=0.0005$ y es explicada en un 92% de la variación total. Las lluvias, temperaturas altas y bajas no aportan al modelo de regresión.

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

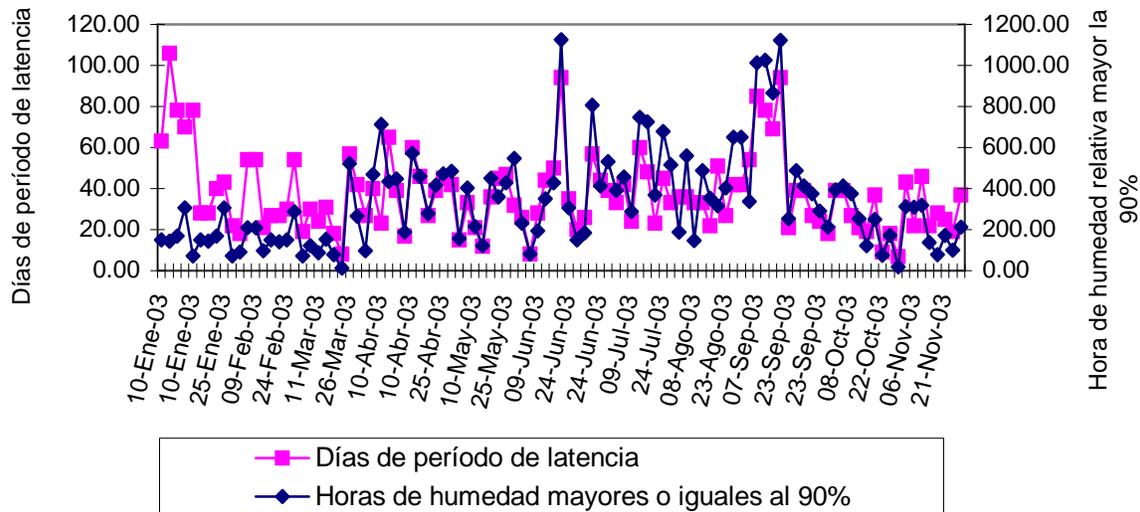


Gráfico 11. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia por efecto de la hora de humedad relativas mayores al 90% en el

cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

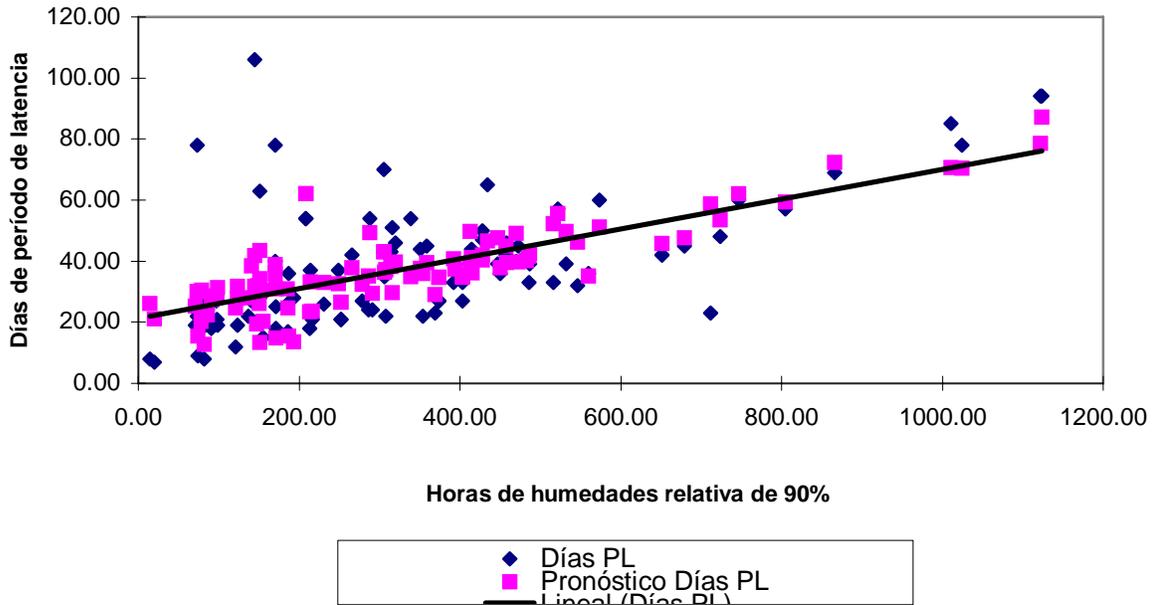


Gráfico 12. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia por efecto de la hora de humedad relativas mayores al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

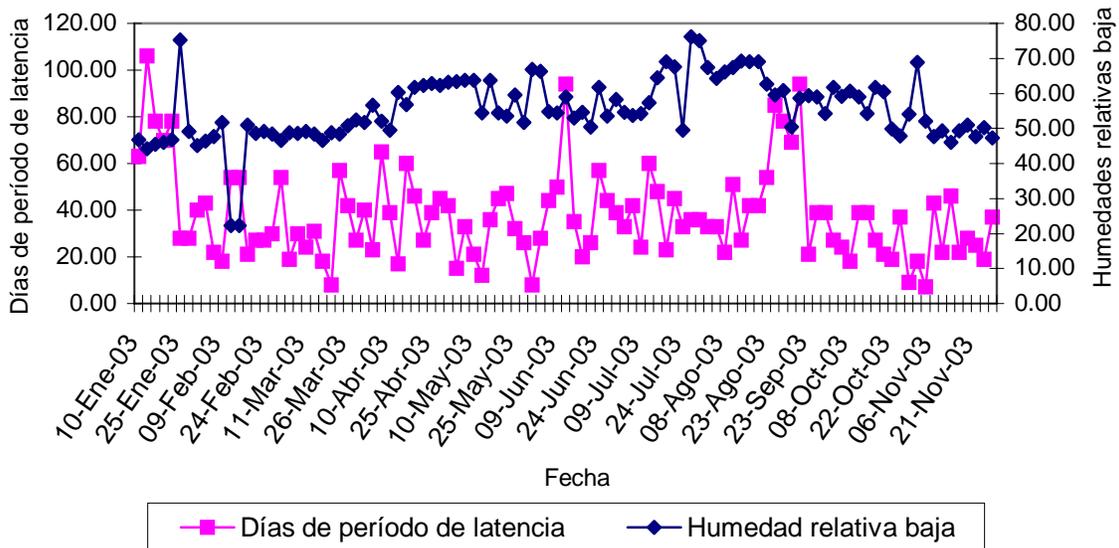


Gráfico 13. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia por efecto de la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

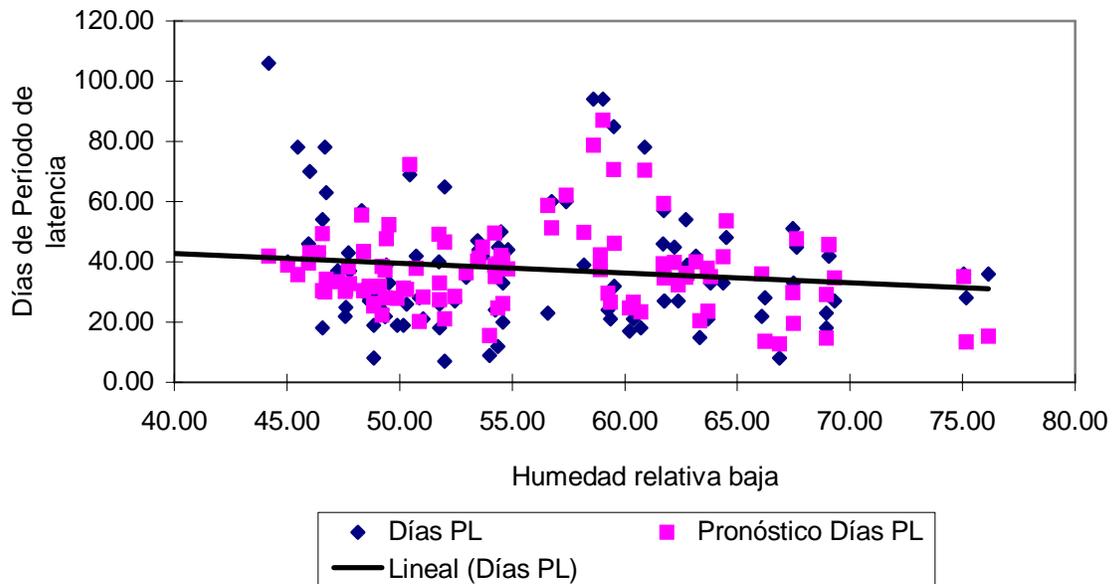


Gráfico 14. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el período de latencia por efecto de la humedad relativa baja en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

5.4 Ritmo de emisión foliar considerando el estado de evolución de la Sigatoka negra.

Las temperaturas y el estado de evolución se correlaciona negativamente ver las figuras 15 y 16. Esto significa que a medida que aumentan las temperaturas por encima de los 35 grados el estado de evolución disminuye, lo cual ocurre en períodos de verano. En la figura 15 se observa que a medida que las temperaturas disminuyen por debajo de los 35 grados el estado de evolución aumenta hasta 700EE, lo que se registró en períodos de invierno del 6 de junio al 6 de agosto. El 8 del mismo mes las temperaturas incrementaron hasta 40 grados centígrados producto del veranillo o canícula que se presento del 15 de julio al 15 de agosto, ésto provocó una disminución drástica en el estado de evolución de la enfermedad hasta en 100. Del 31 de octubre al 12 de diciembre la temperatura disminuye nuevamente, incrementando el estado de evolución en 750EE. Se concluye que las temperaturas mayores de los 35 grados centígrados son

limitantes para el estado de evolución de la enfermedad ya que éstas inhiben las estructuras reproductivas del patógeno.

Las temperaturas altas no son estadísticamente significativas con el estado de evolución, por lo que sólo es explicado en un 13% de la variabilidad total.

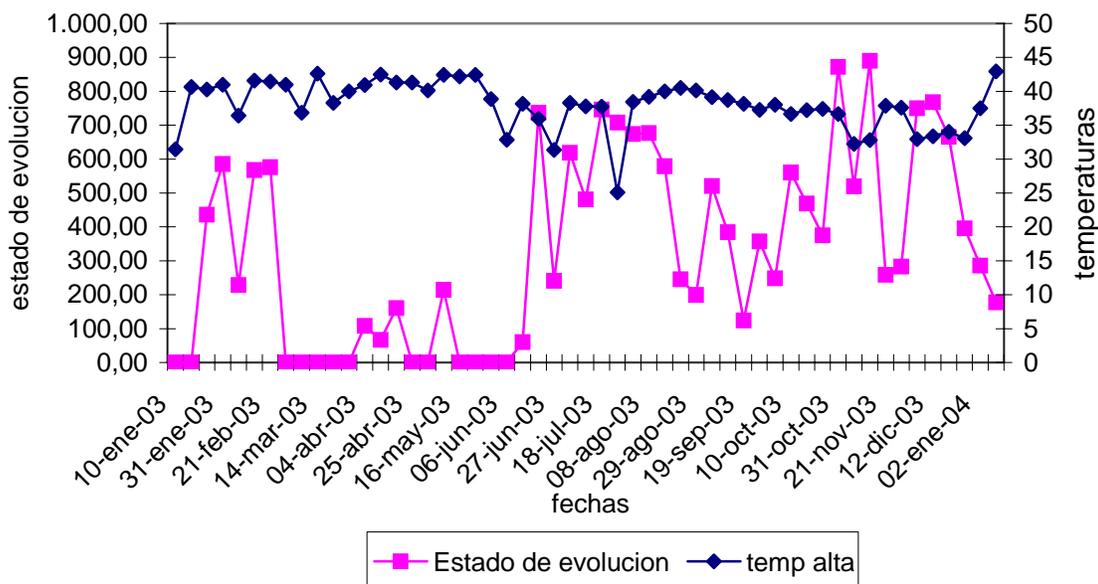


Gráfico 15. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución por efecto de la temperatura alta en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

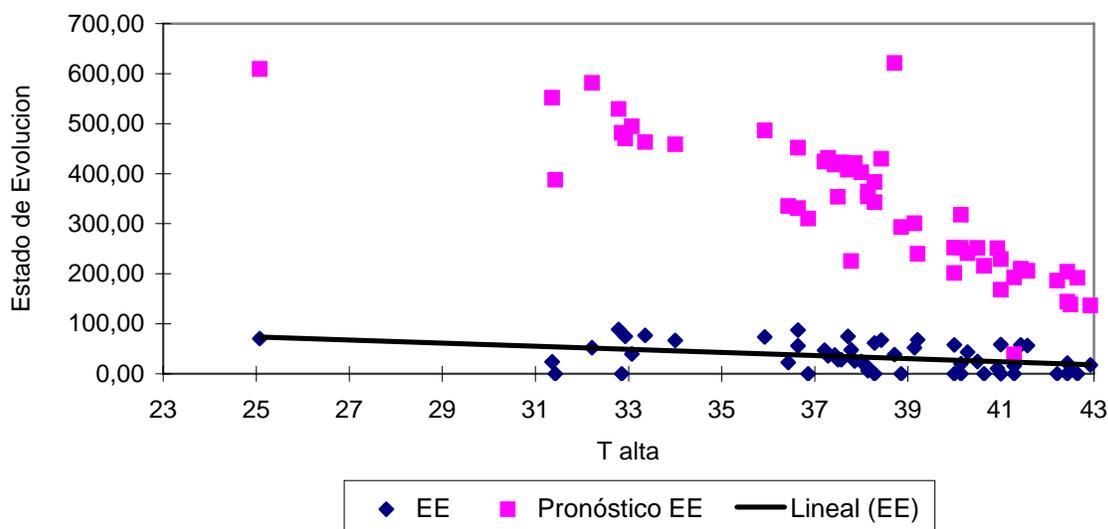


Gráfico 16. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución por efecto de la temperatura alta en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

En las figuras 17 y 18 se muestra que el estado de evolución se presenta de enero a marzo con valores de 0 a 600 EE, 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 se presentó con valores de 0 a 200EE, lo que nos indica que la humedad relativa por debajo del 80% no son óptimas para la reproducción del hongo.

En el período de invierno las horas de humedad relativa se incrementan hasta 95% lo que ocurrió del 25 de junio al 25 de julio provocando un estado de evolución de 700EE. 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, lo que se refleja del 29 de julio al 25 de agosto, provocado por el veranillo de San Juan o canícula. 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 900EE, siendo éste muy bajo en comparación al establecido en Centeno et. al. 2002 la cual es de 2520 EE.

El estado de evolución se correlaciona positivamente con las horas de humedad relativa mayores al 90% y son altamente significativas $P=0.0003$ y esto lo explica en un 47% de la variación total.

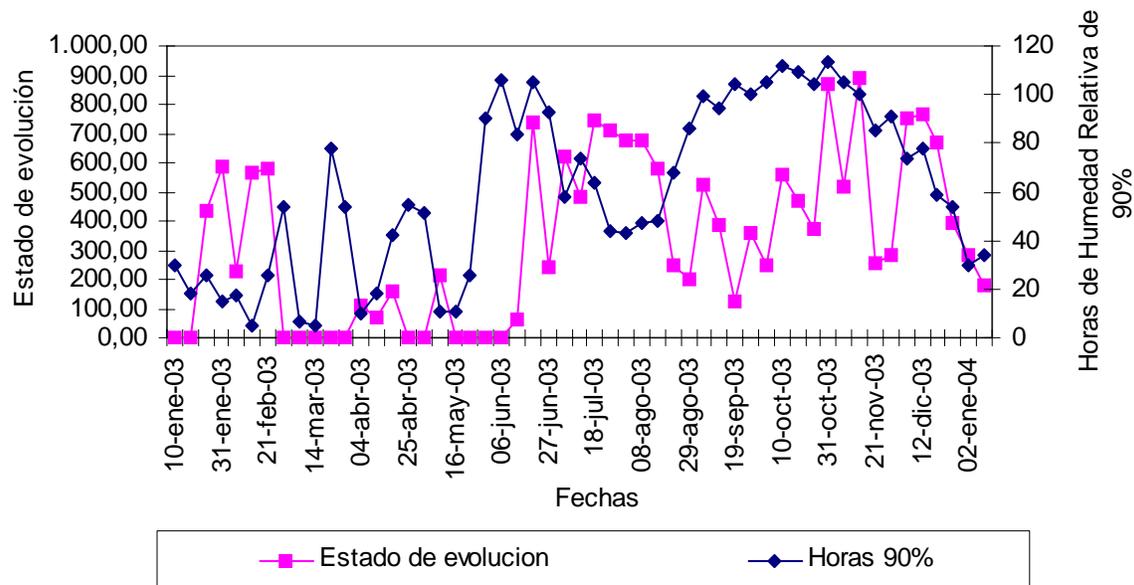


Gráfico 17. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución por efecto de la humedad relativa mayores al 90% en el cultivo del

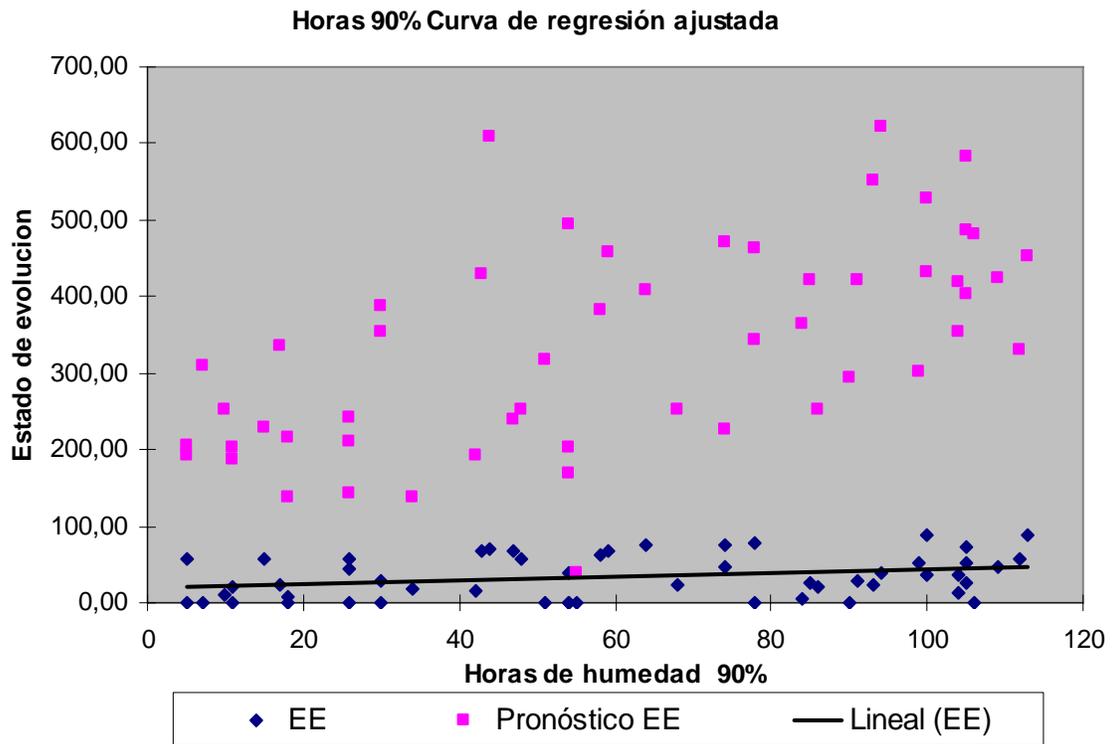


Gráfico 18. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el estado de evolución por efecto de la humedad relativa mayor al 90% en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

La correlación es positiva entre el índice de infección y la lluvia lo que indica que a medida que aumenta la lluvia aumenta el índice de infección, debido a las condiciones de clima que favorecen al hongo en su reproducción, y a pesar de no ser estadísticamente significativa $P=0.06$ y es explicado en un 15% de la variabilidad total. Las temperaturas altas, bajas, medias y las humedades relativas altas, bajas, medias y las horas de humedad relativa mayores al 90% no aportan al modelo de regresión.

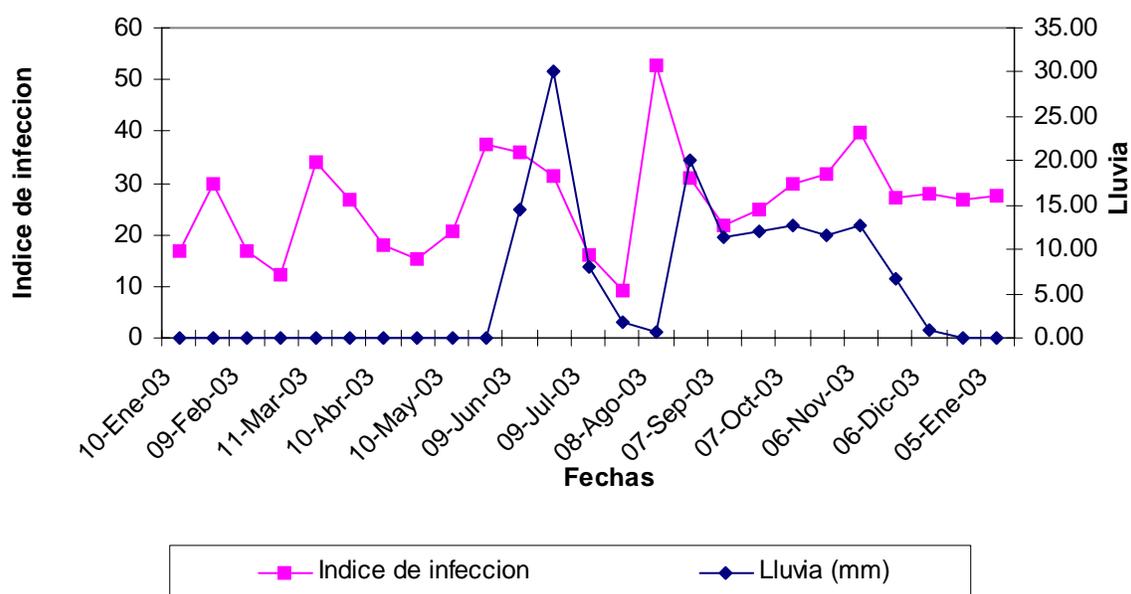


Gráfico 19. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Índice de infección por efecto de las lluvias en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus Agropecuario UNAN-León, 2003.

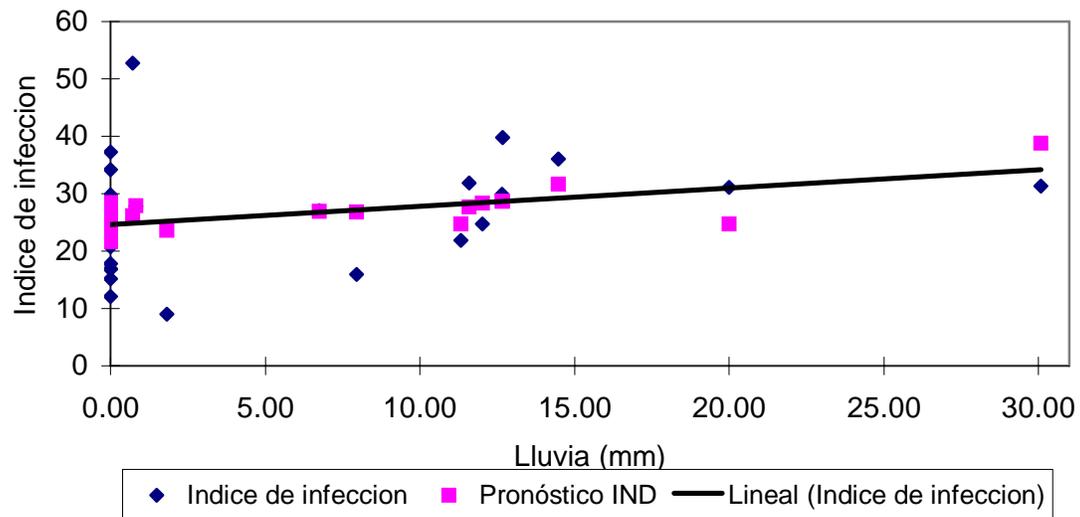


Gráfico 20. Comportamiento de la Sigatoka negra considerando el Índice de infección por efecto de las lluvias en el cultivo del plátano, variedad cuerno gigante (AAB) Campus agropecuario UNAN-León, 2003.

VI CONCLUSIONES

1. En la investigación realizada se logró determinar que los factores que favorecen al desarrollo del hongo y su mayor efecto en el cultivo son: La lluvia, las horas de humedad relativa mayores del 90% y las temperatura bajas de 26 grados, condiciones favorables para la diferentes fases del ciclo biológico del patógeno.
2. De igual forma se determinó que los factores que influyen negativamente en el comportamiento del hongo como son: las temperaturas mayores de 35 grados, humedad relativa bajas de 22 grados centígrados 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% el comportamiento y daño de la enfermedad fue relativamente bajo, en relación con el comportamiento que éste 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 duro 106 días con humedad relativa 40 a 70%, para un período total del ciclo del patógeno de 205 días.
4. Del 22 de mayo al 22 de octubre época de invierno con precipitaciones de 429mm el daño causado por el patógeno 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 y como máximo 94 días con humedades relativas en el ambiente de 95 a 100% y precipitaciones de 429mm a 636mm respectivamente. A lo largo del año el mes que menor daño causó la enfermedad fue para el mes de febrero, y en el que más daño provocó fue el mes de agosto.
5. El estado de evolución de la enfermedad para el ritmo de emisión foliar fue de 585 en el período de verano, 10 de enero al 28 de abril. Lo que nos indica que el estado de evolución del patógeno es relativamente bajo en períodos secos, debido a que no se presenta las condiciones

óptimas necesarias de humedad relativas alta, precipitaciones y las temperaturas bajas, las que juegan un papel importante en la reproducción y liberación del inóculo del patógeno.

29

6. Es muy importante mencionar que los síntomas de la enfermedad en las variables de intensidad de la infección, índice de la infección y el estado de evolución, no se presentan en el mismo momento que se presentan las condiciones favorable al patógeno, si no que se vienen manifestando después de 15 que se presentaron las condiciones óptimas para su reproducción, como son las lluvias, humedad relativas altas y temperaturas óptimas de 28 grados, lo que consideramos normal en el ciclo reproductivo del patógeno.

VII RECOMENDACIONES

- Es importante que se sigan haciendo evaluaciones de éste tipo, dado la heterogeneidad de las variables edafoclimáticas en nuestro país, en especial las lluvias, las que inciden significativamente en el comportamiento de la Sigatoka negra.
- Es necesario capacitar a los grandes, medianos y pequeños productores a 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 eclosión de las esporas y de ésta manera bajar la presencia de inóculo y daños que ésta enfermedad ocasiona al cultivo.
- Es una buena alternativa el uso de variedades resistentes a la enfermedad de la Sigatoka negra como la FHIA 20 y la FHIA 21, ya que éstos híbridos muestran resistencia al ataque del patógeno.
- Para el preaviso biológico y manejo de ésta enfermedad es de vital importancia tomar en cuenta tres aspectos como son: la resistencia creada por el patógeno, la susceptibilidad del cultivo, y las condiciones edafoclimáticas que favorecen al hongo.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aráuz M. Centeno C. 2002. Desarrollo de la epidemia de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo del plátano y su relación con factores climáticos, UNAN-León.
2. Bel alcázar C. S 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Pp. 376.
3. Carlos R. 2003. Informe final, proyecto de Investigación manejo químico de la Sigatoka negra.
4. 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.
5. El Cultivo del Plátano. Silvio Bel alcázar Carvajal. Guía Práctica. Armenia, febrero 1999.
6. FAO Internet de INIBAP 2003.
7. Fouré, E. 1988. Estrategias de lucha contra la Sigatoka negra de los bananos y plátanos. 43(5):269-274.
8. Guía para el manejo agro ecológico de musáceos Managua, Nicaragua, CD-ROOM 2004.
9. IICA 1983. Guía técnica para el cultivo del plátano. P. 1-24. serie de publicaciones miscelánea 434.
10. InfoMusa. Vol. 10 No. 1. Junio 2001. pp.35-36.
11. InfoMusa VOL. 12 No. 2. Diciembre 2003. pp. 13-15.
12. INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 1999.
13. INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 2000.
14. INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 2001.
15. INIBAP MusaDOC, CD-ROOM 2001.

16. Marín V. Y C. Romero 1992. El combate de la Sigatoka negra en bananos de Costa Rica. Boletín No. 4. pp. 22.

17. Material Didáctico de musáceas. UNAN-León. CD-ROOM 2002.

32

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. 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.

21 MIP-Musáceas INTA Guía Tecnológica. 1997. pp. 42-47.

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 Sansón R. 2000. Plan estratégico de León ED.79. pp.14-18.

29 Sequeira, L. Control of bacterial with of bananas by crop rotation and fallowing. Trop. Agric. 39: 211-217.

30 Stover, R. 1989. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra. pp.1959-1989.

31 Thurston D.1989. Enfermedades de cultivo en el trópico.

32 Zamorano, 1991. Manejo Integral de Plagas de Musáceas (plátano y guineos) pp.23-24.

33

IX ANEXOS

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	0.14188923	1					
TA	-0.04100131	-0.26984741	1				
TB	-0.01190215	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	0.60461489	1

Regresión

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

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepció	-28.4825417	33.8783434	-0.84073006	0.40227466	-95.6016242	38.6365409	-95.6016242	38.6365409
lluvia	-0.04238483	0.01143189	-3.70759579	0.00032585	-0.06503346	-0.0197362	-0.06503346	-0.0197362
TA	0.23529743	0.37161372	0.63317745	0.52789714	-0.50093609	0.97153095	-0.50093609	0.97153095
TB	2.7308111	1.10086984	2.48059399	0.01458998	0.54979025	4.91183195	0.54979025	4.91183195
HRA	-0.00408417	0.16509296	-0.02473862	0.98030709	-0.33116298	0.32299463	-0.33116298	0.32299463
HRB	-0.49141787	0.15108085	-3.25268135	0.00150766	-0.79073617	-0.19209957	-0.79073617	-0.19209957
HR 90	0.07659207	0.01065861	7.18593775	7.6443E-11	0.05547546	0.09770868	0.05547546	0.09770868

Correlación
Período de latencia por factores climáticos

	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
Periodo latencia	1						
lluvia	-0.27446288	1					
Temp. alta	0.11550036	0.45139093	1				
Temp.. baja	-0.07856642	0.70557229	0.63889304	1			
Temp. media	0.13081841	-0.09895707	0.0525446	0.06523736	1		
Hr alta	0.48056201	-0.32544776	-0.00298117	-0.13533862	0.42831596	1	
Hr baja	0.40071142	-0.25522703	0.04776401	-0.04392867	0.75177422	0.88502066	1
Hr media	0.7776889	-0.25720796	-0.0049071	-0.17364568	-0.01519357	0.3187289	0.21418375

Regresión
Período de latencia por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.7522294
Coefficiente de determinación R ²	0.56584906
R ² ajustado	0.52890005
Error típico	13.3305548
Observaciones	103

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Periodo latencia	61.0705981	28.9982787	2.10600769	0.03786871	3.49386515	118.647331	3.49386515	118.647331
lluvia	0.01149007	0.01258782	0.91279298	0.36368662	-0.01350332	0.03648347	-0.01350332	0.03648347
Temp. alta	1.7340401	0.74408028	2.3304476	0.02192144	0.25665202	3.21142819	0.25665202	3.21142819
Temp.. baja	1.60836046	0.64475392	2.4945338	0.01435788	0.32818708	2.88853384	0.32818708	2.88853384
Temp. media	-2.5713502	0.78813563	-3.26257324	0.00153957	-4.13621117	-1.00648924	-4.13621117	-1.00648924
Hr alta	-0.26677556	0.49192202	-0.54231271	0.58888649	-1.24349776	0.70994664	-1.24349776	0.70994664

Hr baja	-0.70495754	0.50656488	-1.39164313	0.16731494	-1.71075348	0.3008384	-1.71075348	0.3008384
Hr media	-0.02273277	0.89966339	-0.02526808	0.9798947	-1.80903461	1.76356907	-1.80903461	1.76356907
Humd 90%	0.05029445	0.00914037	5.50245141	3.2243E-07	0.03214604	0.06844286	0.03214604	0.06844286

Correlación

Intensidad de la infección por factores climáticos

	<i>Intensidad</i>	<i>lluvia</i>	<i>TA</i>	<i>TB</i>	<i>HRA</i>	<i>HRB</i>	<i>HR 90</i>
Intensidad	1						
lluvia	-0.06168455	1					
TA	0.10101864	-0.31816581	1				
TB	0.37036684	0.24780385	0.15982043	1			
HRA	-0.03245073	0.2277192	-0.50326555	-0.16323222	1		
HRB	0.10712356	0.6097383	-0.15798529	0.29879251	0.20193354	1	
HR 90	-0.12048373	0.79494078	-0.35769361	-0.02834998	0.28280095	0.60564596	1

Regresión

Intensidad de la infección por factores climáticos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.42179295
Coeficiente de determinación R ²	0.17790929
R ² ajustado	0.13575079
Error típico	2.29366865
Observaciones	124

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>
Intercepció	-16.5173747	6.03931771	-2.73497363	0.00720982	-28.477926	-4.55682332	-28.477926
lluvia	-0.00314199	0.00199299	-1.57651833	0.11760649	-0.007089	0.00080503	-0.007089
TA	0.0077704	0.06647646	0.11688954	0.907148	-0.12388273	0.13942354	-0.12388273
TB	0.77093203	0.19483998	3.95674463	0.00013072	0.3850617	1.15680237	0.3850617
HRA	0.01787643	0.02484467	0.71952791	0.47325051	-0.03132713	0.06707999	-0.03132713
HRB	0.02935415	0.02651469	1.10708996	0.27052597	-0.0231568	0.0818651	-0.0231568
HR 90	-7.2301E-05	0.00184586	-0.03916935	0.96882213	-0.00372794	0.00358334	-0.00372794

Correlación

Estado de evolución por factores climáticos

	EE	Lluvia (mm)	T alta	T baja	HR alta	HR baja	Horas 90%
EE	1						
Lluvia (mm)	0.20353632	1					
T alta	-0.39918415	-0.27258649	1				
T baja	-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	0.79044207	1

Regresión

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

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1395.380441	688.6220305	2.026337205	0.048551318	9.257511809	2781.50337
Lluvia (mm)	-0.22793288	1.286033285	-0.177237154	0.860100237	-2.816581143	2.360715383
T alta	-18.90802745	12.61637821	-1.498689016	0.140786197	-44.30345535	6.487400442
T baja	-17.70218087	16.13373612	-1.097215223	0.27825794	-50.17767624	14.7733145
HR alta	-3.59732867	7.033080503	-0.511486918	0.611456792	-17.75417192	10.55951458
HR baja	9.524666696	5.850581832	1.627986236	0.110358813	-2.251932464	21.30126586
Horas 90%	-0.742688909	2.081779797	-0.356756709	0.722905307	-4.933090293	3.447712476

Correlación

Índice de infección por factores climáticos

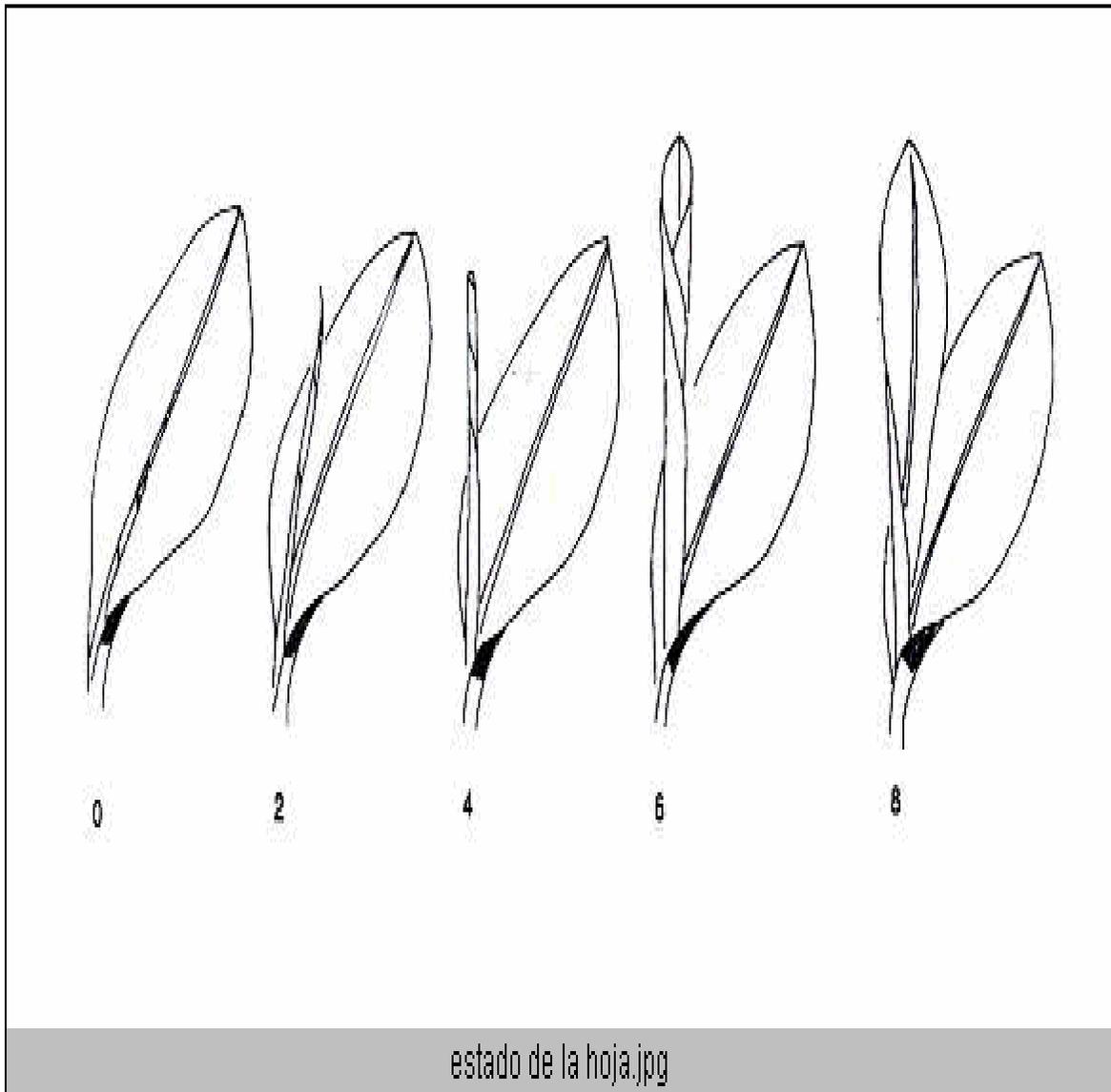
	<i>IND</i>	<i>Lluvia (mm)</i>	<i>T.Max.</i>	<i>T.Min.</i>
IND	1			
Lluvia (mm)	0.26015135	1		
T.Max.	-0.07898205	-0.42640331	1	
T.Min.	-0.12134506	0.1058005	0.60994002	1

Regresión

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.36669011
Coefficiente de determinación R ²	0.13446163
R ² ajustado	0.0108133
Error típico	9.73900575
Observaciones	25

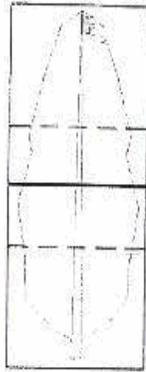
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>
Intercepción	25.8973852	24.1871426	1.07070875	0.29645264	-24.4025402	76.1973106	-24.4025402
Lluvia (mm)	0.54381969	0.31911377	1.70415613	0.10310519	-0.11981384	1.20745323	-0.11981384
T.Max.	0.9516844	0.91723751	1.03755503	0.31127735	-0.95581576	2.85918456	-0.95581576
T.Min.	-1.45839931	1.15656956	-1.26096982	0.2211494	-3.86361779	0.94681918	-3.86361779

Estado de la candela



Grados de la Sigatoka negra

Escala de Stover modificada por Gauhl (1989)



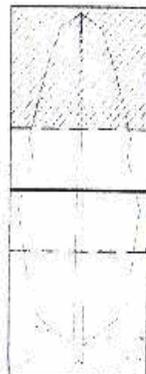
GRADO 1
(Hasta 10 manchas)



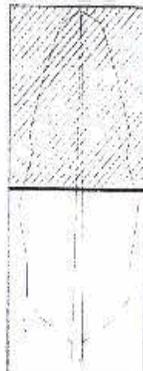
GRADO 2
(<5%)



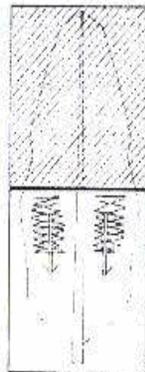
GRADO 3
(6-15%)



GRADO 4
(16-33%)



GRADO 5
(34-50%)



GRADO 6
(>50%)