

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA TROPICAL



RESISTENCIA DE CUATRO HÍBRIDOS FHIA DE BANANO (*Musa acuminata x balbisiana* Colla) A SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) EN SAHUAYACO, LA CONVENCION

Tesis presentada por la Bachiller:

Karen Eva Depaz Molina

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRONOMO TROPICAL

ASESOR:

Mgt. Ing. Wilton Henry Céspedes Del Pozo

QUILLABAMBA – LA CONVENCION

CUSCO – PERU

2010

DEDICATORIA

De todo corazón Dedico este trabajo y el éxito de mis estudios:

A Dios, por darme las fuerzas para cumplir las aspiraciones propuestas cuando inicie mi carrera, y gracias a él estoy aquí cumpliendo con uno de mis objetivos. Gracias señor por darme el don del aprendizaje, hecho que motivó la realización de mis estudios universitarios y concretamente este proyecto de grado, a pesar de los contratiempos.

A mi madre por su sacrificio constante y cariño incondicional, además por brindarme siempre su apoyo en cada momento de mi vida.

A mi princesita Arely Shantale por ser lo más hermoso que me ha ocurrido y por ser motivo de lucha y superación constante, además por darme las fuerzas necesarias para desear ser mejor cada día.

A mi amor Fredy Vivanco, por estar conmigo siempre y apoyarme en todo momento, Sobre todo por darme lo mejor de esta vida: Ser madre.

Para finalizar dedico este trabajo a mi persona, para darme cuenta que con amor y esfuerzo se pueden alcanzar las metas y que sí bien es cierto; esta es la finalización de una etapa de mi vida es también el primer paso de un gran cambio.

AGRADECIMIENTO

Al SENASA por confiarme la evaluación del proyecto "Evaluación de la Resistencia de Genotipos de Plátano a la Sigatoka Negra"; en la persona del Ing. Erick Echeagaray así mismo extender mi agradecimiento al Ing. Carlos Armando Rodríguez por toda la ayuda que me brindó durante la realización del mismo.

Agradezco también a los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales de la tricentenaria casa Antoniana que no fueron mezquinos y me brindaron sus conocimientos y aportaron en gran parte en mi desarrollo profesional. Quiero prolongar un agradecimiento a mi profesor asesor del proyecto. Ing. Wilton Céspedes por ser la guía que necesité durante el desarrollo de la Tesis. Así mismo quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Isaías Merma Molina por su valiosa y precisa ayuda en la revisión y corrección del presente documento.

Agradezco de una manera muy especial con mucha sinceridad y humildad: A mi familia; madre, abuelos, tíos(as) y primos(as) por el cariño incondicional y apoyo moral que me ha brindado durante todos los años de mi existencia.

Al personal obrero que labora en el CAT - Sahuayaco quienes me ayudaron desinteresadamente en el campo.

A todas las persona que estuvieron cuando las necesite, especialmente a mi Familia y a mis grandes amigos(as).

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para la ejecución de éste proyecto.

RESUMEN

La mayoría de las variedades de banano cultivadas en la Provincia de La Convención, Cusco, presentan una serie de características agronómicas indeseables, como porte alto, susceptibilidad a plagas y enfermedades y baja productividad. El objetivo del trabajo fue evaluar en condiciones agro climáticas de la zona, cuatro clones híbridos tetraploides de banano, originarios de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA); propagados clonalmente, para conocer su comportamiento con respecto a las características del racimo, rendimiento agrícola, comportamiento frente a Sigatoka negra y ciclo vegetativo a la cosecha, durante el primer ciclo del cultivo, para la incorporación al sistema de producción de la región. La investigación se realizó en el Centro Agrario Tropical “CAT-Sahuayaco” – UNSAAC. Echarati, durante el 2do. Semestre de 2001, todo el año 2002 hasta el 1er. semestre de 2003. Gracias a un convenio del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) y la UNSAAC a través de la facultad de Ciencias Agrarias Tropicales; denominado: “Convenio de Evaluación de la Resistencia de Genotipos de Plátano a la Sigatoka negra”, en el cual se ejecutó dicho trabajo de tesis. Se estableció un experimento, en un diseño en bloques completos al azar. Se evaluaron 05 tratamientos con 03 repeticiones (cuatro clones híbridos introducidos FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18, FHIA-23 y como testigo el clon local Seda), la unidad experimental constó de 20 plantas, realizándose evaluaciones semanales. De un modo general, el híbrido FHIA-23 se destacó de las demás por sus excelentes características agronómicas (porte mediano, buena producción, pseudotallo robusto, de sabor semejante al de las bananas del tipo Seda y ausencia de Sigatoka amarilla).

Los resultados obtenidos permiten inferir que el híbrido FHIA-23 constituye una buena opción para eventuales siembras comerciales de banano en la localidad de Sahuayaco y en otras con suelo y clima similares de la Provincia, tanto por sus características productivas como por su condición de resistencia a la Sigatoka negra. En general para los clones introducidos las características agronómicas como AP (altura de planta), número de NHF (hojas funcionales a la floración y Cosecha), etc. fueron similares a los reportados por la FHIA (1997); sin embargo, los DF (días a floración) y Ciclo de cultivo (DC) en nuestra región fue mucho mayor de lo reportado, lo cual puede considerarse un índice adverso del traslado del material vegetativo o una eventual adaptación a la zona de estudio.

Palabras claves: Sigatoka negra, híbridos FHIA, banano.

Depaz, K. 2010. Resistencia de cuatro híbridos FHIA de banano (*musa acuminata x balbisiana* colla) a Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en Sahuayaco, La Convención Tesis Profesional, UNSAAC, Perú, P. 137.

INDICE GENERAL

Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimientos	<i>ii</i>
RESUMEN	<i>iii</i>
Índice General	<i>v</i>
Índice de Cuadros	<i>ix</i>
Índice de Figuras	<i>xii</i>
Índice de Anexos	<i>xiv</i>
Lista de Fotos	<i>xv</i>
I INTRODUCCIÓN	16
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1. Descripción de la problemática	17
2.2. Marco histórico	18
2.3. Formulación del problema	19
2.4. Justificación del estudio de investigación	19
2.5. Delimitación del problema de investigación	19
III. OBJETIVOS	20
3.1. Objetivos Generales	20
3.2. Objetivos Específicos	20
IV. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	21
4.1. Hipótesis nula	21
4.2. Hipótesis alterna	21
V. FUNDAMENTO TEORICO	22
5.1 Del Banano	22
5.1.1. Origen y Distribución	22
5.1.2. La producción de banano en el mundo	22
5.1.3. Aspectos Botánicos	23
5.1.3.1. Posición Taxonómica	23
5.1.3.2. Descripción botánica del género Musa sp.	25
• Sistema Radical	28
• Cormo	28
• Pseudotallo y sistema foliar	28
• Inflorescencia y racimo	29

•	Fruto	29
5.1.4.	Métodos de propagación	30
•	Propagación convencional	30
•	Cultivo de tejidos	31
5.1.5	Mejora genética	31
5.1.6	Descripción general de los Híbridos FHIA	32
5.2.	De la Sigatoka negra	36
5.2.1.	Importancia	36
5.2.2.	Origen y distribución geográfica	36
5.2.3.	Situación de la SN en banano y plátano en el trópico Americano	37
5.2.4.	Taxonomía	38
5.2.5.	Agente causal y Biología	38
5.2.6.	Ciclo de vida de <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	39
5.2.7.	Estadios del desarrollo de la enfermedad	41
5.2.8.	Comparación de la Sigatoka negra y amarilla	43
5.2.9.	Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad	44
5.2.10.	Nociones de resistencia y tolerancia	45
5.2.11.	Tipos de resistencia a enfermedades	46
5.3.	Metodología de Evaluación de la Sigatoka negra	47
5.3.1.	Hoja más joven manchada	47
5.3.2.	Número de hojas erectas	48
5.3.3.	Número de hojas funcionales	48
5.3.3.1.	Índice de reducción de Hojas Funcionales	48
5.3.4.	Índice de hojas no manchadas	49
5.3.5.	Severidad de la enfermedad (Índice de infección)	49
5.3.6.	Tiempo de desarrollo de la enfermedad	51
5.3.7.	Tasa de Sigatokas	52
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	53
6.1.	Materiales	53
6.1.1.	Material genético	53
6.1.2.	Material de campo	53
6.1.3.	Material de gabinete	53
6.1.4.	Muestreo de suelo	54
6.1.5.	Ubicación del campo experimental	54

6.2.	Métodos	56
6.2.1.	Diseño Experimental	56
6.2.2.	Características del campo experimental	56
6.2.3.	Croquis del experimento	57
6.2.4.	Esquema de cada unidad experimental	58
6.2.5.	Ficha descriptiva de los híbridos en estudio	59
6.2.6.	Ejecución del experimento	59
6.2.7.	Labores culturales	60
6.2.7.1.	Reposición	60
6.2.7.2.	Deshije	60
6.2.7.3.	Deshoje	60
6.2.7.4.	Riegos y drenaje	60
6.2.7.5.	Deshierbe	60
6.2.7.6.	Fertilización	61
6.2.7.7.	Medidas de control de insectos	61
6.3.	Variables evaluadas y análisis estadístico	61
6.3.1.	Información climatológica	62
6.3.2.	Evaluación de la Sigatoka negra	62
6.3.3.	Características del fruto	62
6.3.4.	Información agronómica	63
6.3.5.	Análisis estadístico de los resultados	63
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
7.1.	Evaluación de la Sigatoka negra	64
7.1.1.	Hoja más joven manchada	66
7.1.1.1.	En la Floración	66
7.1.1.2.	De Floración a cosecha	67
7.1.1.3.	En la Cosecha	69
7.1.2.	Número de hojas erectas	71
7.1.2.1.	En la Floración	71
7.1.2.2.	De Floración a cosecha	72
7.1.2.3.	En la Cosecha	74
7.1.3.	Número de hojas funcionales	75
7.1.3.1.	En la Floración	76
7.1.3.2.	En la Cosecha	78

7.1.3.2.1	Índice de reducción de Hojas Funcionales	79
7.1.4.	Índice de hojas no manchadas	80
7.1.4.1.	En la Floración	80
7.1.4.2.	De Floración a cosecha	82
7.1.4.3.	En la Cosecha	83
7.1.5.	Severidad de la enfermedad (Índice de infección)	85
7.1.5.1.	A los seis meses	86
7.1.5.2.	En la Floración	87
7.1.5.3.	De Floración a cosecha	89
7.1.5.4.	En la Cosecha	90
7.1.6.	Tiempo de desarrollo del a enfermedad	92
7.1.7.	Tasa de Sigatokas	93
7.2.	Información climatológica	96
7.2.1.	Interacción climatológica con el índice de infección	100
7.3	Características del fruto	101
7.3.1.	Peso del racimo	102
7.3.2.	Número de manos del racimo a la cosecha	103
7.3.3.	Número de frutos a la cosecha	105
7.3.4.	Peso del fruto al momento de la cosecha	106
7.4.	Información agronómica: Características agronómicas de las plantas	108
7.4.1.	Días de siembra a floración o pariaparición	109
7.4.2.	Número de días entre floración y cosecha	109
7.4.3.	Ciclo del cultivo	110
7.4.4.	Altura de la planta en la floración o pariaparición	111
7.4.5.	Circunferencia del pseudotallo a la cosecha	112
VIII.	CONCLUSIONES	113
IX.	RECOMENDACIONES	116
X.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	118
XI.	ANEXOS	124

INDICE DE CUADROS

N°	Título	Pg.
1	Producción mundial de banano por país y año en TM.	22
2	Resultados del análisis de suelos de la parcela experimental	54
3	Promedios ordenados para la evaluación de la enfermedad	64
4	Evaluación del Índice de infección de la Sigatoka negra, tiempo de desarrollo de la enfermedad e Índice de reducción de hojas funcionales.	65
5	Análisis de Varianza para hoja más joven manchada a la floración (HMJMF).	66
6	Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada al momento de la floración.	66
7	Análisis de Varianza para hoja más joven manchada de floración a cosecha (HMJMFC).	67
8	Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada de floración a cosecha (HMJMFC)	68
9	Análisis de Varianza para hoja más joven manchada a la cosecha (HMJMC) - sin corregir.	69
10	Análisis de Varianza para hoja más joven manchada a la cosecha (HMJMC) - Corrección por CV.	69
11	Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada al momento de la cosecha.	70
12	Análisis de Varianza para número de hojas erectas a la Floración (NHEF).	71
13	Prueba de Tukey al 5%, para el número de hojas erectas al momento de la floración (NHEF).	71
14	Análisis de Varianza para número de hojas erectas entre floración y cosecha (NHEFC).	72
15	Prueba de Tukey al 5%, para número de hojas erectas entre Floración y Cosecha (NHEFC).	73
16	Análisis de Varianza para número de hojas erectas a la Cosecha (NHEC).	74
17	Prueba de Tukey al 5%, para número de Hojas erectas al momento de la Cosecha (NHEC).	74
18	Análisis de Varianza para el número de Hojas Funcionales a la Floración (NHFF).	76
19	Prueba de Tukey al 5%, para el número de Hojas Funcionales al momento de la floración (NHFF).	76
20	Análisis de Varianza para el N° de Hojas Funcionales a la Cosecha (NHFC).	78

21	Prueba de Tukey al 5%, para el número de Hojas Funcionales al momento de la Cosecha (NHFC).	78
22	Determinación del Índice de reducción de Hojas Funcionales (IRHF)	79
23	Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Floración (IHNMF).	80
24	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Hojas no Manchadas al momento de la Floración (IHNMF).	80
25	Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas de Floración a Cosecha (IHNMF).	82
26	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Hojas no Manchadas de Floración a Cosecha (IHNMF).	82
27	Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC) – Sin corregir.	83
28	Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC) – corrección por C.V.	84
29	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Hojas no Manchadas al momento de la Cosecha (IHNMC).	84
30	Análisis de Varianza para el Índice de Infección a los seis meses (IISM).	86
31	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección a los seis meses (IISM).	86
32	Análisis de Varianza para el Índice de Infección a la Floración (IIF).	87
33	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección a la floración (IIF).	88
34	Análisis de Varianza para el Índice de Infección de Floración a Cosecha (IIFC).	89
35	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección de Floración a Cosecha (IIFC)	89
36	Análisis de Varianza para el Índice de Infección a la Cosecha (IIC).	90
37	Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección al momento de la Cosecha (IIC).	91
38	Análisis de Varianza para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE).	92
39	Prueba de Tukey al 5%, para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE).	92
40	Promedios mensuales de datos climatológicos registrados durante la investigación.	96
41	Promedios ordenados para las características del racimo y frutos al momento de la cosecha	101
42	Análisis de Varianza para el peso del racimo	102
43	Prueba de Tukey al 5%, para el peso del racimo a la cosecha.	102
44	Análisis de Varianza para el número de manos del racimo a la cosecha	103

45	Prueba de Tukey al 5%, para el número de manos del racimo a la cosecha.	104
46	Análisis de Varianza para el número de frutos por racimo a la cosecha.	105
47	Prueba de Tukey al 5%, para el número de frutos por racimo a la cosecha	105
48	Análisis de Varianza para el Peso del fruto (dedos) al momento de la cosecha	106
49	Prueba de Tukey al 5%, para el peso del fruto (dedos) a la cosecha	107
50	Características agronómicas de las plantas, en evaluación de híbridos resistentes a Sigatoka negra	108

INDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pg.
1	Mapa con la distribución porcentual de las áreas productoras de banano y plátano en el Perú	23
2	Morfología de la planta del Género Musa sp.	25
3	Ciclo de vida de <i>Mycosphaerella fijiensis</i>	40
4	Etapas del ciclo de la enfermedad	41
5	Estadios de la Sigatoka Negra	41
6	Numeración de hojas en la planta	48
7	Escala visual de severidad de Sigatoka negra basada en la escala de Stover modificada por Gaiühl (1989).	50
8	Estados de desarrollo de la hoja candela según Brun (1963).	52
9	Plano de ubicación del experimento en el CAT-Sahuayaco	55
10	Croquis de ubicación del experimento CAT-Sahuayaco.	57
11	Esquema de la Distribución en campo de Cada Unidad Experimental	58
12	Gráfico de la hoja más joven manchada al momento de la floración.	67
13	Gráfico de la hoja más joven manchada entre la floración y la cosecha	68
14	Gráfico de la hoja más joven manchada al momento de la cosecha	70
15	Gráfico del número de hojas erectas al momento de la floración entre los tratamientos	72
16	Gráfico del número de hojas erectas en el tiempo transcurrido de la floración a la cosecha.	73
17	Gráfico del Número de Hojas Erectas al momento de la Cosecha	75
18	Gráfico del Número de Hojas Funcionales, registrados al momento de la Floración	77
19	Gráfico del Número de Hojas Funcionales, registrados al momento de la Cosecha.	79
20	Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados en la Floración	81
21	Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados entre la Floración y la cosecha	83
22	Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados en la cosecha	85
23	Gráfico del Índice de Infección, registrados a los seis meses de la instalación	87
24	Gráfico del Índice de Infección, registrados al momento de la Floración	88
25	Gráfico del Índice de Infección, registrados en el periodo transcurrido entre la floración y cosecha.	90
26	Gráfico del Índice de Infección, registrados en el momento de la cosecha	91

27	Gráfico de promedios para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE).	93
28	Influencia de la Precipitación Anual (mm.), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración	97
29	Influencia de la Temperatura (°C), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración.	98
30	Influencia de la Humedad Relativa (HR %), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración.	99
31	Gráfico del peso del racimo, al momento de la cosecha	103
32	Gráfico del número de manos por racimo, del material en estudio.	104
33	Gráfico del número de frutos, del material en estudio, obtenidos a la cosecha	106
34	Gráfico del peso del fruto (dedos), del material en estudio al momento de la cosecha.	107
35	Gráfico del tiempo transcurrido en días desde la siembra a la floración o pariaparición.	109
36	Gráfico del tiempo transcurrido en días desde la floración hasta la cosecha entre los tratamientos en estudio	109
37	Tiempo transcurrido en días desde la siembra hasta la cosecha, entre los tratamientos en estudio.	110
38	Gráfico de altura de la planta registrada al momento de la floración	111
39	Circunferencia del pseudotallo en cm. registrado al momento de la cosecha.	112

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Título	Pg.
1	Estadios de desarrollo de una hoja de banano	124
2	Síntomas de la Sigatoka amarilla (Meredith D.S. 1970)	125
3	Cuadro para la Calificación de la severidad de la Sigatoka	126
4	Como calcular el índice de la infección	127
5	Copia del documento mediante el cual se remitieron las muestras para evaluación de tasa de Sigatokas	128
6	Copia del resultado de Análisis de Laboratorio para Determinar tasa de Sigatokas.	129
7	Análisis de Suelos del Área en Estudio	130
8	Datos Meteorológicos obtenidos del SENAMHI	131
9	Fotos	133

LISTA DE FOTOS

Nº	Título	Pg.
1	Vista panorámica de la plantación de clones FHIA, CAT-Sahuayaco	166
2	Evaluación a los seis meses de instalación.	166
3	Procedimiento para la evaluación de los frutos (desmane y pesado)	166
4	Planta marcada en estadio B para determinar TDE.	167
5	Hojas de una planta de Seda con síntomas de la enfermedad	167
6	Hojas de una planta de FHIA-23 sin ataque de la enfermedad	167
7	Racimos de los clones FHIA-18 y FHIA-23, los cuales presentaron mejor comportamiento	168
8	Racimos de los clones FHIA-02 y FHIA-03, de inferior comportamiento.	168
9	Foto de la matriz y surcos para efectuar el riego CAT – Sahuayaco.	169
10	Ejecución de labores culturales (deshije)	169

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de Musáceas (plátanos y bananos) es una actividad agrícola de importancia para numerosos países tropicales por su aporte comercial, ya que es considerado como el cuarto producto alimenticio a nivel global después del arroz, trigo y maíz en términos de producto interno bruto. En Quillabamba la siembra de banano (*Musa AAA*) se basa principalmente en el cultivar Seda. Al igual que otros cultivos, las musáceas se encuentran expuestas a situaciones ambientales y fitosanitarias adversas que afectan las plantaciones en cuanto a su producción final, tal es el caso de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet)

La Sigatoka negra es una enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y es considerada mundialmente como una de las enfermedades más destructivas en las musáceas, ya que produce necrosis foliar en las hojas de las plantas de plátano y banano, y por consiguiente los frutos no poseen las características necesarias para su consumo o para una efectiva actividad comercial. Esta enfermedad ha logrado diseminarse a todas las áreas donde se cultiva el plátano o banano. En Quillabamba fue detectada por primera vez el año 1999 en el Sector de Ichiquiato, distrito de Echarati, por medio del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

El combate contra la Sigatoka negra está originando un cambio del patrón tecnológico de los productores quienes, por falta de experiencia en su manejo, emplean medidas y acciones de control fitosanitario usadas en otros países con diferentes características edafoclimáticas y de cultivo. El control de la Sigatoka negra eleva los costos de producción y por ende los pequeños agricultores se ven afectados a tal magnitud que en ocasiones cambian de rubro.

Actualmente, dada la escasez de soluciones reales al problema, se requiere con urgencia investigar otras alternativas eficientes, de bajo costo, fáciles de implementar, seguras y amigables con el ambiente. Este trabajo pretende investigar y formular una alternativa de manejo de la enfermedad basado en la adopción de diferentes clones híbridos, resistentes o tolerantes a la Sigatoka, como una posible alternativa sostenible para el control de la Sigatoka negra.

Estudios realizados han demostrado que la vía más económica y ecológicamente segura de lucha contra Sigatoka es el uso de variedades resistentes siempre que sea factible. La introducción de genotipos resistentes a la Sigatoka negra se hace con la finalidad de

determinar la adaptación y reacción de éstos en nuestra provincia, ya que estos genotipos han sido obtenidos en la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola), los cuales vienen siendo evaluados en diferentes países con marcadas zonas plataneras como México y Cuba; en nuestro país en el departamento de Ucayali se disponen en la actualidad de clones con resistencia a Sigatoka negra derivados del programa de la FHIA, entre los que se destacan los clones FHIA 02, FHIA 18 y FHIA 23 (tipo banano para postre) y FHIA 03 (tipo banano de doble propósito). Aquí, estos genotipos han demostrado un buen nivel de resistencia a la enfermedad y excelentes producciones en plantaciones sin protección de fungicidas durante el primer y segundo ciclo de cosecha.

En el presente trabajo se exponen los resultados de la evaluación de resistencia o tolerancia a Sigatoka negra y varios caracteres agronómicos en el Centro Agronómico Tropical de la UNSAAC, ubicado en el sector de Sahuayaco, distrito de Echarati, Provincia de La Convención.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la problemática

En la provincia de La Convención los bananos y plátanos constituyen un alimento básico de la canasta familiar y su comercialización constituye un factor importante en la generación de divisas para la economía local de un gran número de pequeños y medianos productores, quienes hasta hace poco habían enfrentado los problemas del cultivo con acierto. Sin embargo, este cultivo está amenazado por una enfermedad fungosa que va devastando zonas productoras de plátanos y bananos, generando grandes pérdidas. Esta enfermedad llamada Sigatoka negra, cuyo agente causal es el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, desde la década del 90 ha traído consecuencias negativas para los productores de banano por su impacto directo en la producción del cultivo, incrementando los costos necesarios para su control. En la actualidad los mismos, representan casi el 50% del costo de la producción de las plantaciones de bananos.

El año 2000, Martínez. G., J. Hernández & Aponte, en su investigación; *Distribución y epidemiología de la Sigatoka negra en Venezuela*. Llegaron a la conclusión que: La mayor pérdida del cultivo se origina donde no se realiza control de malezas, no se practica la eliminación de hojas secas colgantes, ni la aplicación de fertilizantes; además problemas con el riego y drenaje, así como una inadecuada distribución de las plantas en el campo.

Los productores carecen de prácticas de deshierbe, aplicación de productos químicos para el control de la enfermedad, asistencia técnica y de recursos para comprar los insumos y equipos y organización de productores.

2.2. Marco histórico

La raya negra de la hoja del banano (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) fue descrita por primera vez en la isla Fiji en 1963. Sin embargo, la enfermedad estaba ampliamente difundida en el pacífico antes de su descubrimiento en la isla. La raya negra fue observada, primero, en el sureste de Viti Levu, a unos 60 Km. del valle de Sigatoka, donde la enfermedad de Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*), conocida luego como Sigatoka amarilla, fue reportada por primera vez. En 1976, un patógeno considerado cercanamente relacionado con *M. fijiensis*, fue descrito en Centroamérica, en el valle de Ulúa en Honduras, donde una enfermedad similar a la raya negra del pacífico se estaba observando desde 1972. Esta enfermedad fue denominada Sigatoka negra, para distinguirla de la raya negra y el patógeno fue nombrado como *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* Mulder y Stover.

La Sigatoka negra fue detectada por primera vez en el Perú el año 1994, en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Posteriormente se confirmó su presencia en Loreto, San Martín, Amazonas, el año 1999 se presentó en proporciones epidémicas en Tumbes y se la encontró en el Valle del Río Apurímac-Ene y Junín. En La Convención, esta enfermedad fue detectada en el año 1999, en el sector de Ichiquiato del distrito de Echarati. Desde entonces se diseminó a toda la zona bananera y en la actualidad se encuentra en todos los distritos productores de musáceas de la provincia. Cabe mencionar que a partir de conocer la presencia de la Sigatoka negra en la Provincia, se ha visto un avance desmesurado del ataque, puesto que hoy por hoy casi el 50% de las zonas plataneras de la Provincia de La Convención presentan este problema.

El año 1999, Ortiz, R; *et al* en su libro *El Cultivo del Banano*. Concluyen que: El daño económico del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet; el cual causa la Sigatoka negra, reside precisamente en que reduce la capacidad fotosintética de la planta con reducciones en rendimiento como consecuencia. La mayoría de los bananos y plátanos cultivados extensivamente y con fines comerciales son susceptibles a esta enfermedad que causa necrosis en las hojas y reducciones en la producción de hasta un 50%. El patógeno es capaz de ocasionar severos daños al follaje de la planta destruyendo así su capacidad de

respiración y fotosíntesis, lo cual trae como consecuencia una reducción del rendimiento y calidad de la fruta, sobre todo si el ataque se produce en todas las hojas jóvenes, puede causar la pérdida total de la producción. Las frutas obtenidas de plantaciones atacadas por este mal sufren maduraciones tempranas, ocasionando pérdidas en el transporte de la mercancía. Por otro lado, el tratamiento para su control con agroquímicos conduce elevados costos para los productores, esto sin mencionar los efectos nocivos de los agroquímicos al ambiente.

2.3. Formulación del Problema

¿En qué medida afectará la Sigatoka negra a los híbridos evaluados y que efectos causará la presencia de la Sigatoka negra en el clon local?

2.4. Justificación del estudio de investigación

La importancia del presente estudio, radica en que servirá de base para generar e implementar la adopción de nuevos clones híbridos tetraploides como alternativa para reemplazar la variedad tradicional, cultivada por pequeños y medianos productores de plátanos y bananos; como estrategia y alternativa efectiva de manejo de la enfermedad, que sea sostenible y de bajo costo, dentro de un programa de manejo integrado de enfermedades que tengan un impacto favorable al medio ambiente, además será el inicio para futuros proyectos con los que se podrían beneficiar familias agricultoras que dependen directa o indirectamente del cultivo de plátanos y bananos, junto a agremiaciones o entidades ligadas al agro en La Convención, adquiriendo gran importancia, debido a que en la actualidad la enfermedad continua en aumento a pesar de la divulgación de las actuales medidas preventivas y de manejo de la enfermedad. Por último; servirá de base para emprender nuevos estudios de investigación basados en los híbridos más promisorios, bajo condiciones edafoclimáticas de nuestra zona.

2.5. Delimitación del problema de investigación

El presente trabajo se ejecutó en los terrenos del Centro Agrario Tropical “CAT-Sahuayaco” – UNSAAC, ubicado en el Distrito de Echarati, provincia de La Convención en el Departamento del Cusco. La investigación se realizó, durante el 2do. Semestre de 2001, todo el año 2002 hasta el 1er. semestre del 2003.

III. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Objetivos Generales

- Determinar el grado de resistencia o tolerancia de cuatro híbridos de banano FHIA a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) bajo las condiciones edafoclimáticas, en el CAT-Sahuayaco, La Convención.

3.2. Objetivos Específicos

- a) Establecer la adaptabilidad de cada uno de los genotipos en estudio, y la respuesta a las condiciones de la zona.
- b) Determinar el grado de incidencia y severidad a la Sigatoka negra de cada uno de los genotipos en estudio.
- c) Determinar la relación: clima-índice de infección en el desarrollo de la Sigatoka negra en las condiciones de Sahuayaco, La Convención.
- d) Establecer el tiempo de desarrollo de la enfermedad en los cultivares en estudio.
- e) Conocer el índice de reducción del área foliar de la floración a la cosecha entre el material evaluado.
- f) Determinar el rendimiento promedio y la calidad de fruto en los tratamientos en estudio.
- g) Determinar el tamaño de la planta y diámetro del pseudotallo en cada uno de los genotipos en estudio.
- h) Conocer el grado de precocidad en prendimiento y producción de cada uno de los genotipos evaluados.

IV. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

- 4.1. Hipótesis Nula.-** No existen diferencias entre los tratamientos en estudio en las respuestas a la Sigatoka negra, peso de racimo, etc. entre los diferentes híbridos de banano en Evaluación.
- 4.2. Hipótesis Alterna.-** Por lo menos un híbrido muestra resistencia/tolerancia a la Sigatoka negra.

V. FUNDAMENTO TEORICO

5.1. DEL BANANO

5.1.1. Origen y Distribución

Los años 1985 y 1992, Soto, M. en la 1ra. y 2da. Ed. de su libro: *Bananos, Cultivo y Comercialización*, asevera lo siguiente: El banano es considerado oriundo de las regiones húmedas tropicales del sureste asiático, desde donde se extendió manteniendo constante su denominación. En América, fue introducido en el año 1516 a Santo Domingo, procedente de las Islas Canarias. De allí se extendió a otras islas y posteriormente a América Tropical.

El año 1999, Ortiz, R; López, A; Ponchner, S; Segura, A. en su libro: *El Cultivo del Banano*, afirman que actualmente, es reconocido como un cultivo de importancia económica para diversos países que cuentan con el clima ideal para su cultivo, es además el más difundido del mundo y su distribución se extiende a Brasil, Ecuador, las zonas tropicales de México, Costa Rica, Jamaica, India, Antillas, Filipinas, Taiwán, Australia, Islas Canarias, Madeira y África, entre otros.

5.1.2. La producción de banano en el mundo

No es posible realizar un análisis del comercio mundial de banano porque las estadísticas de la FAO lo incluyen junto con el plátano. La producción de banano corresponde aproximadamente al 12% del total de frutas en el mundo en términos de volumen; tenemos para los años 2001 - 2005 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción mundial de banano por país y año en TM.

PAISES	AÑOS				
	2001	2002	2003	2004	2005
India	14,210.00	16,820.00	16,820.00	16,820.00	16,820.00
Brasil	6,176.96	6,422.86	6,800.99	6,606.83	6,702.76
China	5,477.07	5,783.82	6,126.34	6,245.90	6,390.00
Ecuador	6,077.04	5,528.10	5,882.60	6,038.08	5,877.83
Filipinas	5,070.78	5,274.83	5,368.98	5,638.06	5,800.00
Indonesia	4,300.42	4,384.38	4,177.16	4,874.44	4,503.47
Costa R.	2,130.00	2,050.00	2,028.00	2,220.00	2,220.00
Colombia	1,469.64	1,560.95	1,536.27	1,572.25	1,600.00

Perú	1,557.72	1,560.00	1,620.96	1,664.09	1,697.12
Camerún	631.77	692.89	743.47	797.74	790.00
Honduras	515.84	659.32	735.17	811.23	887.07

Fuente: FAOSTAT [<http://apps.fao.org/faostat>]



Figura 1. Mapa con la distribución porcentual de las áreas productoras de banano y plátano en el Perú

5.1.3. Aspectos Botánicos

5.1.3.1. Posición taxonómica

El año 1985, Soto, M. en su libro: *Bananos, Cultivo y Comercialización*, señala; La familia Musaceae pertenece al orden Zingiberales que incluye unas 1000 especies, incluye Musaceae en el orden Scitaminales, basándose en el antiguo sistema de clasificación de Bassey. El género *Musa* creado por Carlos Linneo está constituido por cuatro secciones o series, *Callimusa*, *Australimusa*, *Eumusa* y *Rhodochlamys* de las cuales la serie *Eumusa* es la de mayor difusión geográfica entre todas las de este género y está constituida por 9 o 10 especies, de las cuales las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* en cruzamiento interespecífico han originado la mayoría de los cultivares de banano y plátano comestibles y sin pepita. Los grupos se designan por letras; se identifican con A los caracteres aportados por *M. acuminata*, y por B los de *M. balbisiana*.

Desde Linneo hasta el presente la ubicación taxonómica del género *Musa* ha sido tratada por muchos autores. Cronquist (1988), propone la siguiente, siendo ésta la aceptada en la actualidad.

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Sub-clase:	<i>Zingiberidae</i>
Orden:	<i>Zingiberales</i>
Familia:	<i>Musaceae</i>
Sección:	<i>Eumusa</i>
Género:	<i>Musa</i> L., 1753
Banano:	<i>Musa acuminata</i> Colla, 1820
<i>synom</i>	(<i>M. paradisiaca</i>)
Plátano:	<i>Musa balbisiana</i> Colla,
<i>synom</i>	(<i>M. sapientum</i>)
Especie:	[<i>M. acuminata x balbisiana</i>] Colla. <i>Musa</i> \times <i>paradisiaca</i> L. (<i>pro sp.</i>)

La base de datos en línea del *Germplasm Resources Information Network* (GRIN), menciona: Híbridos de *M. acuminata* y *M. balbisiana*, a veces se les dan los nombres de *Musa x paradisiaca* L., *Musa x sapientum* L., o quizás con más precisión; *M. acuminata x M. balbisiana* Colla. Sin embargo, un método de la taquigrafía de distinguir los híbridos y representar su linaje con precisión se desarrolló en los años cincuenta, y es común hoy. Cada tipo se designa con 2 a 4 letras, la que consiste de A's que representa a *acuminata* y B's que representa a *balbisiana*. Por ejemplo, AA representa un tipo diploide solo derivado de *Musa acuminata*, y AAB representa un triploide con 2/3 de *M. acuminata* y 1/3 de *M.*

balbisiana de linaje. En general los cultivares de banano más importantes en el mundo son AAA y los plátanos son principalmente AAB, ABB o BBB.

5.1.3.2. Descripción Botánica del Género *Musa* sp.

Las plantas de *Musa* spp son plantas herbáceas perennes pero monocárpicas, de dos a seis metros de altura que produce un jugo lechoso en todas partes, con pseudotallos aéreos que se originan de cormos carnosos (tallos modificados) en los cuales se desarrollan numerosas yemas laterales o “hijos” (Fig. 1). Las hojas poseen una distribución helicoidal (filotaxia espiral) y las bases foliares circundan el tallo dando origen al pseudotallo.

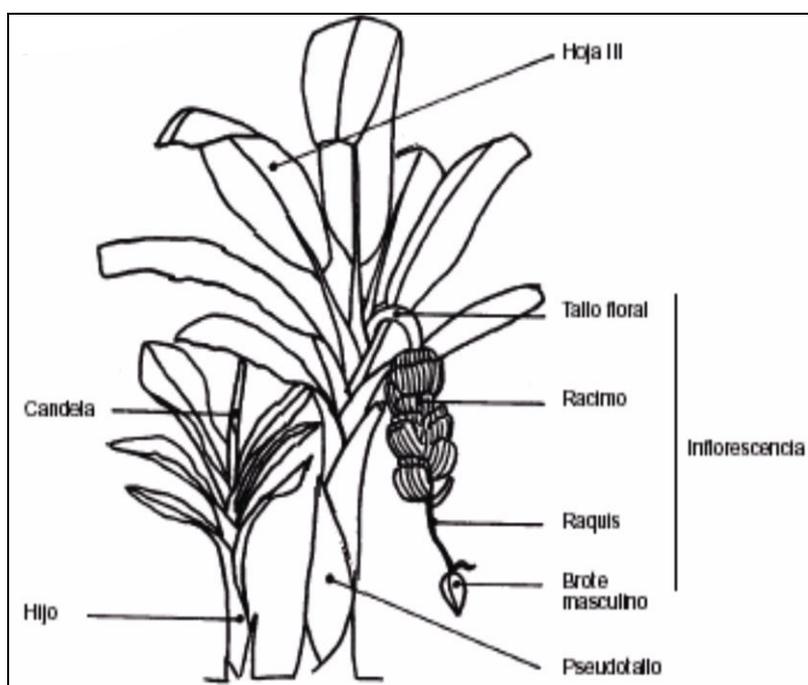


Figura 2. Morfología de la planta del Género *Musa* sp. (Fuente: Ortiz et al., 1999).

Las dos especies componentes de los bananos cultivados son nativas de los trópicos. Se diferencian tanto por caracteres vegetativos como reproductivos; entre los cuales se pueden observar diferencias fundamentales:

En el año 1968, Champion, J. en su libro: *El Plátano. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*, señala la siguiente comparación de caracteres morfológicos según de N.W. Simmonds y K. Shepherd (1955).

<i>Rasgos vegetativos</i>	<i>M. Acuminata</i>	<i>M. Balbisiana</i>
Color del pseudotallo	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene manchas oscuras o negras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es uniforme, es decir sin manchas.
Vigor del pseudotallo	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas con pseudotallo vigoroso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas delgadas y poco robustas.
Canal peciolar	<ul style="list-style-type: none"> • Margen erecto, con alas ínferas escarificadas, no abrazando el pseudotallo 	<ul style="list-style-type: none"> • Margen cerrado, sin alas abrazando el pseudotallo
Disposición de hojas	<ul style="list-style-type: none"> • De normal a péndula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Normales o erectas.
Forma de hojas	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas anchas y largas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas más cortas y estrechas
Pedúnculo	<ul style="list-style-type: none"> • Piloso o pubescente 	<ul style="list-style-type: none"> • Glabro
Lamina Foliar	<ul style="list-style-type: none"> • La lámina de la hoja se separa claramente de los bordes del pecíolo 	<ul style="list-style-type: none"> • La lámina de la hoja es recurrente.

<i>Rasgos reproductivos</i>	<i>M. acuminata</i>	<i>M. balbisiana</i>
Óvulos	<ul style="list-style-type: none"> • Dos filas regulares en cada lóculo del ovario 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuatro filas regulares en cada lóculo.
Forma de la bráctea	<ul style="list-style-type: none"> • Las brácteas que rodean a las flores son de forma lanceolada 	<ul style="list-style-type: none"> • Las brácteas que rodean a las flores son anchas y de ápice amplio.
Flexión de la bráctea	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la bráctea está madura el ápice se arrolla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la bráctea está madura el ápice permanece erecto
Color Flores masculinas	<ul style="list-style-type: none"> • Son de color crema uniforme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentan áreas rosadas.
Escarificación de la bráctea	<ul style="list-style-type: none"> • Las bases que quedan en el eje de la inflorescencia son prominentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Las bases que quedan en el eje de la inflorescencia son menos notables.
Ápice de la bráctea	<ul style="list-style-type: none"> • Agudo 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtuso

El año 2004, Álvarez, J.M. y Rosales, F.E., publicaron la Guía para la identificación y caracterización de bananos y plátanos híbridos de la FHIA, de la cual también se consideró algunas características resaltantes.

A continuación se describen las características morfológicas más sobresalientes de las estructuras vegetativas que constituyen las plantas de *Musa sp*

Sistema radical: En el año 1999, Ortiz, R; López, A; Ponchner, S; Segura, A. en su libro: *El Cultivo del Banano*, lo describen como: Adventicio, distribuido cerca de la superficie del suelo (50 cm. de profundidad). Está compuesto por un eje radicular del que emergen las raíces laterales primarias (de primer orden) a partir de las cuales se desarrollan las raíces laterales secundarias (de segundo orden). Los pelos radicales surgen de los extremos del eje radicular y son los principales responsables de la absorción de agua y nutrientes. Las principales funciones del sistema radical son el anclaje, la absorción de agua y nutrientes, la síntesis de hormonas y el almacenamiento.

Cormo: Tallo de ramificación monopódica formado por numerosos entrenudos cortos cubiertos externamente por la base de las hojas. De los nudos brotan las raíces adventicias, en tanto que las yemas laterales surgen del cormo original durante la producción de las hojas, opuestas a cada hoja en un ángulo de 180°.

El año 1992, Soto, M. en la 2da. Ed. de su libro: *Bananos, Cultivo y Comercialización*, afirma; Constituye un importante órgano de almacenamiento (alta presencia de tejido parenquimatoso) que sustenta el crecimiento del racimo y el desarrollo de los “hijos” de la planta.

Pseudotallo y sistema foliar: En el año 1987, Stover, R.H. & Simmonds, N.W. en la 3ra. Ed. de su libro: *Bananas*, lo describen; El pseudotallo está constituido por las vainas envolventes de las hojas. El verdadero tallo aéreo se inicia a partir del cormo y finaliza en la inflorescencia; su función consiste en brindar conexión vascular entre las hojas y las raíces, así como entre los frutos y las hojas.

(1992, Soto). Señala; La longitud y grosor del pseudotallo están relacionados directamente con el tipo de clon y con el vigor inherente de la planta resultado de su estado de crecimiento; no obstante, se estima que el pseudotallo de una planta adulta puede medir hasta 5 m. y poseer 40 cm. de diámetro aproximadamente

En el año 1987, León J. en el libro: *Botánica de los Cultivos Tropicales*, cita; por otro lado, las hojas son muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2 - 4 m. de largo y hasta medio metro de ancho, se componen de vaina, pecíolo de 1 m. o más de longitud, y limbo (lámina) elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro y apéndice y se originan del meristemo terminal y desarrollan de modo diferencial de acuerdo con la edad de la planta.

Inflorescencia y racimo: (1987, León J.), la inflorescencia es terminal, es la continuación del tallo y crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie; el tallo floral es de color blanco y al salir se curva hacia el suelo. En el extremo se encuentran las flores cubiertas por brácteas y forman lo que se conoce como bellota. Las brácteas se levantan, se enrollan y caen, en la axila de cada bráctea (excepto en las dos primeras), se forman los glómérulos florales o grupos de flores o manos; dispuestas en dos hileras e insertadas en abultamientos del raquis llamado coronas.

(1999, Ortiz et al.), en una inflorescencia se distinguen dos tipos de flores, las masculinas y las femeninas, que son morfológicamente diferentes. Por su parte, las flores corresponden a tres clases pistiladas, neutras y estaminadas, que se localizan en las manos superiores, en la sección central y en el punto terminal del racimo, respectivamente.

El racimo es cosechado de 90 a 120 días después de la salida de la inflorescencia, cuando los frutos alcanzan un grado determinado cercano a la maduración, cuando el racimo es cortado, la planta finaliza su ciclo de vida y es reemplazada por uno de los brotes o retoños que antes emitió el corno o rizoma, o sea que la continuidad del cultivo es por vía vegetativa.

Fruto: (1987, León, J.) El banano se caracteriza botánicamente como una cereza con pericarpio o baya típica. Los frutos individuales se desarrollan propiamente del engrosamiento de las paredes de los ovarios de las flores pistiladas convertidos en una masa parenquimatosa cargada de azúcar y almidón que muestran un aumento considerable de su volumen

(1992, Soto), El desarrollo del fruto es partenocárpico (en las variedades comerciales), es decir, en ausencia de polinización y los frutos resultantes son estériles, por consecuencia de la intervención de genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos. De modo que la partenocarpia y la esterilidad son fenómenos diferentes, causados por mecanismos genéticos parcialmente independientes

5.1.4. Métodos de propagación

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las variedades comestibles son triploides estériles partenocárpicos, por lo que su propagación se lleva a cabo por vía asexual, tanto por procedimientos convencionales como por técnicas novedosas de cultivo de tejidos:

a.- Propagación convencional.- Consisten en la separación de hijuelos del cormo madre con el fin de utilizarlos como propágulos.

En el año 1999, Ortiz, R; López, A; Ponchner, S; Segura, A. en su libro: *El Cultivo del Banano*, indica: Cuando se utilizan cormos que contienen su punto de crecimiento completo se les llama hijos, rebrotes o colas de burro, según sea su tamaño y estos consisten en hijuelos con hojas de espada de poco tamaño. Por lo general, se les defolia para proceder a sembrar el cormo en recipientes de vivero, aunque en el caso de las colas de burro, que se caracterizan por tener un mayor tamaño, estos pueden sembrarse con hojas directamente en el campo, sin etapa previa de vivero. Cuando no existe dicho punto de crecimiento se les denomina caballos o “cabezas de toro” y se caracteriza por ser material de siembra que superó la época de emisión del tallo floral, por lo que no tiene su meristemo central. Es una semilla de tamaño grande generalmente obtenida de plantas que se cayeron (desraizadas) por el peso del racimo o por problemas en las raíces (incidencia de nematodos u otros).

El año 2001, Sandoval J. A. en su trabajo de investigación: *Biotecnología Aplicada para la Micropropagación de Banano y Plátanos*, afirma que: Independientemente del tipo de semilla que se emplee, la tasa de multiplicación que se obtiene mediante esta metodología es relativamente baja, además de que se propicia la diseminación de diversas plagas por el acarreamiento de patógenos, especialmente nematodos tales como *Radopholus similis*, el barrenador *Cosmopolitus sordidus*, la raza 4 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* y virus como el mosaico de las brácteas.

En contraste, con el empleo de procedimientos de propagación *in vitro* es posible resolver esta problemática y a la vez obtener ventajas adicionales.

b.- Cultivo de tejidos.- El cultivo de tejidos vegetales consiste en aislar un inoculo con potencial de diferenciación y proporcionar artificialmente las condiciones físicas y químicas necesarias para que las células expresen su potencial intrínseco o inducido, siendo necesario adoptar procedimientos de asepsia.

El año 1992, Soto, M. en la 2da. Ed. de su libro: *Bananos, Cultivo y Comercialización*, afirma; El uso de las distintas técnicas de cultivo aséptico en Musáceas como lo son el cultivo de ápices florales, de meristemas, y el cultivo de células y protoplastos han permitido además de la micropropagación clonal de plantas élites y el intercambio de germoplasma, la realización de hibridaciones y producción planeada de mutantes espontáneos o inducidos con propósitos de mejoramiento genético.

(2001, Sandoval) Actualmente, la utilización del protocolo para producir plantas *in vitro* constituye una práctica rutinaria, estimándose que a nivel mundial el número de plantas de *Musa spp* producidas por cultivo de tejidos podría superar los 50 millones/año.

5.1.5. Mejora genética

De acuerdo a la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria; el objetivo general del programa de mejora genética es desarrollar híbridos resistentes a las principales plagas y enfermedades. Se intenta también que las variedades mejoradas tengan la habilidad de prosperar bajo condiciones de crecimiento adversas. De esta forma se busca reducir la dependencia de este cultivo a los fertilizantes y contribuir al desarrollo sostenible de la producción y productividad.

Los estudios citológicos han mostrado que el banano está constituido por 11 cromosomas con un total de 500 a 600 millones de pares de bases, tratándose de uno de los genomas más pequeños de todas las plantas, y que la mayoría de las variedades cultivadas son triploides. Por tanto, sólo un pequeño porcentaje de los óvulos producidos por las flores de las variedades triploides son capaces de ser fertilizados. Si las flores se polinizan con polen procedente de una especie o variedad diploide, la descendencia resultante será principalmente tetraploide.

Muchos países productores de banano tienen programas de mejoramiento genético basados en métodos convencionales (evaluación de clones y cruzamientos) y recientemente se ha hecho uso de la Biotecnología (cultivo de embriones, cultivo de tejidos, mutación *in Vitro*, embriogénesis y variación somaclonal selección *in Vitro*, producción artificial de semillas, huellas de ADN por análisis genómicos y plantas transgénicas) con el propósito de hacer mejoramiento genético.

5.1.6. Descripción general de los Híbridos FHIA

En el año 2007, el Programa de Banano y Plátano de la FHIA, en su página web www.fhia.org.hn, dio a conocer que: El Programa de Mejoramiento Genético de Musáceas de la FHIA inició en 1959 con la United Fruit Company, evaluando germoplasma colectado en el Pacífico y Sudeste de Asia.

A continuación se hace una breve descripción de algunos híbridos desarrollados a través del mejoramiento genético. Estos materiales que son el resultado de más de 30 años de investigaciones, fueron obtenidos por el Doctor Phillip Rowe (q.e.p.d.), funcionario de FHIA. Dichos materiales desde 1993 están siendo distribuidos y multiplicados en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del mundo, como cultivares tolerantes/resistentes a la Sigatoka negra, además la rusticidad de estos híbridos, hace posible su cultivo en un espectro muy amplio de condiciones agro-ecológicas y por eso han tenido buen desempeño en África, América Latina y Australia.

Híbrido FHIA-02

El híbrido FHIA-02 del grupo AAAA, es un banano tipo Prata Ana (sabor ácido - dulce). Creado en 1988. Se consume como fruta fresca, maduro.

Morfología: La planta mide de 2.40 a 3.50 metros de altura; es una planta con una apariencia de pseudotallo opaco, tiene hojas decumbentes. La forma del racimo es de cono truncado y en posición inclinada. Los frutos son de color verde claro, y de forma recta en la parte distal, la forma del ápice del fruto es truncado.

Fenología: El tiempo de la siembra hasta la floración es entre 230 y 300 días; el primer ciclo productivo, o sea, de parición a cosecha es de 95 a 121 días. La segunda floración se presenta a los 345 a 450 días después de la siembra.

Producción: El peso neto del racimo, que es el peso sin raquis, está entre 18 y 23 kilos, con un número de dedos por racimo de 130 a 150. El peso de los dedos individuales oscila entre 125 y 150 gramos.

Características de resistencia: El híbrido es resistente al Mal de Panamá, la Sigatoka negra y la Pudrición de la corona; con respecto al nematodo *Pratylenchus coffeae* aun está sin determinar.

Híbrido FHIA-03

El híbrido FHIA-03 es un banano de cocción enano tipo “Bluggoe”, que fue desarrollado en 1987. Tiene un alto potencial para varios países de África del Oeste y Este, donde existen muchas veces áreas marginales que no permiten un buen desarrollo del banano Cavendish. En la actualidad, se encuentra en producción comercial en Cuba, donde ya existen más de 3500 hectáreas sembradas con este híbrido. También se encuentra distribuido en Burundi, Camerún y Nigeria, entre otros.

Morfología: La planta mide entre 2.5 y 3.7 metros; tiene hojas decumbentes y un tallo opaco. El racimo es cilíndrico y cuelga verticalmente a la planta. Los frutos, de color verde, son rectos en la parte distal; el ápice de las frutas es puntiagudo.

FHIA-03 es un tetraploide que no produce semillas. Por ser una planta de porte bajo y muy resistente, puede sostener racimos de hasta 50 kg sin soporte.

Fenología: El tiempo de la siembra hasta la floración es entre 271 y 307 días; el primer ciclo productivo, o sea, de parición a cosecha es de 100 a 110 días. La segunda floración se presenta a los 430 a 530 días después de la siembra.

Producción: El peso neto del racimo, que es el peso sin raquis, está entre 30 y 40 kilos, con un número de dedos por racimo de 198 a 226. El peso de los dedos individuales oscila entre 155 y 179 gramos.

Características de resistencia: El híbrido es resistente al Mal de Panamá, la Sigatoka negra y la Marchitez bacteriana (Moko); además, presenta resistencia parcial al nematodo *Radopholus similis*. Es susceptible al nematodo *Pratylenchus coffeae*.

Híbrido FHIA-18

El híbrido FHIA-18 del grupo AAAB, es un banano con sabor a manzano, agridulce, similar al Prata Ana, del Brasil. Es rústico y resistente a enfermedades. Se consume fresco y procesado. Se encuentra en producción comercial en Cuba y en Perú.

Morfología: La planta mide de 3.0 a 4.0 metros de altura; es una planta de porte alto, de pseudotallo vigoroso y resistente al acame, tiene hojas decumbentes. Durante la parición tiene de 10 a 14 hojas y durante la cosecha posee más de 9 hojas.

El racimo es de mediano tamaño, crece a un ángulo de 45° del pseudotallo y alcanza de 20 a 35 kg de peso en condiciones normales de producción. Los frutos son rectos, gruesos y de mediano tamaño, que al madurar bajo condiciones naturales son de color amarillo vívido midiendo 16 a 20 cm de largo.

Fenología: El período desde la siembra hasta la floración es de 270 a 300 días, dependiendo de las condiciones climáticas, el manejo agronómico (con o sin riego) y la Época del año. El tiempo de parición a cosecha es de 105 a 119 días, dependiendo de la temporada del año. La segunda floración se presenta a los 500 a 600 días después de la siembra.

Producción: El peso del racimo es de 20 a 25 kg, con 120 a 160 dedos por racimo en 8 a 10 manos. El peso de los dedos individuales es de 135 a 140 gramos.

Características de resistencia: El híbrido es resistente al mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.s.p. *cubense*) y es moderadamente resistente a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Es moderadamente resistente al nematodo *Radopholus similis* y moderadamente susceptible a *Pratylenchus coffeae*.

Por su tolerancia a las enfermedades más importantes, este banano puede ser cultivado en forma orgánica. También puede ser una buena alternativa para agricultura de subsistencia, ya que no requiere aplicaciones de fungicidas.

Híbrido FHIA-23

El híbrido FHIA-23 del grupo AAAA, es un banano tipo Gros Michel, su sabor es parecido al Gros Michel y se consume como fruta fresca madura y como tajaditas "chips" que presentan buen sabor y color. En Honduras es cultivado como un producto orgánico. En Cuba ha sustituido a las variedades Cavendish por su moderada resistencia a la Sigatoka negra, lo que permite reducir los costos de producción.

Morfología: La planta tiene un pseudotallo vigoroso y cónico y mide de 3.5 a 4.0 metros de altura. Tiene hojas decumbentes, y un racimo cónico. Los frutos son de color verde, dedos semi-curvos que miden de 21 a 25 cm de largo. La fruta madura es de color amarillo claro y la pulpa de color crema.

Fenología: El período desde la siembra hasta la floración es de 280 a 400 días. El primer ciclo productivo, o sea, de parición a cosecha es de 84 a 112 días. La segunda floración se presenta a los 550 a 610 días después de la siembra.

Producción: El racimo pesa de 30 a 40 kg, con 200 a 240 dedos por racimo y 10 a 12 manos. El peso de los dedos individuales es de 150 a 230 gramos.

Características de resistencia: Es tolerante a Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), resistente al Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.s.p. *cubense*) y moderadamente resistente al nematodo *Radopholus similis*. Por su tolerancia a las enfermedades más importantes, este banano puede ser cultivado en forma orgánica. También es una buena alternativa para agricultura de subsistencia, ya que no requiere aplicaciones de fungicidas.

5.2. DE LA SIGATOKA NEGRA

5.2.1. Importancia

En el año 1998, Orozco-Santos M, en su Folleto técnico N°1 titulado: *Manejo integrado de la Sigatoka negra del plátano*, concluye: Esta enfermedad altamente destructiva en los principales cultivares de plátanos, puede ocasionar pérdida en el rendimiento entre un 50 y 100%, afectando de manera notoria la economía del productor. Ataca las hojas de las plantas, produciendo un rápido deterioro del área foliar cuando no se combate, afecta además el crecimiento y productividad de las plantas al disminuir la capacidad de fotosíntesis.

En el año 1992, Douglas, M. & Ronald, R. en su Boletín N° 4. El combate de la Sigatoka negra. Afirma: Que también produce una reducción en la calidad de la fruta, al favorecer la maduración de los racimos, lo cual es la mayor causa de pérdida

5.2.2. Origen y distribución geográfica

El año 1992, Gauhl, F. en su Tesis Ph. D. Titulada: *Epidemiología y Ecología de la Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en plátano (Musa sp.) en Costa Rica*. Cita a Rhodes (1964), la Sigatoka negra fue descubierta en Fiji durante 1963 como “black leaf streak” como también en el distrito de Sigatoka. Una década después de su descubrimiento, se detectó en Honduras una enfermedad más virulenta, cuyo patógeno presentaba características tanto de *M. musicola* como de *M. fijiensis* y fue descrita como *M. fijiensis* Morelet var. *difformis*. (Mulder y Stover).

En el continente americano, la sigatoka negra se encontró por primera vez en Honduras en el año 1972, de donde se diseminó a todos los países de América Central, México, algunas islas del Caribe y parte de América del Sur.

La enfermedad también se conoce como raya negra en el continente africano y asiático. Durante 1973 a 1974 la Sigatoka negra se presentó de manera epidémica en Honduras y su segundo registro en América fue en Belice en 1975. En la década de los 70 la Sigatoka negra fue detectada en Guatemala, el Salvador, Nicaragua y Costa Rica. En el año de 1981 la enfermedad se encontró en Panamá y su primer registro de América del Sur fue en Colombia en el mismo año. Luego se detectó en Ecuador en 1986 (primer exportador de

musáceas en el mundo), Venezuela en 1990 y detectada por primera vez en el Perú el año 1994, en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Posteriormente se confirmó su presencia en Loreto, San Martín, Amazonas, El año 1998 se lo detectó en Cusco. El año 1999 se presentó en proporciones epidémicas en Tumbes y se la encontró en el Valle del Río Apurímac - Ene y en Junín.

Según la pagina web del Senasa [www.senasa.gob.pe], el año 1998 se lo detectó en Cusco; en la Provincia de La Convención la primera detección del patógeno causante de esta enfermedad se ubicó en sector de Ichiquiato, perteneciente al Distrito de Echarate, a mediados de marzo del año 1999, aún no se especifica si el patógeno pertenece a la variedad *difformis* de dicho patógeno. A partir de esta fecha se ha visto un avance desmesurado del ataque sobre todo en las zonas del interior de la provincia tales como Palmareal, Koribeni, Kumpirushiato y todo lo que es el Alto Urubamba.

5.2.3. Situación de la Sigatoka negra en banano y plátano en el trópico americano

En el año 2003, Mauricio Guzmán, en las Actas del taller: *Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos*, explica que: La raya negra de la hoja del banano (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) fue descrita por primera vez en la isla Fiji en 1963. Sin embargo, la enfermedad estaba ampliamente difundida en el pacífico antes de su descubrimiento en la isla. La raya negra fue observada, primero, en el sureste de Viti Levu, a unos 60 Km del valle de Sigatoka, donde la enfermedad de Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*), conocida luego como Sigatoka amarilla, fue reportada por primera vez. En 1976, un patógeno considerado cercanamente relacionado con *M. fijiensis*, fue descrito en Centroamérica, en el valle de Ulúa en Honduras, donde una enfermedad similar a la raya negra del pacífico se estaba observando desde 1972. Esta enfermedad fue denominada Sigatoka negra, para distinguirla de la raya negra y el patógeno fue nombrado como *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* Mulder y Stover, basados en algunas diferencias que se argumentó observar en las estructuras de reproducción asexual. Estudios posteriores utilizando características morfológicas y técnicas moleculares determinaron que *M. fijiensis* y *M. fijiensis* var. *difformis* eran exactamente el mismo patógeno. A pesar de que en el sentido estricto, la enfermedad debería denominarse raya negra, el nombre de Sigatoka negra, asignado posteriormente en América central, ha sido ampliamente aceptado y distribuido y ha prevalecido en la literatura hasta entonces.

5.2.4. Taxonomía

La Sigatoka negra del plátano causada por el hongo ascomiceto *Mycosphaerella fijiensis* Morelet sinónimo de *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* Mulder & Stover (conocido por su estado asexual *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton en el estado conídico).

División:	<i>Eumycota</i>
Sub división:	<i>Ascomycotina</i>
Clase:	<i>Loculoascomycetes</i>
Orden:	<i>Dothideales</i>
Familia:	<i>Dothideaceae</i>
Género:	<i>Mycosphaerella</i>
Especie:	<i>M. fijiensis</i> Morelet
Synom:	<i>M. fijiensis</i> var. <i>difformis</i> Mulder & Stover

5.2.5. Agente Causal y Biología

En el año 1992, Douglas, M. & Ronald, R., en su Boletín N° 4: *El combate de la Sigatoka negra*, manifiesta: El agente causal es el hongo Ascomycete llamado *Mycosphaerella fijiensis*, el cual se produce en forma sexual y asexual durante su ciclo de vida. La fase asexual se presenta en el desarrollo de las primeras lesiones de la enfermedad, pizca, mancha, en donde se observó la presencia de un número relativamente bajo de conidiósfora (estructura donde se producen las esporas asexuales llamadas conidios) que salen de los estomas, principalmente en la superficie inferior de la hoja.

La fase sexual es la más importante en la producción de la enfermedad, ya que se produce un gran número de ascósporas, en estructuras llamadas pseudotecios (también llamadas algunas veces peritecios), Las ascósporas son las esporas sexuales, ambas, conidios y ascósporas, son las estructuras de diseminación de la enfermedad, las ascósporas de *Mycosphaerella fijiensis*, son las principales fuentes de inóculo y el medio de dispersión a grandes distancias dentro de un área determinada.

En el año 1998, Orozco-Santos M., en el Folleto técnico N°1, titulado: *Manejo integrado de la Sigatoka negra del plátano*, manifiesta que: Los conidios son hialinos, cilíndricos, rectos o ligeramente curvos, de seis a nueve septos, delgados en el ápice y más ancho en la base con una cicatriz en el hilio basal del conidio (punto de unión entre el conidio y el conidioforo) Los conidióforos pueden emerger directamente del estoma de manera individual o en pequeños grupos o pueden formar fascículos sobre un estoma irrumpen de color oscuro. Los conidios miden de 30-132µm de longitud y de 2.5 – 5 µm en la parte más ancha. Las estructuras se producen en mayor abundancia en la superficie inferior de las lesiones, pero también pueden ser encontradas en la parte superior.

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

5.2.6. Ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis*

El año 2008, Céspedes, Carlos, en su libro titulado: *Distribución, epidemiología y manejo de la Sigatoka Negra en la República Dominicana*, afirma lo siguiente: Las conidias y ascosporas germinan durante períodos de alta humedad relativa (92 - 100%) e infectan a la hoja a través de los estomas, usualmente en la superficie inferior. Bajo condiciones de alta humedad, las hifas pueden emerger por los estomas y crecer a lo largo de la superficie de la hoja y penetrar por otros estomas, así agrandando las lesiones. Los conidióforos emergen por los estomas, y algunas veces sobre masas compactas de micelio (estromas). Los estromas también pueden desarrollarse sobre espermogonios jóvenes y son transportados a nuevos tejidos foliares para seguir nuevos ciclos (Figura 3).

El patógeno produce conidias y ascosporas, ambas tienen la capacidad de infectar. Son formadas bajo condiciones de alta humedad, siendo dispersadas por la lluvia y el agua de riego.

Debido a su abundancia y pequeño tamaño, las ascosporas son más importantes que las conidias al dispersar la enfermedad entre plantas y dentro de las plantaciones. En contraste, las partes infectadas de la planta, que se usan en los países para elaborar material de empaque y cama de protección de frutas, es el responsable de las infecciones a larga distancia.

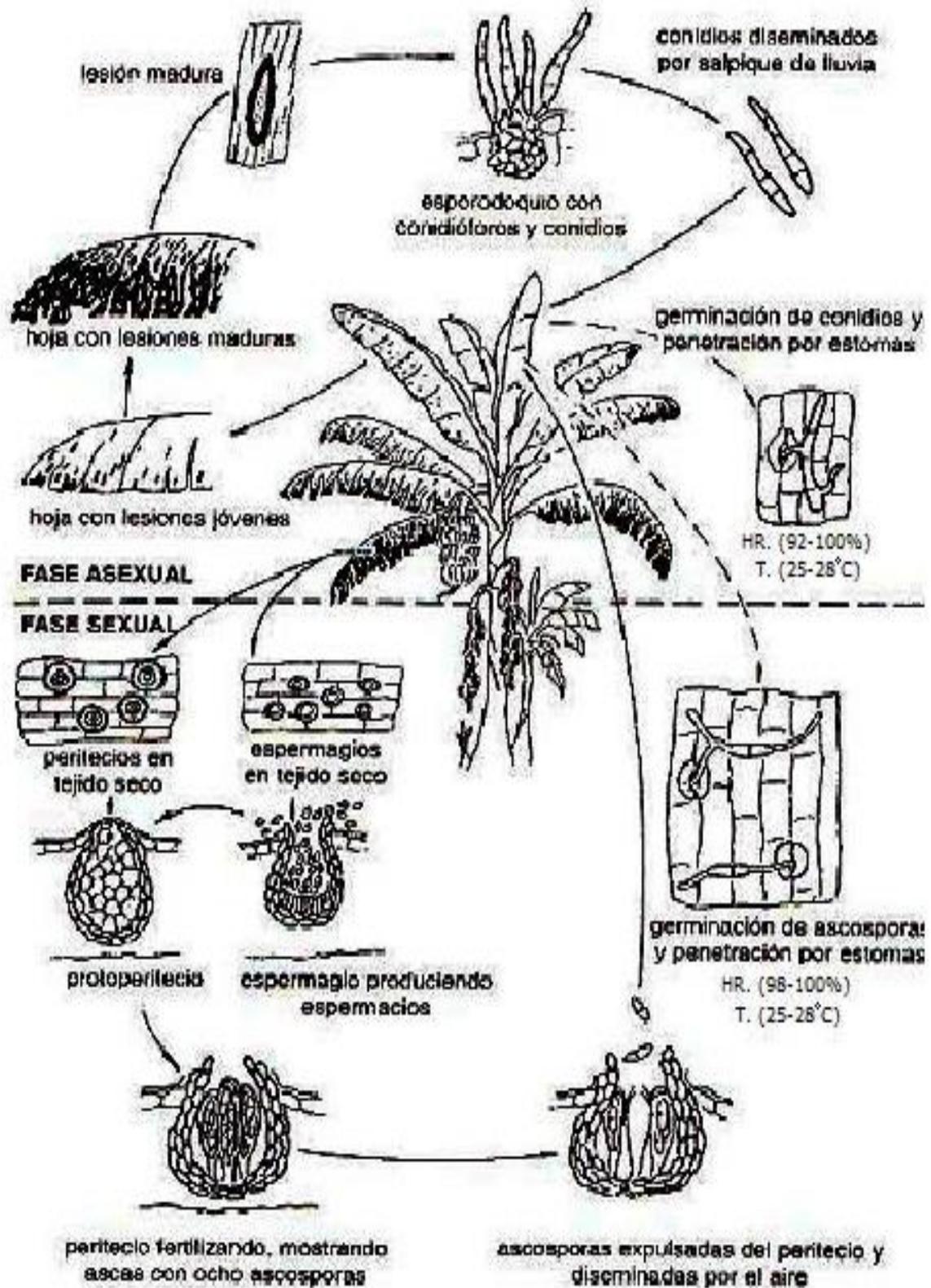


Figura 3. Ciclo de Vida de *Mycosphaerella* causante de la Sigatoka negra en Banano (Fuente: Gonzales 1975).

Las etapas del ciclo de la enfermedad (Figura 4) están asociadas al ciclo de vida del patógeno y comienza con la contaminación o deposición de las esporas sobre las hojas más jóvenes. Poco tiempo después, el hongo inicia la penetración en los estomas, y da inicio a los primeros síntomas, el tiempo entre la contaminación y la aparición de los síntomas en estadíos 1 y 2 se le llama período de incubación. La Infección propiamente dicha ocurre entre los primeros síntomas o pizcas hasta el estadío 6 ó manchas maduras, donde ocurre la necrosis o muerte del tejido foliar de la planta. Desde los estadíos 1 y 2 hasta el estadío 6 se denomina tiempo de desarrollo de la enfermedad. Entre los estadíos 3 y 4 ocurre la reproducción asexual o formación de conidia y entre los estadíos 5 y 6 ocurre la reproducción sexual o formación de ascosporas.

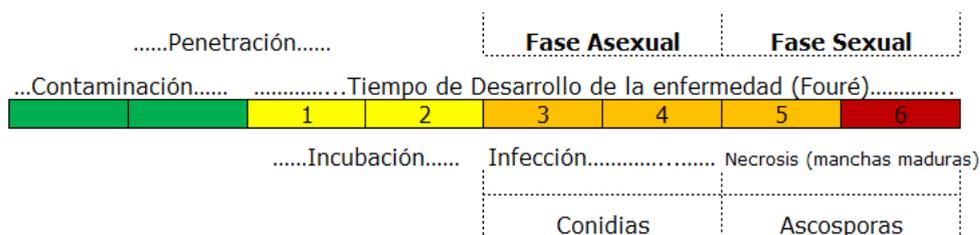


Figura 4. Etapas del ciclo de la enfermedad.

5.2.7. Estadios del desarrollo de la enfermedad

En el año 1982, Fouré E., en su trabajo de investigación: *La cercosporiosis del banano y sus tratamientos: Estudio de la sensibilidad varietal de bananos y plátanos a M. Fijiensis Morelet en Gabón*, detalla los síntomas de la Sigatoka negra.



a. Estadio 1.



b. Estadio 2.



c. Estadio 3



d. Estadio 4.



e. Estadio 5.



f. Estadio 6.

Figura 5. Estadios de la Sigatoka Negra

Estadio 1. (Figura 5.a) Es el primer síntoma externo de la enfermedad. Aparece como una pequeña mancha de color blancuzco o amarillo que se asemeja a la primera etapa de la Sigatoka amarilla. Estos síntomas no son visibles con luz transmitida y solo se pueden observar en el envés de la hoja.

Estadio 2. (Figura 5.b) Surge como una raya, generalmente de color café y visible en el envés de la hoja; más adelante, este síntoma también aparece como una raya en la parte de arriba del limbo, su color amarillo se asemeja al estadio 1 de la Sigatoka amarilla. Este color cambiará progresivamente a café y más adelante a negro en la parte de arriba de la hoja; sin embargo mantendrá el color café en el envés de la hoja.

Estadio 3. (Figura 5.c) Se diferencia del anterior en sus dimensiones. La raya se hace más grande y bajo cierto contexto (poco inoculo y condiciones climáticas desfavorables), puede alcanzar una longitud de 2 a 3 cm.

Estadio 4. (Figura 5.d) Aparece en el envés de la hoja como una mancha café y en la parte de arriba como una mancha negra.

Estadio 5. (Figura 5.e) Ocurre cuando la mancha elíptica se vuelve totalmente negra y se ha extendido al envés de la hoja. Esta mancha tiene un halo amarillo que la rodea y su centro se empieza a aplanar.

Estadio 6. (Figura 5.f) Ocurre cuando el centro de la mancha se seca, adquiere un color gris claro y lo rodea un anillo bien definido de color negro, rodeado a su vez por un halo de

color amarillo brillante. Estas manchas se podrán observar aún después de que la hoja se ha secado ya que el anillo persiste.

En 1998, Craenen, K. en su manual: *Enfermedad de la Sigatoka Negra del banano y plátano*, asevera; Se requiere un mínimo de ocho hojas funcionales durante todo el ciclo para obtener buenos rendimientos; las plantas que presenten esta condición antes la floración califican como susceptibles a Sigatoka negra.

5.2.8. Comparación de la Sigatoka Negra y Amarilla

El año 2003. Rebecca S. Bennett y Phil A. Arneson en el website: www.apsnet.org/education/lessonsPlantPatht/BlackSigatokaEspañol *Sigatoka negra*; de la Sociedad Fitopatológica Americana de la Universidad Cornell, de Florida/Miami, indica:

Patógeno	
SIGATOKA NEGRA	SIGATOKA AMARILLA
<i>Mycosphaerella fijiensis</i> (<i>Pseudocercospora fijiensis</i>)	<i>Mycosphaerella musicola</i> (<i>Pseudocercospora musae</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • se forma solo un conidióforo o pequeños grupos (2-5) en la superficie inferior de la hoja. • los conidióforos son rectos o torcidos, con 0-3 septas y ocasionalmente ramificados, con cicatrices de esporas un poco gruesas. • conidias se estrechan de la base al ápice, con 1-6 septas, y tienen una clara cicatriz basal 	<ul style="list-style-type: none"> • los conidióforos son formados en grupos densos (esporodóquios) sobre estromas oscuros en ambas superficies de la hoja. • los conidióforos son rectos, usualmente sin septas y sin ramificados, sin cicatrices de esporas. • conidias de grosor uniforme por toda su longitud, con 1-5 septas, sin una clara cicatriz basal
Hospederos	
Los bananeros de postre, los bananos y plátanos para cocinar en su por mayor parte son susceptibles	Los bananeros (AAA) generalmente son susceptibles; los bananos y plátanos para cocinar (AAB y ABB) en su mayor parte son de mediana a altamente resistentes.

Síntomas	
<ul style="list-style-type: none"> • la raya inicial es de color marrón oscuro • las rayas se manifiestan en las hojas 2-4 (Cavendish sin fumigación) 	<ul style="list-style-type: none"> • la raya inicial es de color amarillo pálido • las rayas se manifiestan en las hojas 4-5 (Cavendish sin fumigación)
Epidemiología	
<ul style="list-style-type: none"> • más común en los ambientes más cálidos • las ascosporas dispersadas por el viento constituyen el mayor inoculo • las conidias se manifiestan inicialmente en la etapa de raya temprana • produce cerca de 1,200 conidias por mancha • conidias son dispersadas por el agua y por el viento • las ascosporas maduras son producidas 2 semanas después que aparecen las rayas 	<ul style="list-style-type: none"> • más común en los ambientes más frescos • el inoculo consiste en ambas conidias (dispersadas por agua) y ascosporas (dispersadas por el viento) • las conidias se manifiestan inicialmente en la etapa de mancha adulta • produce más de 30,000 conidias por mancha • conidias no son desplazadas por el viento • las ascosporas maduras son producidas 4 semanas después que aparecen las rayas.

5.2.9. Condiciones ambientales favorables al desarrollo de la enfermedad.

Dentro de una plantación de musáceas, las condiciones que determinan la ocurrencia de ambientes húmedos, entre ellas: drenajes deficientes y acumulación de agua en el suelo, densidades de plantas muy altas, presencia de malezas y falta de deshierbes, favorecerán significativamente el desarrollo de la enfermedad al permitir los procesos de germinación y penetración del hongo en los estomas.

El año 1992, Jácome. L.H & Wshuh, en su estudio: *Efecto de duración de la humedad y temperatura en las hojas al desarrollo de la enfermedad de Sigatoka negra de banana infectado por Mycosphaerella fijiensis var. difformis*, afirman; la temperatura y humedad relativa, favorecieron el desarrollo de la epidemia, ya que temperaturas entre 20–35°C contribuyen a la germinación de conidios y ascosporas de los hongos, ocurriendo máxima germinación si existe un rango de temperatura entre 25-28°C y alta humedad relativa, especialmente cuando hay presencia de la película húmeda sobre la hoja.

El año 2008, Céspedes, Carlos, en su libro titulado: *Distribución, epidemiología y manejo de la Sigatoka Negra en la República Dominicana*, afirma; Debido a que *Mycosphaerella fijiensis* produce relativamente pocas conidias, las ascosporas son más importantes en la dispersión y desarrollo de epidemias. Sin embargo, las conidias también juegan un rol que puede ser más importante, durante periodos secos, en los que el desarrollo de la enfermedad es retardado por las condiciones menos favorables. Las conidias germinan a través de un rango de humedad relativamente más amplio (92 a 100%) que las ascosporas (98 a 100%).

La temperatura óptima para la germinación de las esporas es de alrededor 27°C, con un rango de máxima actividad de crecimiento entre 22 y 28°C. Las variables epidemiológicas como: el período de incubación y latencia varían de 32 a 81 y 65 a 122 días, respectivamente. Los menores períodos de incubación y latencia, se presentaron cuando la precipitación fue mínima y los mayores períodos para estas variables estuvieron favorecidos por mayores registros de precipitación.

Las conidias y ascosporas germinan durante períodos de alta humedad relativa (92-100%) especialmente si hay una película de agua sobre la superficie de la hoja e infectan a la hoja a través de los estomas, se forman durante los primeros estadios de desarrollo de la enfermedad, especialmente los 2, 3 y 4.

Las ascosporas son producidas en los pseudotecios formados en las lesiones maduras (estadios 5 y 6), que son comunes en las hojas más viejas de las plantas o en hojas que se están secando sobre la superficie del suelo.

5.2.10. Nociones de resistencia y tolerancia

En el año 2003, Carlier J., D. De Waele y J.V. Escalant, en las Guías técnicas INIBAP N° 7, titulado: *Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por Fusarium, enfermedades de las manchas foliares causadas por Mycosphaerella y nematodos: Evaluación de comportamiento*, definen: La resistencia/susceptibilidad y la tolerancia/sensibilidad se definen como cualidades independientes y relativas de una planta hospedante basándose en las comparaciones entre los genotipos.

La resistencia/susceptibilidad se refiere a la habilidad de la planta de prevenir o limitar el desarrollo de la plaga, mientras que la tolerancia/sensibilidad es la habilidad de la planta de sobrevivir a la presencia de una plaga. Una planta hospedante puede contener (resistencia) o permitir (susceptibilidad) el desarrollo y reproducción del patógeno; puede sufrir pocos daños (tolerancia), aún cuando está fuertemente infectada, o muchos daños (sensibilidad), aún cuando está ligeramente infectada.

5.2.11. Tipos de Resistencia a Enfermedades

El año 2003, Molina-Tirado O. I. & J. Castaño-Zapata, Ph.D. en su trabajo de investigación titulado: *Análisis de algunos componentes de resistencia en los híbridos de banano y plátano FHIA 01, FHIA 17 y FHIA 21 a las Sigatokas negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) y amarilla (M. musicola Leach)*, citan a R. Nelson 1977a, 1977b; *Uso de genes de resistencia para frenar el desplazamiento de poblaciones de patógenos en plantas. En: Cultivo de plantas con resistencia a enfermedades: Conceptos y aplicaciones.* Quien menciona: Existen dos tipos de resistencia de las plantas a las enfermedades. En el primer tipo de resistencia, el hospedante resiste el establecimiento de una relación parasítica exitosa mediante la restricción del sitio de infección y el proceso de infección, resistencia que en algunas ocasiones es denominada específica. En el segundo tipo de resistencia, el hospedante resiste la colonización y crecimiento del parásito, una vez ocurrido el proceso de infección, resistencia que ocasionalmente se le llama resistencia horizontal o resistencia no específica.

La resistencia horizontal funciona mediante la reducción de la tasa de desarrollo (r) de la enfermedad. Una reducción en la tasa de desarrollo de la enfermedad puede resultar de mecanismos del hospedante que retardan la penetración y expresión de síntomas o período de incubación, incrementan el período de latencia, restringen la cantidad de tejido que es colonizado desde un solo sitio de infección y reducen la cantidad y duración de la esporulación. La resistencia horizontal es relativamente difícil de introducir en cultivares debido a la complejidad de su herencia. Sus efectos son a menudo oscuros y no siempre se manifiestan inmediatamente.

Asimismo; El año 1953, Stevenson F.J. & H.A. Jones. En su libro: *“Some source of resistance in crop plants”*, mencionan; el mejoramiento de plantas, se ha basado fundamentalmente en la resistencia vertical. Este tipo de resistencia puede ser introducido

con relativa facilidad dentro de los cultivares y sus efectos son claros y obvios. Quizá esta sea la razón por la cual los fitomejoradores la han escogido.

El retardamiento de la tasa de desarrollo de enfermedades parece ser uno de los principales atributos de la resistencia horizontal. Tal efecto ha sido observado por varios investigadores. Así por ejemplo, han sido descritos y caracterizados los desarrollos lentos de la roya del tallo del trigo (*P. graminis tritici*).

5.3. Metodología de Evaluación de la Sigatoka negra

En el año 1998, Orjeda, G. En la Guía técnica N° 3 del INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain) titulada: *Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por Fusarium*, plantea la siguiente metodología para la evaluación de los parámetros de calidad; Además se consideró las directivas que el año 2000, SENASA – Perú, propone en el *Manual de Evaluación de Resistencia de Genotipos de Plátano a la Sigatoka Negra*. Así mismo; En los años 2002 y 2003, Carlier J., D. De Waele y J.V. Escalant, en las Guías técnicas INIBAP N° 6 y 7, tituladas: *Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por Fusarium, enfermedades de las manchas foliares causadas por Mycosphaerella y nematodos: Evaluaciones extensivas y de comportamiento, respectivamente; la refuerzan.*

5.3.1. Hoja más joven manchada (HMJM)

Es la Primera hoja completamente abierta que presente 10 manchas discretas necrosadas y maduras (estadio 6) o un área grande necrosada con 10 centros secos de color claro. Se cuenta de arriba hacia abajo, considerando solamente las hojas completamente abiertas, mas no la hoja “candela”.

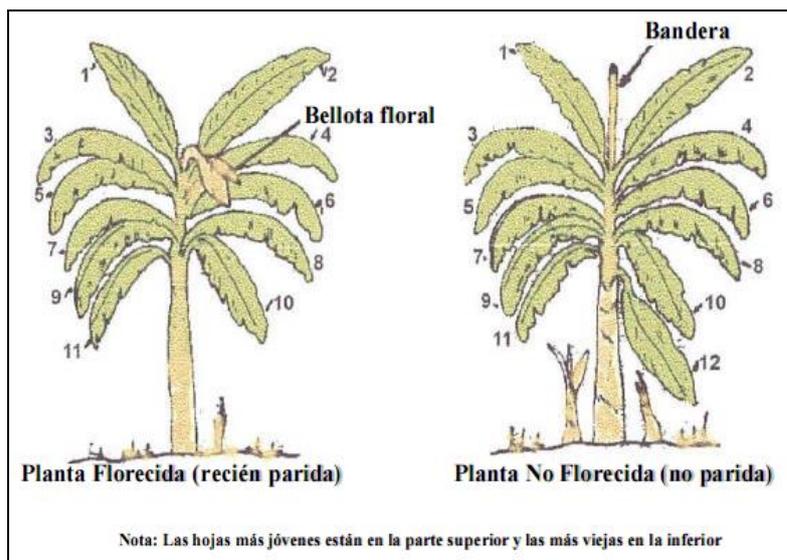


Figura 6. Numeración de hojas en la planta (Fuente: G. Betancourt, 2001)

Se registró semanalmente para cada hoja, Luego de la parición (emergencia del racimo) cuando ya no hay más producción de hojas, se evaluó semanalmente hasta la cosecha.

5.3.2. Número de hojas erectas (NHE)

Es el número de hojas contando desde la hoja más joven (la más alta y sin abrir) hacia abajo. No se consideró las hojas con el pecíolo doblado hacia atrás, las demás hojas se anotaron sin importar su color o el de su pecíolo.

5.3.3. Número de hojas funcionales (NHF)

Hoja funcional es aquella que presenta actividad fotosintética. Una hoja es funcional si tiene más del 50% de su lámina verde. Se evaluó para cada planta al inicio de la floración y en el momento de la cosecha.

5.3.3.1. Índice de reducción de Hojas Funcionales (IRHF)

Con los resultados de las evaluaciones del número de hojas funcionales se elaboró la fórmula para determinar indicadores de la reducción de área funcional: el Índice de Reducción de Hojas Funcionales (IRHF) y con lesiones típicas de Sigatoka negra en dependencia del número de hojas funcionales y con manchas típicas en las dos etapas, inicio de floración y cosecha del racimo.

Formula desarrollada:

$$\text{IRHF} = \text{NHFF}/\text{NHFC}$$

Donde:

IRHF= Índice de reducción de hojas funcionales

NHFF: Número de hojas funcionales a la floración;

NHFC: Número de hojas funcionales a la cosecha;

Fuente: Orellana, P., Bermúdez, I., García, L. y Veitía N. 2002.

5.3.4. Índice de hojas no manchadas (IHNM)

(Basándose en los dos anteriores). Es la proporción de hojas en pie sin los síntomas típicos del estadio 6 de Sigatoka negra. Suministra un estimado del área disponible para la fotosíntesis antes del llenado de frutos y es una medida de la resistencia de *Musa* a la Sigatoka. Además, corrige la diferencia en el número de hojas producidas por diferentes tipos de plátanos.

Se calcula para cada planta con la siguiente fórmula:

$$\text{IHNM} = \frac{100 * (\text{HMJM} - 1)}{\text{NHE}}$$

Donde:

IHNM = Índice de Hojas no Manchadas

HMJM = Hoja Más Joven Manchada

NHE = Número de Hojas Erectas

5.3.5. Severidad de la enfermedad

Para calcular la incidencia y severidad se utilizó la Metodología de Stover modificada por Gáühl, lo cual permitirá obtener información bastante detallada de la situación sanitaria de la plantación. Además con este dato podemos calcular el índice de infección (II).

La severidad es la extensión del área de la hoja infectada por el patógeno de la Sigatoka; este se puede expresar en porcentajes o en grados de la enfermedad.

La Figura 7 Muestra los seis grados que incluye la escala de Stover modificada por Gaiühl. El sistema consiste en una estimación visual del área foliar afectada en todas las hojas de plantas próximas a floración, sin necesidad de bajar la hoja.

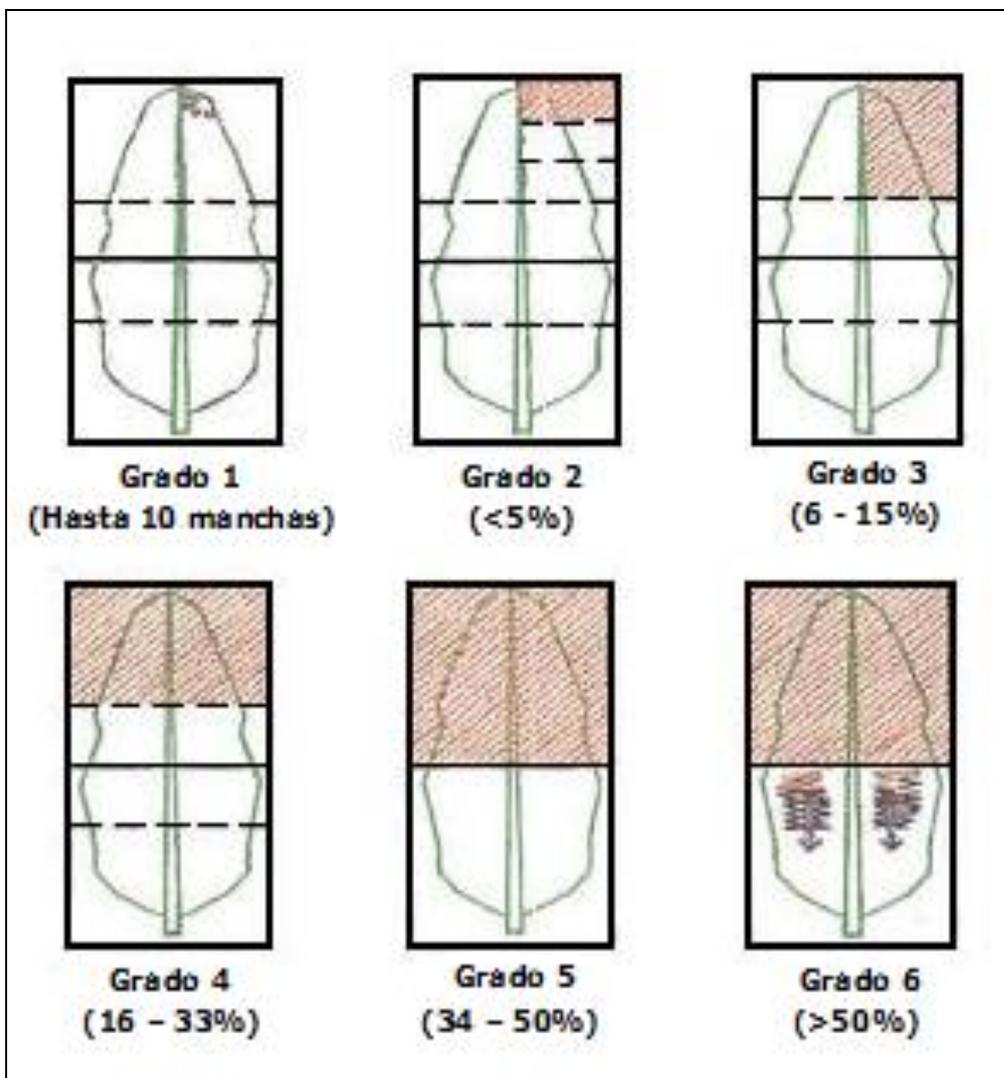


Figura 7. Escala visual de severidad de Sigatoka negra basada en la escala de Stover modificada por Gaiühl (1989).

Para esta evaluación se toman en cuenta todas las hojas presentes excepto la hoja candela y las hojas agobiadas. La hoja más cercana a la hoja candela se considera la hoja N° 1. El conteo se facilita considerando la distribución en espiral (par e impar) de derecha a izquierda a partir de las hojas 1 y 2 (Figura 6), contando hacia abajo.

Para determinar el área foliar afectada debe estimarse visualmente el área total cubierta por todos los síntomas de la enfermedad en cada hoja y calcular el porcentaje de la hoja

cubierto por los síntomas. Para esto es necesario contar con un patrón o modelo que divide la hoja en proporciones porcentuales, como se mostró en la Figura 7.

- Esta información se obtuvo :
 - * seis meses después de la siembra,
 - * al emerger el racimo (parición),
 - * al momento de la cosecha.
- Luego de anotar la severidad de la Sigatoka, se calculó el índice de infección para cada planta de prueba.

Índice de Infección (II)

El cálculo del Índice de Infección se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de infección} = \frac{\sum nb}{(N-1)T} \times 100$$

Donde:

n = Número de hojas con cada grado de severidad de Sigatoka

b = Grado de Severidad

N = Número de Grados empleados en la escala (7)

T = Número total de hojas evaluadas.

Nota: El numerador no viene a ser más que la sumatoria de las severidades de todas las hojas evaluadas multiplicada por 100.

5.3.6. Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE)

El TDE es el tiempo en días entre el estadio B de la hoja candela y la aparición de 10 o más lesiones discretas, necrosadas y maduras en esa hoja.

- El estadio B de Brun es un estadio de la apertura de la hoja de banano (Figura 7). Ver definiciones en anexos (anexo 1).
- Fouré define la lesión madura de la Sigatoka negra como el estadio 6. Ver definiciones en (anexo 2).

- Las plantas se inspeccionaron una vez por semana. Las que tenían hojas candela cerca del estadio B de Brun, se seleccionaron y marcaron (con cintas de color) con la fecha en la que se estima que la hoja llegó al estadio B de Brun.
- Estas hojas se inspeccionaron una vez por semana hasta que llegaron al último estadio de necrosis de la enfermedad (estadio 6) o hasta que se observó un área necrosada grande donde se puedan observar 10 o más centros secos de color claro. (Esta fecha se anotó).
- Este proceso se repitió semanalmente, por ejemplo: cada semana se seleccionaron y observaron las plantas que tienen hojas candela en el estadio B de Brun. Las observaciones para detectar las 10 lesiones maduras también se efectuaron semanalmente.

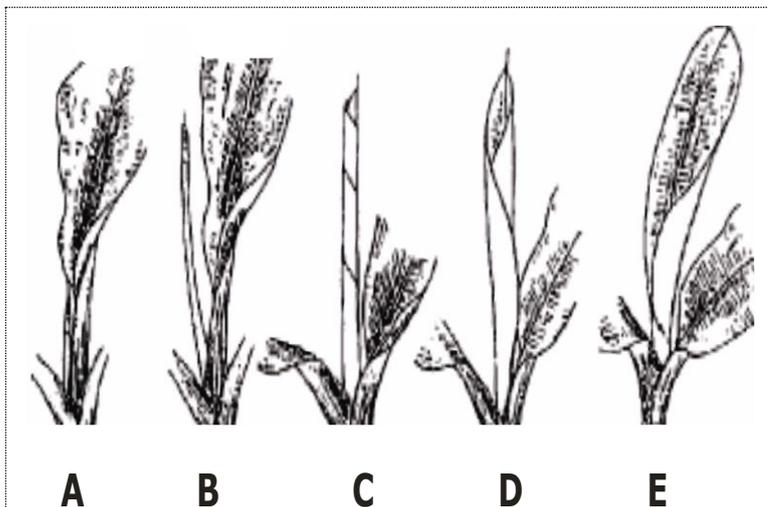


Figura 8. Estados de desarrollo de la hoja candela según Brun (1963). Tomado de Ganry y Laville (1983), para determinar TDE.

5.3.7. Tasa de Sigatocas.

- Doce meses después de la siembra se recolectaron y examinaron muestras de hojas de cada introducción, para determinar la relación de las lesiones producidas por la Sigatoka negra u otras enfermedades foliares.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. MATERIALES

6.1.1. Material Genético.

- * Cormos de híbridos FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18 y FHIA-23***
- Híbrido FHIA 02 (AAAB)
- Híbrido FHIA 03 (AABB)
- Híbrido FHIA 18 (AAAB)
- Híbrido FHIA 23 (AAAA)
- Hijuelos Clon Seda

*** El material es procedente del laboratorio regional del SENASA (Ucayali). Las plántulas vitroplantas del INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano) fueron multiplicadas en el Laboratorio de Biotecnología del Proyecto Especial Pichis Palcazu.

6.1.2. Material de Campo

- * Machete y K'ituchi
- * Pico y Pala
- * Cinta métrica (Wincha)
- * Libreta de campo
- * Media luna
- * Desbrozadora

6.1.3. Material de Gabinete

- * Útiles de escritorio
- * Cámara fotográfica
- * Computadora

6.1.4. Muestreo de suelo

En fecha 22 de junio del 2002, se procedió a la toma de muestras para su respectivo análisis en el laboratorio de Suelos de la Central de Cooperativas Agrarias Cafetaleras Cocla, con los siguientes resultados:

Cuadro 2. Resultados del análisis de Suelo de la parcela experimental.

ELEMENTO	CANTIDAD	INTERPRETACIÓN
M.O. %	2.60	Medio
Nitrógeno (%)	0.13	Medio
Fósforo (ppm)	34.71	Alto
Potasio (ppm)	28.76	Bajo
pH.	6.43	Ligeramente ácido

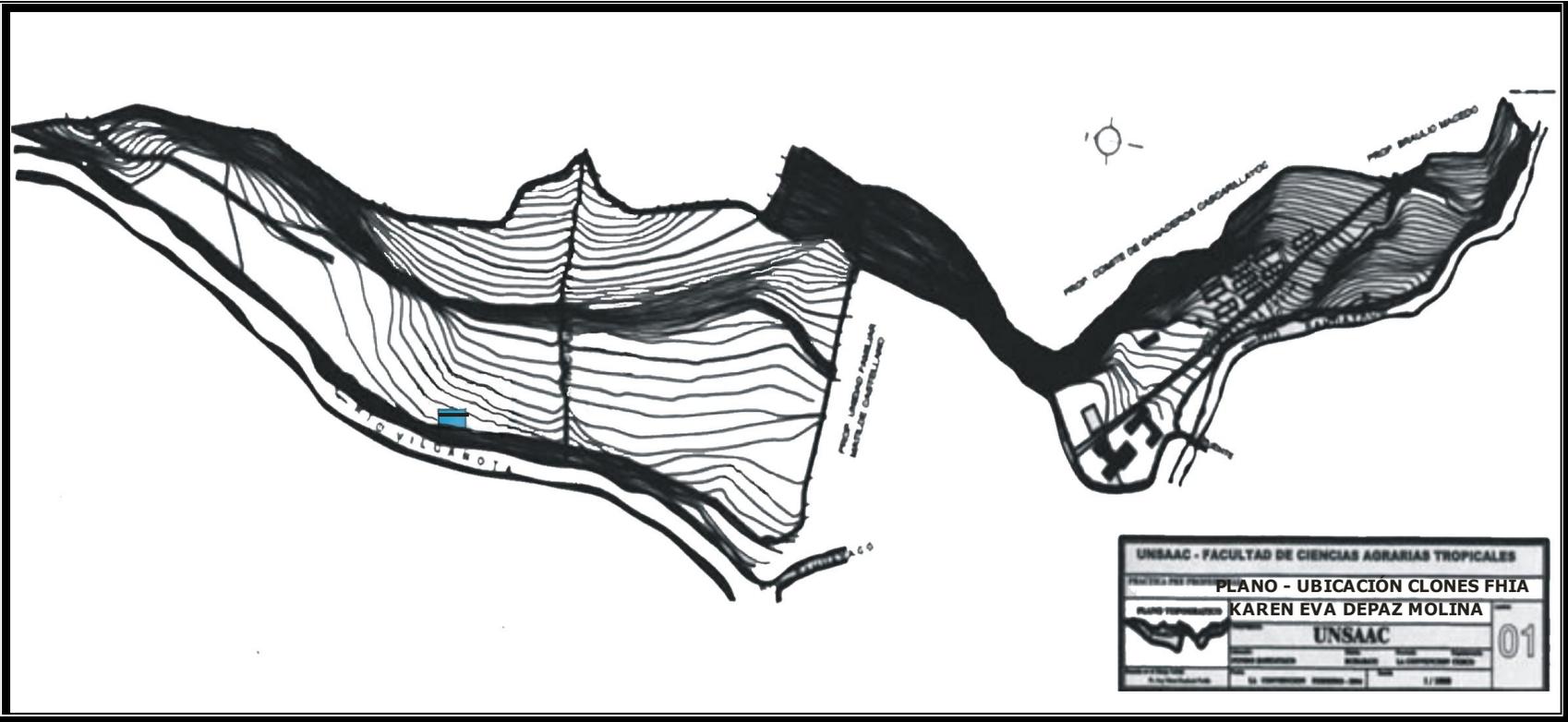
6.1.5. Ubicación del Campo Experimental

El presente trabajo se ejecutó en los terrenos del CAT-Sahuayaco ubicado en el Distrito de Echarati, provincia de La Convención en el Departamento del Cusco, Geográficamente situada entre los paralelos 12° 40' 59.520'' de latitud Sur y los meridianos 72° 31' 16.560'' Longitud Oeste a 786.67 msnm.

La temperatura media anual es de 25°C, Humedad relativa media anual de 85%, con una precipitación promedio anual de 1025 mm. Cuyo piso ecológico corresponde al Bosque Seco Sub tropical (bs-S).

Gracias a un convenio del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) Y la UNSAAC a través de la facultad de Ciencias Agrarias Tropicales; denominado: "Convenio de Evaluación de la Resistencia de Genotipos de Plátano a la Sigatoka negra", en el cual se ejecutó dicho trabajo de tesis.

Figura 9. Plano de ubicación del experimento en el CAT – Sahuayaco



6.2. MÉTODOS

6.2.1. Diseño Experimental

Para instalar los ensayos se empleó el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco (05) tratamientos y tres (03) repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas de cada genotipo.

6.2.2. Características del Campo Experimental

6.2.2.1. Dimensiones:

Parcela : 15.0 m. X 15.0 m.

Bloque : 75.0 m. X 15.0 m.

Total Experimento : 75.0 m. X 45.0 m.

6.2.2.2. Áreas:

Parcela : 225.0 m²

Bloque : 1,125.0 m²

Área Experimental : 3,375.0 m²

6.2.2.3. Distanciamiento:

Entre plantas : 2.5 m.

Entre Surcos : 3.0 m.

6.2.2.4. Número de plantas:

Parcela : 20 u.

Tratamiento : 300 u.

* Entre cada tratamiento (híbrido) se instalaron hileras de un clon local susceptible (seda).

6.2.3. Croquis del Experimento

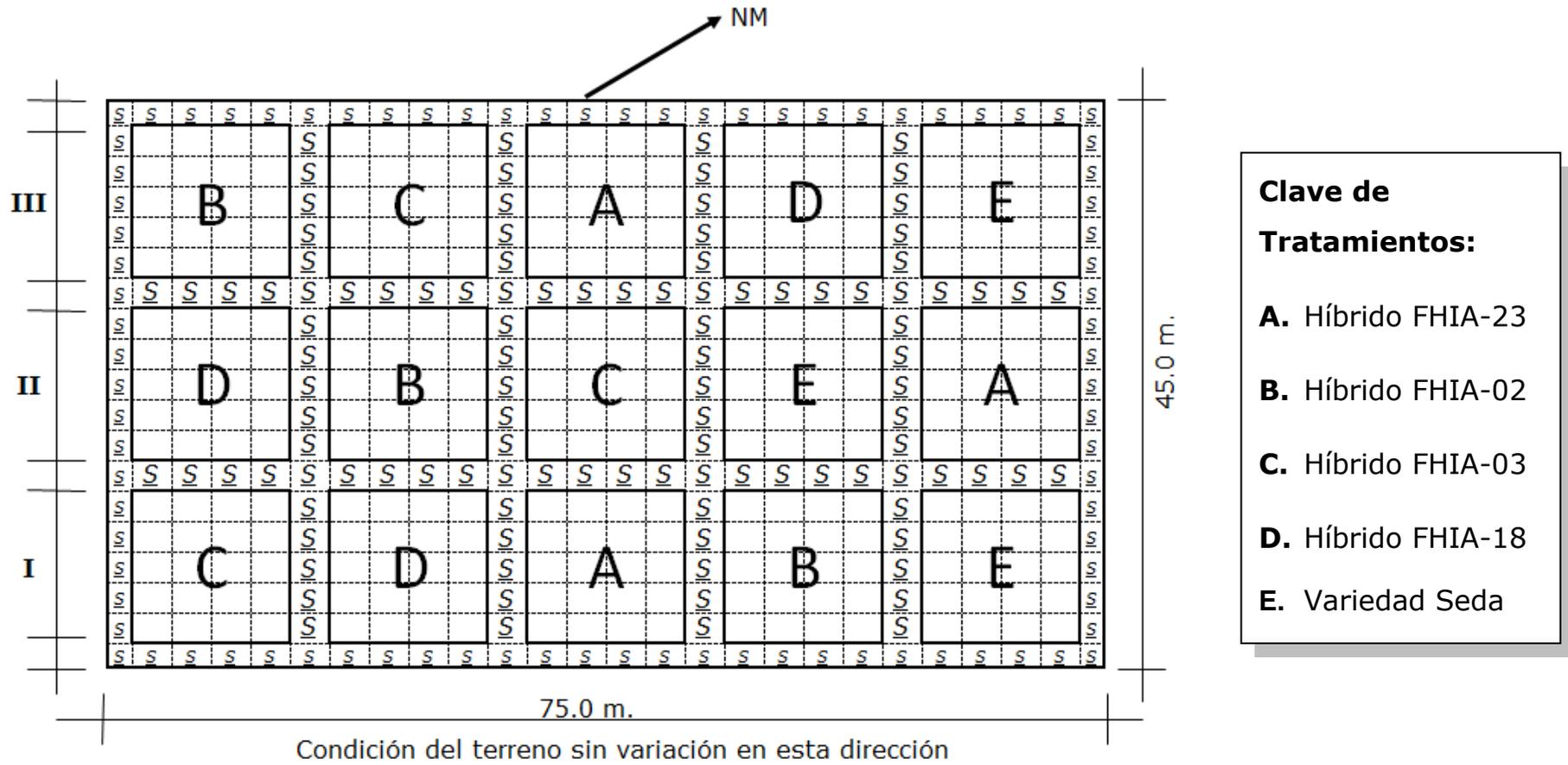
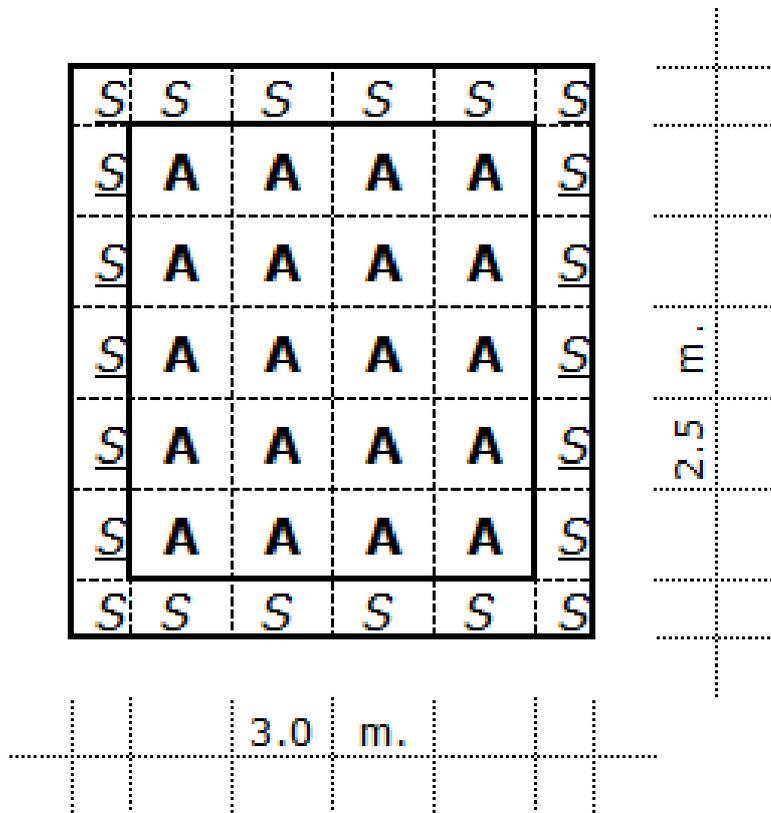


Figura 10. Croquis de ubicación del experimento CAT - Sahuayaco.

6.2.4. Esquema de Cada Unidad Experimental



S = Clon Susceptible

A = Material en estudio

Esc. 1:250

Figura 11. Esquema de la distribución en campo de cada unidad experimental.

6.2.5. Ficha descriptiva de los híbridos en estudio

Información General: (Según documento del Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA, La Lima, Cortés, Honduras, C.A -Servicios del Programa de Banano y Plátano - octubre de 2007.

CLON	Genoma	Linaje	Rpta. a Sigatoka negra (*)
FHIA-02	AAAB	Cavendish cv. Williams (AAA) X SH-3393 (AA).	AR
FHIA-03	AABB	SH-3386 X SH-3320	R
FHIA-18	AAAB	Pomme cv. Prata Ana (AAB) X SH-3142 (AA)	AR
FHIA-23	AAAA	Gross Michel cv. Highgate (AAA) X SH-3362 (AA)	T

* **AR** (Altamente Resistente)

R (Resistente)

T (Tolerante)

6.2.6. Ejecución del Experimento

Se sembraron parcelas de 20 cormos (cada una) de los híbridos FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18 y FHIA-23; para la variedad Seda se utilizó como material reproductivo rebrotes con hojas de espada de mediano tamaño. Todas las parcelas estuvieron rodeadas con plantas de plátano seda (*Musa* AAA), altamente susceptible a la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y amarilla (*M. musicola* Leach). Se realizaron dos siembras, una en diciembre de 2000 (FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18 y FHIA-23) y otra en junio de 2001 (Seda).

6.2.7. Labores Culturales

El manejo agronómico se hizo oportunamente y fue general para todas las parcelas, basados en las labores técnicas establecidas para el cultivo en la región como son: la fertilización, Riegos y drenaje, deshije, deshoje, manejo de arvenses.

6.2.7.1. Reposición

Posteriormente en el mes de mayo del 2001 se realizó la primera reposición de clones FHIA en los tres bloques [FHIA-02 (22), FHIA-03 (17), FHIA-18 (19) y FHIA-23 (20)]; en el mes de junio la segunda reposición [FHIA-03 (03), FHIA-18 (02) y FHIA-23 (04)].

6.2.7.2. Deshije

La labor de deshije se realizó cada dos meses, dejando solamente al primer vástago o hijo, el cual se mantuvo con la finalidad de determinar la dominancia apical de la planta madre; considerando además, que se evaluaría la productividad de los diferentes híbridos, por lo cual; no se debía priorizar la producción de hijuelos para propagación.

6.2.7.3. Deshoje

Las labores de deshoje se realizaron de manera permanente, solo con las hojas que presentaban el peciolo doblado hacia atrás, las demás hojas que presentaban ataque en mayor o menor grado se mantuvieron en la planta, debido a que como lo que se deseaba evaluar era la susceptibilidad o resistencia a Sigatoka negra; se debía mantener la fuente del inculo el mayor tiempo posible.

6.2.7.4. Riegos y drenaje

Se utilizó riego por gravedad en épocas de sequía una vez por semana y en los meses lluviosos se restringió ya que con la precipitación de la zona era suficiente.

Las zanjas de riego a la vez sirvieron de drenaje en las zonas donde pudiera presentarse estancamiento, pero por lo general la textura del suelo no permitía que se inunde.

6.2.7.5. Deshierbe

Las labores de deshierbo se realizaron tres veces al año, antes de la emisión de la bellota floral y dos veces al año, después de la emisión del fruto; para esta labor se requirió el uso de 8 jornales por día.

6.2.7.6. Fertilización

En la siembra se aplicó 1 Kg. de guano de isla por hoyo. Se realizaron dos fertilizaciones con lapsos de 4 meses, con un nivel de abonamiento de 160 – 60 – 120 Kg. De NPK, el cual se dividió en dos, de acuerdo al requerimiento de las plantas; Por lo tanto se uso para la primera aplicación el nivel 80 – 30 – 60 Kg. De NPK; conformado por: Guano de Isla con riqueza (10-9-2), 250 g. por planta; Nitrato de Amonio (NH₄NO₃) 107 g por planta más Cloruro de Potasio (KCl) a razón de 66 g por planta.

Para la segunda, aplicación se utilizó Urea [CO(NH₂)₂] a razón de 133 g por planta, superfosfato triple Ca(H₂PO₄)₂ 49 g por planta y Cloruro de Potasio (KCl) 75 g por planta.

6.2.7.7. Medidas de control de insectos.

Por tratarse de variedades introducidas, no se realizó el control de insectos, dado que uno de los objetivos es el de determinar el comportamiento de las mismas a las condiciones ambientales del CAT – Sahuayaco y en general la Provincia de La Convención.

Pero se puede mencionar que se presencié el ataque de algunas plagas propias de este cultivo, tales como:

- Oruga barrenadora gigante del tallo o suri, (*Castnia licus*), presencia de dicha larva en el pseudotallo del clon FHIA-03
- Picudo rayado del banano (*Metamasius hemipterus*), ataque de adultos en la base del tallo de algunas plantas del clon FHIA-23.

6.3. VARIABLES EVALUADAS Y ANALISIS ESTADISTICO

La evaluación de los parámetros de calidad se realizó de acuerdo a la metodología sugerida por el International Network for the Improvement of Banana and Plantain INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano).

Evaluaciones de Comportamiento: Registro de información

6.3.1. Información Climatológica:

- Humedad relativa
- Temperatura
- Precipitación

6.3.2. Evaluación de la Sigatoka negra

- 6.3.2.1. Hoja más joven manchada (HMJM)
- 6.3.2.2. Número de hojas erectas (NHE)
- 6.3.2.3. Número de hojas funcionales (NHF)
 - 6.3.2.3.1. Índice de reducción de Hojas Funcionales (IRHF)
- 6.3.2.4. Índice de hojas no manchadas (IHNM)
- 6.3.2.5. Severidad de la enfermedad (Índice de Infección II)
- 6.3.2.6. Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE)
- 6.3.2.7. Tasa de Sigatokas.

6.3.3. Características del Fruto:

- 6.3.3.1. Peso del racimo (Kg.)
- 6.3.3.2. Número de manos del racimo a la cosecha
- 6.3.3.3. Número de frutos a la cosecha
- 6.3.3.4. Peso promedio del fruto a la cosecha (g).

6.3.4. Información Agronómica: (Fecha de siembra y características agronómicas de las plantas)

6.3.4.1. Tiempo de siembra a floración o pariarparición en días (DF).

6.3.4.2. Número de días entre floración y cosecha (NDFC)

6.3.4.3. Ciclo de cultivo en días (DC).Altura del pseudotallo al momento de la floración o emergencia del racimo (cm.)

6.3.4.4. Circunferencia del pseudotallo al momento de la cosecha (cm.).

6.3.5. Análisis Estadístico de los Resultados

La información recabada en campo fue registrada en hojas de cálculo, en las cuales se determinó el NHE, NHF, la HMJM, IHNM y el TDE.

Los datos fueron procesados con la ayuda del programa Statgraphics Centurión, versión de prueba (XV.II.)

Para el análisis estadístico, de acuerdo a las variables evaluadas, se realizó el análisis de varianza (ANVA) para evaluar el efecto de los cinco tratamientos sobre las variables estudiadas. Además, la comparación de los promedios a través de la prueba de Tukey al 5%.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Evaluación de la Sigatoka negra

Cuadro 3. Promedios ordenados para la evaluación de la enfermedad. En evaluación de híbridos resistentes a Sigatoka negra CAT–Sahuayaco.

Clones	Clave	Floración				Floración a Cosecha			Cosecha			
		(NHF)	(NHE)	(HMJM)	(IHNM)	(NHE)	(HMJM)	(IHNM)	(NHF)	(NHE)	(HMJM)	(IHNM)
FHIA 23	A	11.77	11.75	8.18	69.65	9.79	4.84	74.65	7.62	7.74	2.18	6.87
FHIA 02	B	13.05	13.07	9.73	67.00	10.75	6.44	52.55	7.91	8.58	1.72	4.75
FHIA 03	C	12.63	12.63	8.01	55.38	10.11	4.85	34.35	7.37	8.39	1.30	2.92
FHIA 18	D	12.73	12.74	10.64	74.16	9.13	6.15	60.47	7.37	7.50	2.03	6.45
SEDA	E	8.24	9.36	4.51	37.44	7.28	2.71	20.39	1.47	3.52	1.02	0.41

(NHF): Número de Hojas Funcionales

(NHE): Número de Hojas Erectas

(HMJM): Hoja más Joven Manchada

(IHNM): Índice de Hojas no Manchadas

Cuadro 4. Evaluación del Índice de infección de la Sigatoka negra, Tiempo de desarrollo de la enfermedad e Índice de reducción de hojas funcionales. CAT – Sahuayaco.

Clones	Clave	Índice Infección a los Seis Meses	Índice Infección en Floración	Índice Infección Floración a cosecha	Índice Infección en Cosecha	Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (d)	Índice de reducción de Hojas Funcionales
FHIA 23	A	0.88 a	1.61 a	5.41 a	15.17 a	487.17 a	1.54
FHIA 02	B	1.66 a	6.36 b	12.31 ab	26.88 ab	365.89 ab	1.65
FHIA 03	C	2.76 b	10.04 c	18.46 b	34.55 b	238.80 bc	1.71
FHIA 18	D	0.62 a	2.91 a	5.84 a	12.53 a	194.78 bc	1.73
SEDA	E	6.98 c	26.36 d	39.88 c	78.42 c	109.22 c	5.61
CV.		15.67	14.07	20.41	17.58	22.57	

Nota: Promedios con la misma letra en una columna no son diferentes estadísticamente; Según Prueba de rango de Probabilidades de Tukey al 5%.

7.1.1. Hoja más Joven Manchada (HMJM)

7.1.1.1 Hoja más Joven Manchada a la Floración (HMJMF)

Cuadro 5. Análisis de Varianza para Hoja más Joven Manchada a la Floración (HMJMF).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.5635	0.2817	0.738	0.025	*
TRAT	4	65.8708	16.4677	43.162	3.840	*
ERROR	8	3.0523	0.3815	...	...	...
TOTAL	14	69.4865	CV: 7.52 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con un nivel del 95% de confianza, existe diferencia para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 7.52 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 6. Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada al momento de la floración.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-18	D	10.64	a
II	FHIA-02	B	9.73	a b
III	FHIA-23	A	8.18	b c
IV	FHIA-03	C	8.01	c
V	Seda	E	4.51	d

Se han identificado cuatro grupos homogéneos. El híbrido FHIA-18 (10.64); presentó diferencia significativa superior, frente a los demás híbridos, pero no frente al FHIA-02 (9.73), este a su vez no presentó diferencia significativa frente a FHIA-23 (8.18); mientras que este a su vez no presentó diferencia frente a FHIA-03 (8.01). Por otro lado el clon local Seda (4.51), resultó significativamente inferior a todos los híbridos respecto a la hoja más joven manchada a la floración (HMJM).

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos tratamientos que compartan una misma letra.

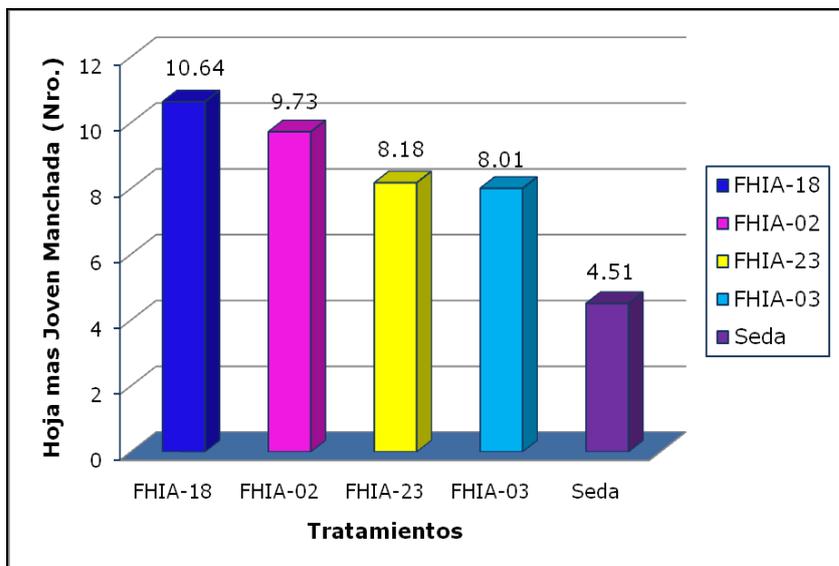


Figura 12. Gráfico de la hoja más joven manchada al momento de la floración.

7.1.1.2 Hoja más Joven Manchada de Floración a Cosecha (HMJMFC)

Cuadro 7. Análisis de Varianza para Hoja más Joven Manchada de Floración a Cosecha (HMJMFC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	1.3028	0.6514	1.528	4.460	NS
TRAT	4	26.0115	6.5029	15.253	3.840	*
ERROR	8	3.4107	0.4263	...	...	...
TOTAL	14	30.7250	CV: 13.07 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, no existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 13.07%) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 8. Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada de la floración a la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	6.44	a
II	FHIA-18	D	6.15	a
III	FHIA-03	C	4.85	a
IV	FHIA-23	A	4.84	a
V	Seda	E	2.71	b

En el transcurso de la Floración hasta la cosecha, se pudo observar que entre los híbridos no se encontraron diferencias significativas, pese a que FHIA-02 (6.44) y FHIA-18 (6.15), presentaron los mejores promedios al encontrarse que la hoja más joven manchada es la N° 6 y entre los híbridos FHIA-03 (4.85) y FHIA-23 (4.84) la hoja N° 4. Mientras que si hubo diferencia superior frente al clon local Seda (2.71), respecto a la hoja más joven manchada (HMJM).

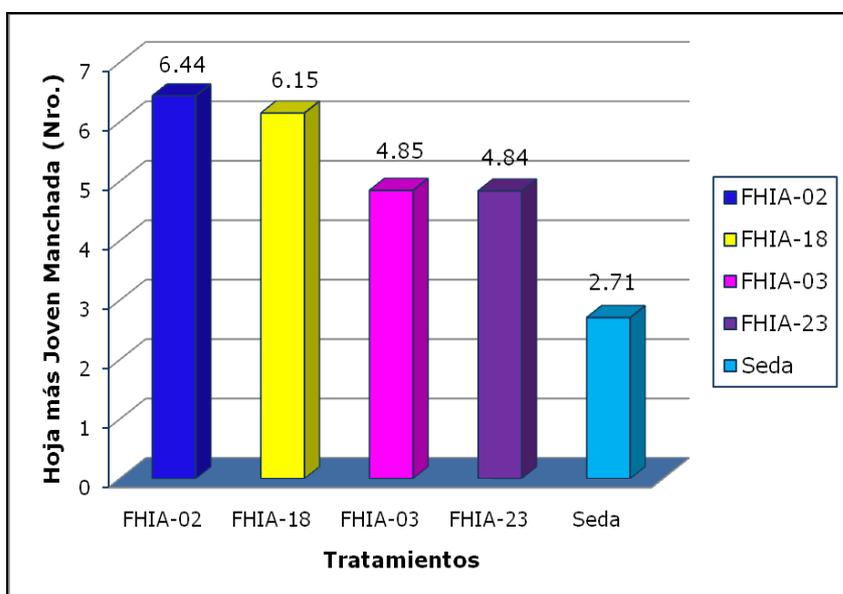


Figura 13. Gráfico de la hoja más joven manchada entre la floración y la cosecha.

7.1.1.3 Hoja más Joven Manchada a la Cosecha (HMJMC)

Cuadro 9. Análisis de Varianza para Hoja más Joven Manchada a la Cosecha (HMJMC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.6312	0.3156	0.420	0.025	*
TRAT	4	30.6083	7.6521	10.192	3.840	*
ERROR	8	6.0065	0.7508	...	...	...
TOTAL	14	37.2460	CV: 29.43 %			

Como se puede ver el CV, obtenido es mayor de 29% por lo tanto realizamos la transformación de los datos extrayendo la raíz cuadrada de cada una de las observaciones.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para Hoja más Joven Manchada a la Cosecha (HMJMC) - Corregido.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.0364	0.0182	0.369	0.025	*
TRAT	4	2.8478	0.7120	14.417	3.840	*
ERROR	8	0.3951	0.0494	...	...
TOTAL	14	3.2793	CV: 13.46 %			

**** ANVA Corregido.**

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 13.46 %) está dentro del rango de aceptación.

Para establecer cuáles de los tratamientos en estudio presentan diferencias estadísticamente significativas; usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5%, para la hoja más joven manchada al momento de la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	2.18	a
II	FHIA-18	D	2.03	a
III	FHIA-02	B	1.72	a b
IV	FHIA-03	C	1.30	b c
V	Seda	E	1.02	c

Al momento de la cosecha se han identificado 03 grupos homogéneos; Los híbridos FHIA-23 (2.18), FHIA-18 (2.03) y FHIA-02 (1.72) resultaron significativamente superiores frente a los híbridos FHIA-02 y FHIA-03 (1.30) y frente al clon local Seda (1.02) con respecto a la hoja más joven manchada a la cosecha (HMJM). Esto indica que los híbridos FHIA-23 y FHIA-18 mostraron un mayor nivel de tolerancia a la enfermedad que el Seda. Estas características son de vital importancia para la expresión final del rendimiento de los cultivares. Este comportamiento tolerante a Sigatoka Negra de los materiales tetraploides (AAAB) coincide con el previamente reportado (El año 1995, por Rowe y Rosales en, *Conventional Banana Breeding in Honduras.*)

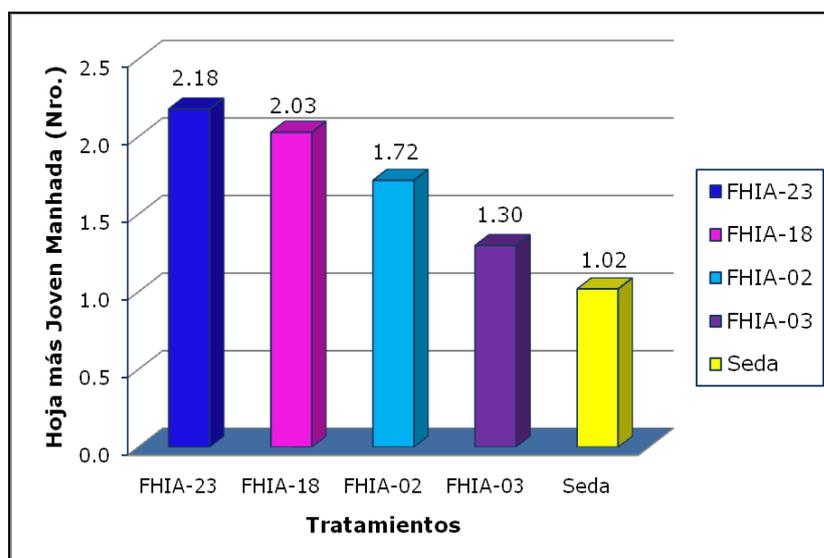


Figura 14. Gráfico de la hoja más joven manchada al momento de la cosecha.

7.1.2. Número de Hojas Erectas (NHE)

7.1.2.1 Número de Hojas Erectas en Floración (NHEF)

Cuadro 12. Análisis de Varianza para N° de Hojas erectas a la Floración (NHEF).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	2.0461	1.0230	1.684	4.460	NS
TRAT	4	27.1723	6.7931	11.181	3.840	*
ERROR	8	4.8606	0.6076	...	...	...
TOTAL	14	34.0790	CV: 6.54 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, no existe diferencia estadística significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 6.54 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5%, para el N° de Hojas erectas en la Floración (NHEF).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	13.07	a
II	FHIA-18	D	12.74	a
III	FHIA-03	C	12.63	a
IV	FHIA-23	A	11.75	a
V	Seda	E	9.36	b

En cuanto a los híbridos no se halló diferencia significativa entre sí, FHIA-02 (13.07), FHIA-18 (12.74), FHIA-03 (12.63), FHIA-23 (11.75); a diferencia del clon local Seda que si presentó diferencia significativa frente a los híbridos, reportando (9.36) hojas erectas a la floración.

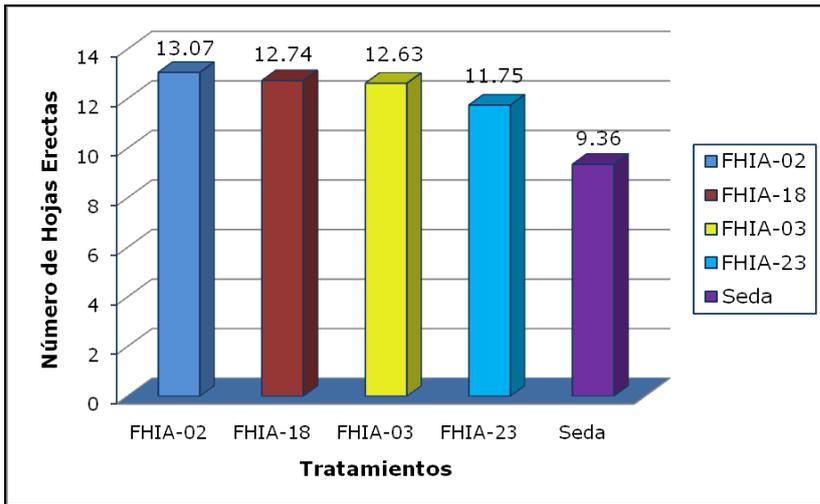


Figura 15. Gráfico del número de hojas erectas al momento de la floración entre los tratamientos.

Como se puede ver, el número de hojas erectas presentes al momento de la emisión de la bellota, para todos los tratamientos; varió entre 9 y 13; lo cual puede considerarse aceptable, puesto que:

El año 1984, Martínez en su investigación titulada: *Determinación del área mínima foliar en el plátano en el trópico húmedo*, estableció que al momento de la floración la planta debía poseer un mínimo de ocho hojas para garantizar la formación de un buen racimo.

7.1.2.2 Número de Hojas Erectas de Floración a Cosecha (NHEFC)

Cuadro 14. Análisis de Varianza para N° de Hojas erectas entre Floración y Cosecha (NHEFC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.1175	0.0588	0.127	0.025	*
TRAT	4	21.0824	5.2706	11.419	3.840	*
ERROR	8	3.6924	0.4616	...	...	...
TOTAL	14	24.8924	CV: 7.22 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 7.22 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5%, para N° de Hojas erectas entre Floración y Cosecha (NHEFC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	10.75	a
II	FHIA-03	C	10.11	a
III	FHIA-23	A	9.79	a
IV	FHIA-18	D	9.13	a
V	Seda	E	7.28	b

En el transcurso de la floración al llenado de frutos hasta la cosecha, se mantuvo la diferencia significativa registrada al momento de la floración frente a los híbridos; pudiéndose ver que el clon local Seda reportó un promedio de (7.28) hojas erectas en este periodo.

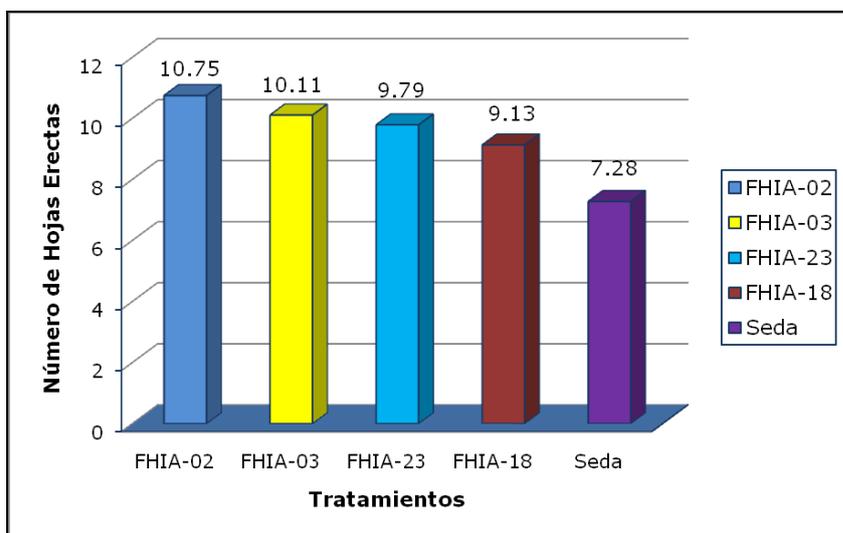


Figura 16. Gráfico del número de hojas erectas en el tiempo transcurrido de la floración a la cosecha.

7.1.2.3 Número de Hojas Erectas a la Cosecha (NHEC)

Cuadro 16. Análisis de Varianza para N° de Hojas Erectas a la Cosecha (NHEC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.4708	0.2354	0.509	0.025	*
TRAT	4	51.6205	12.9051	27.902	3.840	*
ERROR	8	3.7001	0.4625	...	...	...
TOTAL	14	55.7914	CV: 9.51 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 9.51 %) está dentro del rango de aceptación. Para establecer cuáles son los tratamientos diferentes usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 17. Prueba de Tukey al 5%, para N° de Hojas erectas en la Cosecha (NHEC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	8.58	a
II	FHIA-03	C	8.39	a
III	FHIA-23	A	7.74	a
IV	FHIA-18	D	7.50	a
V	Seda	E	3.52	b

Al momento de la cosecha se pudo apreciar que se mantiene la diferencia registrada al momento de la floración, reportando los híbridos los siguientes valores FHIA-02 (8.58), FHIA-03 (8.39), FHIA-23 (7.74) y FHIA-18 (7.50) respectivamente; los cuales muestran diferencia estadística superior, frente al clon local Seda, que presentó como promedio 3.52 hojas erectas.

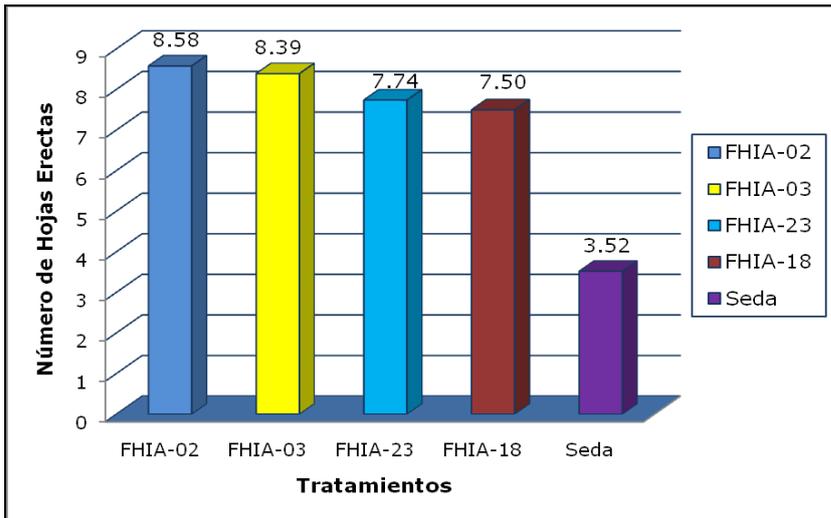


Figura 17. Gráfico del Número de Hojas Erectas al momento de la Cosecha entre los tratamientos.

El año 1987, Stover y Simmonds, en: *Bananas. 3rd. Ed.*, asevera que ; el área foliar de la planta de banano, presenta una correlación con el número de manos, previendo así una mayor producción para los tratamientos A y B que al tener mayor número de hojas, presentan mayor área foliar y por ende mayor número de manos.

7.1.3. Número de Hojas Funcionales

En el año 1996, Merchán, V. en su libro titulado: *Prevención y manejo de la Sigatoka negra en Manizales Colombia*, cita; El mayor número de hojas funcionales en floración presentes en los híbridos, en comparación con el material local, refleja su condición de resistencia a la Sigatoka negra. Así mismo, el porte bajo de los híbridos constituye una ventaja para su eventual siembra en topografías inclinadas; característica de nuestra zona agrícola convenciana.

7.1.3.1 Número de Hojas Funcionales a la Floración (NHFF)

Cuadro 18. Análisis de Varianza para el N° de Hojas Funcionales a la Floración (NHFF).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	1.64581	0.82291	1.4328	4.460	NS
TRAT	4	47.16897	11.79224	20.5316	3.840	*
ERROR	8	4.59477	0.57435	...	...	...
TOTAL	14	53.40956	CV: 6.49 %			

De acuerdo al ANVA, se puede apreciar que el valor de Fc supera el valor límite establecido en forma teórica para la relación de variancias, hay probabilidades con 95% de certeza de que no todos los tratamientos en estudio son iguales estadísticamente, no existe diferencia estadística significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de variación (CV=6.49%) está dentro del rango de aceptación; para establecer cuáles son dichos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5%, para el N° de Hojas Funcionales al momento de la floración (NHFF).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	13.05	a
II	FHIA-18	D	12.73	a
III	FHIA-03	C	12.63	a
IV	FHIA-23	A	11.77	a
V	Seda	E	8.24	b

En el momento de la Floración, se pudo observar que entre los híbridos no se encontraron diferencias significativas entre sí y fueron superiores al clon local Seda.

En promedio, el número de hojas funcionales presentes al momento de la emisión de la bellota para los híbridos FHIA-02, FHIA-03 y FHIA-18 varió entre 12 y 13 hojas fotosintéticamente activas al momento de la floración; a excepción del Híbrido FHIA-23 que presentó un promedio menor (11.77), inclusive el clon local presentó un promedio de 8 hojas funcionales (Cuadro 19), lo cual es bastante aceptable, por las consideraciones adelante expuestas.

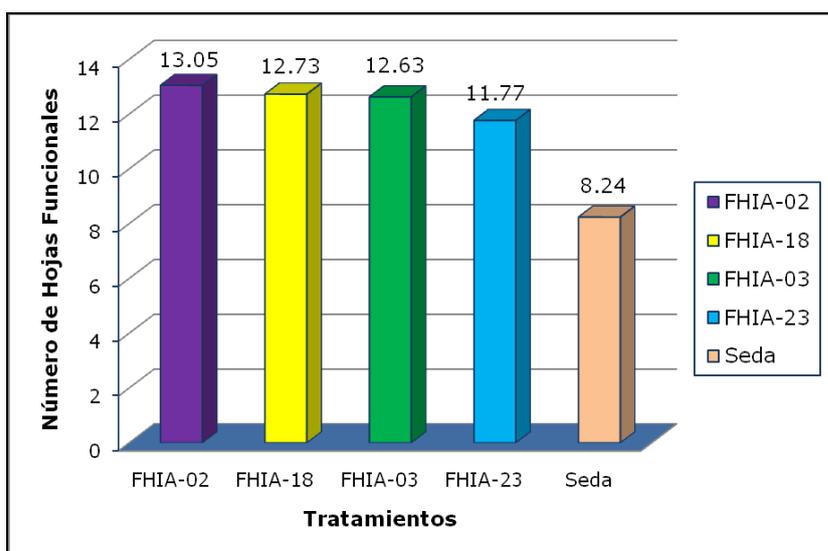


Figura 18. Gráfico del Número de Hojas Funcionales, registrados al momento de la Floración.

El año 1984, Martínez, en su investigación titulada; *Determinación del área mínima foliar en el plátano en el trópico húmedo en Quindío – Colombia*; estableció que la planta debe tener un mínimo de ocho hojas fotosintéticamente activas al momento de la floración para garantizar la formación de un buen racimo. Todos los materiales se ajustaron en promedio a dicho requerimiento.

El año 1987, Gonzales, en su libro titulado: *Enfermedades del Cultivo del Banano. San José, Costa Rica*, manifiesta; Después de la floración, la planta de banano no produce más hojas, perdiendo así su capacidad de recuperación. Estudios llevados en Honduras, revelaron que 20 días después de la floración, son necesarias 8 hojas y de 60 a 80 días después, son necesarias 4 hojas para evitar pérdidas de calidad.

7.1.3.2 Número de Hojas Funcionales a la Cosecha (NHFC)

Cuadro 20. Análisis de Varianza para el N° de Hojas Funcionales a la Cosecha (NHFC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.4744	0.2372	0.435	0.025	*
TRAT	4	89.8125	22.4531	41.223	3.840	*
ERROR	8	4.3575	0.5447	...	...	...
TOTAL	14	94.6444	CV: 11.63 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 11.63 %) está dentro del rango de aceptación; para establecer cuáles son dichos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5%, para el N° de Hojas Funcionales al momento de la Cosecha (NHFC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-02	B	7.91	a
II	FHIA-23	A	7.62	a
III	FHIA-18	D	7.37	a
IV	FHIA-03	C	7.37	a
V	Seda	E	1.47	b

En general, el número de hojas funcionales a la cosecha entre los híbridos no presentó diferencia significativa entre ellos, registrándose los siguientes valores FHIA-02 (7.91), FHIA-23 (7.62), FHIA-18 (7.37) y FHIA-03 (7.37) respectivamente. Mientras que se halló diferencia significativa con el clon Seda, el cual presentó un promedio bajo de Número de Hojas Funcionales a la Cosecha (1.47), pese a que este material llegó a la floración con el número de hojas funcionales considerado necesario para llegar a buen término.

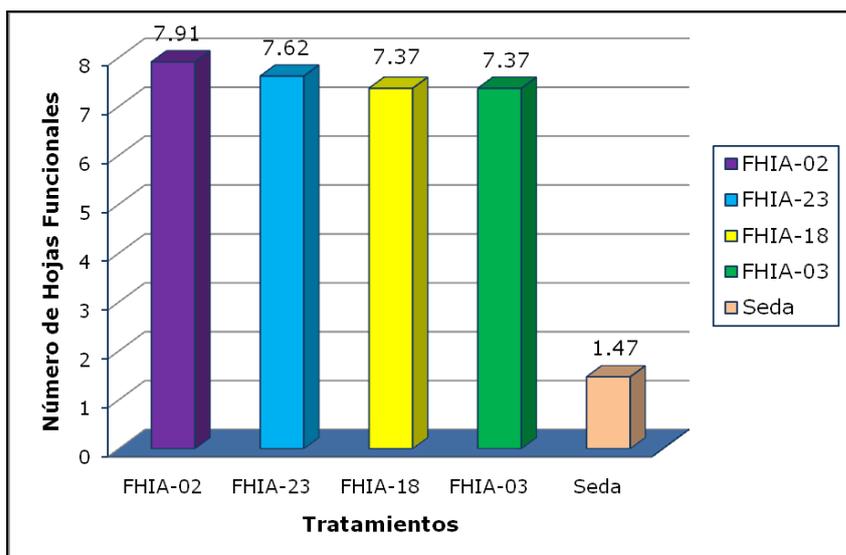


Figura 19. Gráfico del Número de Hojas Funcionales, registrados al momento de la Cosecha.

El año 1997, Álvarez en su investigación titulada: *Introducción, Evaluación, Multiplicación y Diseminación de los híbridos FHIA en Cuba*, llegó a la conclusión de que; El número de hojas funcionales a la cosecha constituye un buen indicador de resistencia o susceptibilidad a la Sigatoka negra, existiendo una correlación positiva entre dicho valor y el peso del racimo.

7.1.3.2.1. Índice de reducción de Hojas Funcionales (IRHF)

Cuadro 22. Determinación del Índice de reducción de Hojas Funcionales (IRHF).

GENOTIPO	NHFF	NHFC	IRHF
FHIA-23	11.77	7.62	1.54
FHIA-02	13.05	7.91	1.65
FHIA-03	12.63	7.37	1.71
FHIA-18	12.73	7.37	1.73
Seda	8.24	1.47	5.61

Con respecto al comportamiento frente a la Sigatoka negra, el IRHF nos indica que el Seda que llegó a cosecha con sólo 1.47 hojas funcionales (IRHF = 5.61), fue el clon que presentó la mayor reducción de área foliar en el proceso del llenado de los dedos en el racimo, lo que provocó un insuficiente llenado de los mismos.

El cuanto a los clones híbridos, estos presentaron valores inferiores y similares entre sí (Cuadro 22). En estos clones el número de hojas funcionales en el momento de la cosecha no fue inferior a cuatro, lo cual permitió completar el llenado de los dedos.

7.1.4. Índice de Hojas no Manchadas (IHNM)

7.1.4.1 Índice de Hojas no Manchadas a la Floración (IHNMF)

Cuadro 23. Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Floración (IHNMF).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	1.3775	0.6888	0.050	0.025	*
TRAT	4	2,610.5768	652.6442	47.470	3.840	*
ERROR	8	109.9876	13.7485	...	...	...
TOTAL	14	2,721.9419	CV: 6.11 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 6.11 %) está dentro del rango de aceptación.

Para establecer cuáles de los tratamientos en estudio presentan diferencias estadísticamente significativas; usaremos la prueba de Tukey

Cuadro 24. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Hojas no Manchadas al momento de la Floración (IHNMF).

<i>O.M</i>	<i>GENOTIPO</i>	<i>Cód.</i>	<i>Promedios</i>	<i>Tukey 5%</i>
I	FHIA-18	D	74.16	a
II	FHIA-23	A	69.65	a
III	FHIA-02	B	67.00	a
IV	FHIA-03	C	55.38	b
V	Seda	E	37.44	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 24), se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta el mayor índice de hojas no manchadas, en este grupo se encuentran los clones FHIA-18 (74.16%), FHIA-23 (69.65%) y FHIA-02 (67.00%).

En el segundo grupo, se encuentra el FHIA-03 (55.38%), el cual presenta diferencia significativa frente a los demás híbridos materia de evaluación. Mientras que en un tercer grupo se encuentra solamente el Clon local Seda (37.44%). Estos resultados muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con respecto al clon local y por el contrario no existe diferencia significativa entre los tratamientos D, A y B respectivamente.

Es decir que estos tratamientos presentan igual resistencia estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento D muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento en esta etapa del cultivo.

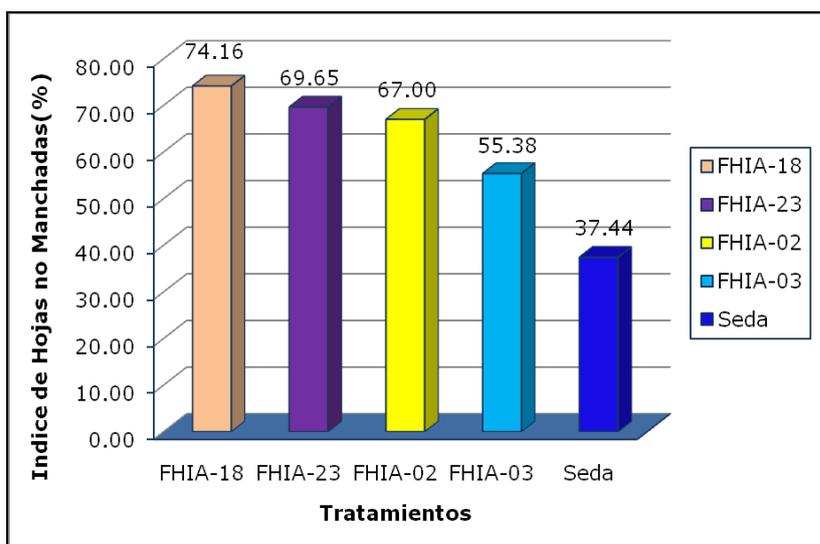


Figura 20. Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados en la Floración.

7.1.4.2 Índice de Hojas no Manchadas de Floración a Cosecha (IHNMF)

Cuadro 25. Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas de Floración a Cosecha (IHNMF).

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	37.8245	18.9123	0.474	0.025	*
TRAT	4	5,501.0524	1,375.2631	34.440	3.840	*
ERROR	8	319.4552	39.9319	...	...	...
TOTAL	14	5,858.3321	CV: 13.03			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, no existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 13.03 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 26. Prueba de Tukey para el Índice de Hojas no Manchadas de Floración a Cosecha (IHNMF).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	74.65	a
II	FHIA-18	D	60.47	a b
III	FHIA-02	B	52.55	b
IV	FHIA-03	C	34.35	c
V	Seda	E	20.39	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 26), se forman hasta tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta el mayor Índice de hojas no manchadas, en este grupo se encuentran los clones híbridos FHIA-23 (74.65%) y FHIA-18 (60.47%); En el Grupo (b), se encuentra el clon FHIA-02 (52.55%) el cual no presenta diferencia significativa con el clon FHIA-18. Mientras que en un tercer grupo se encuentran el clon híbrido FHIA-03 (34.35%); y el clon local Seda (20.39%), los cuales no presentan diferencia estadística entre sí. Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al clon local.

Es decir que estos tratamientos presentan igual resistencia estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento A muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento durante esta etapa.

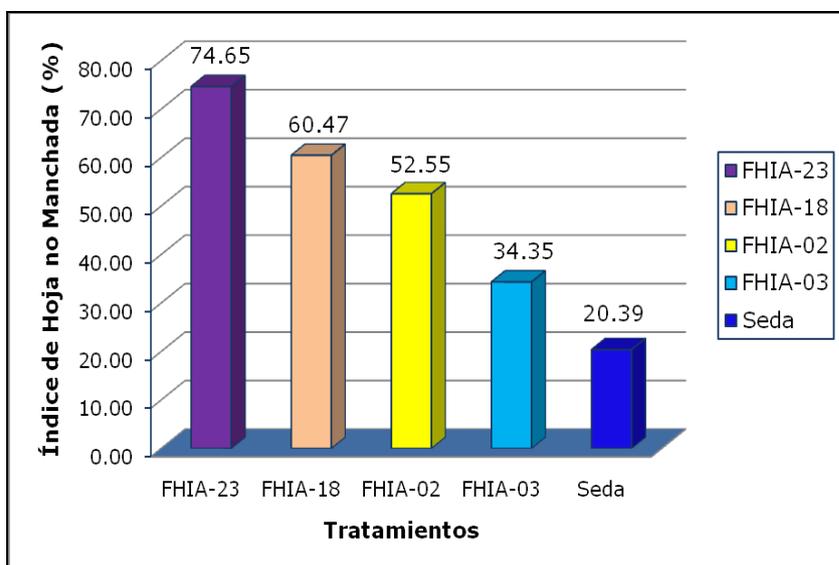


Figura 21. Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados entre la Floración y la cosecha.

7.1.4.3 Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC)

Cuadro 27. Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC) - sin corregir.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT
					5%
BLOQ	2	75.3746	37.6873	0.304	4.46
TRAT	4	5,167.4003	1,291.8501	10.418	3.84
ERROR	8	992.0191	124.0024	...	...
TOTAL	14	6,234.7940	CV: 45.33 %		

Como se puede ver el CV, obtenido es mayor de 29% por lo tanto realizamos la transformación de los datos extrayendo la raíz cuadrada de cada una de las observaciones.

Cuadro 28. Análisis de Varianza para el Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC) - Corregido.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.8550	0.4275	0.463	0.025	*
TRAT	4	85.4134	21.3533	23.119	3.840	*
ERROR	8	7.3891	0.9236	...	...	...
TOTAL	14	93.6575	CV: 22.45 %			

**** ANVA Corregido.**

De acuerdo al ANVA, se puede apreciar que el valor de Fc supera el valor límite establecido en forma teórica para la relación de variancias, existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, existe diferencia significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 22.45 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 29. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Hojas no Manchadas a la Cosecha (IHNMC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	6.87	a
II	FHIA-18	D	6.45	a
III	FHIA-02	B	4.75	a b
IV	FHIA-03	C	2.92	b
V	Seda	E	0.41	c

Tal como se reporta en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 29) al momento de la cosecha, se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta mayor índice de hojas no manchadas, en este grupo se encuentran los tratamientos A, D y B; en el segundo grupo se puede ver a los híbridos FHIA-02 (4.75%) y FHIA-03 (2.92%), los cuales no presentan diferencia significativa entre sí. Mientras que en un tercer grupo, solamente se puede apreciar al clon local Seda (0.41%).

Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al clon local y por el contrario no existe diferencia significativa entre los tratamientos A y D, respectivamente; FHIA-23 (6.87%) y FHIA-18 (6.45%); Es decir que estos últimos tratamientos son iguales estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento A muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento. Esto significa que las plantas que presentaron mayor índice de hojas no manchadas presentarán también una mejor calidad de banano.

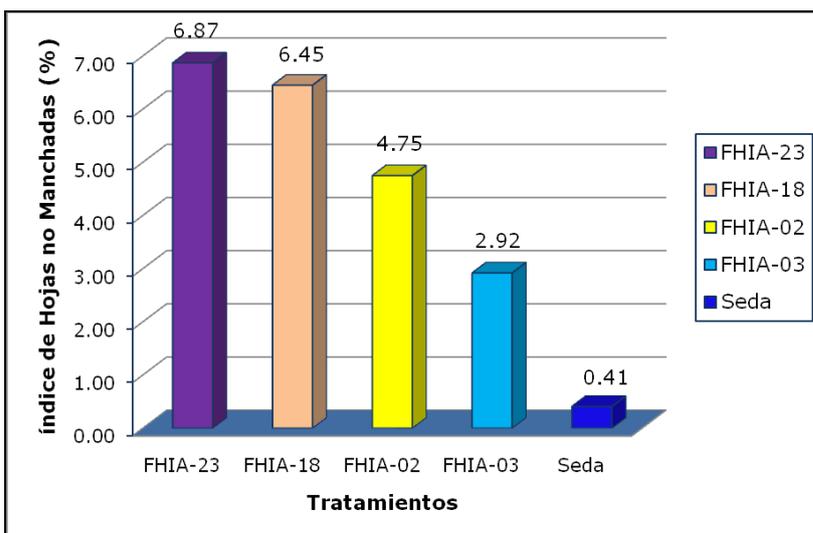


Figura 22. Gráfico del Índice de Hojas no Manchadas, registrados en la Cosecha.

7.1.5. Severidad de la enfermedad

El año 1997, Soto, M., en su exposición: *Enfermedades y plagas del cultivo del banano y su control*, menciona; La severidad de infección en las diferentes etapas del cultivo, puede reflejarse de diferente forma. La planta del banano, antes de que ocurra la floración, sigue produciendo hojas, por lo tanto si la Sigatoka Negra ataca la planta en esta etapa, no será mayor problema si es que es controlada.

7.1.5.1 Índice de Infección a los Seis Meses (IISM)

Cuadro 30. Análisis de Varianza para el Índice de Infección a los seis meses (IISM).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.2304	0.1152	0.705	0.025	*
TRAT	4	80.9504	20.2376	123.787	3.840	*
ERROR	8	1.3079	0.1635	...	...	...
TOTAL	14	82.4887	CV: 15.67 %			

De acuerdo al ANVA, se puede apreciar que el valor de Fc supera el valor límite establecido en forma teórica para la relación de variancias, existe diferencia estadísticamente significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza; así mismo para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 15.67 %) está dentro del rango de aceptación. Para establecer cuáles son dichos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 31. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección a los seis meses (IISM).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-18	D	0.62	a
II	FHIA-23	A	0.88	a
III	FHIA-02	B	1.66	a
IV	FHIA-03	C	2.76	b
V	Seda	E	6.98	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 31), se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta menor severidad, en este grupo se encuentran los híbridos FHIA-18 (0.62), FHIA-23 (0.88) y FHIA-02 (1.66) los cuales no presentan diferencia significativa entre sí. Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al FHIA-03 (2.76) y a su vez frente al clon local Seda (6.98).

Es decir que los primeros presentan igual resistencia estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento D muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento en esta etapa del cultivo.

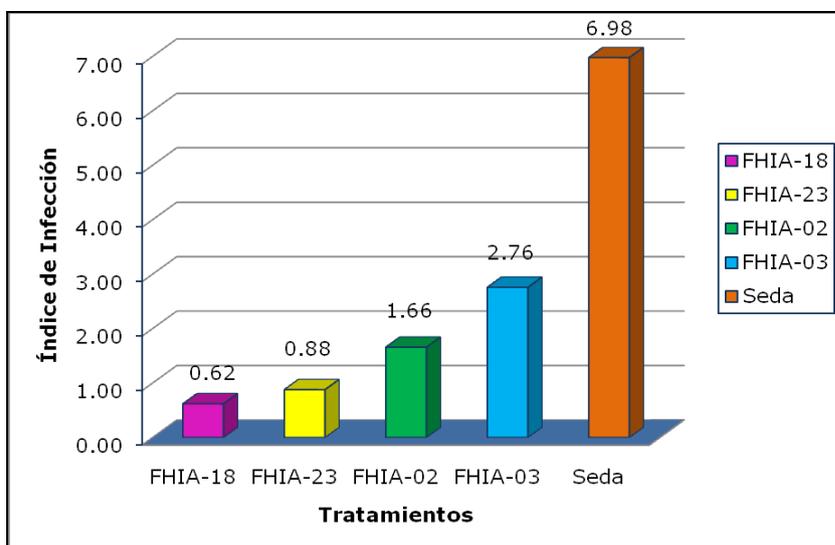


Figura 23. Gráfico del Índice de Infección, registrados a los seis meses de la instalación.

7.1.5.2 Índice de Infección a la Floración (IIF)

Cuadro 32. Análisis de Varianza para el Índice de Infección a la Floración (IIF).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	0.4054	0.2027	0.115	0.025	*
TRAT	4	1,200.1328	300.0332	169.553	3.840	*
ERROR	8	14.1564	1.7696	...	...	...
TOTAL	14	1,214.6947	CV: 14.07 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, también existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 14.07 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 33. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección a la floración (IIF).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	1.61	a
II	FHIA-18	D	2.91	a
III	FHIA-02	B	6.36	b
IV	FHIA-03	C	10.04	c
V	Seda	E	26.36	d

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 33), se forman cuatro grupos, siendo el grupo (a) el que presenta menor severidad, en este grupo se encuentran los híbridos FHIA-23 (1.61) y FHIA-18 (2.91) los cuales no muestran diferencia significativa entre sí. A su vez el FHIA-02 (6.36) pertenece a un segundo grupo, el cual muestra diferencia significativa frente al FHIA-03 (10.04) y por último el Clon local Seda (26.36), el cual presenta el mayor índice de infección en esta etapa del cultivo.

Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al clon local Seda (26.36). Es decir que estos tratamientos presentan similar comportamiento estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento A y D muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento en esta etapa del cultivo.

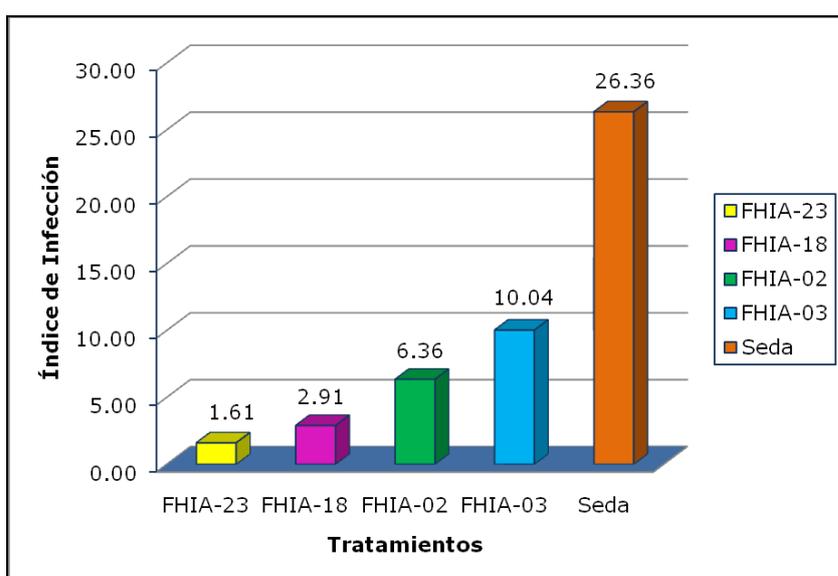


Figura 24. Gráfico del Índice de Infección, registrados al momento de la Floración.

7.1.5.3 Índice de Infección de Floración a Cosecha (IIFC)

Cuadro 34. Análisis de Varianza para el Índice de Infección de Floración a Cosecha (IIFC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	9.9879	4.9940	0.447	0.025	*
TRAT	4	2,414.2389	603.5597	54.010	3.840	*
ERROR	8	89.4005	11.1751	...	...	...
TOTAL	14	2,513.6273	CV: 20.41 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, también existe diferencia estadística significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 20.41 %) está dentro del rango de aceptación. Para establecer cuáles son estos tratamientos usaremos la prueba de Tukey

Cuadro 35. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección de Floración a Cosecha (IIFC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	5.41	a
II	FHIA-18	D	5.84	a
III	FHIA-02	B	12.31	a b
IV	FHIA-03	C	18.46	b
V	Seda	E	39.88	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 35), se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta menor severidad, en este grupo se encuentran los híbridos FHIA-23 (5.41), FHIA-18 (5.84), y FHIA-02 (12.31), los cuales no muestran diferencia significativa entre sí. A su vez el FHIA-02 (12.31), pertenece a un segundo grupo en el cual no muestra diferencia significativa frente al FHIA-03 (18.46);

Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al clon local Seda (39.88), el cual es estadísticamente inferior frente a los híbridos introducidos. Es decir que los híbridos FHIA presentan similar comportamiento estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento A y D muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento en esta etapa del cultivo.

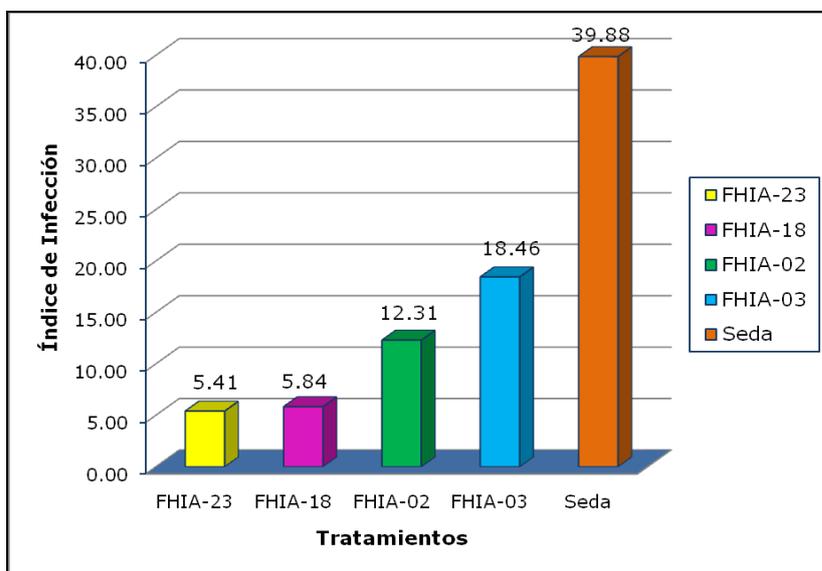


Figura 25. Gráfico del Índice de Infección, registrados en el periodo transcurrido entre la floración y cosecha.

7.1.5.4 Índice de Infección a la Cosecha (IIC)

Cuadro 36. Análisis de Varianza para el Índice de Infección a la Cosecha (IIC).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	26.1455	13.0728	0.377	0.025	*
TRAT	4	8,516.7645	2,129.1911	61.325	3.840	*
ERROR	8	277.7590	34.7199	...	...	...
TOTAL	14	8,820.6690	CV: 17.58 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, también existe diferencia significativa para la fuente de bloques.

El Coeficiente de Variación (CV = 17.58 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 37. Prueba de Tukey al 5%, para el Índice de Infección al momento de la Cosecha (IIC).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-18	D	12.53	a
II	FHIA-23	A	15.17	a
III	FHIA-02	B	26.88	a b
IV	FHIA-03	C	34.55	b
V	Seda	E	78.42	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 37) se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta menor severidad, en este grupo se encuentran los híbridos FHIA-18 (12.53); FHIA-23 (15.17); y FHIA-02 (26.88), quienes mantuvieron los índices de infección más bajos y no muestran diferencia significativa entre sí. A su vez el FHIA-02 (26.88), pertenece a un segundo grupo en el cual no muestra diferencia significativa frente al FHIA-03 (34.55); Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al clon local Seda (78.42), el cual presenta el índice de infección más alto, en esta etapa del cultivo.

Es decir los tratamientos materia de evaluación, presentan similar comportamiento estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento D y A muestra una ligera diferencia que lo hace ser el mejor tratamiento.

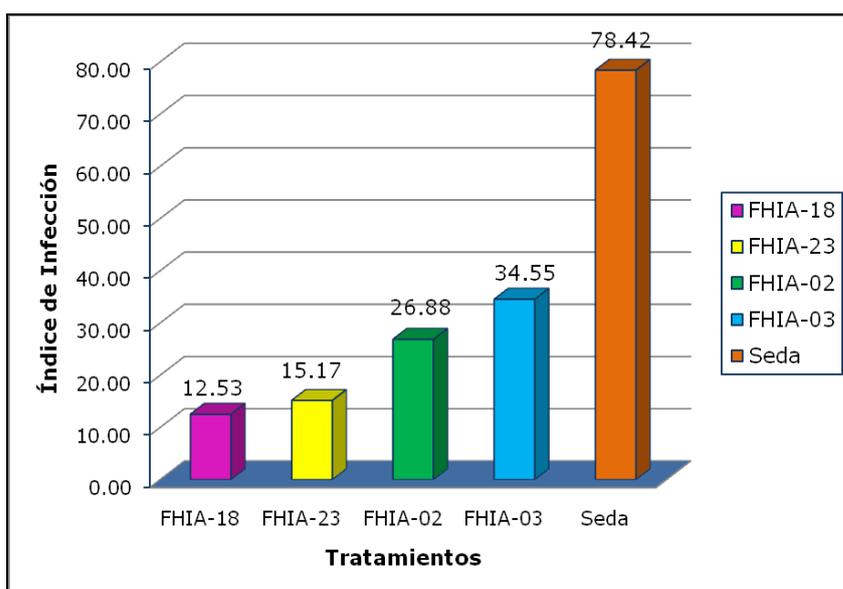


Figura 26. Gráfico del Índice de Infección, registrados en la cosecha.

7.1.6. Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE)

Cuadro 38. Análisis de Varianza para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE).

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2.00	20,899.29	10,449.65	2.63	4.460	NS
TRAT	4.00	265,250.43	66,312.61	16.70	3.840	*
ERROR	8.00	31,774.18	3,971.77	...	...	...
TOTAL	14.00	317,923.90	CV: 22.57 %			

Existe diferencia estadística significativa para la fuente de tratamientos, con nivel del 95% de confianza, también existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 22.57 %) está dentro del rango de aceptación.

Para establecer cuáles son dichos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 39. Prueba de Tukey al 5%, para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad en días (TDE).

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	487.17	a
II	FHIA-02	B	365.89	a b
III	FHIA-03	C	238.80	b c
IV	FHIA-18	D	194.78	b c
V	Seda	E	109.22	c

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 39), se forman tres grupos, siendo el grupo (a) el que presenta mayor tiempo de desarrollo de la enfermedad, en este grupo se encuentra el FHIA-23 (487.17) y FHIA-02 (365.89); este a su vez no presenta diferencia significativa con el híbrido FHIA-03 (238.80) que se encuentra en el segundo grupo juntamente al clon FHIA-18 (194.78) los cuales no presentan diferencia estadística entre sí. Por último formando un tercer grupo se puede ver a los clones FHIA-03 y FHIA-18 los cuales conjuntamente al clon local Seda (109.22), no presentan diferencia significativa entre sí.

De esto podemos concluir que los clones FHIA-23 y FHIA-02 son quienes presentaron el mayor tiempo para el desarrollo de la enfermedad, con lo cual demuestra su mayor resistencia o tolerancia a la enfermedad.

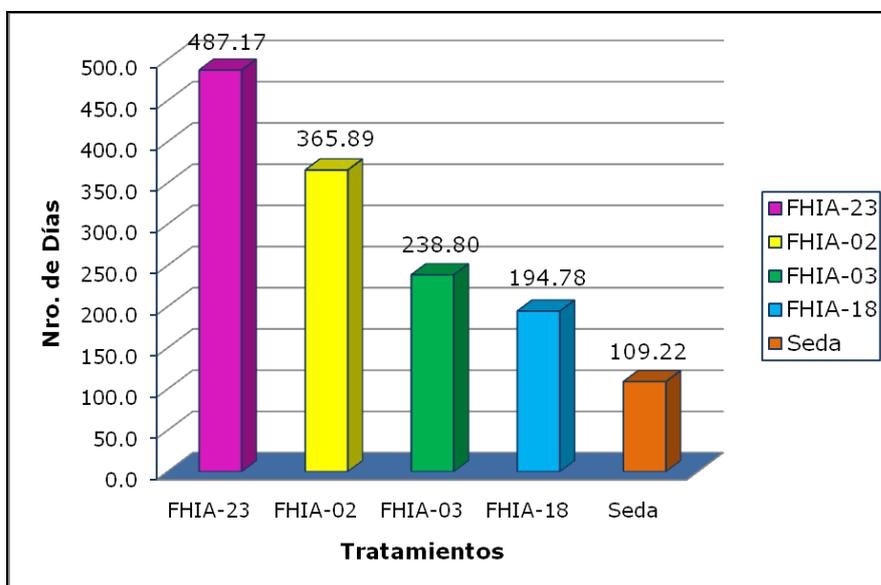


Figura 27. Gráfico de promedios para el Tiempo de Desarrollo de la Enfermedad (TDE).

7.1.7. Tasa de Sigatokas.

Para el parámetro de tasa de Sigatokas, se procedió a tomar muestras al azar de hojas que presentaban mayores signos del ataque de la enfermedad (Sigatoka negra) y algunas otras manchas necróticas.

Para el envío a laboratorio se codificó las muestras y se remitió a la oficina central del SENASA – Lima, para determinar la relación de las lesiones producidas por la Sigatoka negra y por la Sigatoka amarilla y/u otras manchas foliares, en ese momento de la campaña (Enero - 2002).

CODIGO	GENOTIPO	BLOQUE	OBSERVACIONES
1A	FHIA-18	III	Manchas necróticas grandes
1B	SEDA LOCAL	CONTORNO	
1C	FHIA-18	II	
2A	FHIA-03	I	Para tasas de Sigatokas
2B	FHIA-03	III	
2C	SEDA LOCAL	II	
3A	FHIA-02	I	Manchas marrones menudas, similares a Sigatoka – Pericularia

En respuesta a lo cual el SENASA-Lima nos remitió documento (Anexo VII), el cual se detalla a continuación:

Nº	Cultivo	Órgano Analizado	Resultado
1	Plátano	Hojas	<i>Gloeosporium musarum</i> , <i>Cordana musae</i> , <i>Clasterosporium maydicum</i> , <i>Deightonilla torulosa</i>
2	Plátano	Hojas	<i>Cercospora fijiensis</i> , <i>clastrerosporium maydicum</i> , <i>Deightoniella torulosa</i>
3	Plátano	Hojas	<i>Cercospora musae</i> , <i>Clasterosporium maydicum</i>

A Continuación una breve descripción acerca de los patógenos identificados:

El año 1999, Ordosgoitti, A., en su libro titulado: *Enfermedades del banano y el plátano en Venezuela*, describe del siguiente modo a las siguientes enfermedades:

- **Mancha Cordana:** *Cordana musae* (Zimm) Van. Hohnel; se caracteriza por la formación de manchas más o menos ovaladas con anillos con céntricos de color pardo claro, que se extienden paralelas a las nervaduras secundarias, pudiendo alcanzar tamaños hasta de 6 cm., bordes definidos con marcado halo de color amarillo intenso y tonalidades de naranja a rojizo. Las manchas generalmente coalescen, adquiriendo

forma irregular, pudiendo abarcar casi la totalidad de la hoja. En ocasiones, es frecuente observar manchas de Sigatoka encerradas dentro de otras de "cordana". Es capaz de ocasionar serias defoliaciones en plantas de plátano, bajo condiciones de alta humedad; ocurre comúnmente en Venezuela.

- **Mancha Irregular Oscura de la Hoja: *Deightoniella torulosa*** (Syd) Ellis. Esta enfermedad ha sido encontrada sobre las hojas de plátano y banano a manera de un tizón. Actualmente se procede a la erradicación a través de la quema de plantas afectadas. Causan en hojas, de bananos y plátanos, manchas mucho más grandes que las producidas por la Sigatoka amarilla.
- **Sigatoka amarilla.** *Mycosphaerella musicola* Leach y Mulder (fase sexual). [Anamorfo] *Pseudocercospora musae* (A. Zimmerm) Deighton, sin. *Cercospora musae* A. Zimmerm.
- **Sigatoka negra.** *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (fase sexual) sin. *M. fijiensis* var. *difformis* Mulder & Stover. [anamorfo] *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton, Sin. *Cercospora fijiensis* Morelet. Sin. *Pseudocercospora fijiensis* (Morelet) Deighton
- ***Clasterosporium maydicum*.** Con referencia a esta especie no se pudo encontrar información con respecto al cultivo del banano, el EMBRAPA tiene registrados patógenos para este género, pero no así la especie.

Por otro lado según bibliografía revisada el Género *Clasterosporium* pertenece a un grupo de hongos que atacan a frutales de hueso: Cerezos, melocotoneros, nectarinas, ciruelos. P.e. *Clasterosporium carpophilum* (Conocido como Cribado). Los síntomas son manchas rojas o marrones en hojas que se desprenden y quedan agujeros redondos, como perdigonadas.

- ***Gloeosporium Musarum*** Cooke & Masee es uno de los hongos que causa la podredumbre de las frutas de banano durante el transporte y el almacenamiento. Aunque el hongo es de mayor preocupación comercial cuando actúa como un parásito de herida de post-cosecha, sino que también infecta la fruta ilesa inmadura en el campo. Estas infecciones tempranas no se ponen de manifiesto hasta que la fruta empieza a madurar después de la cosecha, tales infecciones son conocidas como "infecciones latentes"

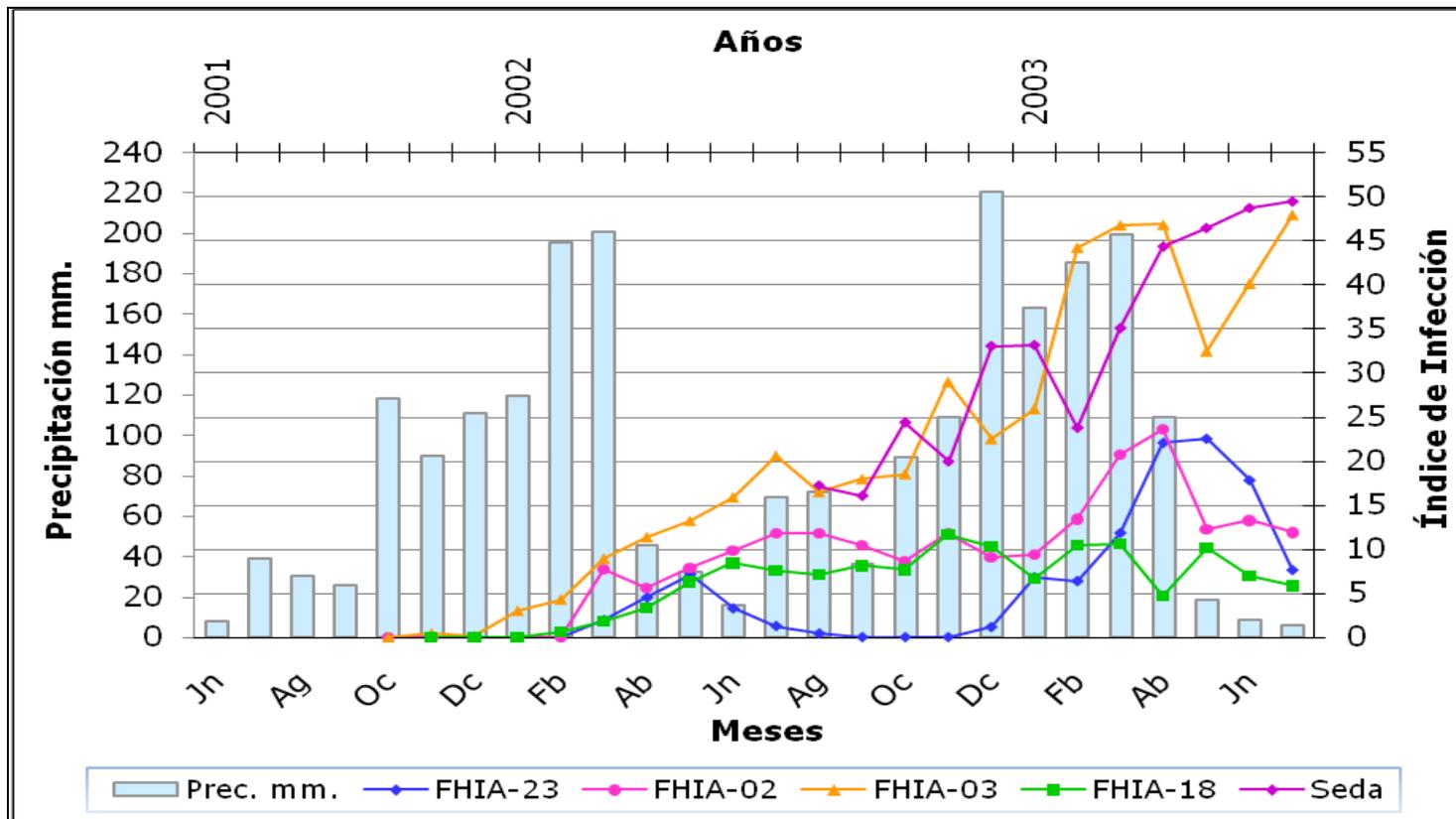
7.2. Información Climatológica:

Cuadro 40. Promedios mensuales de datos climatológicos registrados durante la investigación.

Mes	2001			2002			2003		
	Prec. (mm.)	Temp. (°C)	Hum. Rel. (%)	Prec. (mm.)	Temp. (°C)	Hum. Rel. (%)	Prec. (mm.)	Temp. (°C)	Hum. Rel. (%)
Ene	88.40	23.15	83.00	119.20	25.10	77.00	163.10	24.00	80.00
Feb	246.60	23.65	80.00	195.40	23.90	83.00	185.30	24.30	79.00
Mar	222.90	23.90	81.00	200.20	23.80	84.00	199.10	23.80	82.00
Abr	48.10	24.35	82.00	45.30	24.55	79.00	109.00	23.55	82.00
May	42.10	24.05	85.00	32.40	24.45	75.00	18.60	23.85	82.00
Jun	8.20	23.30	84.00	15.60	23.80	74.00	8.30	24.30	74.00
Jul	39.10	23.30	76.00	69.30	22.25	77.00	5.90	23.70	75.00
Ago	30.10	24.15	70.00	71.90	23.90	75.00	113.50	23.80	75.00
Sep	25.80	25.05	70.00	36.00	24.05	74.00	71.60	24.10	71.00
Oct	118.00	25.05	-	89.00	25.30	70.00	47.30	25.85	70.00
Nov	89.70	25.35	72.00	108.50	24.55	75.00	49.40	26.45	-
Dic	110.60	25.60	74.00	219.90	24.45	78.00	176.40	24.45	-

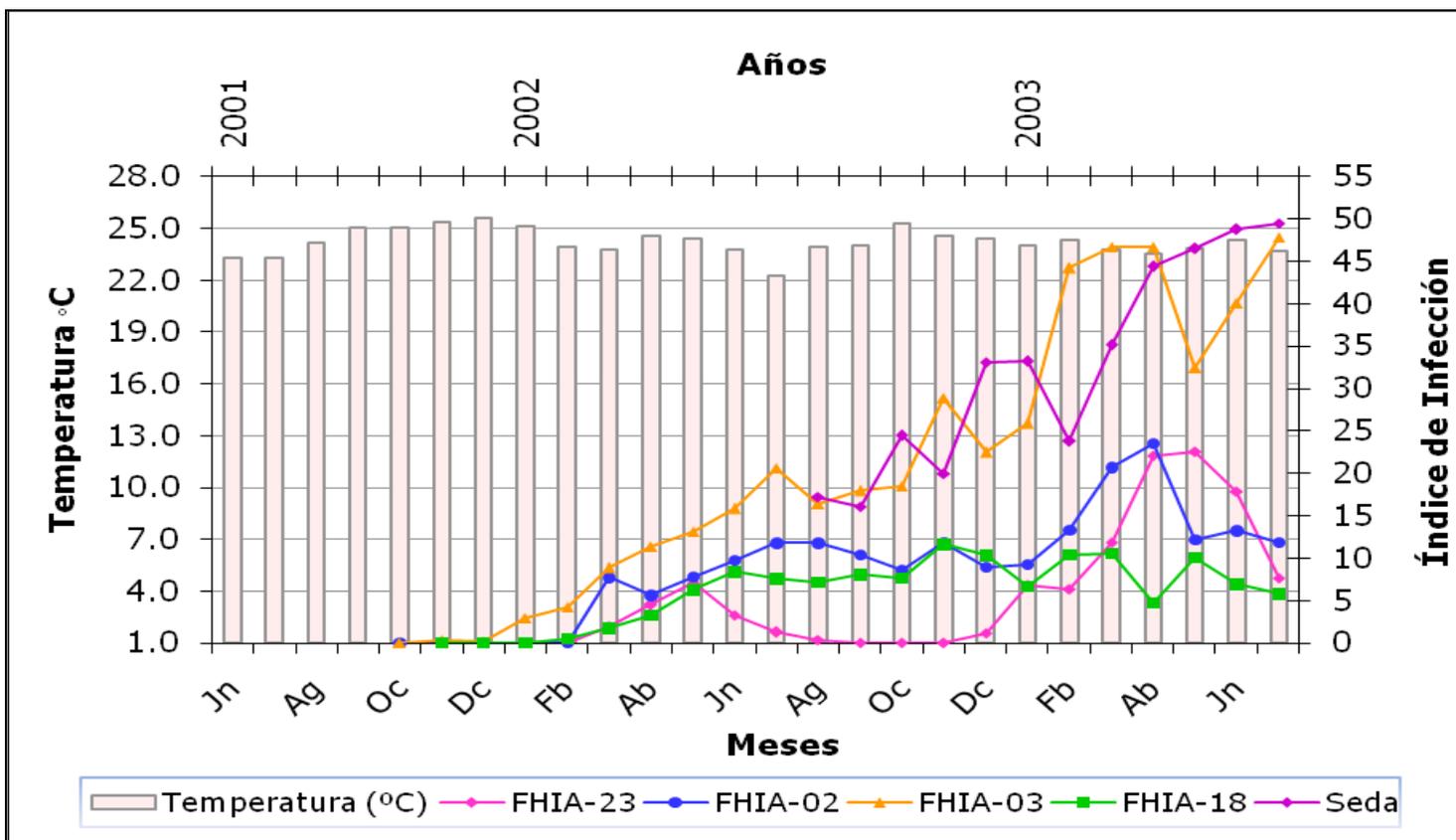
Fuente: Estación Quillabamba. Lat. N: 12° 51' 21". Long. O: 72° 41'30". Alt.: 990 m.s.n.m. Ministerio del Ambiente Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI.

Figura 28. Influencia de la Precipitación Anual (mm.), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración



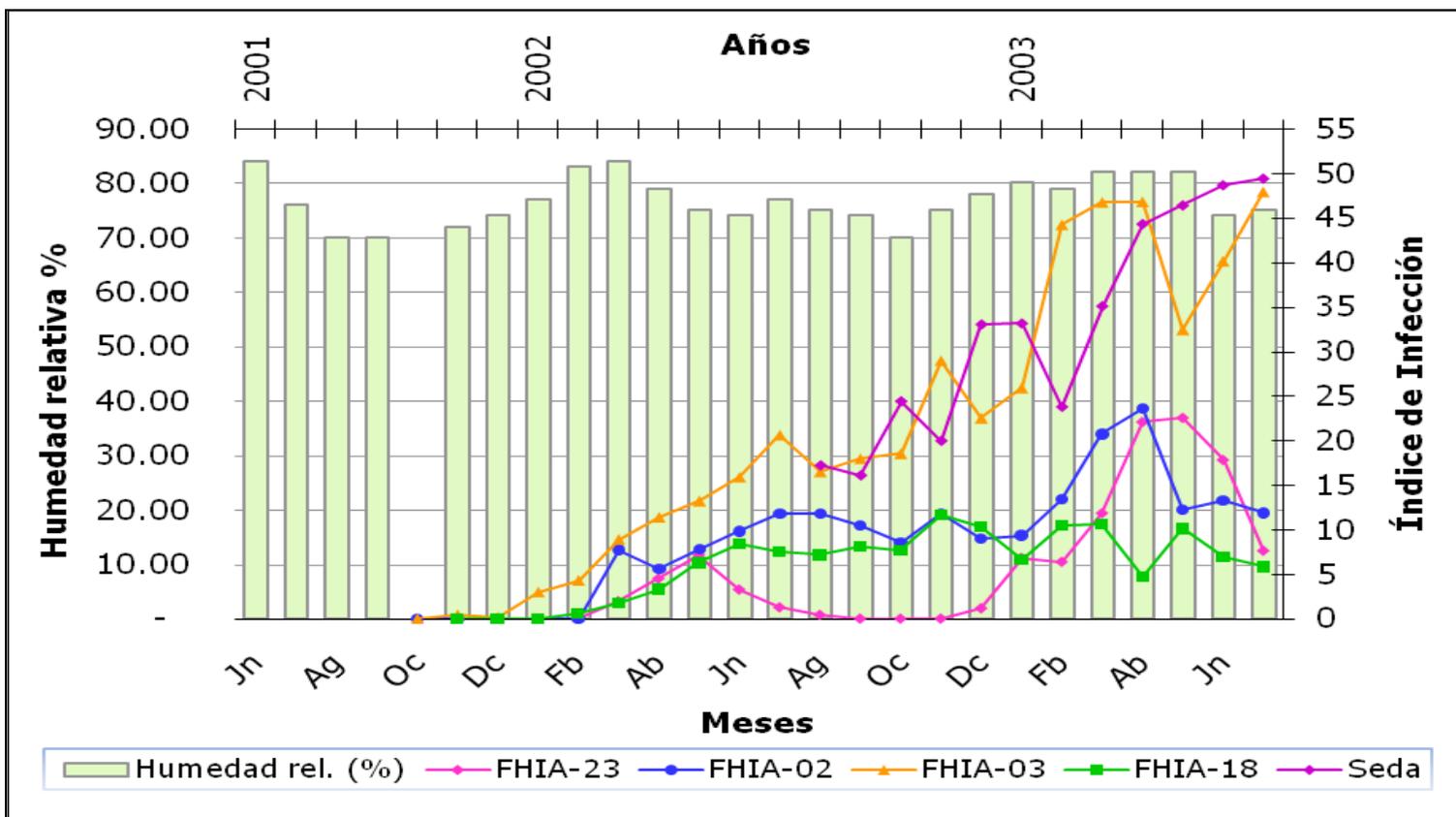
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Influencia de la Temperatura (°C), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Influencia de la Humedad Relativa (HR %), sobre el Índice de Infección a partir de la Floración.



Fuente: Elaboración propia

7.2.1. Interacción Climatológica con el Índice de infección:

En la Provincia de La Convención, donde se localizan las plantaciones de banano para comercialización, las condiciones climáticas son sumamente favorables para el desarrollo de la Sigatoka negra.

7.2.1.1 El factor que más influye en el comportamiento de la enfermedad es la precipitación, ya que como se puede ver en el gráfico (Fig. 28); a medida que incrementa la cantidad de lluvia; se puede ver un incremento proporcional del índice de infección con lo cual la tasa de desarrollo del hongo se ven muy favorecida, principalmente a partir de la aparición de la inflorescencia.

7.2.1.2 La temperatura no se considera un factor limitante, pues casi siempre se mantiene en rangos óptimos para el patógeno (23-25°C promedio diario). Es así que la Sigatoka negra en La Convención mantiene una curva de progreso íntimamente relacionada con la frecuencia e intensidad de las lluvias (Fig. 29).

7.2.1.3 La Humedad Relativa se puede considerar un factor favorable para el incremento del Índice de infección, pues como se puede ver en el gráfico (Fig. 30); a medida que aumenta el porcentaje de humedad relativa, proporcionalmente aumenta el índice de infección en los clones más afectados por el patógeno.

7.3. Características del Fruto:

Cuadro 41. Promedios ordenados para las características del racimo y frutos al momento de la cosecha.

Clones	Clave	Peso del racimo (Kg.)	Número de manos del racimo a la cosecha	Número de frutos a la cosecha	Peso del fruto al momento de la cosecha (g)
FHIA 23	A	25.54 a	8.83 a	123.29 a	203.29 a
FHIA 02	B	17.06 b	7.16 b	90.32 b	188.94 ab
FHIA 03	C	18.07 b	7.03 b	94.57 b	191.73 a
FHIA 18	D	14.53 b	7.45 b	93.32 b	157.11 bc
SEDA	E	14.25 b	7.46 b	92.82 b	154.82 c
C.V.		10.09	5.17	8.23	7.74

Nota: Promedios con la misma letra en una columna no son diferentes estadísticamente; según prueba de rango de probabilidades Tukey al 5%.

7.3.1. Peso del racimo (Kg.)

Cuadro 42. Análisis de Varianza para peso del racimo.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	15.9057	7.9528	2.442	4.460	NS
TRAT	4	251.2764	62.8191	19.292	3.840	*
ERROR	8	26.0495	3.2562	...	...	...
TOTAL	14	293.2316	CV: 10.09 %			

Existe diferencia significativa para la fuente de tratamiento; por otro lado, no existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 10.09 %) está dentro del rango de aceptación. Para establecer cuáles son dichos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 43. Prueba de Tukey al 5%, para el peso del racimo a la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	25.54	a
II	FHIA-03	C	18.07	b
III	FHIA-02	B	17.06	b
IV	FHIA-18	D	14.53	b
V	Seda	E	14.25	b

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 43), el híbrido FHIA-23, presenta diferencia significativa superior, con un peso del racimo de 25.54 Kg. e que presentó el mejor desempeño para la variable de peso del racimo a la cosecha, superando ampliamente a los demás clones híbridos FHIA-03 (18.07), FHIA-02 (17.06), FHIA-18 (14.53); y al clon local Seda, (14.25) kg.; quienes presentaron los pesos más bajos. Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al híbrido FHIA-23, (25.54 Kg.), el cual presenta el peso del racimo más alto en el momento de la cosecha.

Es decir los demás tratamientos materia de evaluación, presentan similar comportamiento estadísticamente, sin embargo, dentro de estos, el tratamiento C muestra una pequeña diferencia que lo hace ser el mejor en cuanto al peso de racimo, frente al resto.

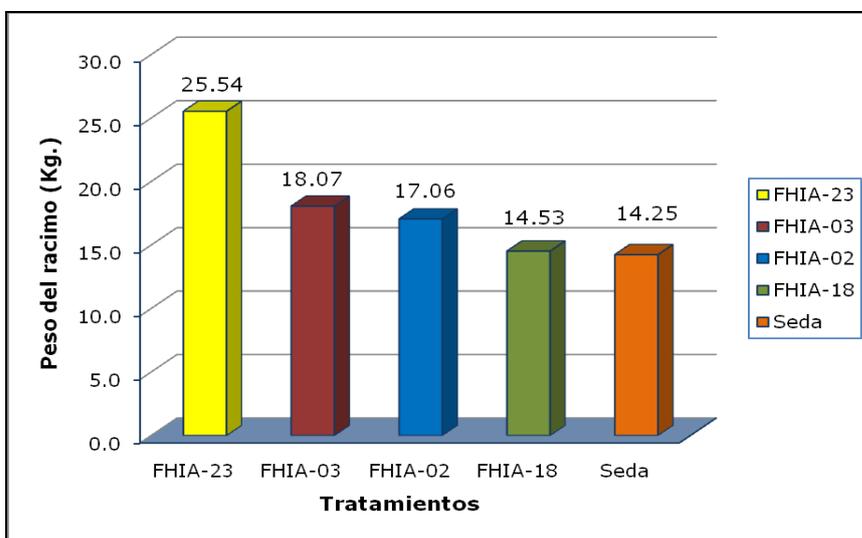


Figura 31. Gráfico del peso del racimo, al momento de la cosecha.

El peso de racimo del clon local Seda fue muy bajo, debido a la defoliación causada por las Sigatocas negra; que impidió mantener un número de hojas suficiente para asegurar un buen llenado del racimo. Los pesos por racimo para los híbridos evaluados se pueden considerar aceptables; a excepción del clon FHIA 18 cuyo peso y tamaño de racimo en general son muy bajos (14.53 Kg.).

7.3.2. Número de manos del racimo a la cosecha

Cuadro 44. Análisis de Varianza para el N° de manos del racimo a la cosecha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	1.3488	0.6744	4.382	4.460	NS
TRAT	4	6.2153	1.5538	10.097	3.840	*
ERROR	8	1.2312	0.1539	...	...	...
TOTAL	14	8.7953	CV: 5.17 %			

De acuerdo al ANVA, se puede apreciar que el valor de Fc supera el valor límite establecido en forma teórica para la relación de variancias, hay probabilidades con 95% de certeza de que no todos los tratamientos en estudio son iguales estadísticamente; por otro

lado, no existe diferencia estadística significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 5.17 %) está dentro del rango de aceptación. Para establecer cuáles son estos tratamientos usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 45. Prueba de Tukey al 5%, para el N° de manos del racimo a la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	8.83	a
II	Seda	E	7.46	b
III	FHIA-18	D	7.45	b
IV	FHIA-02	B	7.16	b
V	FHIA-03	C	7.03	b

Como se observa en el análisis estadístico de Tukey (Cuadro 45), el híbrido FHIA-23 (8.83), presentó el mejor desempeño para la variable del número de manos del racimo a la cosecha, superando al resto de los materiales en estudio; los cuales se hallan siguiendo el orden siguiente; clon local Seda (7.46); FHIA-18 (7.45); FHIA-02 (7.16) y FHIA-03 (7.03), quienes presentaron la menor cantidad de manos por racimo al momento de la cosecha y no muestran diferencia significativa entre sí. Estos resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al híbrido FHIA-23, (8.83), el cual presenta el número más alto de manos del racimo en el momento de la cosecha.

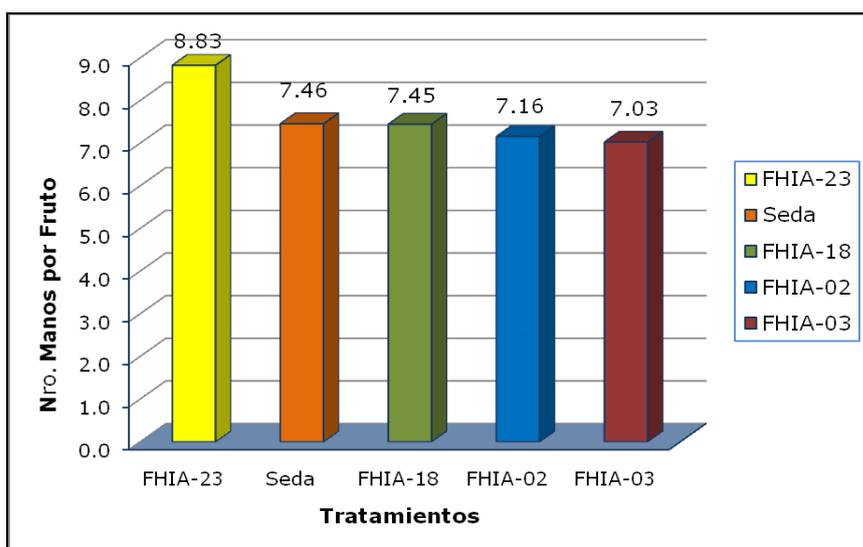


Figura 32. Gráfico del número de manos por racimo, del material en estudio.

7.3.3. Número de frutos a la cosecha

Cuadro 46. Análisis de Varianza para el N° de frutos por racimo a la cosecha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	542.2149	271.1074	4.094	4.460	NS
TRAT	4	2,265.6517	566.4129	8.554	3.840	*
ERROR	8	529.7396	66.2175	...	...	...
TOTAL	14	3,337.6061	CV: 8.23 %			

Existe diferencia significativa para la fuente de tratamiento, no existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 8.23 %) está dentro del rango de aceptación.

Para establecer cuáles de los tratamientos en estudio son iguales o diferentes estadísticamente usaremos la prueba de Tukey.

Cuadro 47. Prueba de Tukey al 5%, para el Número de frutos por racimo a la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	123.29	a
II	FHIA-03	C	94.57	b
III	FHIA-18	D	93.32	b
IV	Seda	E	92.82	b
V	FHIA-02	B	90.32	b

De acuerdo a la prueba de Tukey, el híbrido FHIA-23 (123.29) presentó diferencia significativa superior frente a los demás híbridos y al clon local, por lo tanto resulto siendo el mejor en cuanto a rendimiento, entre los materiales en estudio.

En un segundo plano se encuentran los híbridos FHIA-03 (94.57), FHIA-18 (93.32), el clon local Seda (92.82) y el FHIA-02 (90.32), en ese orden correlativo, los cuales no presentan diferencia estadística significativa entre sí, siendo el tratamiento C el cual presentó el menor rendimiento, entre estos.

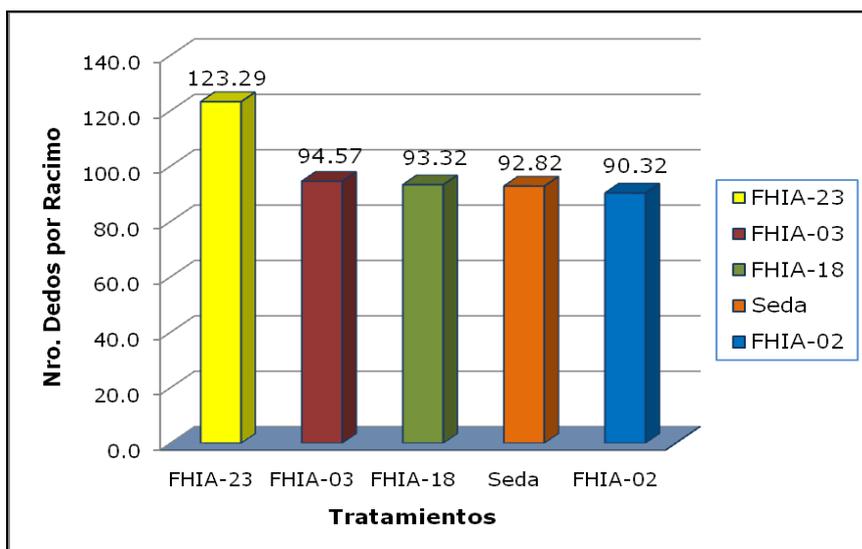


Figura 33. Gráfico del número de frutos, del material en estudio, obtenidos a la cosecha.

7.3.4. Peso del fruto al momento de la cosecha (g)

Cuadro 48. Análisis de Varianza para el Peso del fruto (dedos) al momento de la cosecha.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	SIG
					5%	5%
BLOQ	2	8.6521	4.3261	0.023	0.025	NS
TRAT	4	5,742.9244	1,435.7311	7.470	3.840	*
ERROR	8	1,537.6305	192.2038	...	...	...
TOTAL	14	7,289.2070	CV: 7.74 %			

Existe diferencia significativa para la fuente de tratamiento, no existe diferencia significativa para la fuente de bloques. El Coeficiente de Variación (CV = 7.74 %) está dentro del rango de aceptación.

Cuadro 49. Prueba de Tukey al 5%, para el peso del fruto (dedos) a la cosecha.

O.M	GENOTIPO	Cód.	Promedios	Tukey 5%
I	FHIA-23	A	203.29	a
II	FHIA-03	C	191.73	a
III	FHIA-02	B	188.94	a b
IV	FHIA-18	D	157.11	b c
V	Seda	E	154.82	c

Se han identificado tres grupos homogéneos. Los híbridos FHIA-23 (203.29) y FHIA-03 (191.73); presentaron diferencia significativa superior, frente a los demás híbridos, pero no frente al FHIA-02 (188.94)

De otro lado FHIA-02 no presentó diferencia significativa frente a FHIA-18 (157.11); mientras que este a su vez no presentó diferencia frente al clon local Seda (154.82), el cual resultó significativamente inferior a todos los híbridos respecto al peso de los dedos por racimo a la cosecha.

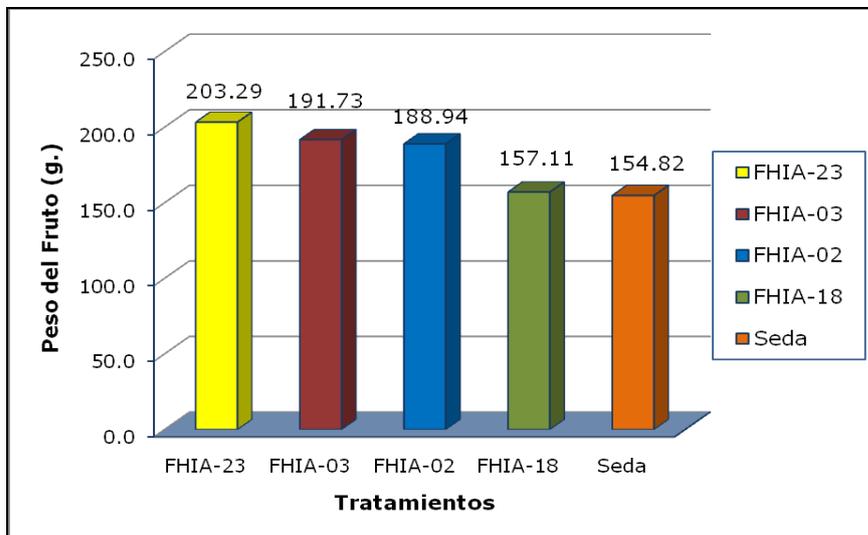


Figura 34. Gráfico del peso del fruto (dedos), a la cosecha.

7.4. Información Agronómica: Características agronómicas de las plantas.

Cuadro 50. Características agronómicas de las plantas, en evaluación de híbridos resistentes a Sigatoka negra. CAT – Sahuayaco.

Clones	Clave	Días de siembra a la Floración	Días a la cosecha	Altura del pseudotallo a la pariaparición (cm.)	Diámetro del pseudotallo a la cosecha (cm.)	Altura del 1er. vástago a la floración (cm.)	Días entre floración y cosecha
FHIA 23	A	627.88	749.20	245.15	51.68	96.07	124.41
FHIA 02	B	591.73	677.81	220.04	43.87	115.63	106.09
FHIA 03	C	515.90	613.35	258.25	51.27	69.50	104.07
FHIA 18	D	470.98	592.16	220.72	40.68	131.41	129.34
SEDA	E	685.54	738.43	329.03	54.35	169.92	99.52

7.4.1. Días de siembra a floración o pariparición

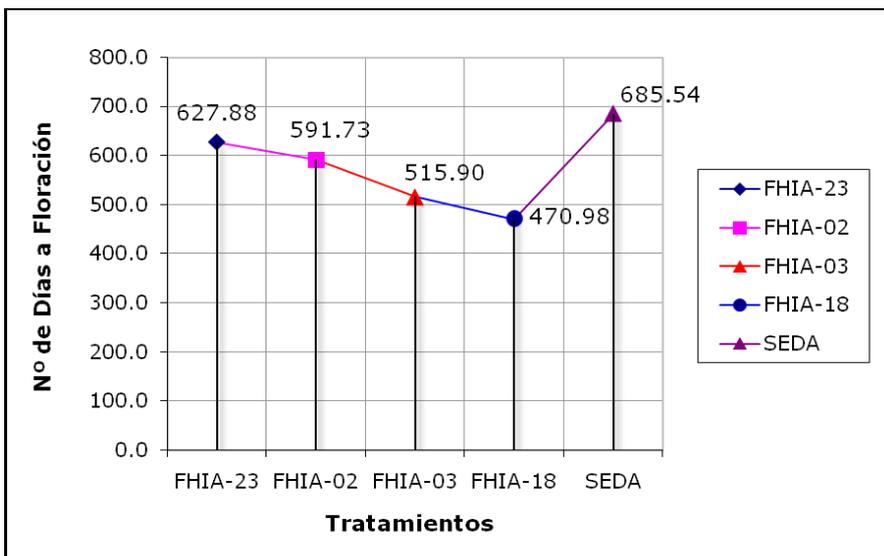


Figura 35. Gráfico del tiempo transcurrido en días desde la siembra a la floración.

El periodo transcurrido de siembra a floración o pariparición para los clones FHIA fue para FHIA-23 (627.88); FHIA-02, (591.73); FHIA-03 (515.90) y FHIA-18 (470.98) días, respectivamente, el que no se ajusta a lo establecido en la ficha descriptiva, probablemente debido al estrés sufrido durante el traslado de los cormos desde su zona de origen; En cuanto al clon Seda el periodo fue de (685.54) días.

7.4.2. Número de días entre floración y cosecha

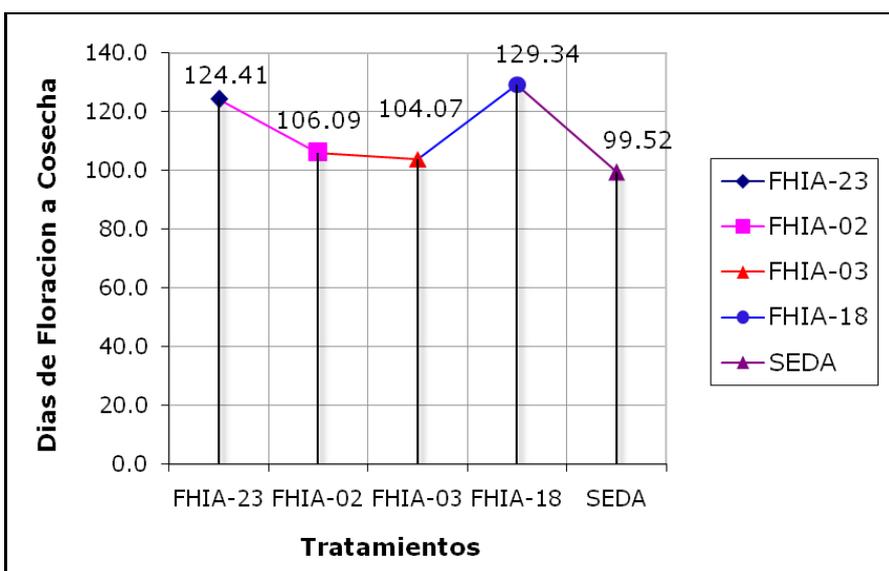


Figura 36. Gráfico del tiempo transcurrido en días desde la floración hasta la cosecha.

En cuanto al período transcurrido de floración a cosecha, todos los clones FHIA evaluados fluctúan entre los 105 y 130 días; rangos que se pueden considerar aceptables de acuerdo a la ficha descriptiva del material evaluado, en cuanto al clon local Seda, este periodo fue de 99.52 días en promedio; lo cual pudo reflejarse en el peso de los racimos.

En 1994, Belalcázar et al., en su investigación: *Evaluación de materiales comerciales de plátano y banano bajo condiciones de la zona cafetera central*, concluye: La principal causa de este hecho fue la presencia de la Sigatoka, ya que al momento de la cosecha la mayoría de las plantas no tenían más de dos hojas funcionales, con lo cual se acelera el proceso de maduración del racimo, sin que este haya llegado a su madurez fisiológica y causando el fenómeno conocido como "maduraviche".

7.4.3. Ciclo de cultivo (d)

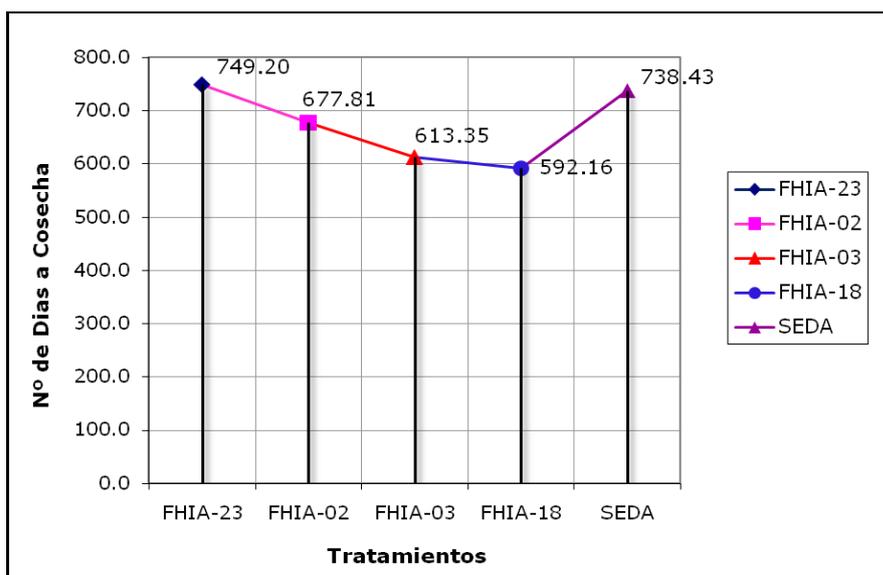


Figura 37. Tiempo transcurrido en días desde la siembra hasta la cosecha, entre los tratamientos en estudio.

El periodo transcurrido entre siembra y cosecha para los clones híbridos fue de: FHIA-23 (749.20), FHIA-02 (677.81), FHIA-03 (613.35), FHIA-18 (592.16) días y el clon local Seda (738.43) días, lo cual no se ajusta a lo establecido en la ficha descriptiva para los clones FHIA.

En este aspecto, se hace evidente el estrés sufrido por los cormos, durante el traslado de los híbridos evaluados.

7.4.4. Altura de la planta al momento de la floración o emergencia del racimo (cm.)

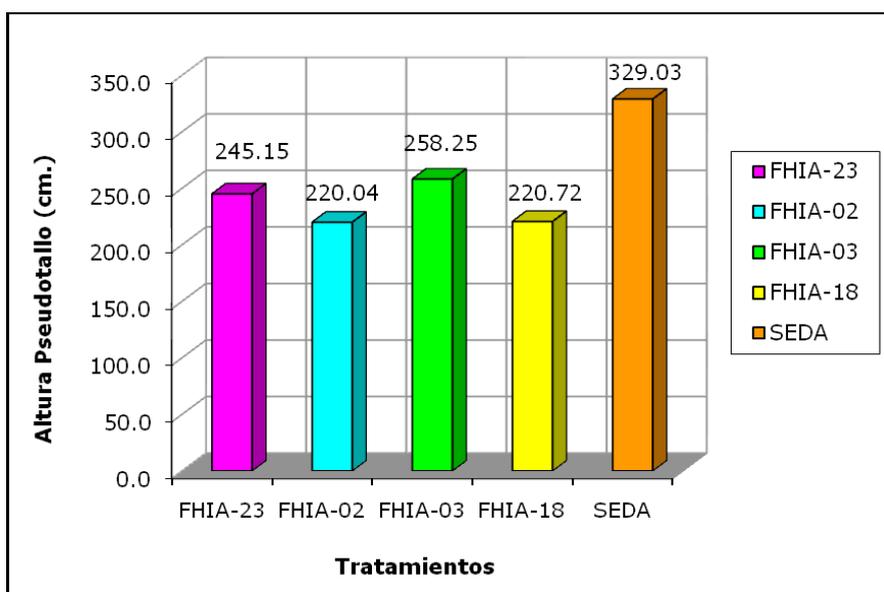


Figura 38. Gráfico de altura de la planta en cm. registrada al momento de la floración.

El híbrido FHIA-02 presentó el menor porte (220.04 cm.), no difiriendo de FHIA-18 (220.72 cm.); mientras que FHIA-03 (258.25 cm.) y FHIA-23 (245.15 cm.), presentaron similar tamaño; por otro lado, El híbrido FHIA-23 presentó algunas características deseables como tolerancia a Sigatoka y sabor semejante al Seda, y por último; Seda presentó el porte más elevado (329.03 cm.), Considerando que el porte elevado ha sido uno de los principales problemas a ser solucionados, una vez que plantas altas dificultan la cosecha y las prácticas culturales y fitosanitarias, sobre todo en áreas de topografía accidentada, como en nuestra zona. Además de eso, el viento es uno de los factores que más perjuicios ha causado en las bananeras de nuestra Provincia.

7.4.5. Circunferencia del pseudotallo al momento de la cosecha (cm.).

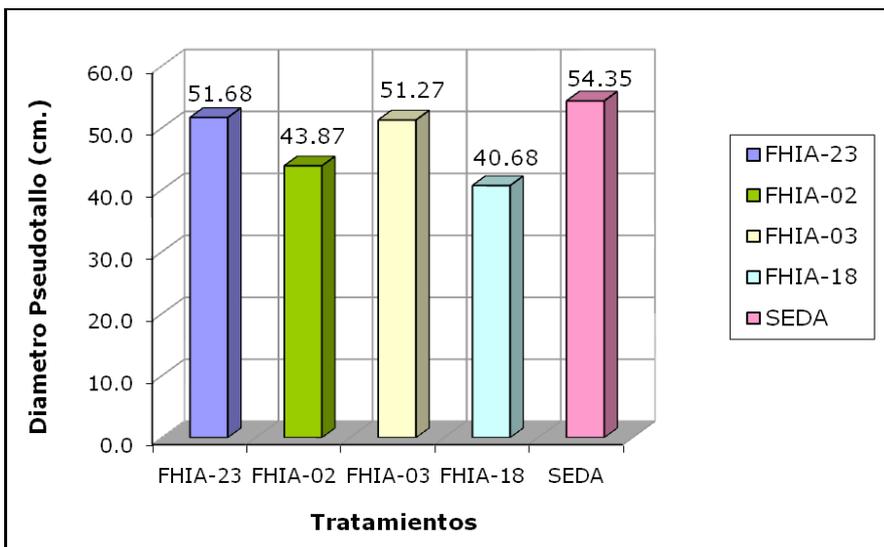


Figura 39. Circunferencia del pseudotallo en cm. registrado al momento de la cosecha.

FHIA-23 (51.68 cm.) fue el clon con mayor diámetro después del banano Seda. (54.35 cm.) a pesar de no diferir de FHIA-03 (51.27 cm.) De un modo general, los clones con mayor diámetro se mostraron robustos, lo que colabora para una mejor sustentación del racimo, evitando así su caída.

Por el contrario los clones FHIA-02 (43.87 cm.) y FHIA-18 (40.68 cm.); fueron los que demostraron menor diámetro del pseudotallo.

Los híbridos FHIA-23 y FHIA-03 resultaron con similar altura y grosor en comparación con el material local. En los híbridos, estas características hay que considerarlas en el manejo, por el gran peso de sus racimos y las posibilidades de volcadura.

VIII. CONCLUSIONES

Considerando que el año 1991, Belalcázar, S., en su guía práctica; *El Cultivo del Plátano*, afirma: A pesar de que el primer ciclo no es un buen parámetro para que se evalúen genotipos de banano; dado que muchas características solo se estabilizan al segundo y tercer ciclos; de lo evaluado se puede deducir que:

- 1°. Los híbridos FHIA-23, FHIA-18 y FHIA-02, se destacaron del clon local (seda) por sus excelentes características agronómicas (porte mediano, buena producción, frutos grandes de sabor semejante al de las bananas del grupo Gross michel. Es esperado que todos los genotipos todavía puedan mejorar su desempeño en los ciclos siguientes.
- 2°. El Híbrido FHIA-23, posee buenas características agronómicas y productivas similares a las de Seda, además tolerancia al ataque de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).
- 3°. Todos los genotipos híbridos evaluados presentaron buena adaptabilidad a las condiciones de la zona.
- 4°. En estos clones el número de hojas funcionales en el momento de la cosecha no fue inferior a cuatro; FHIA-02 (7.91), FHIA-23 (7.62), FHIA-18 (7.37) y FHIA-03 (7.37) lo cual permitió completar el llenado de los dedos, y también incide sobre el peso del racimo, a excepción del híbrido FHIA-02; el cual presentó algunas plantas con racimos pequeños y por ende menor peso.
- 5°. De acuerdo al Índice de infección en el momento de la cosecha, Los híbridos FHIA-18 (12.53) y FHIA-23 (15.17), mostraron mayor tolerancia a Sigatoka negra que el cultivar local Seda (78.42).

El año 1994, Fouré, en: *Leaf spot disease of banana and plantain cause by Mycosphaerella fijiensis and mycosphaerella musicola*. INIBAP, Montpellier, France, planteó la existencia de una estrecha relación entre algunos factores climáticos como la humedad relativa, temperatura, precipitación y el patógeno, los cuales condicionan la intensidad de la enfermedad; es por ello, que se evidencia la explosión de epidemias de Sigatoka negra en la época lluviosa. La epidemiología de la Sigatoka negra depende de factores bióticos y abióticos.

- 6°. De todos los factores climáticos estudiados; la precipitación y la humedad relativa muestran un efecto positivo en la incidencia del patógeno; reflejado en el incremento del Índice de infección, resultado similar se observa cuando se analizó la temperatura.
- 7°. La mayor severidad de Sigatoka negra en la zona de vida bosque seco sub tropical (bs-S) de La Convención está relacionada con la época de lluvias (noviembre a marzo), como se puede ver (Fig. 28), lo cual también está ligado al incremento de la humedad relativa, en la misma época (Fig. 30).
- 8°. Los daños de la enfermedad se inician en los meses de diciembre a enero, siendo los meses de mayor incidencia diciembre a mayo, mientras que los meses de menor incidencia corresponden de junio a noviembre.
- 9°. Para el parámetro del Tiempo de desarrollo de la enfermedad se puede apreciar que los híbridos FHIA-23 (487.17) y FHIA-02 (365.89) días, presentaron el mejor comportamiento; dado que el tiempo de aparición de 10 o más lesiones maduras en una hoja recién emitida para el clon Seda fue de (109.22) días.
- 10°. Por lo reportado en el Índice de reducción de Hojas Funcionales desde la emisión de la inflorescencia hasta al cosecha se puede determinar que el híbrido FHIA-23 (1.54) y FHIA-02 (1.65) presentan mayor tolerancia a la enfermedad en esta etapa, lo que le permite llegar a buen término.
- 11°. El híbrido FHIA-23 manifestó mayor rendimiento (123.29 unidades) en comparación a los demás híbridos evaluados y por supuesto el cultivar local Seda.
- 12°. El peso individual de los dedos del clon local Seda (154.82 g.), fue el más bajo reportado de los materiales evaluados. La principal causa de este hecho fue la presencia de la Sigatoka, ya que al momento de la cosecha la mayoría de las plantas no tenían más de dos hojas funcionales, con lo cual se acelera el proceso de maduración del racimo, sin que este haya llegado a su madurez fisiológica y causando el fenómeno conocido como "maduraviche".
- 13°. El clon Seda, es altamente susceptible a Sigatoka negra; sin embargo, desde el punto de vista productivo, presenta buen rendimiento (92.82 unidades), puesto que estadísticamente no se diferencia de los demás híbridos, a excepción del FHIA-23.

- 14°. De acuerdo al tamaño de la planta presentado al momento de la floración, podemos afirmar que los genotipos FHIA-03 (258.25 cm.) y FHIA-23 (245.15 cm.) presentan un porte mediano, adecuado para el manejo y topografía de la zona, a diferencia del clon local Seda quien presentó el porte más elevado (329.03 cm.) lo cual no es adecuado.
- 15°. En cuanto al diámetro del pseudotallo presentado al momento de la cosecha se observó que entre los híbridos el FHIA-23 (51.68 cm.) y FHIA-03 (51.27 cm.) fueron los más robustos, lo que colabora para una mejor sustentación del racimo, evitando así su caída. Por otro lado el clon Seda. (54.35 cm) presentó buen diámetro de pseudotallo.
- 16°. El periodo de floración a cosecha para los híbridos se puede considerar adecuado, puesto que estuvo entre 104 y 129 días. En cambio para el clon Seda, se ve acortado (99.52 días), lo cual puede reflejarse en el peso de los racimos y por ende en el peso individual de los dedos (125.08 g.)
- 17°. Los híbridos FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18 y FHIA-23 en cuanto al periodo vegetativo y reproductivo, no se ajustan a lo establecido en la ficha descriptiva de cada uno de ellos, probablemente debido al estrés sufrido durante el traslado de los cormos desde su zona de origen.

IX. RECOMENDACIONES

- 1°. Establecer parcelas demostrativas con estos híbridos (FHIA-23 y FHIA-18) en zonas de alta presión de la enfermedad en fincas de productores.
- 2°. Desarrollar días de campo que permitan sensibilizarlos a los agricultores sobre los daños que puede ocasionar la enfermedad y la adopción de estos nuevos híbridos de banano.
- 3°. Definir y validar económicamente a escala comercial paquetes tecnológicos de manejo de estos clones introducidos.
- 4°. Determinar la aceptabilidad entre productores y consumidores de estos nuevos cultivares.
- 5°. Evaluar los Híbridos FHIA-23 y FHIA-18, en densidades diferentes y para los primer, segundo y tercer ciclos de cosecha.
- 6°. Realizar evaluaciones de los diferentes tipos de propagación de Musáceas para los híbridos arriba mencionados, y así poder determinar sus valores verdaderos en cuanto al ciclo reproductivo y vegetativo.
- 7°. Tanto FHIA-23 como FHIA-18 y FHIA-03; podrían convertirse en un valioso complemento a la producción de bananos provenientes del subgrupo Cavendish cuyos cultivares son más susceptibles a la Sigatoka negra.
- 8°. Realizar trabajos de investigación sobre manejo post-cosecha y transformación industrial de estos clones.
- 9°. En presencia de la Sigatoka negra, los híbridos FHIA-23 y FHIA- 18, pueden representar una alternativa de producción de banano en la Provincia de La Convención.
- 10°. El Híbrido FHIA-23, posee buenas características agronómicas y productivas similares a las de Seda, además tolerancia al ataque de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), lo que lo perfila como alternativa para reemplazar la variedad tradicional, cultivada por pequeños y medianos productores de plátano; además de su porte mediano, lo cual facilita el manejo, especialmente en nuestra topografía

- 11°. Por último se podría realizar evaluaciones bajo condiciones de agricultura orgánica, con la finalidad de observar si bajo estas condiciones mejora su comportamiento.
- 12°. FHIA-03 No es apto para exportación porque se madura muy rápidamente después de cosechado. En huertos familiares se recomienda cosechar mano por mano según la necesidad. Así, la fruta remanente en el racimo no cosechado, permanece verde por mucho más tiempo.
- 13°. .Los híbridos FHIA-02, FHIA-03 y FHIA-18, se deben comercializar de preferencia en verde, puesto que maduran rápidamente y tienden a desmanarse.
- 14°. Instalar una estación Meteorológica en Sahuayaco con los implementos más indispensables, debido a que con frecuencia se realizan trabajos de investigación en esta sede.
- 15°. Elaborar un esquema único de redacción de documentos de tesis para la facultad, con la finalidad de uniformizar criterios de evaluación.

X. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ◆ Álvarez, J. 1997. Introducción, Evaluación, Multiplicación y Diseminación de los híbridos FHIA en Cuba. INFOMUSA 6(2):10-14.
- ◆ Álvarez, J.M.; Rosales, F.E. 2004. Guía para la identificación y caracterización de bananos y plátanos híbridos de la FHIA. Bioversity International. Cuba. p.15.
- ◆ Belalcázar, S. 1991. El Cultivo del Plátano, Guía Práctica. Ed. Publiartes. Manizales, Colombia. 38 p.
- ◆ Belalcázar, S. Valencia, J., Arcila, M. I. y García, H. 1994. Evaluación de materiales comerciales de plátano y Banano Bajo condiciones de la zona cafetera central. En: Mejoramiento de la Producción de Cultivo del Plátano. Comité de Cafeteros del Quindío, Sena, INIBAP, INPOFOS, CORPOICA. Armenia. P. 11-40.
- ◆ Bennett, R.S. & P.A. Arneson. 2003. Sigatoka Negra. Spanish translation by Robert J. Knight, Jr., 2005.
<http://www.apsnet.org/education/lessonsPlantPath/BlackSigatoka/Español/Text.htm>.
- ◆ Betancourt, Gonzalo. 2001. La Sigatoka Negra del Banano y el Plátano, Ecuador 35p.
- ◆ Carlier J., D. De Waele y J.V. Escalant. 2002. Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por *Fusarium*, enfermedades de las manchas foliares causadas por *Mycosphaerella* y nematodos. Evaluaciones Extensivas (A. Vézina y C. Picq, eds). Guías técnicas INIBAP 6. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p: 15-20, 37-48.
- ◆ Carlier J., D. De Waele y J.V. Escalant. 2003. Evaluación global de la resistencia de los bananos al marchitamiento por *Fusarium*, enfermedades de las manchas foliares causadas por *Mycosphaerella* y nemátodos. Evaluación de comportamiento (A. Vézina y C. Picq, eds). Guías técnicas INIBAP 7. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia. p: 15-20, 37-45.
- ◆ Céspedes, Carlos. 2008. Distribución, epidemiología y manejo de la Sigatoka Negra en la República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 76 p.

- ◆ Champion, J. 1968. El Plátano. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Tuset. Barcelona-España. pp. 241.
- ◆ Craenen, K. 1998. Manual: *Enfermedad de la Sigatoka Negra del banano y plátano*,
- ◆ Douglas, M. & Ronald, R. 1992. El combate de la sigatoka negra. Boletín N° 4. Departamento de investigaciones. CORBANA. 22p.
- ◆ FAOSTAT. [en línea]: <http://www.apps.fao.org/faostat>. Indicadores de Producción y Comercialización Internacional de Banano. [Visita: 12 de abril 2004].
- ◆ FHIA. 2007. Características de los materiales de plátano y banano de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (En línea). Disponible en <<http://www.fhia.org.hn/>> [Consulta: 21 de abril 2008].
- ◆ Fouré E. 1982. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements: Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains á *M. Fjiensis* Morelet au Gabon. Fruits 37 : 749-771.
- ◆ Fouré, E. 1994. Leaf spot disease of banana and plantain cause by *Mycosphaerella fijiensis* and *mycosphaerella musicola*. 37-46p in the improvement and testing of musa: A global partnership. Proceedings of the first global conference of the international musa testing. Programme (D. Jones, ed.) INIBAP, Montpellier, France.
- ◆ Ganry, J., & Laville, E. 1983. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Evolution des méthodes de traitement. 1. Traitements fongicides. 2. Avertissement. Fruits 38 : 3-34.
- ◆ Gauhl, F. 1992. Epidemiología y Ecología de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa sp.*) en Costa Rica. Tesis Ph. D. original presentada en Alemán Universidad de Gottingen. Trad. Jaime Espinoza. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB). 128pp
- ◆ González, L. C. 1975. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. 148 p.
- ◆ González, M. 1987. Enfermedades del Cultivo del Banano. San José, Costa Rica: Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 89 pp.

- ◆ Guzmán, M., 2003. En: Actas del taller; Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nemátodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos. Guayaquil Ecuador, Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional CORBANA S.A. Guápiles, Costa Rica. Rivas, G. y Rosales, F. Ed. Pp 11.
- ◆ Jácome. L.H & Wshuh, 1992. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of black sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis*. *Phytopathology* 82 (5): 515-520p
- ◆ León J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. San José-Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) Pp.88-97, 445p.
- ◆ Martínez. 1984. Determinación del área mínima foliar en el plátano en el trópico húmedo. *Revista ICA*. Vol. 19. N° 2 pp. 183-187 Armenia, Quindío; Colombia.
- ◆ Martínez. G., J. Hernández & Aponte, 2000. Distribución y epidemiología de la Sigatoka negra en Venezuela. Serie C. 48 FONAIAP. Fundacite Guayana. 50p
- ◆ Merchán, V. M. 1996. Prevención y manejo de la Sigatoka negra. Instituto Colombiano Agropecuario. Regional 9, Manizales. 28p.
- ◆ Molina-Tirado O. I. & J. Castaño-Zapata, Ph.D: 2003. Análisis de algunos componentes de resistencia en los híbridos de banano y plátano FHIA 01, FHIA 17 y FHIA 21 a las Sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y amarilla (*M. musicola* Leach). *Rev. Acad. Colomb. Cienc* Vol. 27 (N° 103): pp. 181-190. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- ◆ Nelson R.R. 1977a. The meaning of disease resistance in plants: In: Breeding plants for disease resistance: Concepts and applications. R.R. Nelson (Ed.) The Pennsylvania State University Press, University Park. Pp. 13-25.
- ◆ Nelson R.R. 1977b. The use of resistance genes to curb population shifts in plant pathogens. In: Breeding plants for disease resistance: Concepts and applications. R.R. Nelson (Ed.). The Pennsylvania State University Press, University Park. Pp. 47-66.
- ◆ Orellana Pérez, I. Bermúdez Caraballosa, L. García Rodríguez y N. Veitía Rodríguez. 2002, Evaluación de características agronómicas en clones híbridos de plátanos (*Musa*

spp.) Instituto de Biotecnología de Plantas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. En: INFOMUSA Vol. 11, Nro.1 Pp.34-35.

- ◆ Ordosgoitti, A. 1999. Enfermedades del banano y el plátano en Venezuela. Medidas de control. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Serie B, No. 37. Maracay, Venezuela. 71 p.
- ◆ Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria OIRSA. 2001. OIRSA [en línea]: Sanidad Vegetal: El cultivo del Plátano: Plagas que lo atacan. El Salvador: Roger A. Landaverde Toruño.
<http://www.oirsa.org/DTSV/Manuales/Manual10/Cultivo-del-plátano-01.htm>
[Consulta: 4 de marzo 2005.] <http://www.oirsa.org/DTSV/manuales/Manual10/Cultivo-del-platano-08.htm>. [Consulta: 4 de marzo 2005.]
- ◆ Orjeda, G. 1998. Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y marchitamiento por Fusarium. Guías técnicas INIBAP 3. Instituto Internacional de los recursos fitogenéticos, Roma, Italia: Red Internacional para el mejora-miento del banano y el plátano, Montpellier, Francia. p: 1-63.
- ◆ Orozco-Santos M, 1998. Manejo integrado de la sigatoka negra del plátano. SAGAR, INIFAP, CIPAC. Campo experimental Tecomán, Colima, México. Folleto técnico N°1 División Agrícola 95p.
- ◆ Ortiz, R; López, A; Ponchner, S; Segura, A. 1999. El Cultivo del Banano. Editorial EUNED. San José, Costa Rica. 211p.
- ◆ Rowe, P.R. and Rosales, F.E. 2000. Conventional Banana Breeding in Honduras. Pp. 435-449 in: Diseases of Banana, Abacá and Enset. D.R. Jones, Ed. CAB International, Wallingford, UK.
- ◆ Sandoval, J. A. 2001. Biotecnología Aplicada para la Micropropagación de Banano y Plátanos. CORBANA. San José, Costa Rica. 28 p.
- ◆ SENASA - Perú. 2000. Manual de Evaluación de Resistencia de Genotipos de Plátano a la Sigatoka Negra.
- ◆ Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) [en línea]: [www.senasa.gob.pe], [Consulta: 4 de marzo 2009.]

- ◆ Soto, M. 1985. Bananos, Cultivo y Comercialización. Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR. San José, Costa Rica. 514 p.
- ◆ Soto, M. 1992. Bananos, Cultivo y Comercialización 2da. Ed. Litografía e Imprenta LIL. S.A. San José, Costa Rica. 674p.
- ◆ Soto, M. 1997. Enfermedades y plagas del cultivo del banano y su control. In: Memoria Primer Taller Internacional sobre Control Biológico y Producción Integrada en el Cultivo del Banano. Noviembre 1997. Edit: J. I. Luconi. EARTH, Costa Rica. p: 31-42.
- ◆ Stover, R.H. & Simmonds, N.W. 1987. Bananas. 3rd. Ed. Longmans Group UK Limited. 468 p.
- ◆ Stevenson F.J. & H.A. Jones. 1953. Some source of resistance in crop plants. In: Yearbook of Agriculture, USDA. Washington. D.C. Pp. 192-216.
- ◆ USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network (GRIN) [base de datos en línea] URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxom>. [consulta: 27 de abril 2010]

XI. ANEXOS

ANEXO 1: Estadios de desarrollo de una hoja de banano (Brun J. 1963).

La hoja joven sin abrir está enroscada en una doble espiral. La parte derecha de la hoja se sitúa en la hendidura del pecíolo central, en tanto que la izquierda cubre tanto al pecíolo como el lado derecho de la hoja.

El lapso que toma la hoja para abrirse es variable. Bajo condiciones climáticas favorables, toma aproximadamente siete días, pero puede extenderse hasta 15 o 20 días bajo condiciones adversas (sequía, mala nutrición, etc.).

Para comprender mejor este proceso, es importante recordar que la formación de la hoja ocurre dentro del pseudotallo antes de la parición. La hoja nueva se encuentra muy enroscada, es de color blancuzco y muy frágil.

La salida de la hoja da como resultado un crecimiento extraordinariamente rápido de la vaina de la hoja (4m en 10 días para Gros Michel). La hoja joven se desliza por el canal peciolar de la hoja anterior y es así como el desarrollo de una hoja corresponde a dos fenómenos sucesivos: el de “crecimiento” y el de “apertura”.

Para facilitar la descripción del proceso de apertura, éste se ha dividido en cinco estadios sucesivos, los cuales se definen arbitrariamente puesto que en realidad es un proceso continuo. Se puede decir que los primeros dos estadios corresponden a la etapa de “crecimiento”, el tercero representa el final del crecimiento y el inicio del proceso de apertura y los cuarto y quinto estadios son en sí la fase misma de la apertura. Los estadios mencionados anteriormente se definen a continuación:

- **Estadio A:** La hoja “candela”, de aproximadamente 10 cm. de longitud, todavía se encuentra unida a la hoja anterior.
- **Estadio B:** La hoja “candela” es más grande, pero aún no ha alcanzado su tamaño completo.
- **Estadio C:** La hoja “candela” está completamente libre. Alcanza su tamaño total y el diámetro de su ápice ha aumentado considerablemente después de soltarse del espiral.
- **Estadio D:** El lado izquierdo ya está abierto y su apertura ocurre en el extremo del ápice.
- **Estadio E:** La parte de arriba de la hoja se abre y la base tiene la forma de una corneta abierta.

ANEXO 2: Síntomas de la Sigatoka amarilla (Meredith D.S. 1970)

1. Estadio inicial de la raya. (Lámina 1). La mancha se observa a simple vista como un pequeño punto de color amarillo verdoso (de aproximadamente 1.0 x 5.0 mm.).

2. Segundo estadio de la raya. (Lámina 2). El punto inicial aumenta de tamaño, más de largo que de ancho y mantiene el color amarillo verdoso.

3. Tercer estadio de la raya. El punto se comienza a extender ligeramente, aumenta de tamaño y adquiere un color rojo oxidado, usualmente cerca del centro.

4. Primer estadio de la mancha. La raya adquiere un color café oscuro y al mismo tiempo o en un lapso de 24 horas, se forman halos de color café claro empapados en agua alrededor de la mancha cuando la hoja está túrgida. Este halo se observa muy bien si la mancha se ve contra la luz, en las primeras horas del día. La mancha aumenta considerablemente de tamaño durante esta etapa. En esta etapa la raya se observa claramente.

5. Segundo estadio de la mancha. La parte de color café oscuro de la mancha se encoge, aparece como hundida y el halo empapado de agua adquiere un color café aún más oscuro.

6. Tercer estadio de la mancha. La mancha está totalmente desarrollada, el área central hundida es de color gris y el halo de color café oscuro o negro, forma un anillo bien definido alrededor de la mancha. Esta mancha continúa bien definida aun cuando la hoja esté muerta y el anillo oscuro que rodea la mancha también se mantiene bastante definido.

Láminas 1-2: Síntomas de la Sigatoka amarilla. (Cortesía del Dr. Eric Fouré, CIRAD-FLHOR).



01. Estadio inicial de la raya.



02. Segundo estadio de la raya.

ANEXO 3. Cuadro para la Calificación de la severidad de la Sigatoka.

Debe ser completada para las hojas en posición vertical en cada planta de evaluación en las etapas de crecimiento indicadas.

Número de hoja	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Etapa de crecimiento:														
Seis meses	0	0	0	1	2	2	2	3	5	6	6	6	–	–
Emergencia/racimo	0	0	0	1	2	2	–	4	5	6	6	6	–	–
Cosecha	0	1	2	5	5	6	6	–	–	–	–	–	–	–

Clave:

*	=	Hoja más joven completamente cerrada
0	=	sin síntomas
1	=	menos de un 1 % de la lámina con síntomas (únicamente líneas y/o hasta 10 manchas)
2	=	1 a 5 % de la lámina con síntomas
3	=	6 a 15 % de la lámina con síntomas
4	=	16 a 33 % de la lámina con síntomas
5	=	34 a 50 % de la lámina con síntomas
6	=	51 a 100 % de la lámina con síntomas
–	=	Hoja perdida o muerta colgando del pseudotallo (cuando una hoja se pierde o muere y cuelga del pseudotallo, no se debe incluir en los cálculos para el índice de la infección.).

ANEXO 4. Como calcular el Índice de la Infección

Calcule el índice de infección de cada planta en cada repetición y en cada etapa de crecimiento:

$$\text{Índice de infección} = \frac{\sum nb}{(N - 1) T} \times 100$$

Donde:

n = número de hojas en cada nivel

b = clave

N = número de claves empleadas en la escala (7)

T = número total de hojas evaluadas

Ejemplo: al momento de emergencia del racimo como en el Cuadro 2:

$$\text{Índice de infección} = \frac{3(0) + 1(1) + 2(2) + 1(4) + 1(5) + 3(6)}{(7 - 1) 11} \times 100$$

$$\frac{1 + 4 + 4 + 5 + 18}{6 \times 11} \times 100 = \frac{32 \times 100}{66} = 48,5$$

(Cálculo para el índice de infección, cortesía del Dr. Ronald Romero).

ANEXO 5. Copia del documento mediante el cual se remitieron las muestras para evaluación de tasa de Sigatokas

REGISTRO DE MUESTRAS

PROCEDENCIA: Parcela Experimental Evaluación Clones FHIA en Sahuayaco

SÍNTOMAS: Manchas necróticas en hojas de Plátano

RESPONSABLE: Ing. Carlos A. Rodríguez Callañaupa

FECHA: Quillabamba, 12. 01. 2002

CODIGO	GENOTIPO	BLOQUE	OBSERVACIONES
1A	FHIA – 18	III	Manchas necróticas grandes
1B	SEDA LOCAL	CONTORNO	
1C	FHIA – 18	II	
2A	FHIA – 03	I	Para tasas de Sigatokas
2B	FHIA – 03	III	
2C	SEDA LOCAL	II	
3A	FHIA – 02	I	Manchas marrones menudas, similares a Sigatoka - Pericularia

ANEXO 6: Copia del resultado de Análisis de Laboratorio para Determinar tasa de Sigatokas.

anasonic TAD/FAX

PHONE NO. :

Jan. 18 2002 05:39PM P01



COORDINACION SENASA CUSCO			
<input type="checkbox"/> ACCION NECESARIA	<input type="checkbox"/> RESPUESTA URGENTE	USPIRA	USPIRA <input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> CONOCIMIENTO Y FINES	<input type="checkbox"/> EVALUAR Y OPINAR	ADM.	UL. C.
<input type="checkbox"/> ARCHIVO	<input type="checkbox"/> FIRMA Y/O Vº Bº	UL. Q.	SECRET
OBSERV:		FECHA: 21/01/02	

MEMORANDUM N° 43 -2002-AG-SENASA-DGSV-DLSV.

PARA : ING. ERIC ECHEGARAY WILSON
Director SENASA-CUZCO.

ASUNTO : Resultado de análisis de plátano.

REFERENCIA : Oficio N° 051- 2002-AG-SENASA-CUZCO.

FECHA : La Molina, 18 ENE. 2002

Es grato dirigirme a Ud. En atención al documento de la referencia, para informarle que las 03 muestras de hojas de plátano, procedentes del distrito de Echarati, provincia de La Convención, enviadas por su Dirección, fueron analizadas por la Ing. Betty Matos Nonogawa, los resultados son los siguientes:

N°	Cultivo	Órgano Analizado	Resultado
1	Plátano	Hojas	<i>Gloeosporium musarum, Cordana musae, Clasterosporium maydicum, Deightonilla torulosa</i>
2	Plátano	Hojas	<i>Cercospora fijiensis, clasterosporium maydicum, Deightoniella torulosa</i>
3	Plátano	Hojas	<i>Cercospora musae, Clasterosporium maydicum</i>

Atentamente

MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
Dña. IRENE MEZA DE HURTADO
Directora del Laboratorio de Sanidad Vegetal

MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
SENASA - CUSCO
18 ENE. 2002
RECIBIDO
Hora: 11:30 Reg. 093
Firma:

c.c. Programas Fitosanitarios
Archivo

MJ

Laboratorio de Sanidad Vegetal Av. La Molina 1581 (Ex Universidad) (Frente Calle Las Rotamas)
La Molina, Telfax-3495731
"Hacia la Excelencia en la Atención del servicio al usuario"

ANEXO 7: Análisis de Suelos del Área en Estudio



PRODUCERS AND EXPORTERS OF COFFEE



WEB SITE: www.coclaperu.com / E-mail: cocla@infonegocio.net.pe

LIMA: Máximo Abril 552 - 3° piso - Jesús María - Lima - Perú - Telf. (51) 13303381 - (51) 14243754 - Fax. (51) 14332451

ANALISIS DE SUELOS

PROCEDENCIA: SAHUAYACO - UNSAAC

Nombre del Solicitante: KAREN EVA DEPAZ MOLINA
Sector: SAHUAYACO

Distrito: ECHARATE
Fecha: 24/09/2002
Cultivo: PLATANO

ANALISIS MECANICO

ARENA %	ARCILLA %	LIMO %	TEXTURA	pH.	H %	P ppm	K ppm	M.O. %	Al+S H+ me/100g
38.4	37.6	24	Fr.Ar.	6.43	0.130	34.71	28.76	2.60	0

A = Arena; A.Ft = Arena Franca; F.A. = Franco Arenoso; Ft. = Franco; Ft.L. = Franco Limoso; Ft.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Ft.Ar. = Franco Arcilloso; Ft.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso

INTERPRETACION DE RESULTADOS

MATERIA ORGÁNICA	REACCIÓN DEL SUELO (PH)	POTASIO	
Bajo (<2%)	Muy Acido (<5.5)	Bajo (< 70 ppm)	X
Medio (2-4%) X	Acido (5.6-6.5)	Medio (70-140 ppm)	
Alto (>4%)	Neutro (6.6-7.3)	Alto (> 140 ppm)	
	Alcalino (7.4-8.4)		
	Muy alcalino (>8.5)		
NITRÓGENO	ACIDEZ CAMBIABLE	FÓSFORO	
Bajo (< 0.1%)	Peligroso	Bajo (< 7 ppm)	
Medio (0.1-0.2%) X	Normal	Medio (7 - 20 ppm)	
Alto (> 0.2 %)		Alto (> 20 ppm)	X



PLANTA PROCESADORA:
Prolg. Edgar de la Torre N° 1353 - Quillabamba - Cusco
Telefax. (084) 281377 / 282292 / 281139
E-mail: coclacof@telsar.com.pe

CUSCO:
Mezón de la estrella N° 137
Telf. (084) 239072

ANEXO 8: Datos Meteorológicos

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LAS CUMBRES MUNDIALES EN EL PERÚ"



MINISTERIO DEL AMBIENTE
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

ESTACIÓN QUILLABAMBA

LATITUD	12° 51' 21"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 41' 30"	PROV.	LA CONVENCION
ALTITUD	990 m.s.n.m.	DIST.	SANTA ANA

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	288.4	246.6	222.9	48.1	42.1	8.2	39.1	30.1	25.8	118.0	89.7	110.6
2002	119.2	195.4	200.2	45.3	32.4	15.6	69.3	71.9	36.0	89.0	108.5	219.9
2003	163.1	185.3	199.1	109.0	18.6	8.3	5.9	113.5	71.6	47.3	49.4	176.4

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	27.8	28.3	28.8	29.6	29.2	28.7	29.2	31.0	31.6	30.8	30.5	31.4
2002	31.0	28.5	28.6	29.8	30.6	29.3	28.0	30.6	30.1	31.2	29.8	29.0
2003	28.6	29.2	28.6	28.5	29.1	29.9	30.1	29.6	30.8	32.2	32.6	29.0

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	18.5	19.0	19.0	19.1	18.9	17.9	17.4	17.3	18.5	19.3	20.2	19.8
2002	19.2	19.3	19.0	19.3	18.3	18.3	16.5	17.2	18.0	19.4	19.3	19.9
2003	19.4	19.4	19.0	18.6	18.6	18.7	17.3	18.0	17.4	19.5	20.3	19.9



Zenón
Ing. Zenón Huamán Gutiérrez
DIRECTOR REGIONAL



SENAMHI—CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS

Sede: Jr. Cahuide N° 785 – Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1)614-1414 Fax: 471-7287
Dirección Regional SENAMHI Cusco: Urb. Magisterio II Etapa G-4 Telefax: 084-235481
Pág. Web www.senamhi.gob.pe E-mails: senamhi@senamhi.gob.pe dr12-cusco@senamhi.gob.pe

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LAS CUMBRES MUNDIALES EN EL PERÚ"



MINISTERIO DEL AMBIENTE
SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
SENAMHI

ESTACIÓN QUILLABAMBA

LATITUD	12° 51' 21"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 41' 30"	PROV.	LA CONVENCION
ALTITUD	990 m.s.n.m.	DIST.	SANTA ANA

HUMEDAD RELATIVA (%)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	83	80	81	82	85	84	76	70	70		72	74
2002	77	83	84	79	75	74	77	75	74	70	75	78
2003	80	79	82	82	82	74	75	75	71	70		

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (m/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	2.5	2.2	2.0	2.5	2.4	2.8	2.9	2.4	3.0	0.0	2.4	3.5
2002	3.1	3.0	2.9	3.0	3.1	2.8	3.0	3.0	2.6	2.4	2.6	2.5
2003	2.7	2.9	2.6	3.4	3.0	2.6	3.4	3.2	2.5	2.9	0.0	0.0



[Handwritten Signature]
Ing. Zenón Huamán Cutierrez
DIRECTOR REGIONAL



SENAMHI—CIENCIA Y TECNOLOGIA HIDROMETEOROLOGICA AL SERVICIO DEL PAIS

Sede: Jr. Cahuide N° 785 – Lima 11 Casilla Postal 1308 Telf: (51-1)614-1414 Fax: 471-7287
Dirección Regional SENAMHI Cusco: Urb. Magisterio II Etapa G-4 Telefax: 084-235481
Pág. Web www.senamhi.gob.pe E-mails: senamhi@senamhi.gob.pe dr12-cusco@senamhi.gob.pe

ANEXO 9: Fotos



Foto 01: Vista panorámica de la plantación de clones FHIA, CAT-Sahuayaco (2001 – 2003)



Foto 02: Evaluación a los seis meses de instalación.

Foto 03: Procedimiento para la evaluación de los frutos (desmane y pesado)



Foto 04: Planta marcada en estadio B para determinar TDE.



Foto 05: Hojas de una planta de Seda con síntomas de la enfermedad



Foto 06: Hojas de una planta de FHIA-23 sin ataque de la enfermedad.

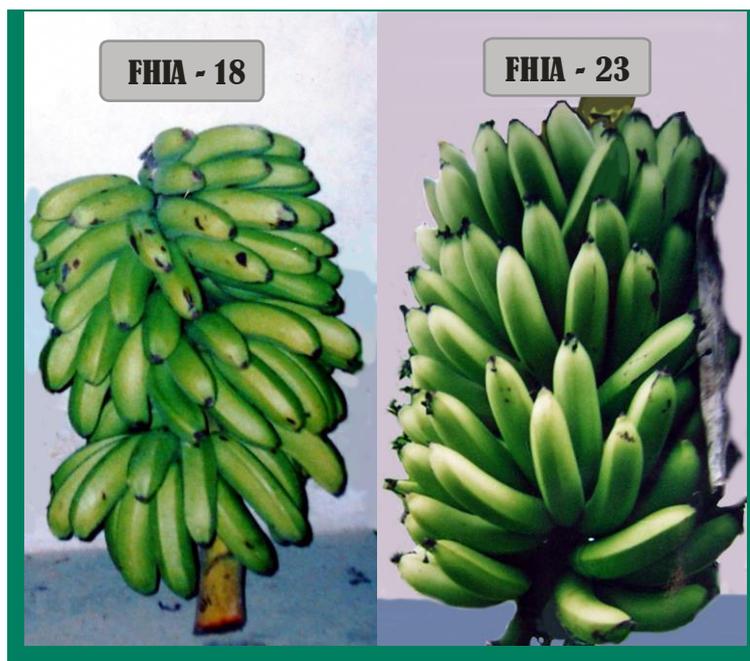


Foto 07: Racimos de los clones FHIA-18 y FHIA-23, los cuales presentaron mejor comportamiento

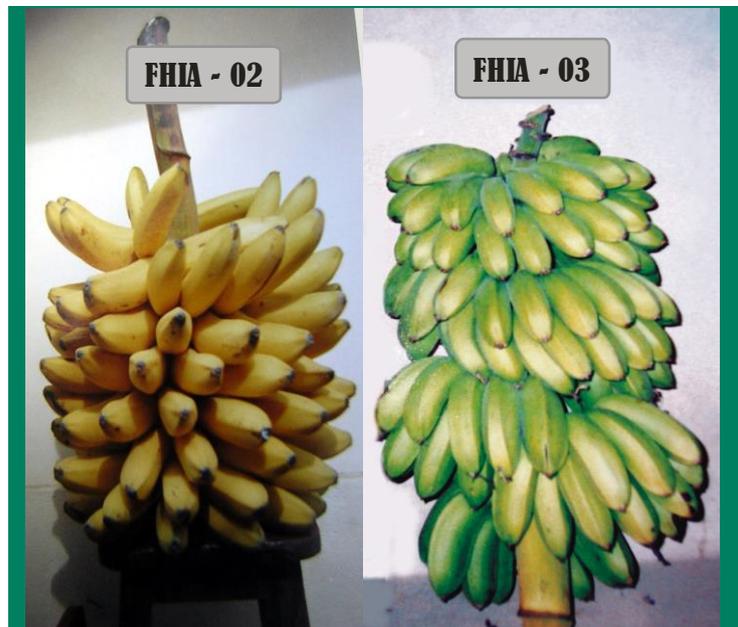


Foto 08: Racimos de los clones FHIA-02 y FHIA-03, de comportamiento inferior.



Foto 09: Matriz y surcos para riego en la parcela experimental CAT – Sahuayaco



Foto 10: Ejecución de labores culturales (deshije).