

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

“DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA
PUDRICIÓN DE FLECHA EN EL CULTIVO DE PALMITO (*Bactris gasipaes*
H.B.K.) EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO.”

CARLOS JULIO QUEZADA CRESPO

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2007

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

“DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA
PUDRICIÓN DE FLECHA EN EL CULTIVO DE PALMITO (*Bactris gasipaes*
H.B.K.) EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO.”

CARLOS JULIO QUEZADA CRESPO

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS – ECUADOR
2007

“DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA
PUDRICIÓN DE FLECHA EN EL CULTIVO DE PALMITO (*Bactris gasipaes*
H.B.K.) EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO.”

CARLOS QUEZADA CRESPO

REVISADO Y APROBADO

MAYO. ESP. ING. RENÉ E. GONZÁLEZ V.
COORDINADOR DE CARRERA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Ing. Msc. Gustavo Núñez J.
DIRECTOR

Ing. Javier Tumbaco M.
CODIRECTOR

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN
ORIGINAL (EN MEDIO MAGNÉTICO) E IMPRESO EN DOS
EJEMPLARES

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

“DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE LA
PUDRICIÓN DE FLECHA EN EL CULTIVO DE PALMITO (*Bactris gasipaes*
H.B.K.) EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO.”

CARLOS JULIO QUEZADA CRESPO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Msc. Gustavo Núñez J. DIRECTOR	<u>19,75 / 20</u>	<u>12/03/2007</u>
Ing. Javier Tumbaco M. CODIRECTOR	<u>19,75 / 20</u>	<u>12/03/2007</u>

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
LA UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO.

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

DEDICATORIA

A mis amados padres
guías y motivadores en mi vida.

A mis hermanos
compañeros del convivir diario

A mi adorada esposa e hijo
fuente de mi inspiración de cada día

A mis queridos familiares y amigos
por su apoyo total y amistad brindada.

AGRADECIMIENTO

Al señor nuestro Dios que me guía por sendas de justicia y me brinda sabiduría e inteligencia

A mis padres, hermanos, esposa e hijo, por su amor, ternura y apoyo que durante toda mi existencia siempre me han brindado

A la Carrera de Ciencias Agropecuarias "IASA II", por haberme brindado su apoyo total para la realización del trabajo de tesis.

A los ingenieros: Gustavo Núñez J. y Javier Tumbaco M. por su contribución y aporte en las recomendaciones brindadas durante la investigación.

Al ingeniero Juan Carlos Gallardo Z. por su desinteresada ayuda y enseñanza brindada para el desarrollo de la tesis.

Al ingeniero José Miguel Vinuesa, guía y colaborador en el trabajo de tesis

Al ingeniero Jorge Burneo por su apoyo constante y su persistente confianza en mí, durante la realización y culminación del proyecto.

A todos los ingenieros que conforman la prestigiosa empresa de INAEXPO por brindarme su apoyo y colaboración para realizar de manera exitosa el proyecto de investigación.

Al personal de INAEXPO por su amistad y cooperación.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para llevar a feliz término esta investigación... Muchas gracias.

CONTENIDO

SECCIONES O CAPITULOS	PAGS.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	
A) Aspectos generales del cultivo del palmito	5
1. Origen y Distribución del palmito	5
2. Descripción Taxonómica del palmito	6
3. Descripción Botánica del palmito	6
4. Descripción Morfológica del palmito	7
5. Condiciones Ecológicas	8
B) Problemas Fitosanitarios en el cultivo del Chontaduro	9
1. Pudrición del cogollo o de flecha	10
2. Mancha amarilla	11
3. Mancha parda	12
4. Mancha negra	12
5. Mancha de anillo	13
6. Vena corchosa	13
7. Hoja deshilachada	13
8. Podredumbre de la base del tronco	14
9. Marchites sorpresiva	14
10. Amarillamiento letal del cocotero (ALC)	15
11. Síndrome de raíz corchosa	16
C) Diagnóstico e Identificación del agente causal de Enfermedades en plantas	17

D)	Efecto del ambiente en la producción de las Enfermedades infecciosas.	18
1.	Efecto de la Temperatura	19
2.	Efecto de la Humedad	19
3.	Efecto del viento	19
4.	Efecto de la luz	20
5.	Efecto del pH del suelo	20
6.	Efecto de la nutrición de la planta hospedante	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS		23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		46
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		81
VII. SUMARIO		87
VIII. BIBLIOGRAFÍA		91
IX. ANEXOS		95

INDICE DE CUADROS

	PAGS.
CUADRO 1. Ubicación geográfica de las zonas en estudio.	23
CUADRO 2. Datos climatológicos de la Zona 1, Hacienda "Aidita"	27
CUADRO 3. Datos climatológicos de la Zona 2, Hacienda "Elenita"	27
CUADRO 4. Datos climatológicos de la Zona 3, Hacienda "San Jorge"	27
CUADRO 5. Datos climatológicos de la Zona 4, Hacienda "La Herradura"	28
CUADRO 6. Datos climatológicos de la Zona 5, Finca "Patricia"	28
CUADRO 7. Establecimiento de los tratamientos para determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad de la enfermedad.	29
CUADRO 8. Establecimiento de los tratamientos para comprobación de los postulados de Koch.	30
CUADRO 9. Esquema del ADEVA	32
CUADRO 10. Esquema del ADEVA	32
CUADRO 11. Porcentaje de Incidencia según el numero de plantas muestreadas por zona.	34
CUADRO 12. Escala de Horsfall	35
CUADRO 13. Criterios para la clasificación de la severidad de la enfermedad	36
CUADRO 14. Promedio general de Incidencia de la enfermedad pudrición de flecha en porcentaje (%) de plantas infectadas.	46
CUADRO 15. Análisis de varianza (ADEVA) del porcentaje de Incidencia de la enfermedad por cada zona en estudio.	46

CUADRO 16. Porcentaje de Incidencia de cada una de las zonas con prueba de Tukey 5%.	47
CUADRO 17. Incidencia de daño producido por pudrición de flecha expresado en porcentaje (%) de plantas infectadas tomando en consideración el patrón de diseminación en el interior de los lotes y en los bordes.	48
CUADRO 18. Promedio general de la severidad de daño producido por pudrición de flecha expresado en porcentaje (%) de plantas infectadas.	50
CUADRO 19. Análisis de varianza (ADEVA) del porcentaje de Severidad de la enfermedad por cada zona en estudio.	51
CUADRO 20. Porcentaje de Severidad de cada una de las zonas con prueba de Tukey 5%	51
CUADRO 21. Porcentaje de mortalidad de plantas inoculadas con los patógenos causantes de la pudrición de flecha por tratamiento.	60
CUADRO 23. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 1.	63
CUADRO 24. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 2.	64
CUADRO 25. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 3.	64
CUADRO 26. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 4.	65
CUADRO 27. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 5.	65

CUADRO 28. Coeficientes de determinación para Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa para cada una de las zonas en estudio.	66
CUADRO 29. Comparación de características óptimas de suelo para palmito con los resultados del análisis de suelo de las cinco zonas en estudio.	71
CUADRO 30. Microorganismos presentes en análisis microbiológico del suelo.	72

INDICE DE FOTOS

	PAGS.
FOTO 1. Lesiones en hojas provocadas por <i>Colletotrichum sp</i>	12
FOTO 2. Manchas redondeadas en hojas causadas por <i>Dreschlera setariae</i>	13
FOTO 3. Rasgaduras en hojas provocadas por <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	14
FOTO 4. Raíz corchosa y esqueleto de pescado	16
FOTO 5. Planta identificada	34
FOTO 6. Lectura del porcentaje de daño (severidad) provocado por la pudrición de flecha.	36
FOTO 7. Plantas con síntomas de la enfermedad ubicadas en el interior de un lote evaluado.	50
FOTO 8. Planta con síntomas de la enfermedad ubicada en el borde de un lote evaluado	50
FOTO 9. Sintomatología de la enfermedad pudrición de flecha.	53
FOTO 10. Síntoma visible de pudrición de flecha causado por <i>Fusarium</i> y <i>Erwinia</i> .	54
FOTO 11. Ataque muy severo de pudrición de flecha donde existe la presencia de <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> y <i>Erwinia</i> .	54
FOTO 12. Manifestación de Sintomatología avanzada de la enfermedad causada por <i>Phytophthora</i> y <i>Erwinia</i> , donde se observa amarillamiento de hojas nuevas.	54
FOTO 13. Daño muy severo (irreversible) en una planta de palmito afectada por la enfermedad.	54
FOTO 14. Progreso del daño de la enfermedad a la altura de 50 cm.	55

FOTO 15. Corte Longitudinal de un tallo de palmito; se observa el progreso de la enfermedad (coloración amarillenta)	55
FOTO 16. Corte transversal del estípite del palmito donde se observa coloración amarillenta en el centro, producto del ataque de <i>Erwinia</i> .	55
FOTO 17. Corte transversal del estípite donde se observa sintomatología avanzada de la enfermedad (coloración amarillenta).	55
FOTO 18. Consecuencia de la pudrición de flecha en una planta que resistió el ataque de la enfermedad.	56
FOTO 19. Desarrollo de <i>Phytophthora palmivora</i> en medio de cultivo PDA.	57
FOTO 20. Esporangio de <i>Phytophthora palmivora</i> observado al microscopio.	57
FOTO 21. Desarrollo de <i>Fusarium moniliforme</i> en medio de cultivo PDA	58
FOTO 22. Macroconidias y microconidias de <i>Fusarium moniliforme</i> observadas al microscopio.	58
FOTO 23. Desarrollo de <i>Erwinia</i> en medio de cultivo PDA.	59
FOTO 24. Desarrollo de <i>Erwinia</i> en medio de cultivo MANITOL	59
FOTO 25. Síntomas iniciales (daño moderado) producidos por la enfermedad en una planta inoculada	62
FOTO 26. Síntomas avanzados de pudrición de flecha en una planta inoculada	62
FOTO 27. Daño en hoja flecha provocado por <i>Demotispa</i> .	69
FOTO 28. Larva de <i>Demotispa</i> observada en el estereoscopio.	69
FOTO 29. Daño en hoja flecha provocado por <i>Alurnus</i> .	70
FOTO 30. Larva de <i>Alurnus</i> .	70

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
GRAFICO 1. Exportaciones de palmito ecuatoriano en conserva durante los últimos 5 años.	2
GRAFICO 2. Exportaciones de palmito ecuatoriano en conserva (Valor FOB)	2
GRAFICO 3. Orientación para la realización del muestreo.	33
GRAFICO 4. Porcentajes de Incidencia de la enfermedad para cada una de las zonas.	47
GRAFICO 5. Porcentaje de plantas enfermas según el patrón de diseminación de la enfermedad.	49
GRAFICO 6. Porcentajes de severidad de la enfermedad para cada una de las zonas.	52
GRAFICO 7. Variación de la Severidad de la enfermedad expresada en porcentaje (%) de daño con respecto al tiempo.	52
GRAFICO 8. Mortalidad de plantas inoculadas con los patógenos causantes de la Pudrición de flecha.	61
Grafico 9. Promedios de los factores climáticos que inciden en el desarrollo de la enfermedad.	67
GRAFICO 10. Reportes climatológicos de los promedios mensuales de la zona de influencia de la enfermedad, tomados de la Estación meteorológica del aeropuerto de Santo Domingo durante la fase de Diagnostico Mayo – Septiembre. En (A) Registro de Temperatura, (B) Precipitación mensual acumulada y (C) Porcentajes de Humedad.	68

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador inició exitosamente la explotación del corazón de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K.*) con sus primeros cultivos organizados, a partir de 1988, en la Concordia; el cultivo ha tomado en los últimos años mucho auge, convirtiéndose no solo en una alternativa agrícola para el pequeño, mediano y gran productor, sino en un producto no tradicional de exportación para las zonas tropicales húmedas tanto de la Costa como del Oriente ecuatoriano por lo que ha representado grandes ingresos económicos para la región, el país y el mundo. Cabe destacar que en los últimos años el corazón de palmito ha despertado acentuado interés por parte de los agricultores, industriales e investigadores debido a sus múltiples posibilidades de utilización (Játiva R.1998).

Para la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI, 2006), el palmito del Ecuador se ha convertido en un producto con alta representatividad en las exportaciones no tradicionales. Actualmente representa el 1.7% de este rubro, el 13% de productos hortifrutícolas exportados, y el 27% de las exportaciones de procesados de frutas y vegetales constituyendo una importante fuente de empleo en las zonas rurales de Esmeraldas, Pichincha, Manabí, Morona Santiago, Pastaza, Napo y Sucumbíos, que son propicias para el cultivo, durante los últimos seis años la superficie cultivada se ha incrementado en un promedio de 90.11%. Se estima que existen alrededor de 13.500 Ha. de palmito sembradas en el Ecuador.

Según las estadísticas realizadas por la misma fuente, el Ecuador ha presentado un crecimiento importante en sus exportaciones de palmito, con excepción del año 2002 que registra una baja de más de 3,000 toneladas en comparación con el año 2001. Además el Ecuador es actualmente el primer exportador de palmito en conserva del mundo, ya que cubre cerca del 49% de la demanda global.

En el gráfico 1, se observa el incremento de las toneladas exportadas de palmito, especialmente en los años 2003 - 2004 - 2005. Una diferencia anual de aproximadamente 1.400 toneladas.

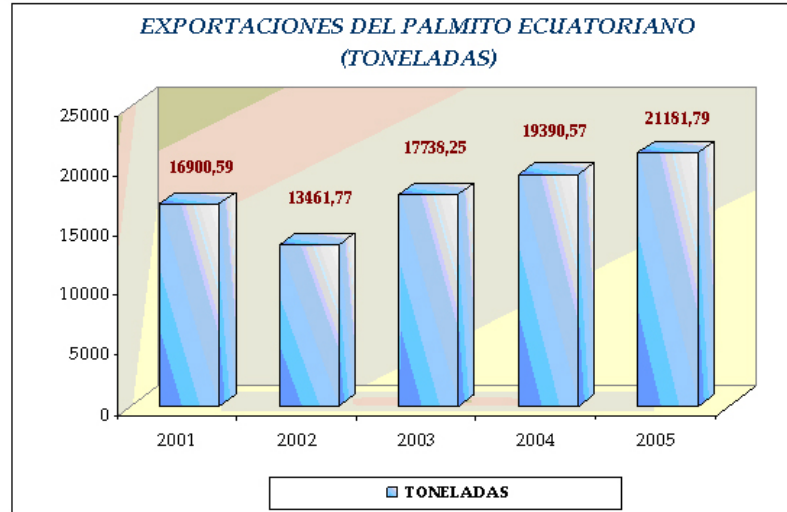


GRAFICO 1. Exportaciones de palmito ecuatoriano en conserva durante los últimos 5 años.

Fuente: CORPEI

En el año 2005 el valor FOB de las exportaciones se incrementaron en US \$6,000.00, en comparación con el 2004. En el Grafico 2 se detalla el valor FOB de las exportaciones de palmito en el Ecuador

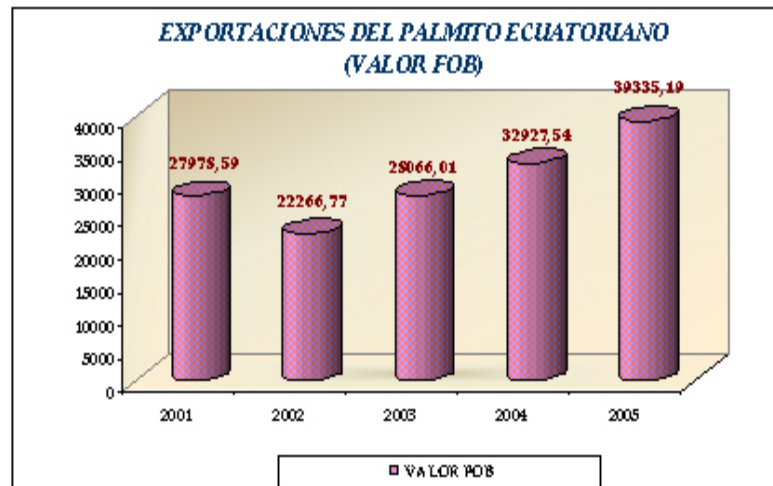


GRAFICO 2. Exportaciones de palmito ecuatoriano en conserva (Valor FOB)

Fuente: CORPEI

Debido al excelente producto de calidad del corazón de palmito obtenido en el país y las perspectivas del mercado se refleja que este cultivo reúne características rentables ideales para el empresario ecuatoriano. La demanda internacional permite que el país cuente con esta fuente de divisas, desarrollando varios cientos de hectáreas de cultivos sostenidos, y por lo tanto amerita tener interés en que se cultive correctamente.

Si bien el cultivo de palmito no presenta problemas serios de manejo, en nuestro país no se ha cuantificado la importancia relativa de las enfermedades en las plantaciones de palmito, desconociéndose la epidemiología de las mismas, es por ello que durante el año 2005 en la zona de Santo Domingo se detectó la presencia de una pudrición de la hoja flecha o candela que ocasionaba la muerte repentina de las plantas por lo que era causa de preocupación entre los productores de la zona ya que su mecanismo de acción sobre las plantas afectadas es grave, llevando a la erradicación final de la planta provocando reducción en cuanto a unidades de producción se refiere.

En respuesta a la problemática mencionada, la presente investigación tuvo como finalidad realizar el diagnóstico e identificación de los agentes causales de la pudrición de flecha y definir su etiología, para elaborar una estrategia que permita prevenir y controlar la enfermedad.

II. OBJETIVOS

A. GENERAL

Diagnosticar e Identificar el agente causal de la pudrición de flecha en el cultivo de palmito (*Bactris gasipaes H.B.K.*) en la zona de Santo Domingo a través de pruebas de laboratorio y campo.

B. ESPECÍFICOS

1. Determinar el porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad, en las zonas en estudio.
2. Identificar por medio de aislamientos el agente causal de la pudrición de flecha en el laboratorio.
3. Realizar pruebas de patogenicidad en invernadero para comprobación de postulados de Koch.
4. Relacionar los factores climáticos con el desarrollo de la Incidencia para el control de la enfermedad.
5. Establecer si la sintomatología esta relacionada con factores bióticos y abióticos predisponentes a la enfermedad

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DEL PALMITO

1. Origen y Distribución del palmito (*Bactris gasipaes* H.B.K.).

Según Hernández *et al.* (1998), el pejibaye es una palma nativa del trópico americano; su lugar de origen se sitúa posiblemente en las selvas tropicales de América del Sur, donde aún es posible encontrar plantas silvestres. El palmito fue sin duda alguna uno de los cultivos más importantes en la América precolombina, siendo el principal cultivo de los aborígenes del trópico húmedo, se localiza actualmente desde Honduras hasta el Sur de Bolivia y Brasil.

Villachica (1996), señala que concordante con su amplia distribución, la especie recibe distintos nombres. Así, se denomina Pijuayo y chonta en el Perú; chontaduro y Pijuayo en Ecuador; chontaduro, cachipay, casipaes y pijibay en Colombia; Pijuayo, pichiguao, pijiguao, macana, manacilla y periguao en Venezuela; Parepón en la Guayana Francesa; amana en Suriman; pupunha y pirijao en Brasil; y tembé de castilla en Bolivia; pejibaye, pijuayo, pijibay y pixbae en Costa Rica y Nicaragua; pijuayo y piba en Panamá; peach palm y pewa en Trinidad y peach palm en los demás países de habla inglesa.

El proyecto de promoción de Exportadores no tradicionales PROEXANT (2000), manifiesta que el cultivo comercial de palmito en el Ecuador se inició en 1987, sucediéndole la agroindustria de enlatado y enfrascado del producto. Convirtiéndolo en un rubro de creciente representatividad entre las exportaciones no tradicionales.

Játiva (1998), indica que en el Ecuador las plantaciones de pejibaye para el cultivo de palmito se encuentran distribuidas en la Amazonia en: Lago Agrio, Shushufindi, Sacha, Payamino, Coca, Loreto. En el trópico y

subtrópico del Litoral, Los Ríos, Guayas, en Pichincha las zonas productoras son: Santo Domingo, Puerto Quito, los Bancos, Pedro Vicente Maldonado, en Esmeraldas la zonas productoras son: La Concordia, Quinde y San Lorenzo.

2. Descripción Taxonómica del palmito.

Játiva (1998), indica que el Chontaduro, pejibaye, pirijao o pejiribae tiene la siguiente clasificación taxonómica:

CLASE	: Monocotiledónea
ORDEN	: Pálmales
FAMILIA	: Arecaceae
GENERO	: Bactris
ESPECIE	: gasipaes H.B.K.
NOMBRE CIENTIFICO	: Bactris gasipaes H.B.K.

3. Descripción Botánica del palmito.

Játiva (1998), manifiesta que el chontaduro, es una planta monoica, que se caracteriza por presentar varios hijuelos o tallos a partir de una misma semilla. Las plantas son rectas y alcanzan hasta 20 m de altura con un diámetro basal de 20 a 30 cm, el tronco de la palmera presenta anillos que corresponden a cicatrices dejadas por las hojas o follaje previo. Del tronco del tallo salen perpendicularmente espinas negras o marrones y puntiagudas de diferentes tamaños, los hijuelos en un número de 1 a 10 salen de la base del tallo y de los cuales 3 o 4 llegan a alcanzar madurez simultáneamente.

El follaje esta compuesto por una corona de 15 a 25 anillos de las hojas insertadas a diferentes ángulos, las hojas tiernas sin expandir en el centro de la corona, forman el palmito. Las hojas miden entre 1,5 a 4 m en planta adulta, con un ancho entre 30 a 35 cm, todas las partes de las hojas están cubiertas por espinas más cortas y suaves que las encontradas en el tallo.

4. Descripción Morfológica del palmito.

Según Hernández *et al.* (1998), las características morfológicas del palmito son:

Las raíces penetran y se desarrollan hasta los 1.20 m. concentrándose en los primeros 70 cm. del suelo. Tiene raíces primarias hasta de 3.5 m de largo dan sostén y originan las secundarias, que son mas cortas y tienen pelos absorbentes.

El Tallo es de tipo estípote, son varios, originados en una misma planta, son erectos y alcanzan hasta 20 m., cilíndricos con 20 a 25 cm. de diámetro, con espinas o sin ellas.

Las Hojas: existe un penacho con un promedio de 20 hojas. En el pejibaye de palmito son bifidas en las plantas pequeñas y pinadas en las adultas. Están formadas por un raquis, del cual se originan gran número de foliolos ordenadas en espiral hacia la derecha o hacia la izquierda y desplazadas a 110 grados alrededor del tronco una de otra. Sale una nueva cada 2 a 4 semanas. Se originan a partir del meristemo apical.

Las Flores constituyen una inflorescencia monoica que contiene miles de flores masculinas y en menor medida flores femeninas. Las flores masculinas son de color crema, se componen de un pequeño cáliz coreaceo, anular redondo. Los racimos florales están compuestos de un eje central con

numerosas ramificaciones en forma de espiga; las flores femeninas son más grandes que las masculinas.

Los frutos se presentan de distintos colores en función del prototipo o variedad de la palmera, desde el verde amarillo a rojos anaranjados de 3 a 5 cm. de longitud cada uno. La forma de los frutos puede ser ovoide, elipsoidal o cónica, de peso variable entre 20 a 100 gramos.

Las semillas se encuentran una por fruto y su tamaño varia de 1 a 2 cm, es de forma ovoide de color negro, está compuesto por una cáscara dura y en su interior tiene una almendra oleaginosa comestible que posee tres poros germinativos correspondientes al ovario trilobular.

5. Condiciones ecológicas

Mora y Echeverría (1999) describen las condiciones ecológicas para tener una orientación en la elección de las áreas aptas para el cultivo del palmito, de la siguiente manera:

a. Altitud

El palmito esta adaptado a un amplio rango de condiciones ecológicas prevalecientes en los trópicos húmedos. La planta se desarrolla mejor a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. Más allá de esa altura su crecimiento se torna lento, y los rendimientos decrecen considerablemente.

b. Precipitación

Se cultiva en el trópico húmedo con precipitaciones anuales igual o mayor a los 2500 mm; con periodos secos no mayores de 4 meses (preferiblemente sin una estación seca marcada). Es una planta que no soporta el mal drenaje.

c. Humedad Relativa

Bajo condiciones de un ambiente uniforme especialmente de humedad superior al 80 %, se puede obtener un desarrollo continuo y una cosecha distribuida.

d. Temperatura

La temperatura recomendada para el cultivo es igual o superior a los 24 °C; sin embargo, podría cultivarse comercialmente hasta los 22 °C.

e. Luminosidad

No requiere sombra en ninguna etapa de su desarrollo. Requiere exposición plena a la luz por lo menos tres horas al día. La luz es esencial para inducir la producción de rebrotes o hijos. Este es el factor último limitante en la determinación de la densidad de siembra, por lo que en condiciones de sombra produce pocos rebrotes o hijos.

f. Suelos

Se encuentra sembrado en una variedad de suelos, principalmente en suelos lateríticos, (ultisoles y oxisoles), ligeramente arcillosos, siempre que tenga buen drenaje y se fertilice adecuadamente, pero también crece en suelos fértiles aluvionales.

B. PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN EL CULTIVO DEL PALMITO

Según Vargas (1999) el pejibaye o palmito es hospedero de enfermedades desde su condición silvestre. Por su baja densidad de población, tanto de sus ancestros como luego en sus formas cultivadas y su gran diversidad genética, han permitido que el desarrollo de las

enfermedades no haya alcanzado el nivel de epifitía. Las enfermedades en el cultivo del pejibaye, son consideradas de poca importancia, debido a que su incidencia es escasa y el daño ocasionado no ha afectado en forma significativa el rendimiento económico..

Según Mora (1983) en este cultivo existen pocos estudios de los organismos patógenos que pueden causar daño al cultivo. En Brasil encontraron cinco especies fitopatógenas de *Fusarium*, que son responsables de la muerte de plantas de palmito tanto en vivero como en la plantación. Aún así, se han identificado entre 15 y 20 diferentes hongos, bacterias y protozoarios que podrían en un futuro cercano, reducir en forma considerable la producción de palmito.

Las más importantes desde el punto de vista económico son las siguientes:

1. Pudrición del cogollo o de Flecha.

Vargas (1999), indica que es una enfermedad cuyo agente causal aún no se ha identificado con claridad, estudios en Costa Rica han reportado que los patógenos que pueden ser causantes de esta enfermedad son: ***Phytophthora palmivora***; ***Erwinia chrysanthemi***. Para el caso de ***Phytophthora palmivora***, las hojas del cogollo (flecha) se ponen amarillas, la misma que se extiende al corazón o palmito. En el lado interno de la vaina de las hojas más viejas, presentan un moho blanco constituido por el micelio del hongo, los cuales son diseminados por la lluvia y el viento, también por los insectos.

Según el mismo autor, manifiesta que las condiciones de alta humedad debido a plantaciones establecidas en suelos mal drenados, limitan la absorción de nutrientes como el potasio, lo cual causa un crecimiento lento de la primera hoja o flecha impidiendo la apertura de los folíolos los cuales se entrapan de agua de lluvia, permitiendo la entrada de la bacteria ***Erwinia chrysanthemi*** que causa una pudrición acuosa con muerte

rápida, continuando por el corazón o palmito que luce como cocinado con un anillo oscuro en el borde. La pudrición en ocasiones es mal oliente.

Rivera (1999), manifiesta que la pudrición de flecha también puede ser causada por *Fusarium moniliforme*, el hongo ataca las venas de los folíolos de la hoja candela o flecha, que la hace corchosa y dura, por lo que la hoja no abre bien y se queda pequeña. A veces puede causar pudrición de flecha u hoja Terminal en relación con la presencia de *Erwinia*, si la pudrición no ha bajado mucho en el tallo se puede podar y salvar la planta.

Se presenta en vivero y en campo, notándose su mayor incidencia durante los primeros dos o cuatro años de establecidas en el campo y en casos esporádicos hasta los siete u ocho años. En algunas plantaciones ha llegado a afectar hasta el 10% de plantas, causando considerable retraso en su desarrollo, al impedir por algún tiempo la emisión de nuevas hojas (Chávez, 1998).

Manejo de la enfermedad.- en el semillero se recomienda utilizar suelo esterilizado; pueden realizarse desinfecciones con vapor, formol 10%, agua hirviendo; uso adecuado del agua para regar, para evitar la alta humedad del suelo, en plantaciones establecidas aplicar una solución de Aliette en la dosis de 0.75 a 1 gr. por litro aplicado cada dos semanas por 4 o 5 meses.

2. Mancha Amarilla

Según Barahona *et al.* (1992), la mancha amarilla es causada por el hongo *Pestalotiopsis sp.*, se presenta en las hojas como manchas amarillas, ovaladas, de aspecto acuoso, luego se necrosan y se vuelven pardo oscuras. Es importante esta enfermedad en el vivero o en la planta joven, cuando se provoca un tipo de stress ocasionado básicamente por la falta de agua.

3. Mancha parda

Mora (1983), menciona que esta enfermedad es causada por *Mycosphaerella sp.*, tanto en las hojas viejas como en las jóvenes, se observan manchas redondas pardo-claro rodeadas por un borde pardo-oscuro y halo amarillo. Se presenta más hacia las puntas de folíolos y provoca la quema del follaje.

4. Mancha negra

Causada por *Colletotrichum sp.*, se presenta tanto en almacigo como en plantaciones para palmito, como manchas negras rodeadas por un halo clorótico. En plantas de 1 a 3 años, el ataque es más severo en los folíolos de la base de la segunda o tercera hoja y los bordes y superficie interna de las vainas, que causa la muerte de esa hoja, únicamente. Estas lesiones son puertas de entrada para la bacteria *Erwinia*, que produce muerte de las hojas y una pudrición general de la medula o palmito y ocurre en aquellas áreas donde hay mal drenaje. (Mora, 1999)



FOTO 1. Lesiones en hojas provocadas por *Colletotrichum sp*

AUTOR: Vargas.

FUENTE: Principales enfermedades del palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) su cultivo e industrialización.

5. Mancha de anillo

Causada por *Dreschlera setariae*, se presenta como manchas redondas café-oscuras con el centro claro y halo clorótico. La lesión se delimita por un tejido corchoso en forma de anillo y en el envés presenta un moho negro que le da apariencia carbonosa (Vargas, 1999).



FOTO 2. Manchas redondeadas en hojas causadas por *Dreschlera setariae*

AUTOR: Vargas

FUENTE: Principales enfermedades del palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) su cultivo e industrialización.

6. Vena corchosa

Causada por *Fusarium moniliforme*, el hongo ataca las venas de los folíolos de la hoja “guía, candela o flecha” que la hace corchosa y dura por lo cual la hoja no abre bien y se queda pequeña. Se presenta en plantaciones de 1 a 3 años y, si el síntoma no es muy severo, la planta se recupera. Hasta el momento no es muy importante. A veces puede causar pudrición de flecha u hoja terminal en relación con *Erwinia* y ocurre en focos. Si la pudrición no ha bajado mucho en el tallo, se puede podar y salvar la cepa (Vargas, 1999).

7. Hoja deshilachada

El agente causal de esta enfermedad se clasificó como el hongo *Lasiodiplodia theobromae*, se presenta al inicio como pequeñas

rasgaduras en los foliolos y posteriormente desintegra el tejido intervenal en las puntas de los foliolos, dejando las venas como hebras o hilachas, también se le conoce como la enfermedad del mal de hilachas, por lo que es necesario usar barreras vegetativas como rompevientos (Vargas, 1999).



FOTO 3. Rasgaduras en hojas provocadas por *Lasiodiplodia theobromae*

AUTOR: Vargas

FUENTE: Principales enfermedades del palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) su cultivo e industrialización.

8. Podredumbre de la base del Tronco

Los primeros daños visibles son marchites y signos de deficiencias nutricionales luego se observa que las hojas nuevas no pueden desplegarse bien y tienen un tono más claro que las otras, posteriormente las hojas empiezan a marchitarse y a necrosarse en la periferia para finalmente doblarse y quedar colgando a lo largo del tallo. Algo característico de este hongo del genero **Gonoderma**, es que empieza a formar en la base del tallo cuerpo fructíferos (Rivera, 1999).

9. Marchites Sorpresiva

Los primeros síntomas visibles, es un amarillamiento de los foliolos de las hojas bajas del ápice hacia la base, comenzando por el ápice de dichas hojas, seguido por secamiento y muerte ascendente de ellas, provocado por

el hongo del genero ***Phytopomonas***. Estos síntomas están mas asociados con no apertura normal de las flechas, perdida de lustre de los frutos, aborto de inflorescencia y pudrición de racimos (Jiménez, 1998).

10. Amarillamiento letal del cocotero (ALC)

El nombre de la enfermedad se origina en el amarillamiento progresivo que se inicia en las hojas más viejas y avanza hacia arriba. Conforme avanza el daño, las hojas viejas se secan prematuramente tomando una coloración marrón, luego se doblan en la base y quedan colgando a lo largo del tallo. El amarillamiento letal del cocotero puede matar la palmera en un período de tres a seis meses después de observarse los síntomas (Rivera, 1999).

Doyle (2002), manifiesta que el agente causal de la enfermedad es un microorganismo conocido como fitoplasma, (anteriormente denominados micoplasmas). Un fitoplasma es más parecido a una bacteria que a un virus, pero al igual que muchos virus, es transmitido por un insecto vector. El insecto vector del ALC es una chicharrita con el nombre científico de ***Myndus crudus***. Este insecto mide aproximadamente 1 mm. de largo y se alimenta de la savia del follaje de las palmeras. Al alimentarse de una palmera infectada, ingiere el microorganismo, que luego es inyectado posteriormente es inyectado a una palmera sana al alimentarse.

El ALC causa un amarillamiento inicial en el follaje de la palmera afectada y posteriormente una defoliación total, dejando a la palmera con un aspecto de poste telefónico. Una playa o plantación de cocoteros afectados por el ALC presenta un panorama devastador, semejante al ocasionado por un incendio o la explosión de una bomba. Otros síntomas incluyen la caída de los frutos en todos los estados de desarrollo, necrosis o pudrición de la inflorescencia, y finalmente la muerte que ocurre entre los 6 y 9 meses desde la aparición de los primeros síntomas. Existen reportes que documentan palmas con síntomas de la enfermedad desde el siglo pasado,

pero la enfermedad despertó interés internacional cuando causó la terrible epidemia que ha causado la muerte de mas de 8 millones de plantas en Jamaica desde 1965 hasta la fecha (Doyle, 2002).

11. Síndrome de raíz corchosa

Tanto en almácigos hechos en bolsa, como en camas y en plantaciones comerciales, se presenta en las raíces secundarias y terciarias una condición conocida como corchosis. Esta presenta aspecto corchoso, amarillamiento o rojizo, amuñonado y anormalmente engrosada. Algunas muestran pudriciones rojizas o negras causadas por *Fusarium* y *Thielaviopsis*, respectivamente. La planta tiene problemas de crecimiento y diferentes síntomas de deficiencias nutricionales, por lo cual se relaciona con la pudrición de flecha. Este síndrome se ha relacionado con toxicidad de hierro en la raíz por desbalance con el manganeso, que se expresa como ápices disminuidos o deshidratados, con pérdida de la dominancia apical y por la presencia de cristales amorfos de Fe^{+++} a nivel celular y cortical. Generalmente, aparece en lotes con problemas, ya sea con excesos de humedad, suelos pesados o compactados, pH ácidos y con un alto potencial redox. El control es totalmente cultural, por lo que el manejo del agua es el factor determinante (Vargas, 1999).



FOTO 4. Raíz corchosa y esqueleto de pescado
AUTOR: Vargas
FUENTE: Principales enfermedades del palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) su cultivo e industrialización.

C. DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DE ENFERMEDADES EN PLANTAS.

Carrera (1996), indica que el diagnóstico e identificación de una enfermedad es una etapa fundamental en el ámbito de la fitoprotección, y más aún cuando el agente causal no es conocido por el agricultor o asistente técnico, ya que evita riesgos de pérdidas en el cultivo e inversiones costosas de manejo.

Además menciona que el diagnóstico se puede definir como el arte científico de reconocer por observaciones, estudio o experimentación, la naturaleza de la causa de un problema y los factores que inciden en su desarrollo, lo que conlleva a buscar alternativas para solucionar los diferentes problemas que se presentan en los cultivos.

La determinación de la etiología de una enfermedad en un cultivo es habitualmente un proceso complejo que requiere de la información más completa posible, sobre el cultivo en estudio, las condiciones ambientales donde se desarrolla, prácticas culturales utilizadas y agentes bióticos o abióticos que pudiesen haber interferido el desarrollo normal de las plantas.

Los procesos de identificación del agente causal parten de la observación de síntomas y la toma de muestras para el examen de laboratorio, en el cual se buscará pistas del posible agente causal. La calidad de la muestra será determinante para este proceso, la muestra debe contener tejido afectado y sano; cuidando de no llegar a los extremos de enviar muestras totalmente deterioradas.

En el caso de hongos foliares, el micelio, esporas y cuerpos de fructificación serán relevantes para una identificación preliminar mediante claves taxonómicas específicas. En esta etapa si la identificación no es concluyente se recurrirá al aislamiento en medio de cultivo; aunque este es tedioso y puede consumir más tiempo (FAO, 1985).

El reconocimiento preciso de las enfermedades que atacan un cultivo y la medición de incidencia y severidad en sistemas de explotación intensivos, permiten medir el potencial de desarrollo de esas enfermedades y ayuda también a la elaboración de un plan estratégico para su combate.

Es necesario diagnosticar y monitorear la presencia y comportamiento de las enfermedades en las plantaciones de palmito, para anticipar en la medida posible su combate (Vargas, 1999).

Vargas (1999), indica que en Costa Rica no se ha cuantificado la importancia relativa de las enfermedades en las plantaciones de palmito, y todavía no se conoce la epidemiología de las mismas, aspectos fundamentales en el diseño de estrategias racionales para su combate., tampoco se cuenta con información precisa sobre la correlación de las diferentes enfermedades con la merma en la producción y calidad del palmito.

D. EFECTO DEL AMBIENTE EN LA PRODUCCIÓN DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS.

Agrios (1996), señala que la mayoría de las enfermedades aparecen y muestran un mayor grado de avance durante los días calido-húmedos o que las plantas que han sido fertilizadas en gran escala con nitrógeno, habitualmente se ven mucho mas afectadas por algunos patógenos que las que han sido menos fertilizadas. Estos ejemplos generales indican, de manera clara, que las condiciones ambientales que predominan tanto en la atmósfera como en el suelo, una vez establecido el contacto entre el patógeno y su hospedante, pueden influir considerablemente en el desarrollo de una enfermedad y que con frecuencia constituyen el factor que determina si se producirá o no esa enfermedad.

Este mismo autor manifiesta que los factores que afectan mayormente el inicio y desarrollo de las enfermedades son:

1. Efecto de la Temperatura

Las plantas y los patógenos requieren de ciertas temperaturas mínimas para poder desarrollarse y efectuar sus actividades. Las bajas temperaturas que prevalecen durante el invierno están por debajo del mínimo requerido por la mayoría de los patógenos. Por lo tanto, es casi seguro que las enfermedades no se produzcan en esa temporada y las que ya han realizado un avance se vean interrumpidas. Sin embargo con la llegada de las altas temperaturas, los patógenos vuelven a la actividad y, cuando otras condiciones son favorables, tienen la posibilidad de infectar a las plantas y producir enfermedad.

2. Efecto de la humedad

La humedad, al igual que la temperatura, influye sobre el inicio y desarrollo de las enfermedades infecciosas de las plantas a través de varios mecanismos interrelacionados. El efecto más importante de la humedad al parecer se centra sobre la germinación de las esporas de los hongos y sobre la penetración del tubo germinativo sobre el hospedante. La humedad, activa también a las bacterias, hongos y nematodos patógenos. Las bacterias patógenas y las esporas de los hongos normalmente son diseminadas por las gotas dejadas por la lluvia, por el agua de lluvia que es transportada desde la superficie de los tejidos infectados hasta la de tejidos sanos, o bien por el agua libre del suelo.

3. Efecto del viento

El viento influye principalmente en la diseminación de los patógenos, y en menor grado, por la desecación que produce sobre las superficies húmedas de las plantas. El viento es aun más importante cuando va asociado a la lluvia. El viento facilita la liberación de las esporas y bacterias de los tejidos que han sido infectados y las lleva a través del aire depositándolas sobre superficies húmedas que, en caso de que sean

susceptibles, pueden ser infectadas de inmediato. En ocasiones el viento facilita la prevención de infecciones al acelerar la desecación de las superficies húmedas.

4. Efecto de la luz

Tiene una importancia menor que la temperatura y la humedad. Sin embargo, en la naturaleza, el efecto de la luz se restringe a la producción de plantas más o menos etioladas que han estado expuestas a una baja intensidad luminosa. Esto habitualmente incrementa la susceptibilidad de las plantas ante los parásitos no obligados, pero disminuye su susceptibilidad ante los parásitos obligados.

Por lo general, la disminución de la intensidad luminosa incrementa la susceptibilidad de las plantas a las infecciones virales. Por otra parte, las bajas intensidades luminosas después de haberse producido la inoculación tienden a ocultarse los síntomas de algunas enfermedades, que son mucho mas severos cuando las plantas se desarrollan en condiciones normales de iluminación que cuando crecen en lugares sombreados.

5. Efecto del pH del suelo

El pH también es importante en la aparición de las enfermedades, por ejemplo: la hernia de las crucíferas, ocasionada por *plasmodiophora brassicae*, es más predominante y severa a un pH cercano a 5.7, mientras que su desarrollo decae pronunciadamente entre 5.7 y 6.2 y se inhibe por completo a un pH de 7.8 por lo tanto es mas evidente que dichas enfermedades son mas serias en áreas donde el pH del suelo favorece a un determinado patógeno. La acidez del suelo (pH), al parecer influye principalmente sobre el patógeno, aunque en otras enfermedades, el debilitamiento del hospedante debido a una nutrición desbalanceada inducida por la acidez del suelo, puede afectar la incidencia y severidad de la enfermedad.

6. Efecto de la nutrición de la planta hospedante

La nutrición afecta la velocidad de crecimiento y la rapidez para defenderse del ataque de los patógenos. La abundancia de nitrógeno se refleja en la producción de crecimiento joven y succulento y puede prolongar la fase vegetativa retardando la madurez de las plantas haciéndolas más susceptibles a los patógenos (durante periodos mas prolongados) que prefieren atacar a dichos tejidos.

Sin embargo, es posible que sea la forma de nitrógeno (amonio o nitrato) de que disponen el hospedante o el patógeno lo que en realidad afecte la severidad de la enfermedad o la resistencia de la planta más que a la cantidad de nitrógeno en si. De las numerosas pudriciones de la raíz, marchitamientos, enfermedades foliares, etc., casi todas disminuyen o incrementan su severidad cuando se tratan con nitrógeno amoniacal (como ocurre cuando se tratan con nitrato), pero cada una de las formas de nitrógeno disminuyen o aumentan su severidad. Por ejemplo: *Fusarium spp.* y las enfermedades que producen pudrición de raíz, marchitamiento, hernia de las crucíferas, ahogamiento de las plántulas y pudriciones del tallo, aumentan su severidad cuando se aplica un fertilizante en forma de amonio; mientras que *Phymatotrichum annivorum* y las enfermedades que ocasionan pudrición de la raíz del algodón del trigo y roña de la papa, son favorecidas por el nitrógeno en forma de nitrato.

Las enfermedades favorecidas por la forma de amonio por lo general son más severas a un pH ácido, mientras que las que son favorecidas en forma de nitrato son más severas a un pH de neutro a alcalino (los iones NH_4^+ los absorben las raíces cuando éstas liberan al medio circundante iones H^+ , reduciendo de esta forma el pH del suelo).

Se ha demostrado que el fósforo reduce la severidad del toma todo de la cebada (causado por *Gaeumannomyces graminis*) pero no aumenta la severidad del virus del mosaico del pepino. Al parecer el fósforo aumenta la

resistencia de las plantas al mejorar su equilibrio de nutrientes al acelerar la madurez del cultivo, permitiendo que escape de la infección causada por los patógenos que prefieren los tejidos.

También se ha demostrado que el potasio, disminuye la severidad de muchas enfermedades. El potasio tal parece que afecta directamente las diferentes etapas del establecimiento y desarrollo del patógeno en el hospedante e, indirectamente, la infección al promover la cicatrización de las heridas, al aumentar la resistencia de la planta a los daños causados por las heladas y al retardar la madurez y la senescencia de algunos cultivos.

El calcio reduce la severidad de varias enfermedades causadas por patógenos de la raíz y el tallo como por ejemplo ***Rhizoctonia***, ***Sclerotium***, ***Fusarium***. El efecto que produce el calcio sobre la resistencia de las plantas a las enfermedades parece deberse a su efecto sobre la composición de las paredes celulares y a la resistencia que antepone a la penetración de los patógenos en la planta hospedante.

En general las plantas que reciben una nutrición equilibrada, en la que los elementos requeridos se abastecen en cantidades adecuadas, tienen mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y limitar las ya existentes, que cuando uno o más nutrientes se obtienen en cantidades excesivas o deficientes.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La fase de campo para el diagnóstico e identificación de la enfermedad se llevo a cabo en cinco plantaciones catalogadas como zonas, integradas a la Industria Agrícola Exportadora INAEXPO, las mismas que se encuentran ubicadas en el Cantón Santo Domingo de los Colorados, Provincia de Pichincha, Ecuador (Anexo 1). En el cuadro 1 se detallan las características geográficas y el nombre de cada una de las zonas en estudio.

CUADRO 1. Ubicación geográfica de las zonas en estudio.

ZONA	Nombre de la Propiedad	Ubicación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm.)
1	Aidita	Km 13 vía Chone	0° 13.984´ S	79°15.618´ W	421
2	Elenita	Km 12 vía Quininde	0° 10.541´ S	79°11.999´ W	455
3	San Jorge	Km 9 vía Quininde	0° 11.749´ S	79°11.999´ W	485
4	La Herradura	Km 9 vía Chone a 4km. entrada a San Jacinto del Bua.	0°13. 173´S	79°15.05´ W	427
5	Patricia	Recinto el Poste Km 6 vía al Poste.	0° 16.234´ S	79°14.951´ W	409

FUENTE: INAMHI 2006. Servicio de Meteorología e Hidrología del Ecuador.

La fase de invernadero y laboratorio para realizar la identificación y las pruebas de patogenicidad se realizó en el laboratorio del Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias – IASA II, de la Escuela Politécnica del Ejército “ESPE” Santo Domingo, ubicada en el Km 24 y 35 de la vía Santo Domingo – Quevedo (Hda. Zoila Luz y San Antonio), siendo sus coordenadas geográficas 79° 18´ 43’’ de longitud Occidental y 00° 24´ 36’’ de latitud Sur, a una altitud de 270 msnm.

B. MATERIALES

1. Materiales de Campo

- Cajas petri plásticas
- Cámara fotográfica
- Cinta de Identificación roja.
- Cinta de Identificación blanca.
- Etiquetas de Identificación
- Fundas de polietileno
- Guantes de cuero
- Hoja de registros de campo
- Lápices
- Machete
- Planos de plantación
- Regla graduada.
- Tablero de apuntes
- Termoculer

2. Materiales de Laboratorio

- Agua destilada estéril
- Agujas de punta recta
- Alcohol antiséptico
- Algodón
- Asas de inoculación
- Autoclave vertical
- Azul de metileno
- Bisturí
- Cajas petri de vidrio (70 mm – 90 mm)
- Cámara de flujo laminar

- Cámara de recuento (Newbauer)
- Colorantes
- Hipoclorito de Sodio al 5%
- Lactofenol
- Lente micrométrico ocular.
- Material vegetal enfermo
- Medios de Cultivo (PDA, Manitol, MacConkey, Muller Hinton)
- Microscópio compuesto
- Microscópio estereoscópio
- Micropipeta BOECO 500 μ L.
- Mecheros
- Patógenos (*Fusarium moniliforme*, *Phytophthora palmivora* y *Erwinia*)
- Placas porta y cubre objetos
- KB002 HiAssorted™ Biochemical Test Kit (for Gram-negative rods).
- Vasos de precipitación de 250 ml
- Vasos de precipitados de 200 ml
- Vidrieria en general

3. Materiales de Invernadero

- Agua destilada estéril
- Alcohol
- Algodón hidrófobo
- Asa de inoculación
- Bisturi
- Bomba atomizadora
- Fundas plásticas
- Jeringuilla
- Material vegetal (plantas de palmito)
- Suspensión de inóculo
- Tablero de apuntes
- Vaso de precipitación (250 ml)

C. MÉTODOS

1. Características del campo experimental.

Para la investigación en la fase de campo se seleccionó 5 plantaciones de palmito en producción del cultivar (***Bactris gasipaes***) de variedad silvestre proveniente del Oriente Ecuatoriano y variedad genéticamente mejorada sin espinas, con una densidad poblacional de 5000 plantas/ha de 2m x 1m y en promedio de seis a ocho años de edad, al iniciarse la investigación.

En la fase de invernadero, con la finalidad de comprobar los postulados de Koch, se usó plantas de palmito de ocho meses de edad, procedentes del vivero de la Hacienda El Cortijo II (INAEXPO), las mismas que recibieron un manejo específico, el cual se detalla a continuación:

El sustrato para sembrar las plántulas de palmito, fue el siguiente: Humus, Aserrín, Cascarilla de arroz, Arena de cantera y Fertilizante 10-30-10. La relación para la elaboración de la mezcla del sustrato consistió en: 2 sacos de arena de cantera, 1 saco de humus, 1 saco de aserrín, 1 saco de cascarilla de arroz. Una vez preparado el sustrato se lo esterilizó a una temperatura de 120 °C. por un lapso de 20 minutos (Anexo 2).

Una vez sembradas las plantas en el sustrato estéril se procedió a regar cada tres días en las primeras horas de la mañana, además se aplicó fertilizante foliar de inicio y desarrollo (KRISTALON) y se realizó control de malezas manualmente.

Las plantas fueron sembradas en fundas de polietileno de 8 X 12 de color negro, las mismas que permanecieron en el invernadero durante el desarrollo de la investigación.

2. Características agroclimáticas

a) Características agroclimáticas (fase de campo)

Las Zonas en estudio presentan en promedio las siguientes características climáticas: Su temperatura media anual fue de 23.5 °C, su precipitación de 2869 mm/año, una humedad relativa que oscila durante todo el año entre 88 – 96% con una heliofanía de 700 horas-luz-año. Los suelos generalmente profundos de topografía regular, su clase textural con predominancia franco arenosos, en promedio ligeramente ácidos. Todo esto se resume en los cuadros 2, 3, 4, 5, 6.

CUADRO 2. Datos climatológicos de la Zona 1, Hacienda “Aidita”

CLIMATOLOGIA DE LA ZONA 1	
Temperatura media anual	23.7 grados centígrados
Precipitación anual	2880 mm año ⁻¹
Humedad Relativa anual	88 – 96%
Luminosidad media anual	717 horas luz año ⁻¹

Fuente: Estación meteorológica INAMHI.

CUADRO 3. Datos climatológicos de la Zona 2, Hacienda “Elenita”

CLIMATOLOGIA DE LA ZONA 2	
Temperatura media anual	23.6 grados centígrados
Precipitación anual	2970 mm año ⁻¹
Humedad Relativa anual	88 – 96%
Luminosidad media anual	712 horas luz año ⁻¹

Fuente: Estación meteorológica INAMHI.

CUADRO 4. Datos climatológicos de la Zona 3, Hacienda “San Jorge”

CLIMATOLOGIA DE LA ZONA 3	
Temperatura media anual	23.4 grados centígrados
Precipitación anual	2898 mm año ⁻¹
Humedad Relativa anual	88 – 96%
Luminosidad media anual	700 horas luz año ⁻¹

Fuente: Estación meteorológica INAMHI.

CUADRO 5. Datos climatológicos de la Zona 4, Hacienda “La Herradura”

CLIMATOLOGIA DE LA ZONA 4	
Temperatura media anual	23.7 grados centígrados
Precipitación anual	2890 mm año ⁻¹
Humedad Relativa anual	88 – 96%
Luminosidad media anual	705 horas luz año ⁻¹

Fuente: Estación meteorológica INAMHI.

CUADRO 6. Datos climatológicos de la Zona 5, Finca “Patricia”

CLIMATOLOGIA DE LA ZONA 5	
Temperatura media anual	23.1 grados centígrados
Precipitación anual	2711 mm año ⁻¹
Humedad Relativa anual	88 – 96%
Luminosidad media anual	700 horas luz año ⁻¹

Fuente: Estación meteorológica del INAMHI.

- b) Características agroclimáticas (fase de laboratorio e invernadero).

De acuerdo a los datos registrados en la Estación Meteorológica Puerto Ila (INAMHI), la Hacienda Zoila Luz y San Antonio (ESPE), presentan las siguientes características climáticas: La temperatura media anual de 24.9 °C, precipitación de 2564.6 mm/año, humedad relativa de 88%, y heliofanía que oscila entre 727.5 horas-luz-año.

3. Factor en estudio

El factor en estudio que se utilizó para la presente investigación fue:

- Agente causal de la pudrición de flecha en el cultivo del palmito.

4. Tratamientos

Para la determinación de la Incidencia y severidad se contó con un número de 500 plantas por cada tratamiento (lote), se establecieron 5 tratamientos con 4 unidades de observación (repeticiones), como se detalla en el cuadro 7.

CUADRO 7. Establecimiento de los tratamientos para determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad de la enfermedad.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES DE OBSERVACIÓN
T1	Determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad en la zona 1	4
T2	Determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad en la zona 2	4
T3	Determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad en la zona 3	4
T4	Determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad en la zona 4	4
T5	Determinación del porcentaje de Incidencia y Severidad en la zona 5	4

Para las pruebas de patogenicidad se contó con un número mínimo de 10 plantas por cada tratamiento, para ello se establecieron ocho tratamientos con 10 unidades de observación (repeticiones) como se detalla en el cuadro 8.

Cuadro 8. Establecimiento de los tratamientos para comprobación de los postulados de Koch.

<u>TRATAMIENTOS</u>	UNIDADES DE OBSERVACIÓN
T1 <i>Fusarium</i>	10
T2 <i>Phytophthora</i>	10
T3 <i>Erwinia</i>	10
T4 <i>Fusarium + Phytophthora</i>	10
T5 <i>Fusarium + Erwinia</i>	10
T6 <i>Phytophthora + Erwinia</i>	10
T7 <i>Fusarium + Phytophthora + Erwinia</i>	10
T8 Testigo (agua destilada estéril)	10

FUENTE: El autor

5 Procedimientos

a) Análisis estadístico.

1. En el campo.

Para las variables de Incidencia y Severidad de la enfermedad se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos (lotes) ubicados en cada una de las zonas en estudio y cuatro repeticiones (días de evaluación).

Dentro de cada zona, se escogió un lote al azar (unidad experimental), en el cual se determinó mediante cuatro evaluaciones el porcentaje de plantas enfermas “**INCIDENCIA**” y el progreso de la enfermedad “**SEVERIDAD**”.

2. En el invernadero.

El análisis estadístico utilizado en las pruebas de patogenicidad se lo realizó en base a la comparación de todos los tratamientos entre sí analizando la variable porcentaje de mortalidad mediante el uso de un Diseño Completamente al Azar (DCA) para lo cual se utilizó 8 tratamientos y 10 repeticiones.

El efecto a medirse estuvo fundamentado en el porcentaje de mortalidad de plantas luego de haber sido inoculadas con los patógenos causantes de la enfermedad.

- b) Características de las unidades experimentales

1. En el campo.

Dentro de las cinco zonas escogidas para la investigación, se tomo un lote por zona conformado por 5000 plantas con una distancia de siembra de 2 x 1 m (500 unidades de evaluación en total).

2. En el invernadero.

Para la fase de invernadero, se utilizó 80 plantas de palmito de 8 meses de edad, dispuestas en dos hileras de 5 plantas por tratamiento, cada tratamiento comprendió 10 plantas.

c) Diseño experimental

1. En el campo.

Los resultados de Incidencia y Severidad fueron evaluados para análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey al 5%, para el caso de Severidad de la enfermedad fue necesario utilizar transformaciones de

$$\text{arcsen} \sqrt{\frac{x}{100} \times \frac{180}{\pi}}$$

CUADRO 9. Esquema del ADEVA.

ADEVA	
F de V	Grados de Libertad
Total	19
Tratamientos	4
Error experimental	15

Fuente: El autor

$$\text{Coeficiente de varianza } CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{x} \times 100$$

2 En el invernadero.

El esquema del análisis se indica en el siguiente cuadro:

CUADRO 10. Esquema del ADEVA.

ADEVA	
F de V	Grados de Libertad
Total	79
Tratamientos	7
Error Experimental	72

Fuente: El autor

$$\text{Coeficiente de varianza } CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{x} \times 100$$

d) Datos a tomar y métodos de evaluación.

La determinación del agente causal de la Pudrición de Flecha en el palmito, constó de tres fases:

1. Fase de campo (Diagnóstico de la enfermedad)

a) Incidencia

Para determinar la Incidencia en cada zona de estudio se realizó un muestreo, para lo que se tomó como referencia una hectárea de plantación, dentro de la cual se consideró para la evaluación el 10% de su densidad poblacional a muestrear. En cada área seleccionada se hicieron cuatro monitoreos periódicos de 21 días cada uno. Para el monitoreo se consideró la orientación de las áreas de evaluación, tal como se muestra en el gráfico 3.

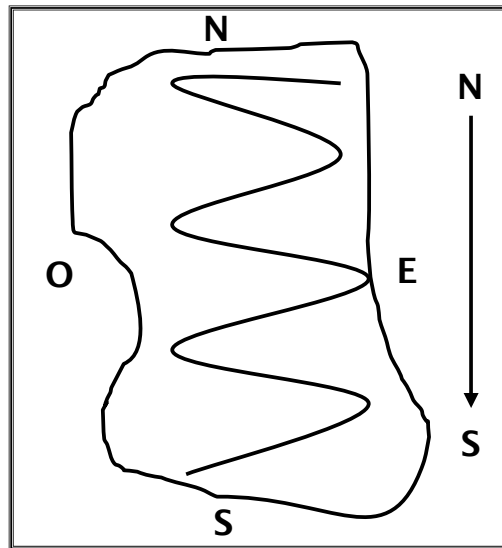


GRAFICO 3. Orientación para la realización del muestreo
Fuente: El autor

Para el cálculo de la incidencia de la enfermedad se utilizó la fórmula descrita por Horsfall (1980):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{No. de plantas con síntomas de la enfermedad} \times 100}{\text{No. total de plantas muestreadas}}$$

Posteriormente se tabuló los datos obtenidos de las observaciones de incidencia de la enfermedad, como se detalla en el cuadro 11.

CUADRO 11. Porcentaje de Incidencia según el número de plantas muestreadas por Zona.

ZONA	Nº Total de plantas muestreadas	Síntomas		% de Incidencia
		Con	Sin	
1				
2				
3				
4				
5				

Fuente: El autor

Cada unidad de evaluación (planta) en el campo fue identificada con una cinta de color rojo, con la finalidad de determinar si el porcentaje de plantas infectadas aumentó o disminuyó en las siguientes evaluaciones (foto 5).



FOTO 5. "Planta identificada"

Fuente: El autor

b) Severidad

Para determinar la severidad se realizó el monitoreo del 10% de plantas en evaluación, en las que se determinó en función de la longitud del daño o pudrición en la hoja bandera o flecha en cm con ayuda de una regla, los datos fueron ajustados a la escala propuesta por Horsfall (1980) (Cuadro 12). Se realizó cuatro evaluaciones cada 21 días. Los resultados se expresaron en porcentaje de tejido afectado.

CUADRO 12. Escala de Horsfall

Grado	severidad (%)
0	0
1	0 -- 3
2	3 – 6
3	6 – 12
4	12 – 25
5	25 – 50
6	50 – 75
7	75 – 87
8	87 – 94
9	94 – 97
10	97 – 100
11	100

La fórmula empleada para el cálculo de la severidad mediante el uso de escalas fue:

$$\text{Severidad (\%)} = \frac{\sum (\text{No. de plantas x cada grado}) \times 100}{\text{No. de plantas evaluadas} \times \text{grado mayor}}$$

Con la ayuda de una regla se realizó la toma de datos del porcentaje de daño (severidad) provocado por la pudrición de flecha (Foto 6).



FOTO 6. Lectura del porcentaje de severidad de la enfermedad.
Fuente: El autor

La severidad de los síntomas fue evaluada en la hoja flecha (bandera). En cada hoja afectada, se catalogó el porcentaje de daño, según los criterios que se detallan en el cuadro 13.

CUADRO 13. Criterios para la clasificación de la severidad de la enfermedad

GRADO DE SEVERIDAD	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
1. Daño moderado	menos de un 25% de la hoja afectada por pudrición
2. Daño severo	hasta un 50% de la hoja afectada
3. Daño muy severo	mas de un 50% de la hoja afectada

Fuente: El autor.

En el muestreo realizado para determinar el porcentaje de Incidencia y Severidad en cada zona, se distinguieron dos tipos de plantas, para determinar en que lugar las plantas son más susceptibles al ataque de la enfermedad:

- a) Planta orilla: Las plantas que delimitaban los lotes en los cuales se realizó el monitoreo.
- b) Planta interior: Correspondiente a las plantas ubicadas al interior del lote.
- c) Correlación de los factores climáticos con la Incidencia de la enfermedad.

Para determinar las condiciones propicias para el desarrollo de la enfermedad, se registró los datos meteorológicos durante el periodo de muestreo de Mayo a Septiembre frente al porcentaje de Incidencia de las cinco zonas en estudio y se realizó la correlación (**r**) con la Precipitación Temperatura y Humedad Relativa, y se estableció los coeficientes de determinación (**r² x 100**) para conocer las condiciones óptimas para la propagación y desarrollo de la enfermedad.

2. Fase de Laboratorio

a) Recolección de muestras

Se colectaron muestras de material vegetal enfermo (hoja flecha), las mismas que se colocaron en fundas plásticas debidamente identificadas y fueron trasladadas al laboratorio en un termoculer a 12 °C de Temperatura (Anexo 3).

Posteriormente, en el laboratorio se procesaron las muestras utilizando las técnicas convencionales y rutinarias de diagnóstico de enfermedades en plantas, entre las que cabe destacar: preselección de la muestra de campo, aislamientos de secciones de tejido sintomático en medios de cultivos, observaciones macroscópicas de tejido enfermo, observaciones microscópicas de tejido infectado y de colonias de hongos

aislados en medios de cultivos y su posterior identificación comparándola con claves taxonómicas.

- b) Medios de cultivo utilizados para el aislamiento de los microorganismos.

Se utilizó los siguientes medios de cultivo:

1. Para Hongos

Para el caso de hongos se empleo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), el procedimiento de preparación fue el siguiente: en 1000 ml de agua destilada se colocó 39 gr de PDA preparado y se procedió a calentar en baño María hasta que se diluya el PDA, una vez disuelto el medio de cultivo se esterilizó en el autoclave tipo olla marca ALL AMERICAN, modelo 25 X – 1 a 20 lb/pulg durante 20 minutos, luego se procedió a dispensar en cajas petri y se las almacenó para realizar la siembra del material enfermo.

2. Para bacterias

Para el caso de bacterias se empleo cuatro medios de cultivo: Manitol, MacConkey, Muller Hinton y PDA, para su preparación se siguió pasos similares a los mencionados en la preparación de PDA.

3. Fase de invernadero

- a) Pruebas de Patogenicidad

Para realizar las pruebas de patogenicidad se tomó muestras puras de los patógenos aislados de las plantas enfermas y se preparó inóculos, para aplicarlos en plantas sanas. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) donde cada microorganismo aislado, solo o combinado constituyó un

tratamiento, teniendo de esta manera ocho tratamientos con 10 repeticiones (unidades de observación) en total 80 plantas.

6. Identificación del agente causal.

a) Recolección de muestras.

Las muestras recolectadas en el campo una vez establecido el número de estas, se procedió a cortar con ayuda de un machete previamente desinfectado y se trasladaron en condiciones óptimas de temperatura al Laboratorio de la ESPE.

b) Aislamientos

En el laboratorio se procedió a lavar el material enfermo con agua, con un cuchillo esterilizado se desprendió las envolturas que cubren el palmito, luego se dividió al estípite en cuatro partes medidas desde el ápice (hoja bandera) hacia la base y con la ayuda de un bisturí se tomó pequeñas muestras de parte afectada y tejido aparentemente sano de cada uno de los cuatro segmentos.

Para el caso de Hongos, el tejido vegetal enfermo (3 a 5 mm de tamaño) se sumergió en una solución de hipoclorito de sodio al 5 % por espacio de dos minutos, luego se enjuago con agua destilada estéril tres veces y se los colocó sobre un pedazo rectangular de cartulina esterilizado para que se sequen. Utilizando una aguja esterilizada se tomaron las porciones de tejido de palmito y se colocaron en cajas Petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) y se procedió a incubar a 28 °C. (Anexo 4 A)

Para el caso de bacterias se utilizó trozos de material vegetal enfermo de los cuatro segmentos y se los colocó en vasos de precipitación con agua destilada estéril durante un espacio de 10 minutos con el fin de que las

bacterias se difundan, luego con ayuda de un gotero previamente esterilizado se tomó 1 ml del exudado de cada segmento y se procedió a sembrar en el medio de cultivo (PDA, Manitol, MacConkey y Muller Hinton) y se incubaron a 28 °C (Anexo 4 B).

c) Identificación

1. Hongos

Se realizaron preparados microscópicos en placas y se observó las características al microscopio compuesto binocular con aumentos 5 X, 10 X y 40 X. y se comparó con claves especializadas de Identificación de hongos fitopatógenos.

2. Bacterias

Para identificar la bacteria, las cepas aisladas fueron sometidas a análisis de caracterización; forma básica, reacción de Gram; y comportamiento bioquímico, siguiendo las indicaciones del manual de Mariano R. (2000) y con la ayuda del (KB002 Hiassorted™ Biochemical TesT Kit for Gram-negative rods).

Para la caracterización de la bacteria se efectuaron pruebas bioquímicas, el procedimiento fue el siguiente:

Se preparó una solución de 10 ml de agua destilada estéril y se colocó células bacterianas, posteriormente se mezcló de tal manera que la disolución sea homogénea, luego se colocó 50 microlitros de la solución bacteriana en cada uno de las pruebas del TEST KIT y se las incubó a una temperatura de 35 °C durante un periodo de 48 horas, posteriormente, se comparó con claves estipuladas para las diferentes bacterias fitopatogenas.

7. Pruebas de Patogenicidad

a) Preparación de los inóculos

1. Hongos

Una vez identificados los microorganismos y obtenido cepas puras, se preparó el inóculo (agente patógeno) tomando cultivos puros de 14 días de crecidos y con la ayuda de un hemacitómetro (cámara de Newbauer) se determinó su concentración a 2.6×10^6 esporas/ml. Una vez preparado el inóculo, este se almacenó en vasos de precipitación y se lo dejó durante 24 horas a temperatura ambiente para su posterior utilización.

2. Bacteria

Obtenidas las colonias puras de la bacteria e identificada con el género ***Erwinia*** (Gram negativo), se preparó la suspensión de inóculo: para lo cual se procedió a realizar una dilución seriada para el conteo de colonias bacterianas y se ajustó a 7×10^6 células/ml. Determinada la concentración de inóculo, se colocó sobre 250 ml de agua destilada estéril y se procedió a mezclar para obtener una solución homogénea como fuente de inóculo (Anexo 5).

8. Inoculación

Se practicó heridas a nivel de hoja flecha y se realizó un corte transversal a nivel de la hoja 1 y 2 posteriormente con ayuda de una bomba atomizadora se aplicó la solución inoculante a razón de 10 ml por planta, en el sitio de incisión, se colocaron piezas de algodón humedecido con agua destilada estéril con el objeto de mantener la humedad en la herida, posteriormente se cubrió a todas las plantas con fundas plásticas transparentes para crear condiciones favorables las mismas que se retiraron

a las 24 horas de realizada la inoculación y finalmente se colocó las plantas en el invernadero (Anexo 6).

9. Postulados de Koch.

a) Reaislamiento de los microorganismos de las plantas inoculadas

Al séptimo día de haber inoculado las plantas en el vivero, estas empezaron a presentar sintomatología de pudrición de flecha muy similar a la que se presenta en plantaciones a nivel de campo y similar a las plantas que se tomaron las muestras para aislar los patógenos. Se realizaron aislamientos, para proceder a su identificación y determinar si son exactamente los microorganismos aislados inicialmente y comprobar los postulados de Koch:

1. El microorganismo debe estar asociado con la enfermedad y a su vez la enfermedad no debe presentarse sin que el organismo o agente causal se encuentre presente o haya estado presente.
2. El microorganismo en cuestión debe aislarse en cultivo puro y estudiarse sus caracteres específicos.
3. Cuando el microorganismo aislado es inoculado, deben desarrollarse los síntomas característicos de la enfermedad.
4. El microorganismo debe reaislarse de los tejidos enfermos, cultivarse e identificarse con aquel inoculado.

10. Factores bióticos y abióticos predisponentes a la enfermedad

a) Insectos

Se recolectó insectos plaga del palmito que producen heridas (raspaduras) en la hoja flecha, y se envió al laboratorio especializado (AGRODIAGNOSTIC) para el estudio de su biología.

b) Análisis de Suelo y foliar

Para el análisis de suelo se recolectó una muestra compuesta conformada por cinco submuestras, a una profundidad de 20 cm con la ayuda de una pala, en cada una de las cinco zonas en estudio. Para el análisis foliar se tomo una muestra compuesta conformada por cinco submuestras (recolectadas de la hoja N. 3 según la filotaxia o disposición de las hojas de palmito) y se envió al laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas del INIAP (Santa Catalina) para su correspondiente análisis.

c) Análisis microbiológico de suelo

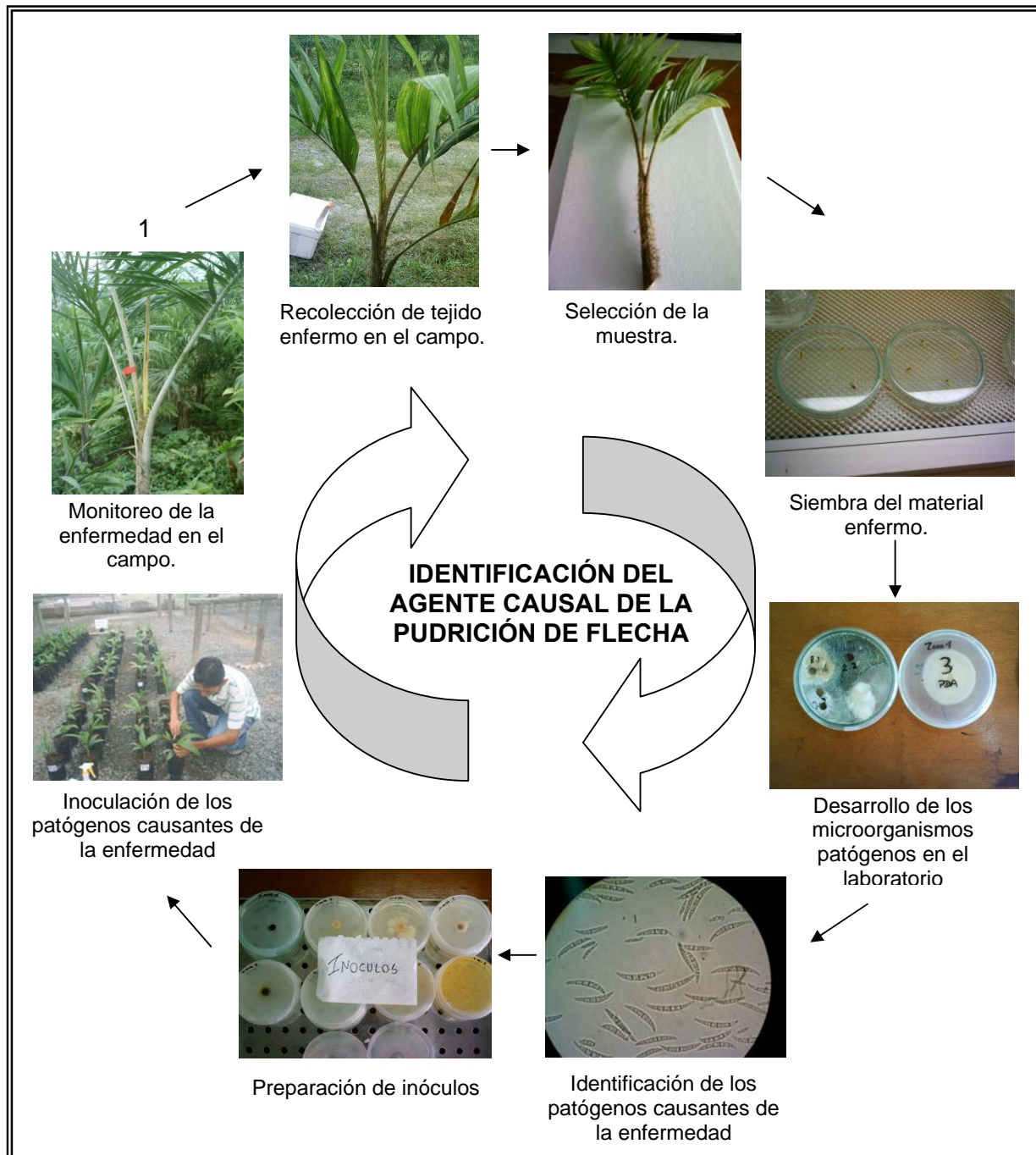
Se recolectaron muestras de suelo en las cinco zonas, a una profundidad de 15 cm con la ayuda de una pala, las mismas que se etiquetaron y se las traslado al laboratorio de la ESPE para su análisis correspondiente (Anexo 7).

d) Cateo de raíces

Se tomaron 10 muestras por Zona, de forma aleatoria donde se contó el número total de raíces, el número de raíces funcionales, el numero de raíces necrosadas o secas y el peso de las mismas, tanto en plantas sanas como enfermas con el objeto de determinar si existe relación entre la

enfermedad y el daño presente en raíces. La muestra representativa se la realizó a 15 cm del estípite a una profundidad de 20 cm de forma cuadrada, en plantas próximas a la cosecha (Anexo 8).

Metodología empleada en el ensayo realizado en la presente investigación:



Esquema de la metodología adoptada para la investigación del agente causal de la pudrición de flecha del palmito en la zona de Santo Domingo de los Colorados.

FUENTE: El autor.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RESULTADOS

1. Evaluación del daño en el campo

a) Incidencia de la Enfermedad.

A continuación se detallan los resultados de Incidencia de la enfermedad obtenidos en el muestreo realizado en el campo:

CUADRO 14. Promedio general de Incidencia de la enfermedad pudrición de flecha en porcentaje (%) de plantas infectadas.

ZONA	No de plantas muestreadas	Monitoreo 1 (día 1)	Monitoreo 2 (día 21)	Monitoreo 3 (día 42)	Monitoreo 4 (día 63)	Prom.
1	500	35	30	25.6	23.4	28.5
2	500	25	19	16.4	9.4	17.5
3	500	27.2	23.4	22.2	20.4	23.3
4	500	14.6	25.6	25.2	23.4	22.2
5	500	12.4	11.6	10.2	6.4	10.2

FUENTE: El autor.

El ADEVA para la variable **Incidencia de la enfermedad para cada una de las zonas en estudio** con su prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los cuadros 15 y 16.

CUADRO 15. Análisis de varianza (ADEVA) del porcentaje de Incidencia de la enfermedad por cada zona en estudio.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% INCIDENCIA	20	0.70	0.62	23.08	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	763.97	4	190.99	8.68	0.0008
Trat	763.97	4	190.99	8.68	0.0008
Error	330.06	15	22.00		
Total	1094.03	19			

FUENTE: El autor.

CUADRO 16. Porcentaje de Incidencia de cada una de las zonas con prueba de Tukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 10,24245					
Error: 2200.40 gl: 15					
Zonas	Medias	n	rango 1	rango 2	rango 3
5	10.15	4	A		
2	17.45	4	A	B	
4	22.20	4		B	C
3	23.30	4		B	C
1	28.50	4			C
Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)					

FUENTE: El autor.

La información del ADEVA y la prueba de Tukey al 5% muestran la existencia de diferencias significativas en lo que respecta a porcentaje de incidencia en cada una de las zonas en estudio, siendo la zona 1 la que presentó mayor porcentaje de plantas enfermas con diferencias significativas marcadas con respecto a la zona 5. Las zonas 2, 3 y 4 se hallan ubicadas dentro de los tres rangos existentes por lo que no presentan diferencias significativas entre si. La zona 1 durante el transcurso de Mayo a Septiembre presentó un promedio de 28.5% de plantas infectadas, seguido por la zona 3 y 4 con 23.3 y 22.2% respectivamente, posteriormente se ubica la zona 2 con el 17.5% y la zona 5 con el 10.2% de plantas con sintomatología de la enfermedad. Esto se puede observar mejor en la grafico 4

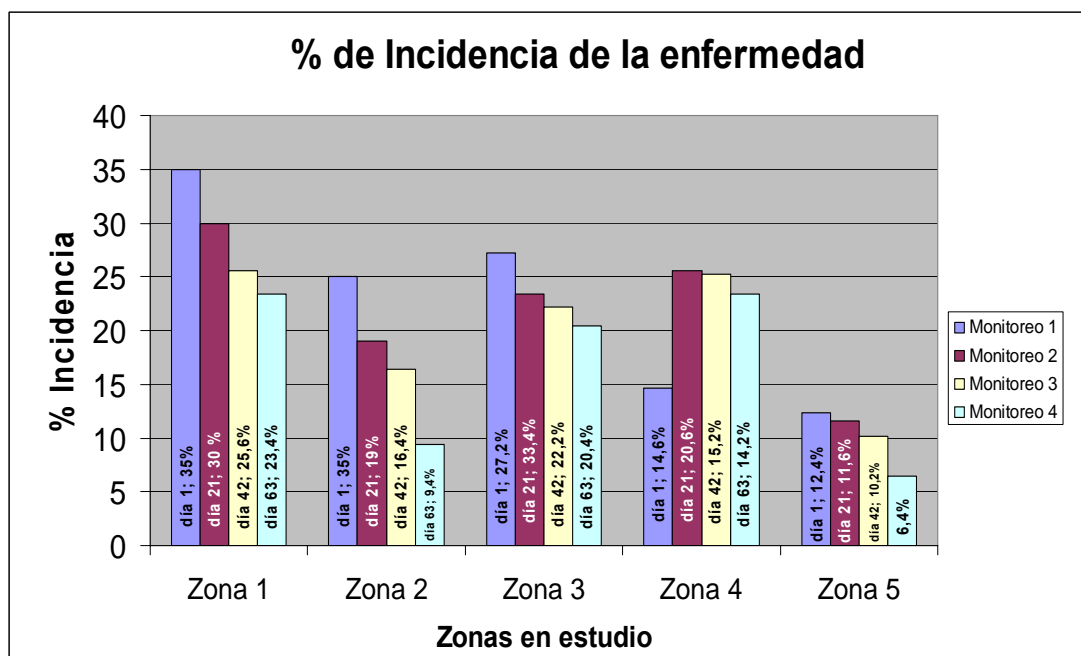


GRAFICO 4. Porcentajes de Incidencia de la enfermedad para cada una de las zonas.
FUENTE: El autor.

Los picos en el porcentaje de incidencia observados en el gráfico 4 coinciden frecuentemente con una mayor cantidad de agua disponible y un aumento en la humedad relativa durante el periodo de Mayo a Septiembre.

b) Diseminación de la enfermedad

En el cuadro 17 se observan los datos obtenidos de las evaluaciones del porcentaje de Incidencia según el patrón de diseminación de la enfermedad.

CUADRO 17. Incidencia de daño producido por pudrición de flecha expresado en porcentaje (%) de plantas infestadas tomando en consideración el patrón de diseminación en el interior de los lotes y en los bordes.

ZONA	Ubicación	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4	\bar{x}
1	Interior	20	15	15	13.4	15.85
	Borde	15	15	10.6	10	12.65
	Total	35	30	25.6	23.4	
2	Interior	15	10	9	5.1	9.78
	Borde	10	9	7.4	4.3	7.675
	Total	25	19	16.4	9.4	
3	Interior	13.6	12.2	11.2	12.3	12.33
	Borde	13.6	11.2	11	8.1	10.98
	Total	27.2	23.4	22.2	20.4	
4	Interior	5.2	11.2	11.6	10.8	9.7
	Borde	9.4	14.4	13.6	12.6	12.5
	Total	14.6	25.6	25.2	23.4	
5	Interior	6.2	5.9	5.2	3.4	5.18
	Borde	6.2	5.7	5	3	4.98
	Total	12.4	11.6	10.2	6.4	
$\Sigma \times \text{Interior} = 48\%$; $\Sigma \times \text{borde} = 52\%$						

FUENTE: El autor.

Según el cuadro 17 la enfermedad presenta un patrón de diseminación aleatorio ya que al realizar los monitoreos en las zonas en estudio se encontró plantas infectadas tanto en el interior de los lotes como en los bordes. A más de los factores meteorológicos, las labores de manejo del cultivo, como la cosecha y poda de hojas con herramientas no

desinfectadas es un medio de diseminación de la enfermedad, ya que al realizar las evaluaciones se encontró plantas infectadas asociadas a patrones de corte producidas durante las labores del cultivo con ayuda de herramientas.

El porcentaje promedio de plantas enfermas correspondientes a la diseminación de la enfermedad en el campo, se puede observar en el grafico 5, donde se demuestra que no existen diferencias significativas en cuanto a la diseminación con respecto al interior y a los bordes de los lotes.

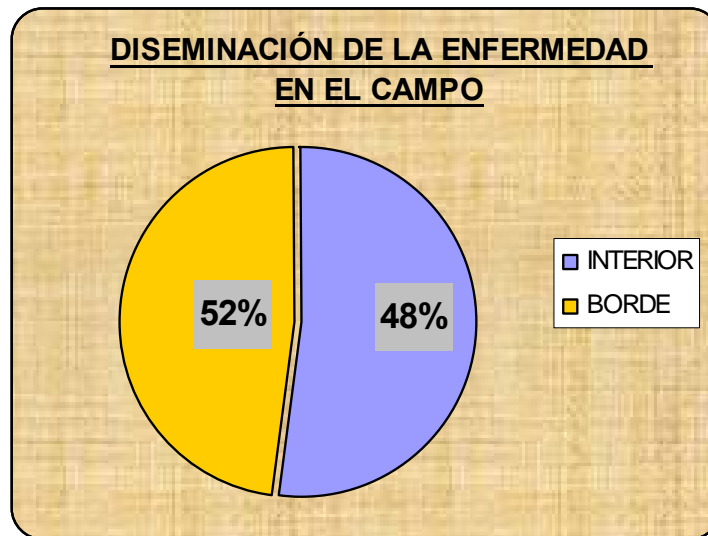


GRAFICO 5. Porcentaje de plantas enfermas según el patrón de diseminación de la enfermedad.
FUENTE: El autor.

En las fotos 7 y 8 se demuestra la diseminación de la enfermedad. Plantas identificadas con cinta roja, ubicadas en los bordes y en el interior de los lotes donde se desarrolló la investigación.



FOTO 7. Plantas con síntomas de la enfermedad ubicadas en el interior de un lote evaluado
FUENTE: El autor.



FOTO 8. Planta con síntomas de la enfermedad ubicada en el borde de un lote evaluado.
FUENTE: El autor.

c) Severidad de la Enfermedad.

En el cuadro 18 se presentan los resultados obtenidos de los diferentes muestreos realizados en el campo.

CUADRO 18. Promedio general de la severidad de daño producido por pudrición de flecha expresado en porcentaje (%) de plantas infectadas.

	ZONA				
	1	2	3	4	5
Monitoreo 1	61	53,5	52,5	47	47
Monitoreo 2	66	57,6	57,6	52	56,7
Monitoreo 3	73,8	72	70	70,7	70
Monitoreo 4	99,6	83,2	85,6	97,3	90,5

FUENTE: El autor.

El ADEVA para la variable **% de Severidad de la enfermedad para cada una de las zonas en estudio** y la prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los cuadros 19 y 20.

CUADRO 19. Análisis de varianza (ADEVA) del porcentaje de Severidad de la enfermedad por cada zona en estudio.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% SEVERIDAD	20	0.06	0.00	23.02	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0.05	4	0.01	0.26	0.9006
Zonas	0.05	4	0.01	0.26	0.9006
Error	0.79	15	0.05		
Total	0.84	19			

Fuente: El autor

CUADRO 20. Porcentaje de Severidad de cada una de las zonas con prueba de Tukey 5%

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 0.50011			
Error: 314.2263 gl: 15			
Zonas	Medias	n	
5	0.96	4	A
3	0.96	4	A
2	0.96	4	A
4	0.99	4	A
1	1.10	4	A
Letras distintas indican diferencias significativas (p<=005)			

FUENTE: El autor.

El análisis de varianza (ADEVA) para la severidad de la enfermedad en las zonas en estudio, indica que no existen diferencias significativas. Todas las zonas coinciden en sus medias para la variable % de Severidad de la enfermedad, encontrándose todos ellos dentro de un mismo rango dado por la prueba de Tukey al 5%. Todas las zonas tienen un comportamiento muy similar en cuanto al progreso de la enfermedad (severidad). Cabe destacar que la Zona 1 y la Zona 4 presentaron el mas alto índice en su media de % de Severidad, lo que significa que podrían ser el inoculo primario donde se estableció la enfermedad en la zona de Santo Domingo. Este punto se expresa de manera más visible en el Gráfico 6.

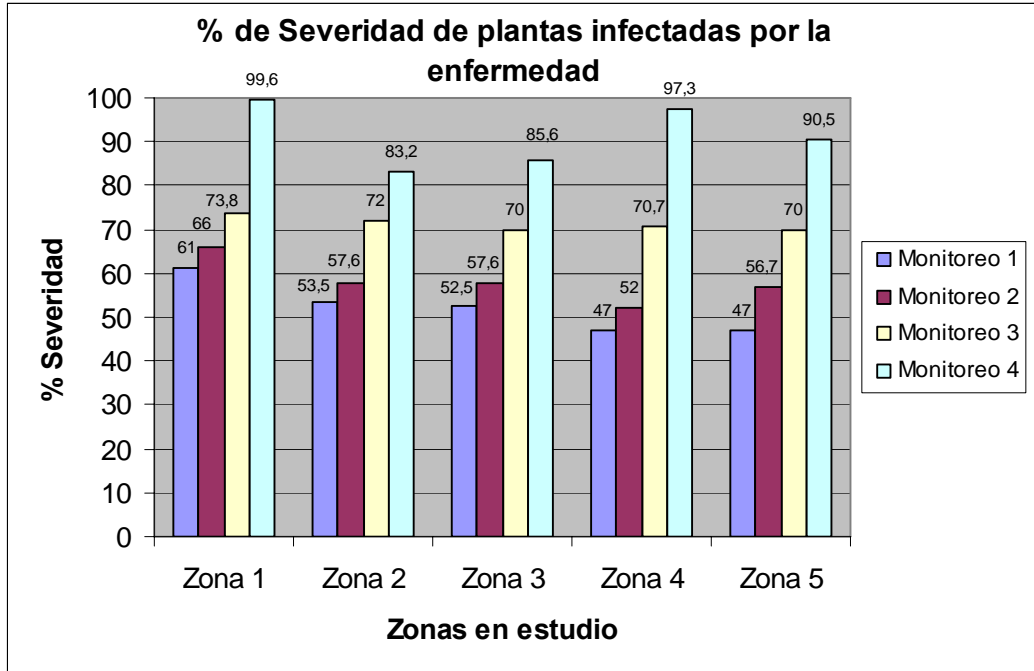


GRAFICO 6. Porcentajes de severidad de la enfermedad para cada una de las zonas.
FUENTE: El autor.

Dependiendo del progreso de la enfermedad en 30 a 45 días la enfermedad mata a las plantas, presentando un comportamiento lineal considerado irreversible a partir de que se presente el 70 % de la hoja flecha afectada, aunque en ocasiones la planta presenta apariencia de que el daño producido por la enfermedad no es grave. En las evaluaciones en el campo las plantas muestreadas presentaron este parámetro con respecto al tiempo. En el Grafico 7 se puede apreciar el progreso de la enfermedad en el tiempo.

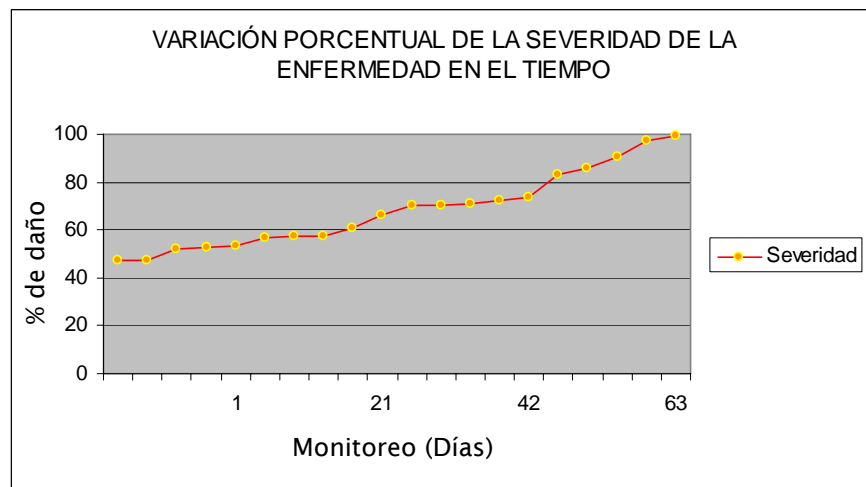


GRAFICO 7. Variación de la Severidad de la enfermedad expresada en porcentaje (%) de daño con respecto al tiempo.
FUENTE: El autor

2. Identificación de los agentes causantes de la pudrición de flecha.

a) Sintomatología de la enfermedad

Los síntomas en plantas afectadas presentan inicialmente pequeñas pústulas de tejido necrosado en la hoja flecha que posteriormente conforme progresa la enfermedad se empieza a pudrir, esta se seca y puede retirarse fácilmente debido al efecto de una pudrición de la parte basal que progresa hasta la medula, es decir el daño que se encuentra en la hoja flecha es descendente de coloración pardo oscuro y en ocasiones cuando existe la presencia de *Erwinia* es de color blanco amarillento y de olor fétido. Consecuencia de la pudrición en algunas plantas se produce un amarillamiento de las hojas circundantes a la flecha (hojas jóvenes), las que posteriormente se tornan pardas (marchitas).



FOTO 9. Sintomatología de la enfermedad pudrición de flecha.
FUENTE: El autor



FOTO 10. Síntoma visible de pudrición de flecha causado por *Fusarium* y *Erwinia*.
FUENTE: El autor.



FOTO 11. Ataque muy severo de pudrición de flecha donde existe la presencia de *Fusarium*, *Phytophthora* y *Erwinia*.
FUENTE: El autor.



FOTO 12. Manifestación de Sintomatología avanzada de la enfermedad causada por *Phytophthora* y *Erwinia*, donde se observa amarillamiento de hojas nuevas.
FUENTE: El autor.



FOTO 13. Daño muy severo (irreversible) en una planta de palmito afectada por la enfermedad.
FUENTE: El autor.

Conforme la severidad de la enfermedad progresa, al realizarse cortes longitudinales en el estípite interiormente se observa que la pudrición desciende y compromete al punto de crecimiento afectando a todas las capas internas del palmito y al corazón.



FOTO 14. Progreso del daño de la enfermedad a la altura de 50 cm.
FUENTE: El autor.

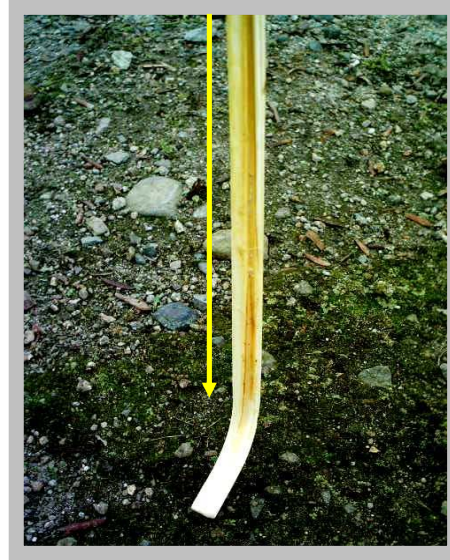


FOTO 15. Corte Longitudinal del corazón de palmito; se observa el progreso de la enfermedad (coloración amarillenta)
FUENTE: El autor

Al realizar un corte transversal en la base del estípite a una altura de 15-20 cm se observa un anillo con bordes café y en algunos casos presenta una coloración rojiza y en el centro una coloración amarillenta consecuencia de la muerte de los tejidos internos del estípite



FOTO 16. Corte transversal del estípite del palmito donde se observa coloración amarillenta en el centro, producto del ataque de *Erwinia*.
FUENTE: El autor.



FOTO 17. Corte transversal del estípite donde se observa sintomatología avanzada de la enfermedad (coloración amarillenta).
FUENTE: El autor.

Las plantas infectadas se marchitan y colapsan violentamente, a causa de la pronunciada descomposición que sufren los tejidos que conforman la hoja flecha que luego se traslada hacia el corazón, actuando desde el ápice hacia la base.

De las plantas evaluadas en el campo se pudo observar que hay plantas que resisten el ataque de la enfermedad, esto se da cuando las condiciones ambientales son adversas para el desarrollo del patógeno o las plantas tienden a presentar algún tipo de resistencia, la hoja flecha se hace corchosa y dura, por lo cual la hoja no abre bien y se queda pequeña, lo que determina que el síntoma no es muy severo y la planta tiende a recuperarse. En la foto 19 se puede observar tejido necrosado en la hoja flecha, producto de haber sido afectada por la enfermedad:



FOTO 18. Consecuencia de la pudrición de flecha en una planta que resistió el ataque de la enfermedad.

FUENTE: El autor.

b) Etiología de los patógenos

1. *Phytophthora palmivora*

Phytophthora palmivora al desarrollarse en medio de cultivo PDA presentó crecimiento circular, con micelio afelpado y pegado al medio de cultivo, de coloración blanco durante las primeras 48 horas, posteriormente toma un color amarillo cremoso y cuando alcanza su crecimiento total y empieza a fructificar se torna oscuro (Foto 19), presentó chlamydosporas abundantes aisladas, sus esporangios son papilados y ovoides con un pedicelo corto, las zoosporas son biflageladas (Foto 20).



FOTO 19. Desarrollo de *Phytophthora palmivora* en medio de cultivo PDA.
FUENTE: El autor.



FOTO 20. Esporangio de *Phytophthora palmivora* observado al microscopio.
FUENTE: El autor.

2. *Fusarium moniliforme*

Fusarium moniliforme al desarrollarse en medio de cultivo PDA presentó crecimiento circular, con micelio afelpado y pegado al medio de cultivo, de coloración blanco durante las primeras 48 horas, posteriormente conforme se desarrolla toma un color amarillo brillante (foto 21), presenta

microconidios en cadenas persistentes o unidos en cabezuelas falsas, macroconidios delicados, en forma de lezna o punzón, ligeramente en forma de media luna o casi rectos, puntiagudos en ambos extremos, en el microscopio se observan esparcidos o agrupados en esporodocios o pionotes, brillantes en masa, de color isabelino, a café canela o pálidos al deshidratarse, esporas en forma de hoz más grandes, tri a pentaseptadas; triseptadas de 36 x 3 micrones, septaseptados 58-90 x 2.5-4.5 micrones, excepcionalmente 6 a 7 septas. Estroma más o menos plectequimatoso, amarillo, café, violeta. (Foto 22)



FOTO 21. Desarrollo de *Fusarium moniliforme* en medio de cultivo PDA.
FUENTE: El autor

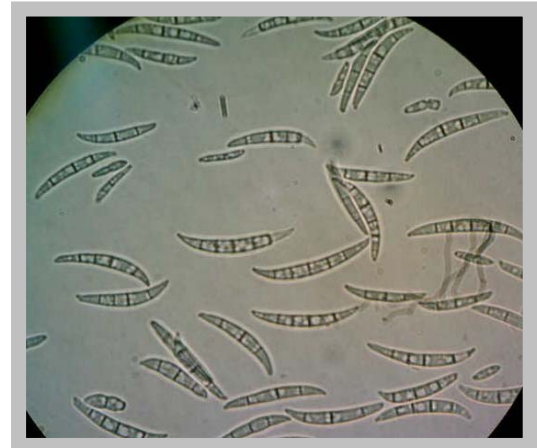


FOTO 22. Macroconidias y microconidias de *Fusarium moniliforme* observadas al microscopio.
FUENTE: El autor.

3. *Erwinia*

En la identificación de la bacteria se encontró el genero *Erwinia sp.*, a la cual no se le determinó la especie en este estudio, al realizar aislamientos las mismas presentaron forma cilíndrica con extremos redondeados, flagelación típicamente peritrica, encapsuladas, Gran negativa (-) (Anexo 9).



FOTO 23. Desarrollo de *Erwinia* en medio de cultivo PDA.
FUENTE: El autor.



FOTO 24. Desarrollo de *Erwinia* en medio de cultivo MANITOL
FUENTE: El autor.

3. Pruebas de Patogenicidad (Comprobación de los postulados de Koch)

Para la comprobación de los postulados de Koch, se evaluó la patogenicidad a nivel de invernadero de los patógenos aislados, del cual *Fusarium moniliforme*, *Phytophthora palmivora* y *Erwinia* resultaron patogénicos al inocularlos en plantas sanas de ocho meses de edad.

De un total de 70 plantas inoculadas, 55 presentaron síntomas al séptimo día, y luego murieron paulatinamente, las restantes (25) lograron sobrevivir. Al realizar los reislamientos respectivos en medio de cultivo PDA, se pudo comprobar la presencia de los patógenos aislados previamente, *Fusarium moniliforme*, *Phytophthora palmivora* y *Erwinia* en todos los casos confirmándose de esta manera los postulados de Koch.

En el cuadro 21 se presenta el porcentaje de mortalidad de plantas inoculadas con los patógenos causantes de la pudrición de flecha por tratamiento.

CUADRO 21. Porcentaje de mortalidad de plantas inoculadas con los patógenos causantes de la pudrición de flecha por tratamiento.

TRATAMIENTOS	No. de plantas totales	No. de plantas con síntomas de la enfermedad	% Mortalidad
T1 (<i>Fusarium</i>)	10	7	70
T2 (<i>Phytophthora</i>)	10	7	70
T3 (<i>Erwinia</i>)	10	8	80
T4 (<i>Fusarium + Phytophthora</i>)	10	7	70
T5 (<i>Fusarium + Erwinia</i>)	10	10	100
T6 (<i>Phytophthora + Erwinia</i>)	10	9	90
T7 (<i>Fusarium + Phytophthora + Erwinia</i>)	10	7	70
Testigo (agua destilada estéril)	10	0	0
Total Unidades de Observación	80	55	550

Fuente: El autor

La información del cuadro 21 muestra una “no significancia” en cuanto al porcentaje de mortalidad de plantas inoculadas en los diferentes tratamientos, siendo el T5 el de mejor comportamiento en la variable “porcentaje de mortalidad” frente al resto de tratamientos que son inferiores con diferencias no significativas para esta variable (T1, T2, T4 y T7). El T8 (TESTIGO) presentó diferencias significativas frente a los demás tratamientos debido a que se colocó agua destilada estéril, a pesar de esto las diferencias “no significativas” de las plantas inoculadas son prueba de un desempeño similar para todos los tratamientos de la investigación en esta variable.

El T5 (*Fusarium + Erwinia*) es el tratamiento que más alto comportamiento mostró en cuanto a cantidad de plantas con porcentaje de Infección de la enfermedad (100%), siendo el de mejor comportamiento en la variable “porcentaje de mortalidad” ya que todas las plantas se infectaron.

El T6 (Phytophthora + Erwinia) y el tratamiento T3 (Erwinia) se ubicaron en segundo y tercer lugar respectivamente en orden de infección, mostrando el 90% y 80% de plantas que presentaron la enfermedad, por lo que estos tratamientos también son considerados con un alto grado de patogenicidad frente a las plantas inoculadas.

Los tratamientos T1, T2, T6 y T7, no presentaron diferencias significativas entre si. Estos tratamientos se encuentran ubicados en un rango promedio de 70 % de plantas infectadas con la enfermedad.

Todos los Tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7) presentaron diferencias significativas para con el T8 (TESTIGO).

Las combinaciones de los tratamientos T5, T6 y T3 son las que producen mas daño en las plantas que presentan la enfermedad en la localidad de Santo Domingo. Esto se puede observar en el grafico 8.

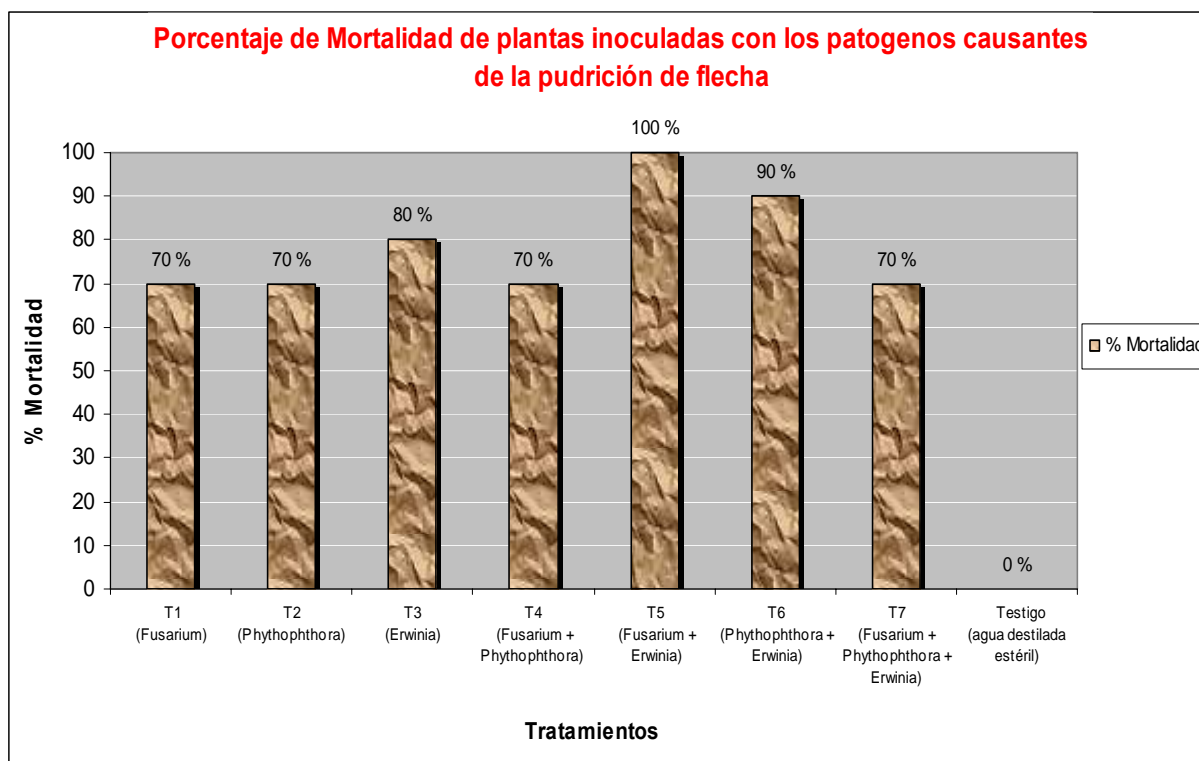


GRAFICO 8. Mortalidad de plantas inoculadas con los patógenos causantes de la Pudrición de flecha.
FUENTE: El autor.

Los síntomas que se manifestaron a nivel de invernadero en cada uno de los tratamientos, coinciden con los observados en las plantas muestreadas a nivel de campo. Foto 25 y 26



FOTO 25. Síntomas iniciales (daño moderado) producidos por la enfermedad en una planta inoculada
FUENTE: El autor.



FOTO 26. Síntomas avanzados de pudrición de flecha en una planta inoculada
FUENTE: El autor.

Además se tomaron muestras de las plantas inoculadas que presentaron la enfermedad y se las procedió a procesar en el laboratorio obteniendo los microorganismos inicialmente inoculados ***Fusarium***, ***Phytophthora*** y ***Erwinia***, confirmándose de esta manera los postulados de Koch.

4. Correlación de los factores climáticos con la Incidencia de la enfermedad

En el cuadro 22 se presenta el análisis de correlación de la incidencia de la enfermedad frente a temperatura, precipitación y humedad relativa presentes en la Zona 1. Los coeficientes de correlación de los tres factores fueron: temperatura 0.228, precipitación 0.771 y humedad relativa -0.571. El

coeficiente de determinación para precipitación, se tiene que un 59% de la Incidencia de la enfermedad es atribuible a esta variable, mientras que el 41% se debe a otros factores, el factor humedad relativa con un coeficiente de determinación de 32.6% muestra que la humedad no incide mayormente en la incidencia de la enfermedad, igual comportamiento se observó en la temperatura.

CUADRO 22. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 1.

Día de Monitoreo	% Incidencia	Temp.	Precip.	Humed. Relativa
1	35	24,2	55,6	86,2
21	30	22,15	79,4	89,1
42	25,6	23,05	14,9	87,5
63	23,4	23,6	3,8	88,5
Coef de Correl	r	0,228	0,771	-0,571
Coef de determinación	(r ² * 100)	5,209	59,389	32,632

FUENTE: El autor.

De acuerdo a los datos agro climáticos presentados en el cuadro 23. Los coeficientes de correlación para los tres factores fueron los siguientes: 0.075, 0.919 y 0.263 para temperatura, precipitación y humedad relativa, respectivamente. Establecido el coeficiente de determinación para temperatura, se tiene que un 0.57% de la Incidencia de la enfermedad es atribuible a esta variable, siendo un factor que no incide mayormente en la incidencia de la enfermedad, igual comportamiento se observó con la humedad relativa al presentar el 7%. Por otro lado la precipitación con un coeficiente de determinación de 84.5%, no así el 15.5% que se debe a otras causas, constituyéndose en un factor determinante para que se presenten plantas con sintomatología de la enfermedad en esta zona. De lo descrito se establece que existe una correlación significativa entre la precipitación y la Incidencia de la enfermedad en la zona 2.

CUADRO 23. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 2.

Día de Monitoreo	% Incidencia	Temp.	Precip.	Humed. Relativa
1	25	23,45	75,1	89,1
21	19	23,3	29,9	87,5
42	16,4	23,95	14,9	87,5
63	9,4	23,3	6,7	88,5
Coef de Correl	r	0,075	0,919	0,263
Coef de determinación	(r ² * 100)	0,567	84,453	6,931

FUENTE: El autor.

La correlación realizada en la zona 3, se la puede observar en el cuadro 24 donde los coeficientes de correlación fueron los siguientes: temperatura -0.026, precipitación 0.646 y humedad relativa 0.391. Establecido el coeficiente de determinación para temperatura, se tiene que un 0.066% de la Incidencia de la enfermedad es atribuible a esta variable, siendo un factor que no incide mayormente en la incidencia de la enfermedad, igual comportamiento se observó en la humedad relativa. Mientras que el factor precipitación, se tiene que un 41.8% de la Incidencia de la enfermedad es aplicable a esta variable, por lo que influye en la presencia de enfermedad.

CUADRO 24. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 3.

Día de Monitoreo	% Incidencia	Temp.	Precip.	Humed. Relativa
1	27,2	22,4	82,5	89,1
21	23,4	22,5	1,5	87,5
42	22,2	24,05	15,4	88,5
63	20,4	21,85	37	88,5
Coef de Correl	r	-0,026	0,646	0,391
Coef de determinación	(r ² * 100)	0,066	41,793	15,303

FUENTE: El autor.

Según los datos obtenidos en el cuadro 25 se observa que los coeficientes de correlación fueron los siguientes: temperatura -0.447, precipitación -0.769 y humedad relativa -0.473, según los coeficientes de determinación: se tiene que un 59% de la Incidencia es atribuible a esta

variable, no así el 41% que puede atribuirse a otras causas, los factores temperatura y humedad relativa presentaron un coeficiente de determinación de 20 y 22% respectivamente, lo que demuestra que no inciden mayormente en la presencia de la enfermedad.

CUADRO 25. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 4.

Día de Monitoreo	Incidencia	Temp.	Precip.	Humed. Relativa
1	14,6	22,95	81,8	89,1
21	25,6	22,95	14,8	89,1
42	25,2	22	3,4	87,5
63	23,4	21,8	72,9	88,5
Coef de Correl	r	-0,447	-0,769	-0,473
Coef de determinación	(r ² * 100)	19,985	59,066	22,341

FUENTE: El autor.

Según los datos que se observan en el cuadro 26 los coeficientes de correlación fueron los siguientes: temperatura 0.116, precipitación -0.638 y humedad relativa -0.523. Establecido el coeficiente de determinación para precipitación, se tiene que un 41% de la incidencia de la enfermedad es atribuible a esta variable, no así el 59% que se debería a otras causas, el 27% de la enfermedad es atribuible a la humedad relativa, y la temperatura con un coeficiente de determinación de 1.34% no incide mayormente en la incidencia de la enfermedad.

CUADRO 26. Análisis de correlación de la Incidencia de la enfermedad frente a la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa en la Zona 5.

Día de Monitoreo	% Incidencia	Temp.	Precip.	Humed. Relativa
1	12,4	23,7	47,8	89,1
21	11,6	21,3	14,9	86,5
42	10,2	22	6,7	88,5
63	6,4	22,5	80,1	89,6
Coef de Correl	r	0,116	-0,638	-0,523
Coef de determinación	(r ² * 100)	1,342	40,693	27,345

FUENTE: El autor

a) Condiciones agroclimáticas propicias para el desarrollo de la enfermedad.

Los datos correspondientes a los coeficientes de determinación de la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa para cada una de las zonas, se exponen a continuación (Cuadro 27).

CUADRO 27. Coeficientes de determinación para Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa para cada una de las zonas en estudio.

FACTOR	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Promedio
Temperatura	5.209	0.567	0,066	19,985	1,342	5.43
Precipitación	59.389	84.453	41.793	59.066	40.693	57.1
Humedad Relativa	32.632	6.931	15.303	22.341	27.345	20.9

FUENTE: El autor.

En el cuadro 27 se observa los promedios de los factores meteorológicos que inciden en el desarrollo de la enfermedad en la localidad de Santo Domingo. La correlación de la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa frente a la Incidencia de la enfermedad influyen de manera directa en el desarrollo y proliferación de la misma, al observar los coeficientes de determinación en los meses de Mayo a Septiembre el 5.43% de la presencia de la enfermedad es atribuible a la temperatura, el 57.1% a la precipitación, considerándolo una variable determinante en la incidencia de la enfermedad, y la humedad relativa 20.9%, siendo un 42.9% atribuible a otras causas con respecto a esta, por lo que se establece que la pudrición de flecha sigue una fluctuación estacional, en donde la mayor incidencia coincide con los períodos de mayor precipitación, y en menor proporción la humedad relativa y la temperatura (grafico 10).

Además la mayor incidencia obtenida en el mes de Mayo - Junio (Primer muestreo) (grafico 10) puede asociarse a una mayor saturación de agua en el suelo (menor aeración del suelo) y un aumento en la humedad relativa en este periodo.

Los porcentajes de la correlación de los factores climáticos con la Incidencia de la enfermedad se muestran en el grafico 9.

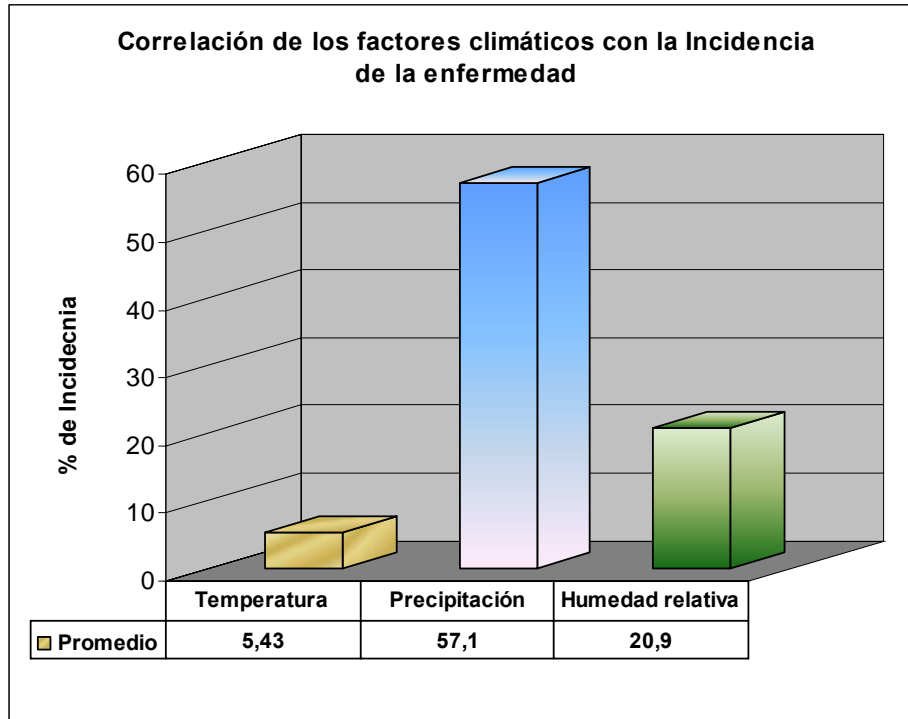


Grafico 9. Promedios de los factores climáticos que inciden en el desarrollo de la enfermedad.

FUENTE: El autor

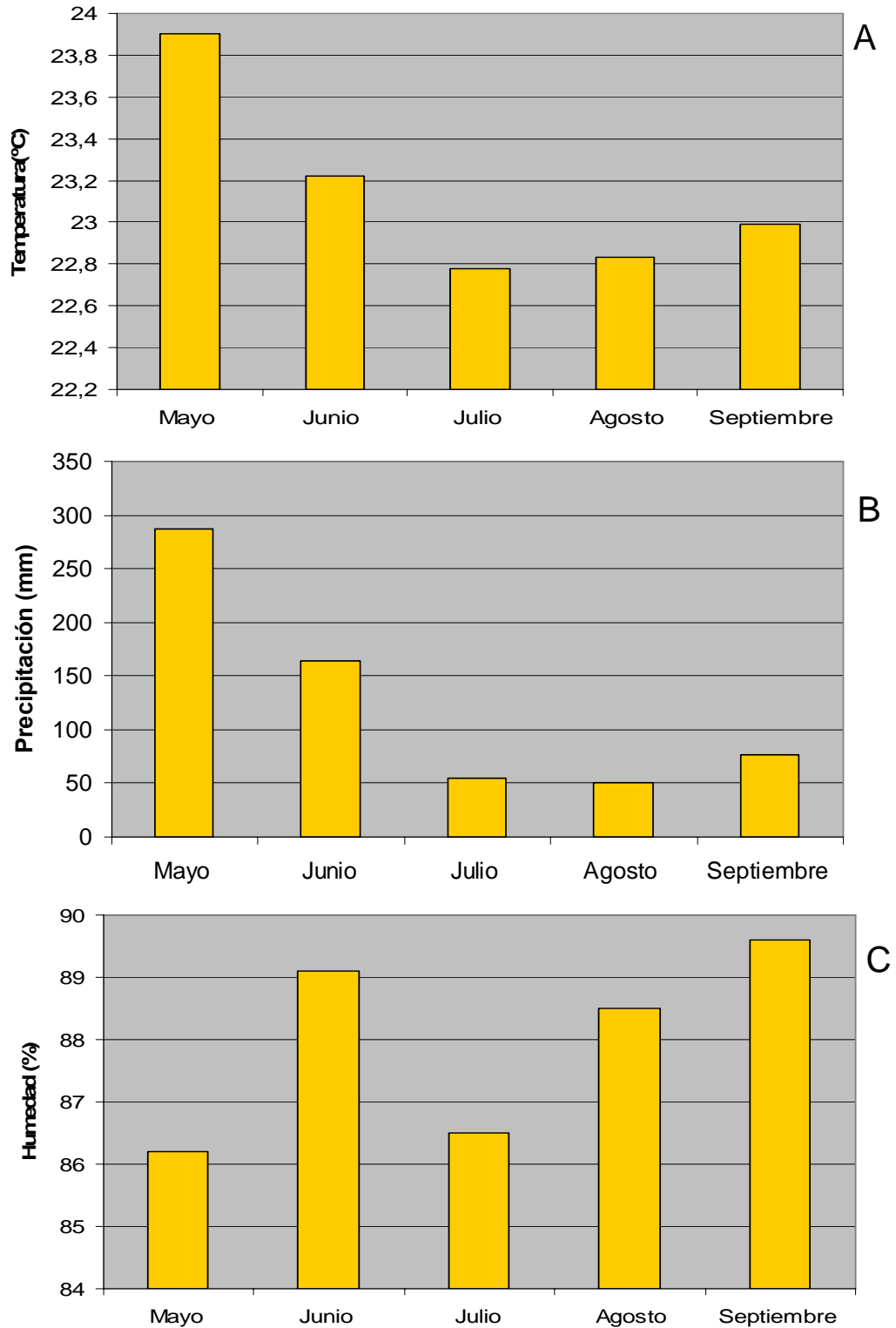


GRAFICO 10. Reportes climatológicos de los promedios mensuales de la zona de influencia de la enfermedad, tomados de la Estación meteorológica del aeropuerto de Santo Domingo durante la fase de Diagnostico Mayo – Septiembre. En (A) Registro de Temperatura, (B) Precipitación mensual acumulada y (C) Porcentajes de Humedad.

5. Factores bióticos y abióticos predisponentes a la enfermedad.

a) Recolección de insectos.

Se procedió a recolectar los insectos que provocaban raspaduras en el tejido tierno (hoja flecha), posteriormente se los llevo al laboratorio donde se evaluó el crecimiento de los mismos y se los caracterizó determinando que pertenecían a la familia de los coleópteros cuyo nombre científico es ***Demotispa pallida*** y ***Alurnus humeralis***, paralelo a esto se realizó la disección para comprobar si tenían en su aparato bucal o en alguno de sus órganos estructuras de los patógenos causantes de la pudrición de flecha pero no se encontró partes o estructuras de los microorganismos causantes de la enfermedad. Cabe destacar que si bien los insectos no son vectores, las heridas que provocan en la hoja flecha pueden ser puerta de entrada para los patógenos causantes de la enfermedad. El daño provocado por *Demotispa* y la larva del insecto se muestra en las fotos 27 y 28.



FOTO 27. Daño en hoja flecha provocado por ***Demotispa***
Fuente: El autor



FOTO 28. Larva de ***Demotispa*** observada en el estereoscopio
Fuente: El autor

El daño provocado por *Alurnus* y el insecto adulto se muestran en las fotos 29 y 30.

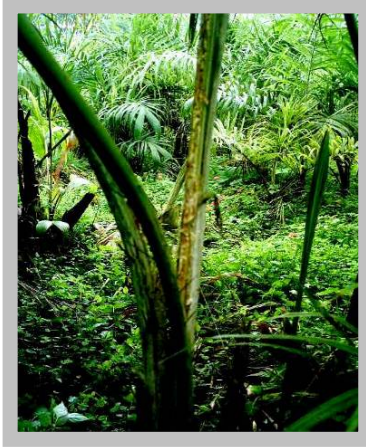


FOTO 29. Daño en hoja flecha provocado por *Alurnus*.
FUENTE: El autor.



FOTO 30. Larva de *Alurnus*.
FUENTE: Patiño M.

b. Análisis de suelo y foliar

El análisis de suelo realizado en las cinco zonas en estudio demuestra que las plantaciones, en lo que respecta al contenido de Nitrógeno en promedio es de 67.6 ppm., considerado alto (A). El fósforo 188.6 ppm., considerado alto (A), el potasio que es el elemento que proporciona resistencia a enfermedades 0.25 meq/100g, considerado bajo (B) (cuadro 28), por tal razón el excesivo contenido de N y P, a mas de volver susceptible la planta a enfermedades, crean condiciones propicias para el desarrollo de microorganismos patógenos. De acuerdo a lo que menciona AGRIOS (1989), los suelos donde predomina altos niveles de P se encuentra en grandes cantidades la presencia de *Fusarium spp.*

Dentro de los micro nutrientes los resultados demuestran que el Cu, Mn, Zn están en condiciones aceptables con excepción del Fe que es alto (A) y el Boro considerado medio (M) con relación al nivel óptimo del cultivo (Anexo 10 – 19).

En promedio el contenido de Materia Orgánica presente en los suelos es alta (7.76 %), y por consiguiente la cantidad de N. y P también es alta. En lo que respecta al pH del suelo el promedio de las cinco

zonas es 5.8 que corresponde a un suelo ligeramente ácido, siendo óptimo para el cultivo.

Vargas (1989), manifiesta que para el normal desarrollo de las raíces de palmito se requiere cierta cantidad de Ca. pero existen suelos con altos contenidos de N sobre todo de forma amoniacal (NH_4^+) que hacen que se produzca un antagonismo con el Calcio y al no ser absorbido en niveles adecuados, los puntos meristemáticos, como por ejemplo las raíces o puntos de crecimiento se tornarían más sensibles al ataque de enfermedades fúngicas y bacterianas.

Ante este problema se podría manifestar que existen raíces y puntos de crecimiento tolerantes al ataque de *Fusarium*, *Phytophthora* y *Erwinia*, por lo que se puede deducir que el nivel adecuado del suelo con respecto al cultivo influye de manera directa en la proliferación de la enfermedad.

La comparación de características óptimas para el cultivo del palmito con respecto a los análisis de suelo realizados, refleja que algunos parámetros no están acordes a los contenidos óptimos producto de esto existe un desbalance nutricional. (Cuadro 28)

CUADRO 28. Comparación de características óptimas de suelo para palmito con los resultados del análisis de suelo de las cinco zonas en estudio.

Característica	Valor óptimo	Resultados del análisis				
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
pH (H ₂ O)	5.5-6.0	6.30	5.70	5.10	6.30	5.60
Materia Orgánica (%)	> 5	7.30	10.10	6.40	6.60	8.40
Fósforo ppm	> 10	38.00	374.00	213.00	60.00	258.00
Calcio meq/100g	> 4.0	8.10	11.80	3.80	6.90	6.90
Magnesio meq/100g	> 1.0	1.90	1.90	0.80	1.10	1.50
Potasio meq/100g	> 0.3	0.23	0.26	0.27	0.17	0.32
Aluminio meq/100g	> 1.0	-	-	-	-	-
Azufre ppm	> 10	7.00	12.00	11.00	5.90	8.20
Hierro ppm	de 10 - 50	232.00	467.00	549.00	277.00	559.00
Manganeso ppm	de 5 - 50	7.20	10.20	6.60	3.80	8.00
Cobre ppm	de 1 - 10	6.40	12.90	9.50	6.90	7.20
Zinc ppm	de 3 - 15	5.40	53.60	21.50	8.30	20.90
Boro ppm	de 0.5 - 2	0.30	0.40	0.50	0.10	0.30

FUENTE: El autor.

c. Análisis Microbiológico del Suelo

En el cuadro 29 se detalla el resultado obtenido del análisis microbiológico realizado a una profundidad de 15 cm. del suelo en las cinco zonas en estudio donde se encontraron asociados los siguientes microorganismos fitopatógenos.

CUADRO 29. Microorganismos presentes en análisis microbiológico del suelo.

Número de muestras	Zonas en estudio	Fitopatógenos/15 cm. de profundidad
3	1	<i>Fusarium, Erwinia, Phythophthora</i>
3	2	<i>Fusarium, Erwinia</i>
3	3	<i>Fusarium, Erwinia</i>
3	4	<i>Fusarium, Erwinia, Phythophthora</i>
3	5	<i>Fusarium, Erwinia</i>

FUENTE: El autor.

Como se puede observar en el cuadro 29 los patógenos causantes de la enfermedad, se encuentran bien establecidos en los diferentes suelos de las zonas en estudio, predominando la presencia de *Fusarium* y *Erwinia* (Anexo 20), ya que al realizar las respectivas siembras de suelo en medio de cultivo y al identificar se encontró la presencia de estos microorganismos en todas las zonas, lo que constituye una fuente de inóculo para el cultivo.

d. Cateo de Raíces

Con el fin de disminuir los coeficientes de variación durante la realización del cateo de raíces, se lo práctico en plantas próximas a la cosecha. El cateo de raíces realizado a una profundidad de 20 cm. muestra que las plantaciones en estudio; El número y peso de raíces necrosadas o secas en plantas enfermas es similar o menor al numero de raíces de plantas

sanas, lo que nos demuestra que no existen diferencias significativas, por lo que el problema de raíces no influye en la enfermedad, ya que hay daño de raíces en plantas sanas en donde no existe la presencia de la enfermedad (Anexo 21 – 25).

B. DISCUSIÓN

El ensayo constó de tres fases en donde se estudiaron variables de manera independiente por lo que se discute en particular para cada una de ellas:

1. Fase de Campo (Diagnóstico de la enfermedad)

La enfermedad conocida con el nombre de pudrición de flecha en el cultivo de palmito es causada por tres microorganismos patógenos; ***Phytophthora palmivora***, ***Fusarium moniliforme*** y ***Erwinia sp.***, concordando con Vargas (1999) quien manifiesta que en el caso específico del pejibaye se presenta la enfermedad conocida como pudrición del cogollo o de flecha, causado ya sea por el hongo *Phytophthora palmivora* o por la bacteria *Erwinia chrysanthemi*. De la misma manera Rivera (1999), manifiesta que la pudrición de flecha también puede ser causada por ***Fusarium moniliforme***,

La sintomatología en plantas afectadas por la enfermedad presentan una descripción similar a lo manifestado por Vargas (1999) y Mora U. (1999), quienes indican que cuando hay ataque de ***Phytophthora palmivora***, las hojas del cogollo (flecha) se ponen amarillas, se marchitan y se secan tomando una coloración pardo oscuro debido a la pudrición que se da en la base, la misma que se extiende al corazón de palmito. En el caso de ***Erwinia chrysanthemy*** produce una pudrición acuosa con muerte rápida, continuando por el corazón de palmito que luce como cocinado con un anillo oscuro en el borde. La pudrición en ocasiones es mal oliente.

Rivera (1999) y Benchimol *et al.* (2001) coinciden en mencionar que ***Fusarium moniliforme*** ataca las venas de los folíolos de la hoja candela o flecha que la hace corchosa y dura, por lo que la hoja no abre bien y se queda pequeña tomando una coloración pardo oscuro. A veces puede

causar pudrición de flecha u hoja Terminal en relación con la presencia de ***Erwinia***,

De la sintomatología observada en el campo se puede manifestar que existe una leve diferencia de los síntomas producidos por la asociación ***Fusarium - Erwinia y Phythopthora - Erwinia***, para el caso de ***Phythopthora - Erwinia*** las hojas nuevas (dos y tres según la filotaxia o arreglo de las hojas en palmito) se tornan amarillas dando la apariencia de una deficiencia con pudrición de color pardo en la hoja flecha, al contrario las plantas en las cuales se encontró la presencia de ***Fusarium - Erwinia*** no presentan coloración amarillenta de las hojas nuevas, únicamente se empieza a descomponer la hoja flecha tornándose de una coloración pardo oscura.

Debido a la importancia de la producción de palmito y el potencial de las variedades sin espinas (Arroyo y Mora, 2002) manifiestan que es conveniente comparar el comportamiento fenológico y su relación con las enfermedades, así como su incidencia y severidad en las diferentes variedades. Información acerca del potencial de desarrollo de estas enfermedades dentro de un sistema integral del cultivo, que permitirá el desarrollo de un plan general de manejo con algunas estrategias para su combate.

Es por ello que en la presente investigación se consideró importante determinar la Incidencia y Severidad de la enfermedad conocida con el nombre de pudrición de flecha. De las zonas en estudio la que mayor porcentaje de Incidencia de la enfermedad presentó durante el transcurso de Mayo a Septiembre con un promedio de 28.5% de plantas infectadas fué la zona 1, seguido por la zona 3 y 4 con 23.3 y 22.2% respectivamente, posteriormente se ubica la zona 2 con el 17.5% y la zona 5 con el 10.2% de plantas con sintomatología de la enfermedad.

Determinado el porcentaje de Severidad se pudo observar que no se presentaron diferencias significativas en lo que respecta al porcentaje de

daño, pero cabe destacar que en la zona 1 y 4 se obtuvieron los valores mas altos, lo que nos determina que en estas dos zonas la enfermedad estuvo presente mucho tiempo antes que en las demás, ya que la severidad o porcentaje de daño de la enfermedad en promedio es mayor (99,6% y 97,3% respectivamente), lo que significa que podrían ser el inóculo primario donde se estableció la enfermedad en la zona de Santo Domingo.

El patrón de diseminación de la enfermedad puede darse de forma aleatoria ya que al realizar los monitoreos en las zonas en estudio se encontró plantas infectadas tanto en el interior de los lotes como en los bordes, por lo que la diseminación de la enfermedad es facilitada por los materiales contaminados, insectos, agricultores e implementos utilizados en las labores agrícolas.

Carrera (1996) manifiesta que las relaciones entre la enfermedad y los factores climáticos en zonas tropicales y subtropicales donde muchas veces el tiempo es muy cambiante pueden afectar a que aparezcan nuevas enfermedades para los cultivos. Por lo que en la presente investigación se determinó la correlación existente entre los factores climáticos y la Incidencia y Severidad de la enfermedad.

La correlación de la Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa frente a la Incidencia de la enfermedad influyen de manera directa en el desarrollo y proliferación de la misma, al determinar los coeficientes de determinación en los meses de Mayo a Septiembre el 5.43% de la presencia de la enfermedad es atribuible a la temperatura, el 57.1% a la precipitación, considerándolo una variable determinante en la incidencia de la enfermedad, y la humedad relativa 20.9%, siendo un 42.9% atribuible a otras causas con respecto a esta, por lo que se coincide con Monge, *et al.* (1992) quien establece que la pudrición de flecha sigue una fluctuación estacional, donde la mayor incidencia coincide con los períodos de mayor precipitación, y en menor proporción la humedad relativa y la temperatura.

En el análisis de correlación realizado se determinó una correlación positiva entre el incremento de la precipitación (287 mm.) registrada en el mes de Mayo – Junio (primera evaluación) y el repunte de los valores de Incidencia de cada zona lo que puede asociarse a una mayor saturación de agua en el suelo (menor aeración del suelo) y un aumento en la humedad relativa en este periodo (89.3%), ya que el porcentaje de Incidencia en el primer monitoreo fue de 35%, considerado el valor más alto durante todo el ensayo.

La correlación también es positiva entre severidad y precipitación, indicando que el factor clima determina no solamente el número de plantas que desarrollan el trastorno, sino también la intensidad del ataque en plantas individuales.

Del análisis de suelo realizado en las cinco zonas en estudio se puede deducir que algunos elementos como el N y P son extremadamente altos, por otro lado el K se encuentran en cantidades bajas por lo que se alejan a los parámetros óptimos del cultivo denotados por Mora (1983), debido al mal estado nutricional del cultivo puede ser un factor que predisponga al ataque de la enfermedad. Ante este problema, de acuerdo a lo que menciona Agrios (1989), los suelos donde predomina altos niveles de P se encuentra en grandes cantidades la presencia de *Fusarium spp.* Vargas (1989), también manifiesta que para el normal desarrollo de las raíces de palmito se requiere cierta cantidad de Ca. pero existen suelos con altos contenidos de N sobre todo de forma amoniacal (NH_4^+) que hacen que se produzca un antagonismo con el Calcio y al no ser absorbido en niveles adecuados, los puntos meristemáticos, como el cono de las raíces o puntos de crecimiento se tornarían más sensibles al ataque de enfermedades fungosas y bacterianas.

El contenido de Materia Orgánica del suelo de las zonas en estudio, en promedio es alto (7.76 %), y por consiguiente la cantidad de N. y P se ve reflejado en sus altos niveles, ante esta situación Agrios (1996) menciona

que el uso de materiales como fuente de abono orgánico en estado inmaduro, a mas de alterar las condiciones del suelo, como por ejemplo; elevar la temperatura, permite la incubación de microorganismos patógenos, quienes aprovechan del medio favorable para su desarrollo, y se mantienen como fuente de inóculo para el cultivo.

Según el cateo de raíces realizado a una profundidad de 20 cm. se demuestra que las plantaciones en estudio presentan un sistema radicular pobre, ya que el número de raíces necrosadas o secas en plantas enfermas es similar o mayor al número de raíces en plantas sanas. Por lo que el problema de raíces no influye en la enfermedad ya que existe daño de raíces en plantas sanas y no hay la presencia de pudrición de flecha lo que nos determina que pueden deberse a otros factores.

2. Fase de Laboratorio

De las muestras de tejido enfermo procedente de las zonas en estudio se aislaron e identificaron dos géneros de hongos *Fusarium moniliforme* y *Phytophthora palmivora* y la bacteria *Erwinia sp.*, los mismos que al ser inoculados en plantas sanas en condiciones controladas de invernadero resultaron patogénicos comprobándose de esta manera los postulados de Koch, atribuyéndoles ser causantes de la pudrición de flecha del palmito en la zona de Santo Domingo.

Al realizar los respectivos aislamientos de tejido enfermo en las zonas en estudio se pudo observar que en una sola planta puede encontrarse la presencia de los tres patógenos o en asociación; *Phytophthora – Erwinia*; *Fusarium – Erwinia*, encontrándose esta última asociación en mayor proporción en la zona de Santo Domingo.

La sintomatología inicial siempre es producida por *Fusarium* o *Phytophthora*, el ataque de la bacteria es secundario, ya que al seccionar en cuatro partes el estípite y realizar siembras se pudo apreciar que en la parte apical predomina el crecimiento de los hongos mientras que en la base predominó el crecimiento de la bacteria, por lo que se concuerda con Vargas (1999) quien manifiesta que las condiciones de alta humedad debido a plantaciones establecidas en suelos mal drenados, limitan la absorción de nutrientes como el potasio, lo cual causa un crecimiento lento de la primera hoja o flecha impidiendo la apertura de los folíolos los cuales se entrapan de agua de lluvia, permitiendo la entrada de la bacteria que causa una pudrición acuosa con muerte rápida, continuando por el corazón de palmito.

Fusarium moniliforme presentó crecimiento circular, con micelio afelpado y pegado al medio de cultivo, de coloración blanco durante las primeras 48 horas, posteriormente conforme se desarrolla toma un color amarillo brillante, presenta microconidios en cadenas persistentes o unidos en cabezuelas falsas, macroconidios delicados, en forma de lezna o punzón, ligeramente en forma de media luna o casi rectos, puntiagudos en ambos extremos, en el microscopio se observan esparcidos o agrupados en esporodoquios o pionotes, brillantes en masa, de color isabelino, a café canela o pálidos al deshidratarse, con 3 a 5, excepcionalmente 6 a 7 septas, Estroma más o menos plectequimatoso, amarillo, café, violeta, etc., concordando con lo expuesto por (Menezes, 1995 y Gilman, 1963).

Phytophthora palmivora presentó crecimiento circular, con micelio afelpado y pegado al medio de cultivo, de coloración blanco durante las primeras 48 horas, posteriormente toma un color amarillo cremoso y cuando alcanza su crecimiento total y empieza a fructificar se torna oscuro, presenta chlamydoesporas abundantes pero en su mayoría aisladas, sus esporangios son papilados y ovoides con un pedicelo corto, las zoosporas son biflageladas, concordando por lo expuesto por Graham (2000).

En la identificación de la bacteria las cepas fueron sometidas a análisis de caracterización, tinción de Gram y comportamiento bioquímico con ayuda de el (KB002 Hiassorted™ Biochemical TesT Kit for Gram-negative rods), al realizar aislamientos las mismas presentaban forma cilíndrica con extremos redondeados, encapsuladas, flagelación típicamente peritrica, Gran negativa (-), por lo que se la ubico en el genero de ***Erwinia sp.***, a la cual no se le determino la especie en este estudio.

3. Fase de Invernadero.

Las pruebas de patogenicidad permitieron corroborar que *Fusarium*, *Phytophthora* y *Erwinia* son los causantes de la enfermedad, siendo el T5 (*Fusarium* + *Erwinia*) el de mejor comportamiento en la variable porcentaje de mortalidad, ya que todas las plantas se infectaron, seguido de el T6 (*Phytophthora* + *Erwinia*) y el tratamiento T3 (*Erwinia*) que se ubicaron en segundo y tercer lugar respectivamente en orden de infección, mostrando el 90% y 80% de plantas que presentaron la enfermedad, por lo que estos tratamientos también son considerados con un alto grado de patogenicidad frente a las plantas inoculadas. Cabe destacar que todos los Tratamientos desarrollaron la enfermedad pero las combinaciones de inculo del T5, T6 y T3 fueron los que presentaron los valores mas altos.

El daño mecánico hecho en el cogollo con una aguja no pareció afectar en mucho el progreso de la enfermedad en el tiempo, lo cual concuerda con lo mencionado por Monge (1992), quien afirma que los microorganismos que causan las pudriciones en el área del cogollo son oportunistas, que no se desarrollan a menos que la planta haya entrado previamente en una etapa de predisposición. No obstante, una vez que la planta fue afectada, el daño mecánico pareció aumentar la severidad del ataque, lo cual se reflejó en un índice de severidad mayor en los tratamientos T4, T5 y T6.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación en base a los resultados obtenidos se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) Basados en las observaciones de los síntomas de la enfermedad denominada “pudrición de flecha”, en plantas colectadas a nivel de campo, los aislamientos realizados y las pruebas de patogenicidad, se pudo constatar que los agentes causales de esta enfermedad en el cultivo de palmito en la zona de Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, son los hongos *Fusarium moniliforme* y *Phytophthora palmivora* y la bacteria *Erwinia sp.* encontrándose en el campo asociados de la siguiente manera:
(*Fusarium moniliforme* y *Erwinia*)
(*Phytophthora palmivora* y *Erwinia*)
(*Fusarium moniliforme*, *Phytophthora palmivora* y *Erwinia*)
- 2) El análisis de varianza de la incidencia de la enfermedad arrojó diferencias significativas en cada una de las zonas en estudio siendo la zona 1 la que presentó mayor porcentaje de plantas enfermas 28.5%, presentando diferencias significativas marcadas con respecto a la zona 5 (10.2%). Las Zonas 2, 3 y 4 no presentan diferencias significativas entre si, 23.3, 22.2 y 17.5% respectivamente de plantas con sintomatología de la enfermedad.
- 3) Resultó interesante la significación de las diferencias entre porcentaje de Incidencia y la zona en estudio, lo cual demuestra que la influencia del manejo del cultivo, el suelo y los factores climáticos inciden en la aparición del trastorno.

- 4) En el análisis de varianza de la severidad de la enfermedad, no se encontraron diferencias significativas. Todas las zonas coinciden en sus medias, encontrándose todos ellos dentro de un mismo rango dado por la prueba de Tukey al 5%. Todas las zonas tienen un comportamiento muy similar en cuanto al progreso de la enfermedad.
- 5) Dependiendo del progreso de la enfermedad en 30 a 45 días ésta mata a las plantas, presentando un comportamiento lineal considerado irreversible a partir del 70% de la hoja flecha afectada (daño irreversible), aunque en ocasiones la planta presenta una apariencia externa de estar sana.
- 6) Las pruebas de patogenicidad permitieron corroborar que *Fusarium*, *Phytophthora* y *Erwinia* son los causantes de la enfermedad, siendo el Tratamiento 5 (*Fusarium* + *Erwinia*) el de mejor comportamiento en la variable porcentaje de mortalidad, ya que todas las plantas se infectaron y es la asociación que produce mas daño en plantas que presentan pudrición de flecha en la localidad de Santo Domingo, seguido del T6 (*Phytophthora* + *Erwinia*) y el T3 (*Erwinia*) que se ubicaron en segundo y tercer lugar respectivamente en orden de infección, mostrando el 90% y 80% de plantas que presentaron la enfermedad.
- 7) La correlación de las variables climáticas: temperatura, precipitación y humedad relativa frente a la Incidencia y Severidad de la enfermedad influyen de manera directa en el desarrollo y proliferación de la misma, al determinar los coeficientes de determinación el 5.43% de la presencia de la enfermedad es atribuible a la temperatura, el 57.1% a la precipitación, considerándolo una variable determinante en la

incidencia de la misma, en el cual se determinó una correlación positiva entre el incremento de la precipitación registrada en el mes de Mayo – Junio y el repunte de los valores de Incidencia de cada zona, y la humedad relativa 20.9%, siendo un 42.9% atribuible a otras causas con respecto a esta.

- 8) El patrón de diseminación de la enfermedad puede darse de forma aleatoria ya que al realizar los monitoreos en las zonas en estudio se encontró plantas infectadas tanto en el interior de los lotes como en los bordes, asociado a labores de corte.
- 9) El daño de raíces no influye en la enfermedad ya que existe daño de raíces en plantas sanas y no hay la presencia de la misma, lo que nos determina que se debe a otros factores.
- 10) Del análisis de suelo realizado se concluye que el exceso de algunos elementos como el N y P y la deficiencia de K predisponen a la planta a que sea más tolerante al ataque de la enfermedad.
- 11) Las heridas (raspaduras) que provocan en la hoja flecha los insectos plaga de palmito del orden de los coleópteros, del género *Demotispa* y *Alurnus*, son puerta de entrada para los patógenos causantes de la enfermedad.

B. RECOMENDACIONES:

En base a las conclusiones y resultados obtenidos en la presente investigación se puede recomendar lo siguiente:

- 1) Durante el manejo del cultivo del palmito se debe evitar técnicas que puedan provocar estrés severo en las plantas, tales como métodos y dosis inadecuadas de fungicidas, fertilizantes, abonos orgánicos, daños mecánicos, que puedan provocar susceptibilidad a la planta frente a la enfermedad.
- 2) Se recomienda evitar la aplicación de materia orgánica en estado fresco ya que altera la fertilidad del suelo, y según el presente estudio el parámetro fertilidad desempeña un papel muy importante en la presencia o ausencia de plantas que presentan el trastorno.
- 3) Debido al patrón de diseminación de la enfermedad, es recomendable desinfectar las herramientas de trabajo que han sido utilizadas en lotes o en plantas que presenten sintomatología de pudrición de flecha.
- 4) Debido a la importancia de la producción de palmito y el potencial de las variedades sin espinas en el Ecuador, sería conveniente realizar investigaciones que permitan comparar el comportamiento fenológico y su relación con las enfermedades de este cultivo en nuestro país, así como su incidencia y severidad en las diferentes variedades, lo que nos brindaría

Información acerca del potencial de desarrollo de estas enfermedades dentro de un sistema integral del cultivo, que permita el desarrollo de un plan general de manejo con algunas estrategias para el combate de las mismas.

- 5) Sería importante que en el país se realicen investigaciones sobre como influyen las enfermedades en la merma de la producción y la calidad del palmito, para de esta manera poder determinar el porcentaje de perdidas ocasionadas por patologías.
- 6) Debería continuarse con investigaciones dirigidas a determinar la etiología y epidemiología de otras enfermedades que se producen en el cultivo del palmito, con la finalidad de elaborar estrategias racionales para su combate.
- 7) El sistema de manejo orgánico adecuado es una alternativa al manejo convencional que llevan los palmicultores, ya que incorpora mayor diversidad de componentes y reduce el uso inadecuado de insumos externos. El manejo de enfermedades se fundamenta en el fortalecimiento de la planta y aprovechamiento de los enemigos naturales, mediante el uso de prácticas de cultivo apropiadas, variedades tolerantes, fertilización balanceada, entre otras, que sería recomendable en lo posible implementar en las plantaciones de palmito.
- 8) Investigaciones como el presente deberían ser repetidos en el futuro, tomando en consideración la Incidencia de la enfermedad frente al agua disponible para la planta y el grado

de aeración del suelo. De igual manera se debería tener en cuenta el estado hídrico de la planta (contenido relativo de agua, potencial hídrico, apertura estomática, etc.) para de esta manera determinar la tolerancia de la planta a la enfermedad durante todo el año.

- 9) Equilibrar los niveles de nutrientes presentes en el suelo en plantaciones de palmito para obtener plantas sanas y con un buen desarrollo, ya que se pudo constatar que al existir un desbalance nutricional en las plantas estas presentan susceptibilidad al ataque de la enfermedad pudrición de flecha.

- 10) En plantaciones afectadas por la enfermedad, se recomienda el uso de microorganismos antagonistas, como el hongo micoparásito necrotrófico *Trichoderma harzianum*, con la finalidad de rebajar los niveles de inóculo.

- 11) Se recomienda realizar un mapeo o zonificación específica del cultivo del palmito en el país, donde se detalle las plantaciones que presenten sintomatología de la enfermedad para tomar medidas preventivas y tendientes a controlar la misma, y evitar pérdidas económicas en el cultivo.

VII. SUMARIO

Durante el periodo de Mayo a Diciembre del 2006 se realizó una investigación dirigida hacia plantas de palmito con síntomas atribuibles a la enfermedad conocida con el nombre de pudrición de flecha, con el fin de diagnosticar e identificar el agente causal de la enfermedad, en cinco plantaciones (zonas), ubicadas en la provincia de Pichincha, cantón Santo Domingo, Ecuador, integradas a la Industria Agrícola Exportadora "INAEXPO". Para la identificación del agente causal se muestrearon las cinco zonas en estudio determinando la Incidencia y Severidad, al mismo tiempo se recolectaron y aislaron muestras de tejido enfermo de palmito con sintomatología de la enfermedad, de variedad silvestre y genéticamente mejorada sin espinas, procedentes de las zonas en estudio, cuya edad era de 6 años en promedio con una densidad poblacional de 5000 plantas / hectárea, a una distancia de 2 x 1 m entre planta. Además se tomaron los datos climatológicos, epidemiológicos observados en el campo, presencia de agentes vectores y se realizó la comprobación de los postulados de Koch mediante pruebas de patogenicidad. Los resultados fueron calculados en base al número de plantas enfermas y aislamientos realizados en el laboratorio. Se pudo constatar que tres microorganismos patógenos (***Phytophthora palmivora***, ***Fusarium moniliforme*** y ***Erwinia sp***) son los agentes causales de la enfermedad, las plantas infectadas se marchitan y mueren rápidamente, a causa de la pronunciada descomposición que sufre la hoja flecha o candela y los tejidos que conforman la porción interior del tallo. Inoculaciones realizadas en plantas sanas de palmito de 8 meses de edad, permitieron reproducir síntomas similares a los registrados en el campo, comprobándose de esta manera los postulados de Koch. El patrón de diseminación de la enfermedad puede darse de forma aleatoria ya que al realizar los monitoreos en las zonas en estudio se encontró plantas infectadas tanto en el interior de los lotes como en los bordes. Los factores climáticos: Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa desarrollan un papel importante en la aparición y progreso de la enfermedad, al determinar los coeficientes de determinación en los meses de Mayo a Septiembre el

5.43% de la presencia de la enfermedad es atribuible a la temperatura, el 57.1% a la precipitación, considerando una variable determinante en la incidencia de la enfermedad, y la humedad relativa 20.9%, siendo un 42.9% atribuible a otras causas con respecto a esta, por lo que se establece que la pudrición de flecha sigue una fluctuación estacional, en donde la mayor incidencia coincide con los períodos de mayor precipitación, y en menor proporción la humedad relativa y la temperatura. De las muestras analizadas un 80% presento infección por los patógenos estudiados, concentrándose en la zona 1 el mayor porcentaje de Incidencia con el 28.5% de plantas infectadas, seguido por la zona 3 y 4 con 23.3 y 22.2% respectivamente, posteriormente se ubico la zona 2 con el 17.5% y la zona 5 con el 10.2% de plantas con sintomatología de la enfermedad. Esto da como resultado una presencia de la enfermedad en promedio en la localidad de Santo Domingo de 20,34% del total de las evaluaciones realizadas en el campo.

SUMMARY

During the period of May to December of the 2006 it was made an investigation directed toward plants of span with attributable symptoms to the well-known disease with the name of pudrición de flecha, with the purpose of diagnosing and identify the causal agent of the disease, in five plantations (zones), located in the province of Pichincha, Santo Domingo corner, Ecuador, belonged to the Industry Agricultural Exporter "INAEXPO". For the identification of the causal agent the five zones in study were shown determining the Incidence and Severity, at the same time they got and isolated samples tissue sick of span with sintomatología of the disease of wild variety and genetic improved without thorns, coming from the zones in study, whose age was of six years on the average with a population density of 5000 plants of hectare, to a distance of 2 x 1 meters between plant. Also took the climatological data, epidemiologists observed in the field, presence vectorial agents and is carried out the proof of the postulates of Koch by means of tests of pathogenicity. The results were calculated based on number of sick plants and isolations carried out in the laboratory. Could be verified that three microorganisms pathogenic (***palmivora Phytophthora, moniliforme Fusarium and Erwinia sp***) is the causal agents of the disease, the infected plants wither and die quickly, a cause of the marked decomposition that suffer the leaf arrow or candle and the tissue that conform the previos portion of the shaft. Inoculations carried out in healthy plants of span of eight months of age, they allowed to reproduce similar symptoms to them registered in the field, being proven this way the postulates of Koch. The pattern of dissemination of the disease could occur of aleatory form since upon carrying out the monitoreos in the zones in study it was infected plants so much inside the lots like in the borders. The factors climatic such as Temperature, Precipitation and Relative Humidity develop an important paper in the appearance and progress from the disease, upon determining the coefficients of determination in the months of May to September the 5,43 % of the presence of the disease is attributable to the temperature, the 57,1 % to the precipitation, considering a variable in the incidence of the

disease, and the relative humidity of 20.9%, being a 42,9 % attributable to the other causes with regard to this, for what it settle down that the pudrición de flecha continues a seasonal fluctuation, where the old incidence coincides precipitation with the periods of adult, and in minor proportion the relative humidity and the temperature. From the samples found it an 80 % shown infection by the pathogens studied, concentrating in the zone the 1 greater percentage of Incidence with 28,5% of plants infected, followed by zone 3 and 4 with 23,3 and 22,2% respectively, later I am located zone 2 with the 17,5% and zone 5 with the 10,2% of plants with sintomatología of the disease. This gives as a presence is do from the disease in average in the locality of Santo Domingo of 20.34% of the total of the evaluations made in the field.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 1996. Manual de Fitopatología. 2da Edición. Editorial Limusa. México DF, México. 838 pag.
2. Banco Central del Ecuador 2005. Datos de Exportación del palmito en el Ecuador. disponible en:
3. Barahona, *et al.* 1992. Fruticultura Especial, Coco, Pejibaye, Guayaba y Cas. San José. Costa Rica. p. 27 – 49.
4. Benchimol, *et al.* 2001. Daños causados por *Phytophthora* en Brasil. Cap. 22. Pudrición del estípite del pupunheira. p. 609
5. Bullerman, *et al.* 1994. Incidence and levels of *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum* and fumonisins in corn and corn based foods and feeds. J. of Food Protection. p 541-546.
5. Carrera, M. 1996. Lucha integrada contra las plagas Agrícolas y Forestales. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 287 pag.
6. CORPEI, 2005. Datos Estadísticos. Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. Ecuador Exporta (en línea). Consultado 3 de Nov. 2006. Disponible en: <http://www.corpei.org/inde.asp?LN=SP>
7. Chávez, F. 1988. Enfermedades presentes en la Palma Africana en Ecuador y su incidencia. Santo Domingo. Ecuador. p. 113 – 116

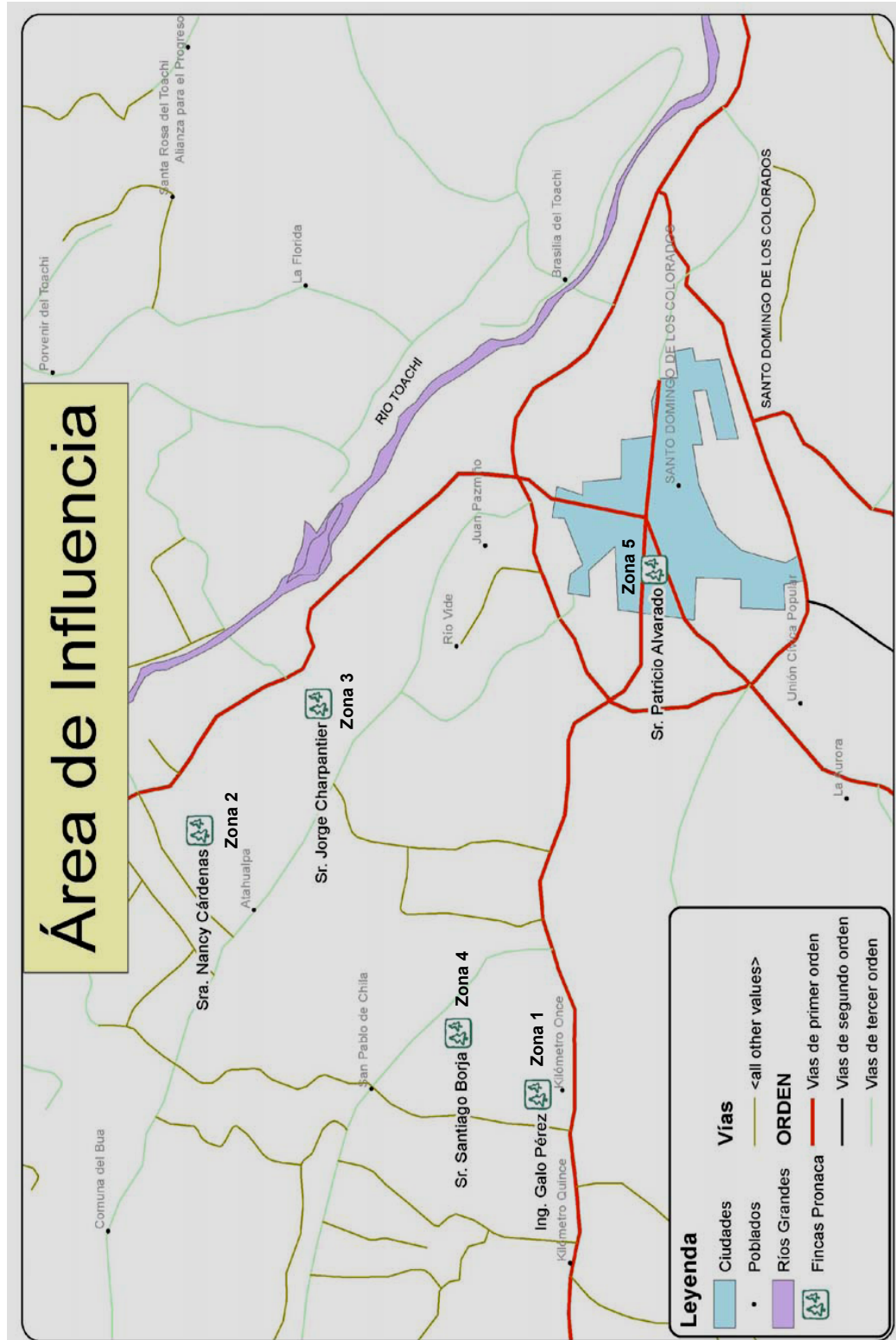
8. Doyle, M. 2002. Amarillamiento Letal una enfermedad devastadora del Cocotero (ALC). Departamento de Ciencia y Producción del Zamorano. Honduras. P. 5
9. FAO. 1985. Manual para patólogos vegetales. Santiago, Chile, FAO. 438 p
10. Fernandez, M. 1978. Introducción a la Fitopatología. 3ra Edición. Colección Científica del INTA. Buenos Aires, Republica de Argentina p. 258 – 262
11. Gilman, J. 1963. Manual de los Hongos del Suelo. 2da Edición. Editorial Continental S. A. México DF, México 533 pag.
12. Graham, *et al.* 2000. Phytophthora – Induced diseases, Minnesota. Estados Unidos p. 12 – 13.
13. Hernández, *et al.* 1998. Primer Reporte del Control Biológico *in vitro* de *Dothiorella sp sp dothidea*. (Resumen). XLIV Reunión Anual de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical. Barquisimeto - Venezuela (en línea) Consultado el 3 Nov. 2006. Disponible en: http://www.redpavfpolar.info.ve/agrotrop/v38_4-6/v386a004.html
14. Herrera, W. 1998. Fertilización del Pejibaye para Palmito. ASBANA. Costa Rica 12 p.
15. Horsfall, J. 1980. Iatrogenic disease: mechanism of action. In Plant Diseases. Eds. Horsfall, J.G.; Cowling, E.B. New York, Academic Press. p. 343-355

16. INAEXPO, 2005. Boletín Informativo sobre el cultivo del Palmito. Consultado el 3 de Nov. 2006. Disponible en [:http://www.inaexpo.com/webinaexpo/proceso.jsp](http://www.inaexpo.com/webinaexpo/proceso.jsp)
17. INAMHI, 2006. Datos meteorológicos 2006. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Santo Domingo de los Colorados .EC. Vía Sto. Dgo - Quevedo Km. 35
18. Játiva, R. 1998. El palmito de Chontaduro en la Amazonia Ecuatoriana. INIAP Estación experimental Napo – Payamino. Ecuador. p. 65
19. Jiménez, O. 1998. La Marchites Sorpresiva de la Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en Colombia. Bogota. Colombia. P. 65
20. Mariano, R. 2000. Manual de Prácticas en Fitobacteriología. Brasil. P. 13 – 22.
21. Menezes, *et al.* 1995. Fungos fitopatogénicos. Imprensa universitaria, Recife – Pernanbunco, Brasil. 277 pag.
22. Molina, E. 1997 Fertilización y Nutrición mineral del Pejibaye para palmito. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. p. 25
23. Mora, U. 1999. Pagina de información sobre el cultivo del palmito. El pejibaye (*Bactris gasipaes* K.): Origen, biología floral y manejo agronómico. Palmeras poco utilizadas de América tropical. Informe de la reunión consulta. Turrialba, Costa Rica. Anexo 9. FAO/CATIE (en línea) Consultado 3 Nov. 2006. Disponible en: <http://www.pejibaye.ucr.ac.cr/Enfermedades/Enfermedades6.htm>

24. Mora, U. 1993. Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. San José, C.R. Editorial de la Universidad de Costa Rica. p. 21 – 24.
25. Monge, *et al.* 1992. Efecto del estrés sobre la susceptibilidad de la palma aceitera a la pudrición común de la flecha en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. San José, Costa Rica. p. 243--248.
26. PROEXANT. 2000. Departamento de desarrollo de Proyectos. Hearts of the Palm. Santo Domingo de los Colorados. Ecuador. p. 111
27. Rivera, G. 1999. Manual de Fitopatología. Principales enfermedades del Coco y el Pejibaye. Costa Rica. p. 33.
28. SICA, 2005, Pichincha: Superficie bajo cultivos Permanentes y Transitorios, Servicio de información agropecuaria del Ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador (en línea) Consultado 2 Nov. 2006. Disponible en:
http://www.sica.gov.ec/cadenas/palmito/docs/_pichincha.html
29. Vargas, G. 1999. Pagina de información sobre el cultivo del palmito. Principales enfermedades del palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) su cultivo e industrialización, San José, Costa Rica, Editorial Universidad de Costa Rica (en línea) Consultado 2 Nov. 2006. Disponible en:
<http://www.pejibaye.ucr.ac.cr/Enfermedades/Enfermedades6.htm>
30. Villachica, H. 1996. Cultivo del Pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) para palmito en la Amazonia. Lima. Perú. 115 p.

IX. ANEXOS

ANEXO 1. CROQUIS DE LAS ZONAS EN ESTUDIO DONDE SE DESARROLLO LA PRESENTE INVESTIGACIÓN



ANEXO 2

**PREPARACIÓN DEL SUSTRATO PARA LAS PLANTULAS DE PALMITO:
(1) ESTERILIZACIÓN DEL SUSTRATO (2) LECTURA DE LA
TEMPERATURA CON AYUDA DE UN TERMOMETRO Y (3) SIEMBRA DE
LAS PLANTULAS DE PALMITO EN EL SUSTRATO ESTERILIZADO.**



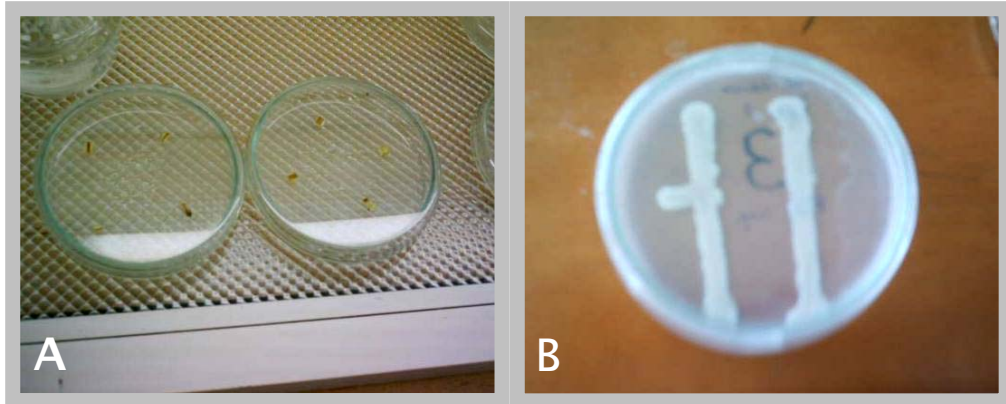
ANEXO 3

**RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE MUESTRAS DE TEJIDO ENFERMO
PARA PROCESAMIENTO EN EL LABORATORIO**



ANEXO 4

AISLAMIENTOS; (A) PUNTOS DE SIEMBRA DEL MATERIAL VEGETAL ENFERMO DE PALMITO EN PDA PARA DESARROLLO DE HONGOS (B) SIEMBRA EN SUSPENSIÓN DEL MATERIAL ENFERMO DE PALMITO DONDE SE OBSERVA EL DESARROLLO DE LA BACTERIA.



ANEXO 5

PREPARACIÓN DE INÓCULOS EN EL LABORATORIO



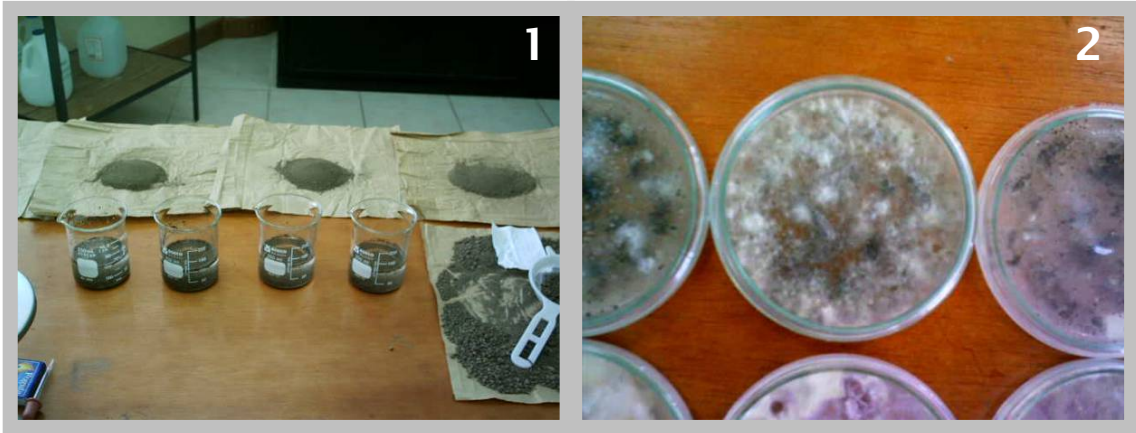
ANEXO 6

INOCULACIÓN DE LOS PATÓGENOS CAUSANTES DE LA ENFERMEDAD; (1) INCISION EN LA HOJA FLECHA (2) APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN INOCULANTE Y (3) COLOCACIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS PARA CREAR CONDICIONES FAVORABLES.



ANEXO 7

(1) PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE SUELO PARA ANALISIS MICROBIOLÓGICO y (2) DESARROLLO DE LOS PATOGENOS EN MEDIO DE CULTIVO PDA.



ANEXO 8

SECUENCIA DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LAS ZONAS EN ESTUDIO EN (1) LIMPIEZA DEL TERRENO PARA CATEO DE RAICES, (2) MUESTREO DE RAICES A UNA DISTANCIA DE 15 cm. DEL ESTÍPITE Y A 20 cm. DE PROFUNDIDAD; (3) LECTURA DEL PESO DE RAICES EN EL LABORATORIO Y (4) CONTEO DEL NUMERO DE RAICES FUNCIONALES Y NECROSADAS.



ANEXO 9**COMPORTAMIENTO BIOQUÍMICO DE LA BACTERIA AISLADA DEL PALMITO AFECTADO POR LA PUDRICIÓN DE FLECHA.**

Test	Reacción
Citrate utilización	+
Lisine	-
Ornithine	+
Urease	-
TDA	+
Nitrate Reduction	+
H ₂ S production	-
Glucosa	+
Adonitol	-
Lactose	+
Arabinose	+
Sorbitol	+

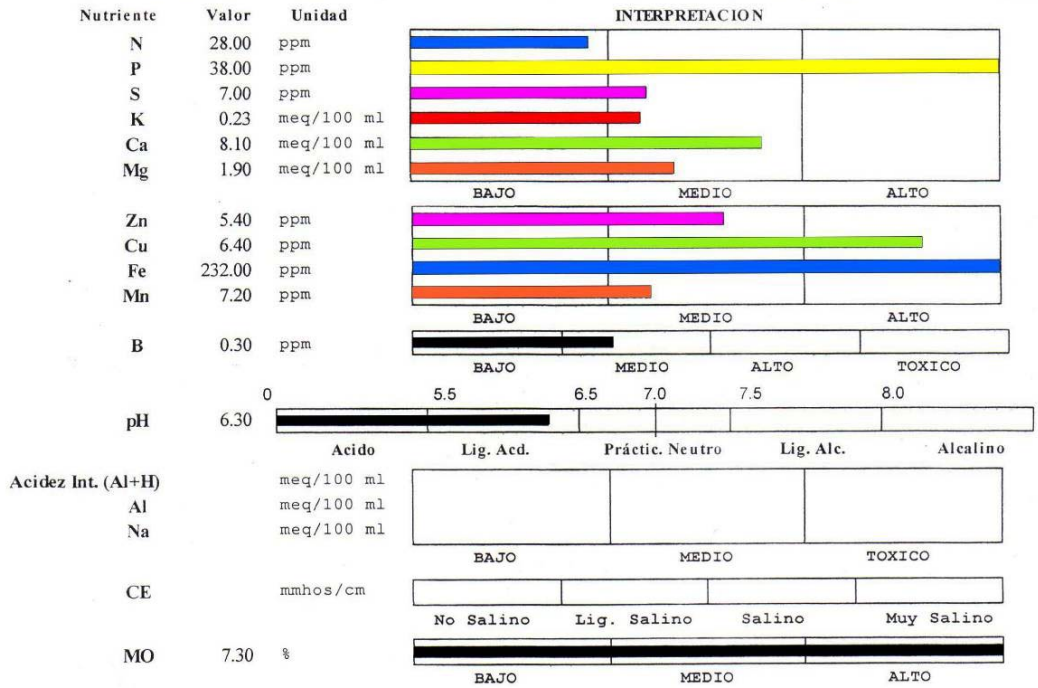
ANEXO 10

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 1

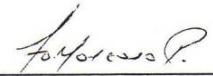
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	 <small>MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA</small>
--	--	--

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : GALO PEREZ Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : HCDA. AIDITA (INAEXPO) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 13 VIA STO. DOMINGO-CHONE
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : PALMITO Cultivo Anterior : PALMITO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : ZONA 1	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 1.801 N° Muestra Lab. : 63152 Fecha de Muestreo : 27/06/2006 Fecha de Ingreso : 28/06/2006 Fecha de Salida : 04/07/2006





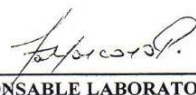

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4,3	8,3	43,5	10,2						


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

ANEXO 11

REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 1

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>																																
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</th></tr> <tr><td>Nombre :</td><td>GALO PEREZ</td></tr> <tr><td>Dirección :</td><td>STO. DOMINGO</td></tr> <tr><td>Ciudad :</td><td></td></tr> <tr><td>Teléfono :</td><td></td></tr> <tr><td>Fax :</td><td></td></tr> </table>	DATOS DEL PROPIETARIO		Nombre :	GALO PEREZ	Dirección :	STO. DOMINGO	Ciudad :		Teléfono :		Fax :		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</th></tr> <tr><td>Nombre :</td><td>HCDA. AIDITA (INAEXPO)</td></tr> <tr><td>Provincia :</td><td>PICHINCHA</td></tr> <tr><td>Cantón :</td><td>STO. DOMINGO</td></tr> <tr><td>Parroquia :</td><td></td></tr> <tr><td>Ubicación :</td><td>KM. 13 VIA SANTO DOMINGO-CHONE</td></tr> </table>	DATOS DE LA PROPIEDAD		Nombre :	HCDA. AIDITA (INAEXPO)	Provincia :	PICHINCHA	Cantón :	STO. DOMINGO	Parroquia :		Ubicación :	KM. 13 VIA SANTO DOMINGO-CHONE								
DATOS DEL PROPIETARIO																																	
Nombre :	GALO PEREZ																																
Dirección :	STO. DOMINGO																																
Ciudad :																																	
Teléfono :																																	
Fax :																																	
DATOS DE LA PROPIEDAD																																	
Nombre :	HCDA. AIDITA (INAEXPO)																																
Provincia :	PICHINCHA																																
Cantón :	STO. DOMINGO																																
Parroquia :																																	
Ubicación :	KM. 13 VIA SANTO DOMINGO-CHONE																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</th></tr> <tr><td>Cultivo :</td><td>PALMITO</td></tr> <tr><td>Area :</td><td></td></tr> <tr><td>Edad del Cultivo :</td><td></td></tr> <tr><td>Identificación :</td><td>ZONA I</td></tr> </table>	DATOS DEL LOTE		Cultivo :	PALMITO	Area :		Edad del Cultivo :		Identificación :	ZONA I	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="2" style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</th></tr> <tr><td>N° Reporte :</td><td>865</td></tr> <tr><td>N° Muestra Lab. :</td><td>8306</td></tr> <tr><td>Fecha de Muestreo :</td><td>28/06/2006</td></tr> <tr><td>Fecha de Ingreso :</td><td>28/06/2006</td></tr> <tr><td>Fecha de Salida :</td><td>06/07/2006</td></tr> </table>	PARA USO DEL LABORATORIO		N° Reporte :	865	N° Muestra Lab. :	8306	Fecha de Muestreo :	28/06/2006	Fecha de Ingreso :	28/06/2006	Fecha de Salida :	06/07/2006										
DATOS DEL LOTE																																	
Cultivo :	PALMITO																																
Area :																																	
Edad del Cultivo :																																	
Identificación :	ZONA I																																
PARA USO DEL LABORATORIO																																	
N° Reporte :	865																																
N° Muestra Lab. :	8306																																
Fecha de Muestreo :	28/06/2006																																
Fecha de Ingreso :	28/06/2006																																
Fecha de Salida :	06/07/2006																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th>Elemento</th><th>Contenido (%)</th></tr> <tr><td>N</td><td>3.28</td></tr> <tr><td>P</td><td>0.17</td></tr> <tr><td>K</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>0.32</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0.19</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>Cl</td><td></td></tr> </table>	Elemento	Contenido (%)	N	3.28	P	0.17	K	1.18	Ca	0.32	Mg	0.19	S	0.16	Cl		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">BAJO</td><td style="text-align: center;">SUFICIENTE</td><td style="text-align: center;">ALTO</td></tr> </table>	INTERPRETACION						BAJO	SUFICIENTE	ALTO							
Elemento	Contenido (%)																																
N	3.28																																
P	0.17																																
K	1.18																																
Ca	0.32																																
Mg	0.19																																
S	0.16																																
Cl																																	
INTERPRETACION																																	
BAJO	SUFICIENTE	ALTO																															
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th>Elemento</th><th>Contenido (ppm)</th></tr> <tr><td>B</td><td>13.00</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>19.10</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>5.24</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>101.00</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>27.80</td></tr> <tr><td>Mo</td><td></td></tr> <tr><td>Na</td><td></td></tr> </table>	Elemento	Contenido (ppm)	B	13.00	Zn	19.10	Cu	5.24	Fe	101.00	Mn	27.80	Mo		Na		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><th colspan="3" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th></tr> <tr><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td><td style="width: 33%;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">BAJO</td><td style="text-align: center;">SUFICIENTE</td><td style="text-align: center;">ALTO</td></tr> </table>	INTERPRETACION						BAJO	SUFICIENTE	ALTO							
Elemento	Contenido (ppm)																																
B	13.00																																
Zn	19.10																																
Cu	5.24																																
Fe	101.00																																
Mn	27.80																																
Mo																																	
Na																																	
INTERPRETACION																																	
BAJO	SUFICIENTE	ALTO																															
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr><th>Elemento</th><th>Nivel Adecuado (%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>2,50 - 3,50</td></tr> <tr><td>P</td><td>0,12 - 0,25</td></tr> <tr><td>K</td><td>1,30 - 2,50</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>1,00 - 2,00</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0,23 - 0,30</td></tr> <tr><td>S</td><td>0,21 - 0,40</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>	Elemento	Nivel Adecuado (%)	N	2,50 - 3,50	P	0,12 - 0,25	K	1,30 - 2,50	Ca	1,00 - 2,00	Mg	0,23 - 0,30	S	0,21 - 0,40	Cl	-	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr><th>Elemento</th><th>Nivel Adecuado (ppm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>B</td><td>19,0 - 30,0</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>20,0 - 200,0</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>6,0 - 10,0</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>100,0 - 300,0</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>60,0 - 150,0</td></tr> <tr><td>Mo</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>	Elemento	Nivel Adecuado (ppm)	B	19,0 - 30,0	Zn	20,0 - 200,0	Cu	6,0 - 10,0	Fe	100,0 - 300,0	Mn	60,0 - 150,0	Mo	-	Na	-
Elemento	Nivel Adecuado (%)																																
N	2,50 - 3,50																																
P	0,12 - 0,25																																
K	1,30 - 2,50																																
Ca	1,00 - 2,00																																
Mg	0,23 - 0,30																																
S	0,21 - 0,40																																
Cl	-																																
Elemento	Nivel Adecuado (ppm)																																
B	19,0 - 30,0																																
Zn	20,0 - 200,0																																
Cu	6,0 - 10,0																																
Fe	100,0 - 300,0																																
Mn	60,0 - 150,0																																
Mo	-																																
Na	-																																
 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA																																

ANEXO 12

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 2



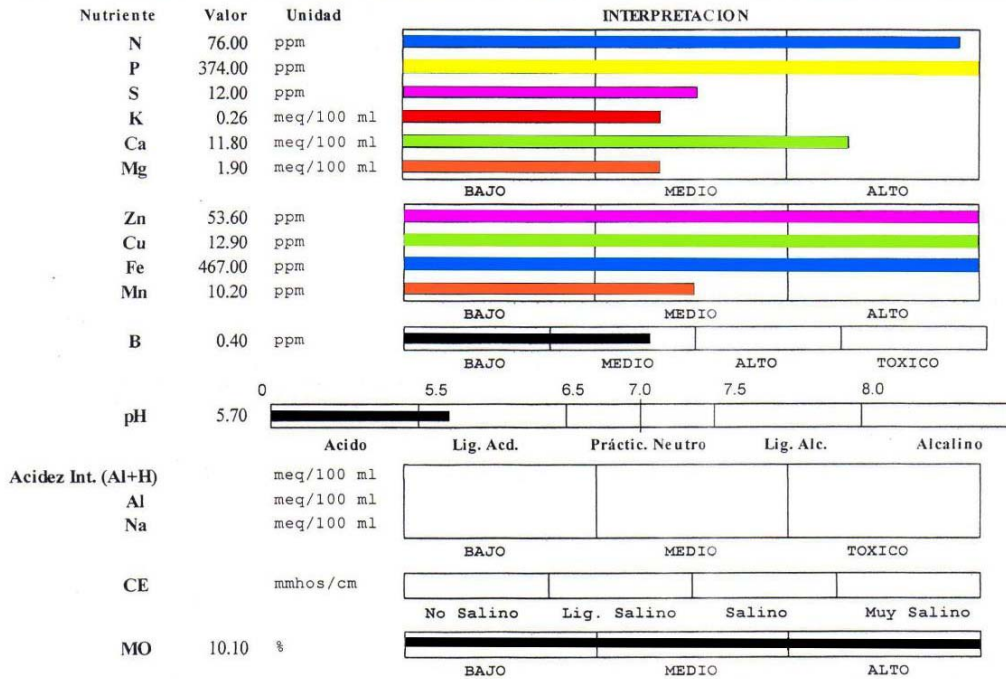
INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

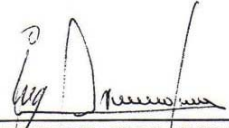


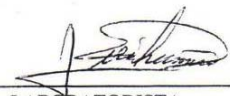
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : NANCY CARDENAS Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : HCDA. ELENITA (I N A E X P O) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM 13 VIA STO. DOMINGO-QUININDE</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : PALMITO Cultivo Anterior : PALMITO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : ZONA 2</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Nº Reporte : 1.789 Nº Muestra Lab. : 63139 Fecha de Muestreo : 16/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006</p>





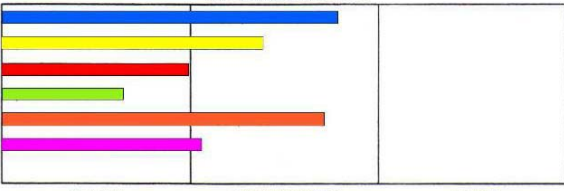
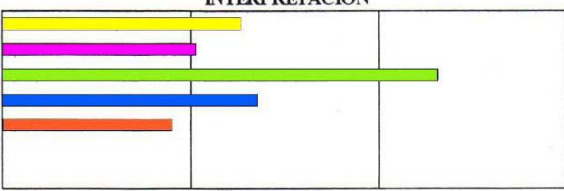
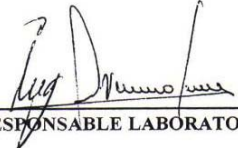

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
6,2	7,3	52,7	14,0			47	42	11
						Franco		


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

ANEXO 13

REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 2

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	 <small>MINISTERIO DE AGRICULTURA</small>																																
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES																																		
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : NANCY CARDENAS Dirección: STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : HCDA.ELENITA (I N A E X P O) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 13 VIA QUININDE																																	
DATOS DEL LOTE Cultivo : PALMITO Area : Edad del Cultivo : Identificación : ZONA 2	PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 856 N° Muestra Lab. : 8299 Fecha de Muestreo : 21/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Contenido (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>3.28</td></tr> <tr><td>P</td><td>0.17</td></tr> <tr><td>K</td><td>1.28</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>0.64</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0.28</td></tr> <tr><td>S</td><td>0.22</td></tr> <tr><td>Cl</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Elemento	Contenido (%)	N	3.28	P	0.17	K	1.28	Ca	0.64	Mg	0.28	S	0.22	Cl		INTERPRETACION 																	
Elemento	Contenido (%)																																	
N	3.28																																	
P	0.17																																	
K	1.28																																	
Ca	0.64																																	
Mg	0.28																																	
S	0.22																																	
Cl																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Contenido (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>B</td><td>21.90</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>24.30</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>13.10</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>170.90</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>53.60</td></tr> <tr><td>Mo</td><td></td></tr> <tr><td>Na</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Elemento	Contenido (ppm)	B	21.90	Zn	24.30	Cu	13.10	Fe	170.90	Mn	53.60	Mo		Na		INTERPRETACION 																	
Elemento	Contenido (ppm)																																	
B	21.90																																	
Zn	24.30																																	
Cu	13.10																																	
Fe	170.90																																	
Mn	53.60																																	
Mo																																		
Na																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Nivel Adecuado (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>2,50 - 3,50</td></tr> <tr><td>P</td><td>0,12 - 0,25</td></tr> <tr><td>K</td><td>1,30 - 2,50</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>1,00 - 2,00</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>0,23 - 0,30</td></tr> <tr><td>S</td><td>0,21 - 0,40</td></tr> <tr><td>Cl</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>	Elemento	Nivel Adecuado (%)	N	2,50 - 3,50	P	0,12 - 0,25	K	1,30 - 2,50	Ca	1,00 - 2,00	Mg	0,23 - 0,30	S	0,21 - 0,40	Cl	-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Elemento</th> <th style="text-align: left;">Nivel Adecuado (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>B</td><td>19,0 - 30,0</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>20,0 - 200,0</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>6,0 - 10,0</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>100,0 - 300,0</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>60,0 - 150,0</td></tr> <tr><td>Mo</td><td>-</td></tr> <tr><td>Na</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>		Elemento	Nivel Adecuado (ppm)	B	19,0 - 30,0	Zn	20,0 - 200,0	Cu	6,0 - 10,0	Fe	100,0 - 300,0	Mn	60,0 - 150,0	Mo	-	Na	-
Elemento	Nivel Adecuado (%)																																	
N	2,50 - 3,50																																	
P	0,12 - 0,25																																	
K	1,30 - 2,50																																	
Ca	1,00 - 2,00																																	
Mg	0,23 - 0,30																																	
S	0,21 - 0,40																																	
Cl	-																																	
Elemento	Nivel Adecuado (ppm)																																	
B	19,0 - 30,0																																	
Zn	20,0 - 200,0																																	
Cu	6,0 - 10,0																																	
Fe	100,0 - 300,0																																	
Mn	60,0 - 150,0																																	
Mo	-																																	
Na	-																																	
 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA																																	

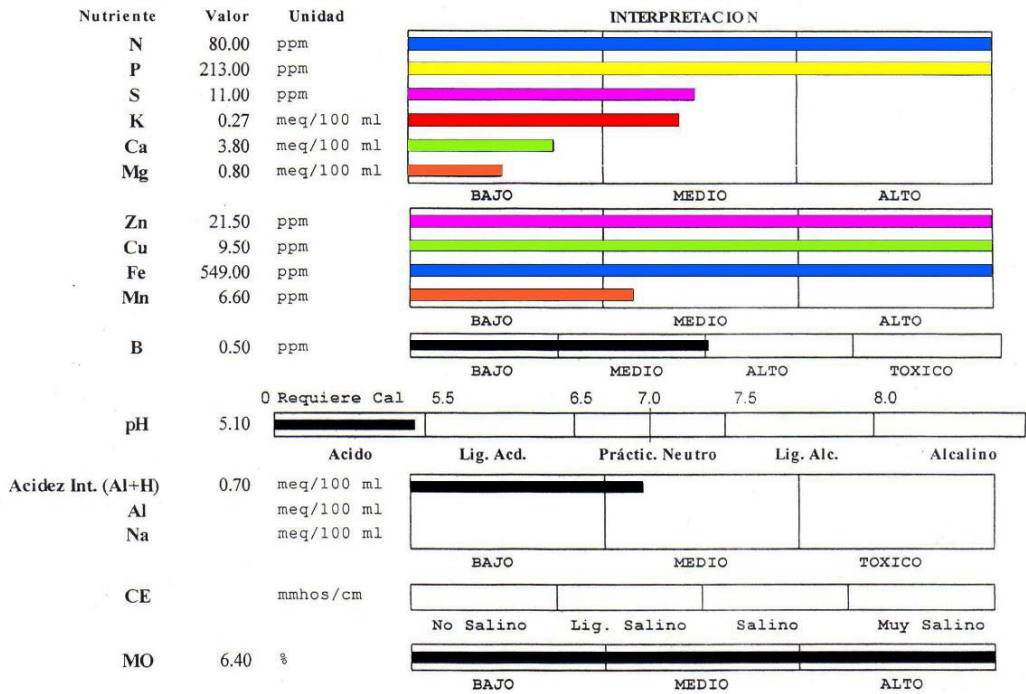
ANEXO 14

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 3

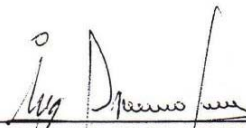
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : JORGE CHARPANTIER Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : HCDA. SAN JORGE(I N A E X P O) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 9 VIA QUININDE
<p>DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : PALMITO Cultivo Anterior : PALMITO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : ZONA 3	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 1.790 N° Muestra Lab. : 63140 Fecha de Muestreo : 16/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Classificación			
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
4,8	3,0	17,0	5,6			49	42	9	Franco


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

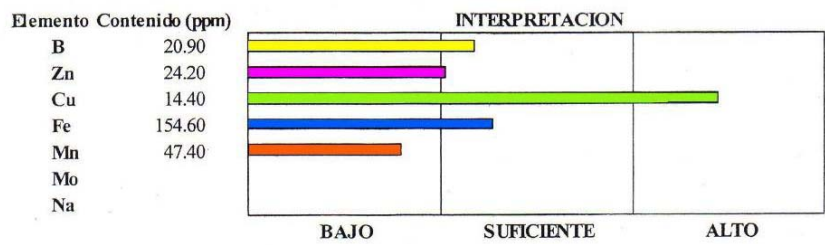
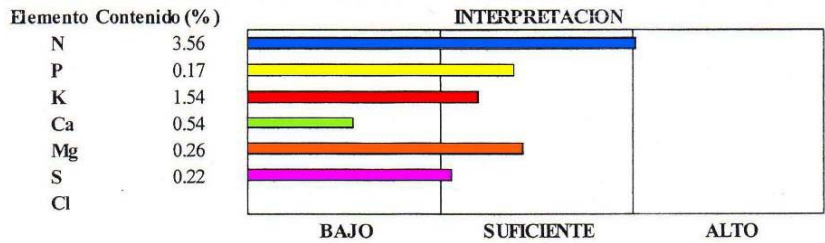
ANEXO 15

REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 3

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693</p>	
--	--	---

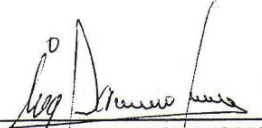
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : JORGE CHARPANTIER Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : HCDA. SAN JORGE (INAEXPO) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 9 VIA QUININDE</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo : PALMITO Area : Edad del Cultivo : Identificación : ZONA 3</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 857 N° Muestra Lab. : 8300 Fecha de Muestreo : 21/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006</p>



Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	2,50 - 3,50
P	0,12 - 0,25
K	1,30 - 2,50
Ca	1,00 - 2,00
Mg	0,23 - 0,30
S	0,21 - 0,40
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	19,0 - 30,0
Zn	20,0 - 200,0
Cu	6,0 - 10,0
Fe	100,0 - 300,0
Mn	60,0 - 150,0
Mo	-
Na	-


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

ANEXO 16

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 4



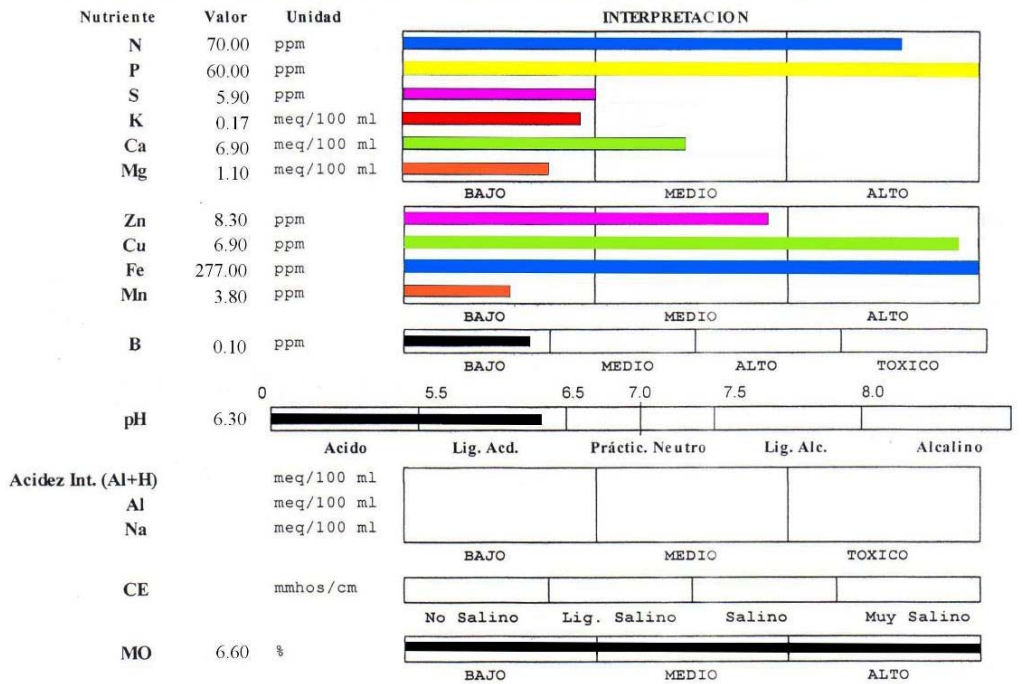
INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693

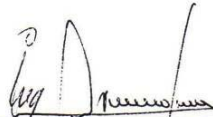


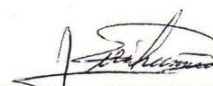
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : SANTIAGO BORJA Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : HCDA. LA HERRADURA (INAEXPO) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 8 VIA A SAN JACINTO DEL BUA</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : PALMITO Cultivo Anterior : PALMITO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : ZONA 4</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Nº Reporte : 1.789 Nº Muestra Lab. : 63139 Fecha de Muestreo : 16/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural		
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
6,27	6,47	47,06	8,17			45	44	11
Franco								


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

ANEXO 17

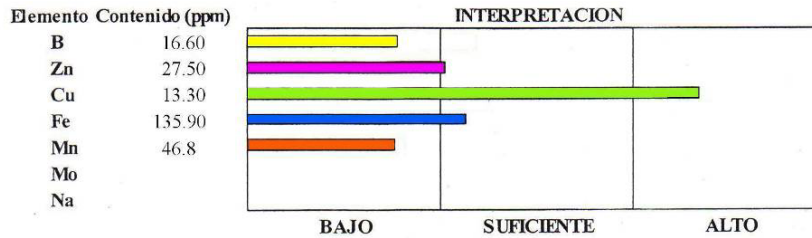
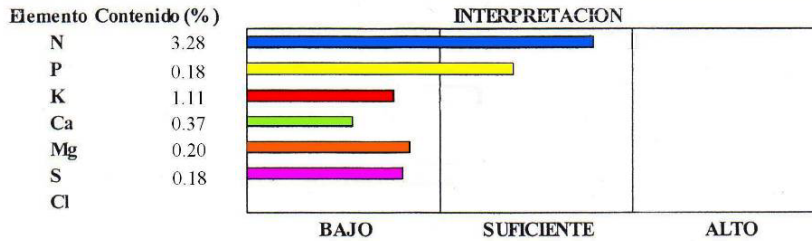
REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 4

 INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	--	---

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES


<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : SANTIAGO BORJA Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : HICDA. LA HERRADURA (INAEXPO) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM 8 VIA A SAN JACINTO DEL BUA
--	---

<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo : PALMITO Area : Edad del Cultivo : Identificación : ZONA 4	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 857 N° Muestra Lab. : 8300 Fecha de Muestreo : 21/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006
---	--



Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	2,50 - 3,50
P	0,12 - 0,25
K	1,30 - 2,50
Ca	1,00 - 2,00
Mg	0,23 - 0,30
S	0,21 - 0,40
Cl	-

Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	19,0 - 30,0
Zn	20,0 - 200,0
Cu	6,0 - 10,0
Fe	100,0 - 300,0
Mn	60,0 - 150,0
Mo	-
Na	-


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

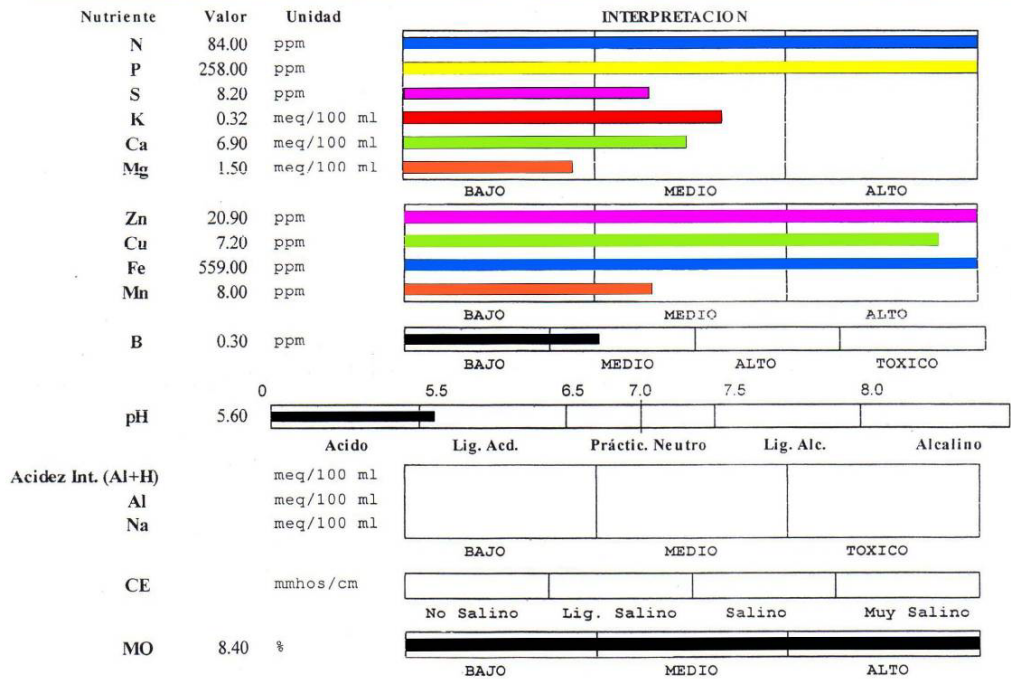
ANEXO 18

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 5

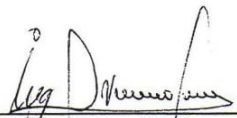
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : PATRICIO ALVARADO Dirección : STO. DOMINGO Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : FINCA PATRICIA (I N A E X P O) Provincia : PICHINCHA Cantón : STO. DOMINGO Parroquia : Ubicación : KM. 6 VIA QUEVEDO
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : PALMITO Cultivo Anterior : PALMITO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : ZONA 5	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 1.791 N° Muestra Lab. : 63141 Fecha de Muestreo : 16/06/2006 Fecha de Ingreso : 22/06/2006 Fecha de Salida : 30/06/2006



Ca	Mg	Ca+Mg	(mcq/100ml)	%	ppm	%			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4,6	4,7	26,3	8,7			47	42	11	


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

ANEXO 19

REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR DEL LOTE EN EVALUACIÓN DE LA ZONA 5

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

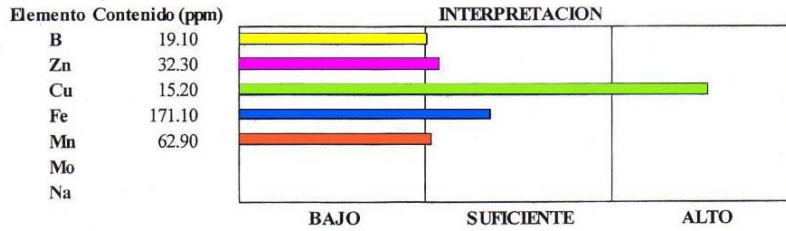
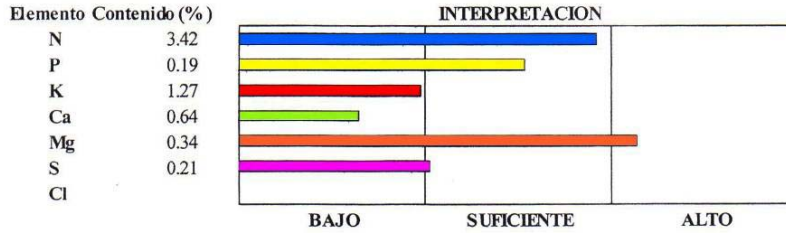
REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : PATRICIO ALVARADO
Dirección : STO. DOMINGO
Ciudad :
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : FINCA PATRICIA (I N A E X P O)
Provincia : PICHINCHA
Cantón : STO. DOMINGO
Parroquia :
Ubicación : KM. 6 VIA QUEVEDO

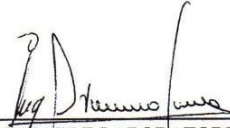
DATOS DEL LOTE
Cultivo : PALMITO
Area :
Edad del Cultivo :
Identificación : ZONA 5


PARA USO DEL LABORATORIO
N° Reporte : 858
N° Muestra Lab. : 8301
Fecha de Muestreo : 21/06/2006
Fecha de Ingreso : 22/06/2006
Fecha de Salida : 30/06/2006



Elemento	Nivel Adecuado (%)
N	2,50 - 3,50
P	0,12 - 0,25
K	1,30 - 2,50
Ca	1,00 - 2,00
Mg	0,23 - 0,30
S	0,21 - 0,40
Cl	-

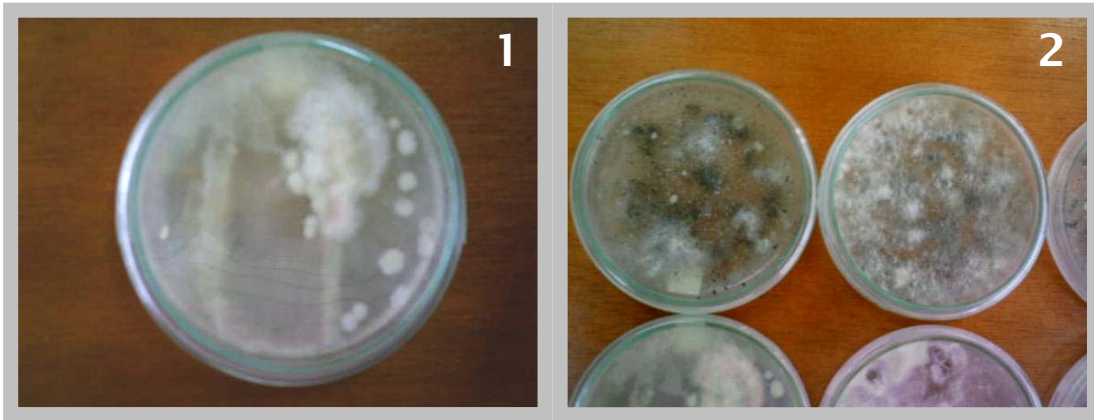
Elemento	Nivel Adecuado (ppm)
B	19,0 - 30,0
Zn	20,0 - 200,0
Cu	6,0 - 10,0
Fe	100,0 - 300,0
Mn	60,0 - 150,0
Mo	-
Na	-


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

ANEXO 20

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO: (1) SIEMBRA EN SUSPENSIÓN DONDE SE OBSERVA LA PRESENCIA DE *Erwinia* y *Fusarium*; (2) SIEMBRA DIRECTA DONDE SE OBSERVA LA PRESENCIA DE *Fusarium* (DERECHA) y *Phytophthora* (IZQUIERDA)



ANEXO 21

DATOS OBTENIDOS DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LA ZONA 1 A UNA PROFUNDIDAD DE 15 cm.

No Muestra	Estado de la planta	No de raíces			Peso de raíces
		funcionales	necrosadas o secas	TOTAL	gr.
1	enferma	11	9	20	35.55
2	sana	13	15	28	42.60
3	sana	11	7	19	37.57
4	enferma	10	8	18	37.33
5	sana	23	7	30	68.78
6	sana	12	6	18	39.40
7	sana	12	8	20	36.88
8	sana	12	8	20	38.59
9	enferma	8	11	19	35.12
10	enferma	12	2	14	36.48
TOTAL		124	81	206	408.3
PROMEDIO		12.4	8.1	20.6	40.83

ANEXO 22

DATOS OBTENIDOS DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LA ZONA 2 A UNA PROFUNDIDAD DE 15 cm.

No Muestra	Estado de la planta	No de raíces			Peso de raíces
		funcionales	necrosadas o secas	TOTAL	gr.
1	sana	9	6	15	45.10
2	en	12	6	18	51.45
3	sana	11	13	24	36.41
4	enferma	14	6	20	52.40
5	sana	13	7	20	49.72
6	enferma	13	9	22	48.65
7	sana	17	8	25	53.25
8	sana	15	6	21	42.50
9	sana	13	9	22	50.61
10	enferma	10	5	15	38.55
TOTAL		127	75	202	468.64
PROMEDIO		12.7	7.5	20.2	46.864

ANEXO 23

DATOS OBTENIDOS DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LA ZONA 3 A UNA PROFUNDIDAD DE 15 cm.

No Muestra	Estado de la planta	No de raíces			Peso de raíces
		funcionales	necrosadas o secas	TOTAL	gr.
1	sana	14	7	21	41.80
2	enferma	15	18	33	70.21
3	sana	5	11	16	36.10
4	enferma	7	1	8	32.55
5	sana	13	7	20	48.57
6	sana	12	8	20	51.40
7	enferma	15	14	29	68.25
8	sana	9	7	16	37.32
9	sana	11	6	17	42.60
10	enferma	7	3	10	35.35
TOTAL		108	82	190	464.15
PROMEDIO		10.8	8.2	19	46.415

ANEXO 24

DATOS OBTENIDOS DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LA ZONA 4 A UNA PROFUNDIDAD DE 15 cm.

No Muestra	Estado de la planta	No de raíces			Peso de raíces
		funcionales	necrosadas o secas	TOTAL	gr.
1	enferma	12	10	22	47.65
2	sana	27	6	33	68.30
3	sana	13	12	25	51.25
4	sana	15	10	25	53.37
5	enferma	11	10	21	39.85
6	enferma	12	9	21	40.18
7	sana	18	8	26	55.13
8	sana	17	7	24	51.23
9	enferma	12	9	21	37.54
10	enferma	14	10	24	38.46
TOTAL		151	91	242	482.96
PROMEDIO		15.1	9.1	24.2	48.296

ANEXO 25

DATOS OBTENIDOS DEL CATEO DE RAICES REALIZADO EN LA ZONA 5 A UNA PROFUNDIDAD DE 15 cm.

No Muestra	Estado de la planta	No de raíces			Peso de raíces
		funcionales	necrosadas o secas	TOTAL	gr.
1	sana	13	9	22	51.24
2	enferma	8	4	12	28.73
3	sana	7	8	15	30.58
4	sana	18	7	25	73.95
5	sana	12	6	18	31.45
6	enferma	14	8	22	50.45
7	sana	17	8	25	54.78
8	sana	9	6	15	35.67
9	sana	13	9	22	50.61
10	enferma	10	7	17	35.55
TOTAL		121	72	193	443.01
PROMEDIO		12.1	7.2	19.3	44.301

ANEXO 26

RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA EN CUATRO EVALUACIONES SEGÚN EL NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS A TRAVES DEL TIEMPO, EN CADA UNA DE LAS ZONAS EN ESTUDIO.

Primera evaluación (día 1): (porcentaje de plantas infectadas)

ZONA	Nº Total de plantas muestreadas	Síntomas		% de Incidencia
		Con	Sin	
1	500	175	325	35
2	500	125	375	25
3	500	163	337	27.2
4	500	73	427	14.6
5	500	62	438	12.4

Segunda evaluación (día 21): (porcentaje de plantas infectadas)

ZONA	Nº Total de plantas muestreadas	Síntomas		% de Incidencia
		Con	Sin	
1	500	150	350	30
2	500	95	405	19
3	500	117	383	23,4
4	500	128	372	25,6
5	500	58	442	11,6

Tercera evaluación (día 42): (porcentaje de plantas infectadas)

ZONA	Nº Total de plantas muestreadas	Síntomas		% de Incidencia
		Con	Sin	
1	500	128	372	25,6
2	500	82	418	16,4
3	500	111	389	22,2
4	500	126	374	25,2
5	500	51	449	10,2

Cuarta evaluación (día 63): (porcentaje de plantas infectadas)

ZONA	Nº Total de plantas muestreadas	Síntomas		% de Incidencia
		Con	Sin	
1	500	117	383	23,4
2	500	47	453	9,4
3	500	102	398	20,4
4	500	117	383	23,4
5	500	32	468	6,4

ANEXO 27

REGISTRO DEL PROMEDIO GENERAL DE LA SEVERIDAD DE LA ENFERMEDAD PUDRICIÓN DE FLECHA EN LAS CINCO ZONAS EN ESTUDIO DURANTE CUATRO FECHAS DE EVALUACIÓN.

ZONA	No de plantas muestreadas	Monitoreo 1 (día 1)	Monitoreo 2 (día 21)	Monitoreo 3 (día 42)	Monitoreo 4 (día 63)
1	50	61	66	73.8	99.6
2	50	53.5	57,6	72	83.2
3	50	52.5	57.6	70	85,6
4	50	47	52	70.7	97.3
5	50	47	56.7	70	90.5

ANEXO 28

REPORTE DE LOS PARAMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA 1 TOMADOS CON AYUDA DEL GPS (WorldClim, 2006)

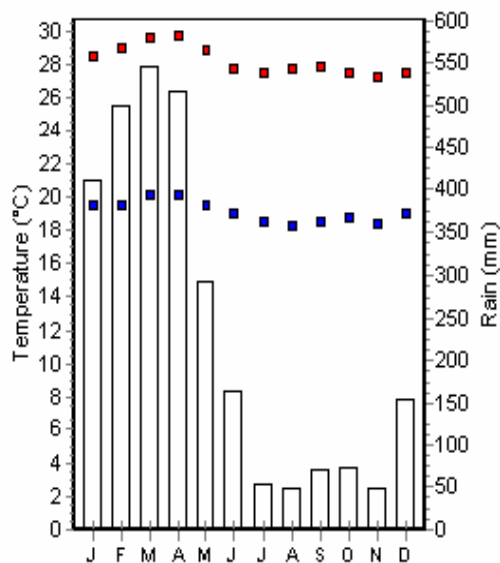
Localidad : Hacienda Aidita

Coordenadas: S 00° 13,984' (-0,233067)

W 79° 15.618' (-79.260300)

Temperatura y Precipitación anuales

	Temp. min.	Temp. max.	Precipitación
Enero	19,5	28,5	412
Febrero	19,5	29,0	501
Marzo	20,1	29,6	547
Abril	20,1	29,7	517
Mayo	19,5	28,8	293
Junio	19,0	27,8	164
Julio	18,5	27,5	52
Agosto	18,2	27,8	48
Septiembre	18,5	27,9	70
Octubre	18,7	27,5	72
Noviembre	18,4	27,2	49
Diciembre	19,0	27,5	155
Promedio Anual	19,1	28,2	2880



Variables Bioclimáticas

No. Variable	Valor
1 Temperatura media anual	23,7
2 Rango promedio de temperatura mensual	9,2
3 Isotermalidad (2/7)	79,6
4 Temporalidad de temperatura (Desv.Std * 100)	74
5 Máxima temperatura del mes más cálido	29,7
6 Mínima temperatura del mes más frío	18,2
7 Rango anual de temperatura (5-6)	11,5
8 Temperatura promedio del trimestre más húmedo	24,7
9 Temperatura promedio del trimestre más seco	23,1
10 Temperatura promedio del trimestre más cálido	24,7
11 Temperatura promedio del trimestre más frío	23
12 Precipitación anual	2880
13 Precipitación del mes más húmedo	547
14 Precipitación del mes más seco	48
15 Temporalidad de la precipitación (CV)	84,3
16 Precipitación del trimestre más húmedo	1565
17 Precipitación del trimestre más seco	170
18 Precipitación del trimestre más cálido	1565
19 Precipitación del trimestre más frío	191

ANEXO 29

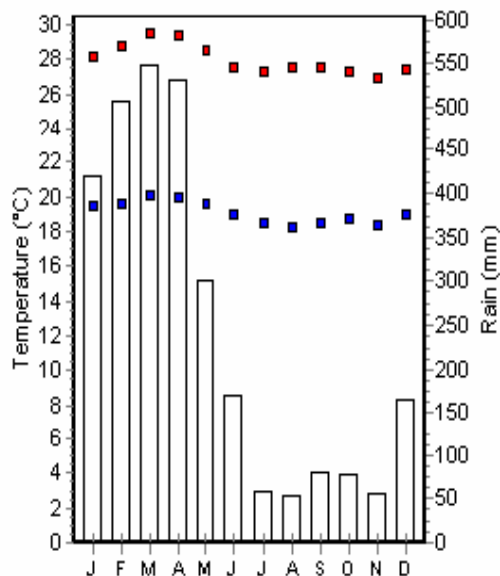
REPORTE DE LOS PARAMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA 2 TOMADOS CON AYUDA DEL GPS (WorldClim, 2006)

Localidad : Hacienda Elenita.

Coordenadas: S 00° 10,541' (-0,175683)
W 79° 13.168' (-79.219467)

Temperatura y Precipitación anuales

	Temp. min	Temp. max	Precipitación
Enero	19,5	28,2	420
Febrero	19,6	28,8	508
Marzo	20,1	29,5	549
Abril	20,0	29,4	531
Mayo	19,6	28,6	301
Junio	19,0	27,5	170
Julio	18,5	27,3	59
Agosto	18,2	27,6	54
Septiembre	18,5	27,6	80
Octubre	18,7	27,3	78
Noviembre	18,4	27,0	56
Diciembre	19,0	27,4	164
Promedio Anual	19,1	28,0	2970



Variables Bioclimáticas

No. Variable	Valor
1 Temperatura media anual	23,6
2 Rango promedio de temperatura mensual	8,9
3 Isotermalidad (2/7)	79
4 Temporalidad de temperatura (Desv.Std * 100)	74,1
5 Máxima temperatura del mes más cálido	29,5
6 Mínima temperatura del mes más frío	18,2
7 Rango anual de temperatura (5-6)	11,3
8 Temperatura promedio del trimestre más húmedo	24,6
9 Temperatura promedio del trimestre más seco	23
10 Temperatura promedio del trimestre más cálido	24,6
11 Temperatura promedio del trimestre más frío	22,9
12 Precipitación anual	2970
13 Precipitación del mes más húmedo	549
14 Precipitación del mes más seco	54
15 Temporalidad de la precipitación (CV)	81,8
16 Precipitación del trimestre más húmedo	1588
17 Precipitación del trimestre más seco	193
18 Precipitación del trimestre más cálido	1588
19 Precipitación del trimestre más frío	214

ANEXO 30

REPORTE DE LOS PARAMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA 3 TOMADOS CON AYUDA DEL GPS (WorldClim, 2006)

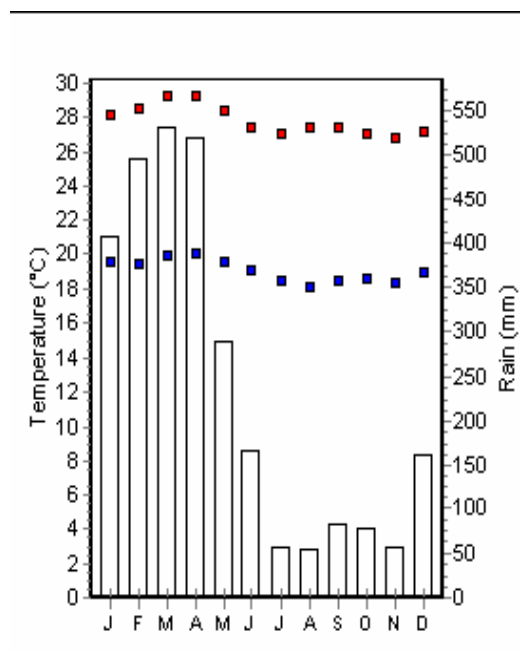
Localidad : Hacienda San Jorge.

Coordenadas: S 00° 11,749' (-0,195817)

W 79° 11,999' (-79,199983)

Temperatura y Precipitación anuales

	Temp. min	Temp. max	Precipitación
Enero	19,5	28,1	406
Febrero	19,4	28,5	497
Marzo	19,9	29,2	532
Abril	20,0	29,2	520
Mayo	19,5	28,4	289
Junio	19,0	27,4	167
Julio	18,4	27,1	57
Agosto	18,1	27,4	54
Septiembre	18,4	27,4	82
Octubre	18,6	27,1	77
Noviembre	18,3	26,8	56
Diciembre	18,9	27,2	161
Promedio Anual	19,0	27,8	2898



Variables Bioclimáticas

No. Variable	Valor
1 Temperatura media anual	23,4
2 Rango promedio de temperatura mensual	8,8
3 Isotermalidad (2/7)	79,4
4 Temporalidad de temperatura (Desv.Std * 100)	72,7
5 Máxima temperatura del mes más cálido	29,2
6 Mínima temperatura del mes más frío	18,1
7 Rango anual de temperatura (5-6)	11,1
8 Temperatura promedio del trimestre más húmedo	24,4
9 Temperatura promedio del trimestre más seco	22,8
10 Temperatura promedio del trimestre más cálido	24,4
11 Temperatura promedio del trimestre más frío	22,8
12 Precipitación anual	2898
13 Precipitación del mes más húmedo	532
14 Precipitación del mes más seco	54
15 Temporalidad de la precipitación (CV)	81,4
16 Precipitación del trimestre más húmedo	1549
17 Precipitación del trimestre más seco	193
18 Precipitación del trimestre más cálido	1549
19 Precipitación del trimestre más frío	215

ANEXO 31

REPORTE DE LOS PARAMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA 4 TOMADOS CON AYUDA DEL GPS (WorldClim, 2006)

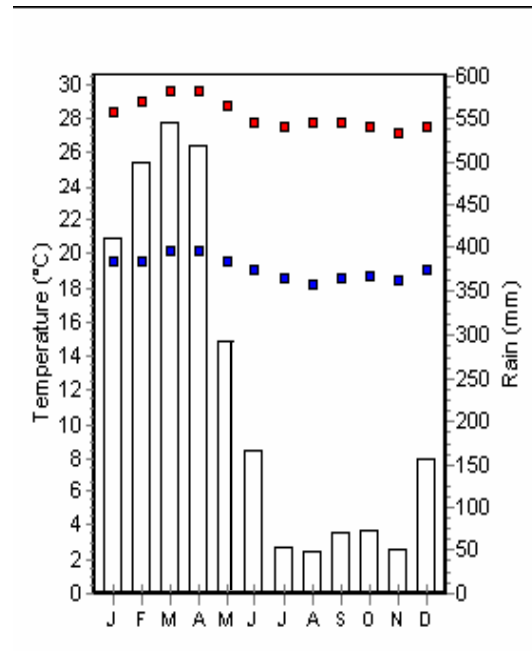
Localidad : Hacienda La Herradura.

Coordenadas: S 00° 13,173' (-0,219550)

W 79° 15,050' (-79,250833)

Temperatura y Precipitación anuales

	Temp. min	Temp. max	Precipitación
Enero	19,5	28,4	412
Febrero	19,6	29,0	501
Marzo	20,1	29,6	547
Abril	20,2	29,6	519
Mayo	19,5	28,8	293
Junio	19,0	27,8	166
Julio	18,5	27,5	53
Agosto	18,2	27,8	49
Septiembre	18,5	27,8	71
Octubre	18,7	27,5	73
Noviembre	18,4	27,2	50
Diciembre	19,0	27,5	156
Promedio Anual	19,1	28,2	2890



Variables Bioclimáticas

No. Variable	Valor
1 Temperatura media anual	23,7
2 Rango promedio de temperatura mensual	9,1
3 Isotermalidad (2/7)	79,9
4 Temporalidad de temperatura (Desv.Std * 100)	74,5
5 Máxima temperatura del mes más cálido	29,6
6 Mínima temperatura del mes más frío	18,2
7 Rango anual de temperatura (5-6)	11,4
8 Temperatura promedio del trimestre más húmedo	24,7
9 Temperatura promedio del trimestre más seco	23,1
10 Temperatura promedio del trimestre más cálido	24,7
11 Temperatura promedio del trimestre más frío	23
12 Precipitación anual	2890
13 Precipitación del mes más húmedo	547
14 Precipitación del mes más seco	49
15 Temporalidad de la precipitación (CV)	83,9
16 Precipitación del trimestre más húmedo	1567
17 Precipitación del trimestre más seco	173
18 Precipitación del trimestre más cálido	1567
19 Precipitación del trimestre más frío	194

ANEXO 32

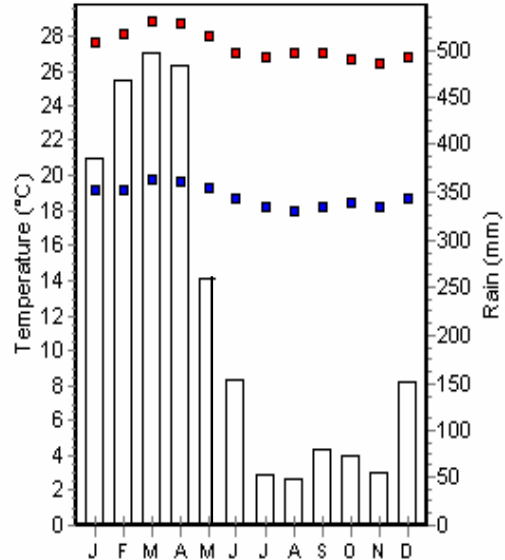
REPORTE DE LOS PARAMETROS CLIMÁTICOS DE LA ZONA 5 TOMADOS CON AYUDA DEL GPS (WorldClim, 2006)

Localidad : Finca Patricia.

Coordenadas: S 00° 15,171' (-0,252850)
W 79° 10,750' (-79,179167)

Temperatura y Precipitación anuales

	Temp. min	Temp. max	Precipitación
Enero	19,2	27,6	385
Febrero	19,2	28,1	468
Marzo	19,8	28,8	498
Abril	19,6	28,7	485
Mayo	19,3	28,0	259
Junio	18,7	27,0	155
Julio	18,2	26,8	53
Agosto	17,9	27,1	49
Septiembre	18,2	27,1	80
Octubre	18,4	26,7	73
Noviembre	18,2	26,4	54
Diciembre	18,7	26,8	152
Promedio Anual	18,8	27,4	2711



Variables Bioclimáticas

No. Variable	Valor
1 Temperatura media anual	23,1
2 Rango promedio de temperatura mensual	8,6
3 Isotermalidad (2/7)	79,3
4 Temporalidad de temperatura (Desv.Std * 100)	69,3
5 Máxima temperatura del mes más cálido	28,8
6 Mínima temperatura del mes más frío	17,9
7 Rango anual de temperatura (5-6)	10,9
8 Temperatura promedio del trimestre más húmedo	24
9 Temperatura promedio del trimestre más seco	22,6
10 Temperatura promedio del trimestre más cálido	24
11 Temperatura promedio del trimestre más frío	22,5
12 Precipitación anual	2711
13 Precipitación del mes más húmedo	498
14 Precipitación del mes más seco	49
15 Temporalidad de la precipitación (CV)	81,4
16 Precipitación del trimestre más húmedo	1451
17 Precipitación del trimestre más seco	182
18 Precipitación del trimestre más cálido	1451
19 Precipitación del trimestre más frío	207

