

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DE LA PUDRICION DE LA RAIZ DE LA YUCA
CAUSADA POR HELICOBASIDIUM PURPUREUM,
EN EL MUNICIPIO DE SANSARE EL PROGRESO

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
T E S I S

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

BYRON LEONEL ESTRADA CHAMO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Julio de 1985

B.L.
D.
T(762)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César Castañeda Salguero
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Oscar Leiva Ruano
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL 4o.	P.A. Angel Leopoldo Jordán
VOCAL 5o.	P.A. Axel Gómez Chavarri
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma

TRIBUNAL QUE PRACTICO EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR:	Dr. José de J. Castro U.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gilberto Santamaría
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Ricardo Miyares

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
I. C. T. A. REGION I

Labor Ovalle, Olintapeque, Quetzaltenango Tel. 891-2318 Aptd. Postal No. 7

REF. LIDA 029-85

Labor Ovalle, 20 de junio de 1985.

Ing. Agr. César Castañeda
Decano, Facultad de Agronomía
Presente.

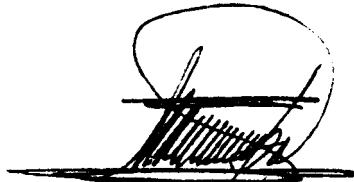
Señor Decano:

Por este medio me dirijo a usted para comunicarle que de acuerdo con lo emanado por esa Decanatura, he revisado el informe final del trabajo de tesis "Estudio de la pudrición de la raíz de la yuca, causada por Helico basidium purpureum, en el municipio de Sansare, Progreso", desarrollado por el estudiante PYRON LEONEL ESTRADA CHAMO.

El trabajo en mención cumple, según nuestro criterio, con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala; además, es un importante aporte para el pequeño y mediano agricultor dedicado al cultivo de la yuca en el municipio de Sansare.

Concluido el trabajo y efectuadas las revisiones y correcciones pertinentes, solicito a usted dar su aprobación para que pueda ser publicado.

Atentamente.



Dr. David Montemproso Salvatierra
Laboratorio Integral de Protección Agrícola
Centro de Producción "Labor Ovalle"

c.c. Arch.
DMS/bdr.

Guatemala, 3 de julio de 1985.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

Con el cumplimiento con los requisitos establecidos por la Universidad de San Carlos, para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el honor de presentar a consideración mi trabajo de tesis:

"ESTUDIO DE LA PUDRICION DE LA RAIZ DE LA YUCA
CAUSADA POR HELICOBASIDIUM PURPUREUM,
EN EL MUNICIPIO DE SANSARE EL PROGRESO

Esperando que el presente trabajo sea una contribución al desarrollo agrícola de Guatemala, especialmente en el cultivo de Yuca, y al mismo tiempo sea merecedor de vuestra aceptación.

Deferentemente,

BYRON LEONEL ESTRADA CHAMO

DEDICO ESTE ACTO

A: DIOS
MIS PADRES
ESPOSA E HIJOS
HERMANOS
FAMILIARES

DEDICO ESTA TESIS

A LA POBLACION AGRICULTORA SANSAREÑA, COMO UNA CONTRIBUCION A
SUBSANAR SUS PROBLEMAS PATOLÓGICOS DEL CULTIVO DE LA YUCA.

C O N T E N I D O

	PAGINA
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
OBJETIVOS.....	9
REVISION BIBLIOGRAFICA.....	10
MATERIALES Y METODOS.....	15
Descripción de los síntomas presentados en el campo.....	15
Area Experimental.....	15
Material Experimental.....	16
CONOCIMIENTO Y COMPROBACION DE LA IDENTIDAD DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD "PUDRICION DE LA YUCA".....	17
LABORATORIO.....	17
Desarrollo del patógeno en cultivo puro.....	17
Desarrollo del patógeno en tubérculos de yuca.....	18
CAMPO.....	20
Inoculación y desarrollo del patógeno en tejido vivo.....	20
Estimación del área afectada y pérdidas de producción por la pudrición de la raíz de la yuca en el Municipio de Sansare....	22
Ensayo sobre producción de áreas afectadas respecto a áreas no afectadas.....	25
RESULTADO Y DISCUSION.....	27
Síntomas presentados en el campo por la pudrición de la raíz de la yuca.....	27
LABORATORIO.....	30
Desarrollo del patógeno en cultivo puro.....	30
Características del hongo patógeno.....	32

	PAGINA
Desarrollo del patógeno en tubérculo de yuca.....	35
CAMPO.....	36
Inoculación y desarrollo del patógeno en tejido vivo.....	36
Estimación del área afectada y pérdida de producción por la enfermedad pudrición de la raíz de la yuca en el Municipio de Sansare.....	40
Porcentaje del área afectada en la región y tiempo aproxi- mado de existir.....	40
Producción de áreas afectadas con respecto a las áreas no afectadas.....	43
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS DE CONTROL.....	46
Conocimiento, Valoración y Preocupación por la Importancia del problema.....	46
Combate por erradicación.....	46
Rotación de cultivo.....	46
Erradicación de las plantas enfermas.....	47
Medidas sanitarias.....	47
Tratamiento químico.....	48
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	51
ANEXOS.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	55

R E S U M E N

El municipio de Sansare, dedicado al cultivo de la yuca sufre de la enfermedad que causa la pudrición de la raíz. El presente trabajo tratando de participar en la superación de este problema, se encaminó hacia: la identificación del patógeno, estimación del nivel de daño, y propuesta de algunas alternativas para su control.

El área de trabajo de la presente investigación lo delimita el municipio de Sansare y el laboratorio de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El material experimental se limitó a la planta de yuca en sus diferentes etapas de crecimiento.

Para lograr la identidad del agente causal, se trabajó en el laboratorio, utilizando como medio de cultivo: P.D.A. (papa en dos concentraciones 250 y 450 grs. por litro, Dextrosa y Agar), el V8. A. (Jugo V-8, Agar) y el Y.D.A. (yuca en dos concentraciones 250 y 450 grs. por litro, Dextrosa y Agar); agregándosele a cada uno de estos ácidos láctico en las concentraciones 5-10 y - hasta 15 gotas por litro. Se probó también con el desarrollo del patógeno en tubérculo de yuca, haciéndose necesario para esto la extracción del campo, transporte y preparación en el laboratorio de las yucas, las que se inocularon rayadas y sin rayar con micelio entrelasado del patógeno causal de la enfermedad; estas yucas fueron puestas en cámara húmeda en oscuridad y luz ambiente.

Para el trabajo de campo se tomaron muestras de el terreno La Lagunía, del cual se tomaron muestras debidamente confirmadas que no sufrían la incidencia de la enfermedad, preparadas 12 macetas con 12 plantas completas, puestas en áreas seguras dentro de la misma zona e inoculadas con micelio entrelazadas del agente causal

Se concluyó al final, que se trata de Rhizoctonia Crocorum (Mal Vinoso) o sea Helicobasidium Purpureum.

La estimación del área afectada se limita al municipio en general del cual se localizaron aldeas, prepararon nóminas de los agricultores productores de yuca de cada una de ellas, se ordenaron las nóminas, se calculó el tamaño de la muestra, se distribuyó dentro del número de aldeas y pueblo que componen el municipio; se seleccionaron los agricultores dentro de las aldeas y pueblo, con base en la tabla de números aleatorios y se realizó con esta base, la encuesta. De aquí se infirió que los porcentajes más altos de área afectada, respecto al área sembrada, lo tienen las localidades de Buena Vista con un 33.33%, Los Cedros y El Pino con un 24.14% y la Aldea Santa Bárbara con un 20%. Con respecto a las áreas menos afectadas tenemos a San Felipe La Tabla con un 5.12%, Posa Verde con un 6.84%, El Aguaje y Sansare con un 8.5%. Según los datos obtenidos, el porcentaje del área total afectada con respecto al área sembrada es de 13.36%.

Con respecto a la producción de áreas afectadas respecto a áreas no afectadas, se estableció con siete agricultores seleccionados al azar y utilizando con cada uno de ellos una muestra de 16 plantas, tanto para el área afectada, como para el área no afectada, con procesamiento de extracción del almidón igual para ambos casos. Los resultados de peso de producto obtenido de las 16 plantas buenas es de 12.12 libras y el de las 16 plantas afectadas 2.36 libras dándose una diferencia entre las medias de 9.75 libras, equivalente éste a un 80.45%.

Las alternativas para su control dependerán de la valoración y preocupación por la importancia del problema. Se consideró que el método de saneamiento o combate por erradicación, es el de mayor importancia, apoyándose en la

rotación de cultivos o incorporación de nuevas variedades resistentes.

I N T R O D U C C I O N

La yuca es uno de los cultivos que posee cualidades especiales en cuanto a su capacidad de adaptación a cualquier medio.

La yuca puede cultivarse en suelos muy infértiles, como extremadamente ácidos, en donde otros cultivos no pueden desarrollarse. La yuca en comparación con la mayoría de los cultivos productores de almidón, tiene la gran ventaja de tolerar la sequía, una vez establecida la yuca, no tiene períodos críticos, la que no le afecta, sino que solamente sus hojas se caen y la planta permanece en latencia. Al producirse las lluvias, la planta toma parte de las reservas contenidas en sus raíces, forma cobertura foliar y posteriormente transfiere nuevamente reservas a las raíces. En consecuencia es un cultivo para regiones en donde son irregulares las lluvias. (4, 14).

Otra ventaja en el cultivo de la yuca, es que no tiene período determinado para su cosecha. Hasta donde se conoce, la yuca crece indefinidamente y aumenta su rendimiento con el tiempo. Por lo tanto es ventajoso para los agricultores que pueden acomodar la cosecha a sus posibilidades y condiciones del mercado. (4)

En Guatemala no existe información sobre producción promedio por cuerda o por manzana, aparte de la facilitada empíricamente por los agricultores. Pero bajo condiciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (C.I.A.T.) Cali, Colombia, se pueden obtener rendimientos de más de 50 ton. por ha. por año. (14)

Estos resultados indican que el rendimiento potencial de la yuca es de 40-50 ton. por ha. Aún en suelos relativamente ácidos, con pocos insumos y sin riego.

Otras de las cualidades que le confieren ventajas a este cultivo, es su bajo requerimiento de labores culturales, resistencia a insectos y enfermedades.

La yuca se cultiva exitosamente en las zonas comprendidas entre los --
30° L.N. y los 30° L.S., desde el nivel del mar, hasta los 2,000 mts. (9),
tolera temperatura diaria crítica comprendida entre los 18 a 20 grados centí1
grados. A temperatura abajo de este nivel se reduce el crecimiento y los
rendimientos disminuyen rápidamente. (4)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población de este municipio está dedicada a las labores agrícolas y dentro de éstas, en exclusividad al cultivo de la yuca, considerado por todos, como su patrimonio. En la actualidad la mayoría de la población se queja de la incidencia de una enfermedad que causa la pudrición de la raíz de la yuca, problema que se acrecienta año con año. Al efectuarse entrevistas preliminares con algunos agricultores, se obtuvieron las siguientes respuestas:

1. ¿Qué tiempo tiene de tener el problema?

De esta pregunta nadie dió una respuesta que defina la fecha exacta, se concretaron a estimar que tienen aproximadamente 30 años, dato sin ninguna garantía.

2. ¿Qué han hecho para tratar de controlar la enfermedad?

Algunos agricultores en su afán de lucha, han tratado de encontrar alguna solución, efectuando tratamientos empíricos, sin encontrar a la fecha una solución. Entre los productos que han aplicado en forma separada mencionaron cal viva, ceniza de cocina, abono químico e insecticidas sin ninguna base técnica en la selección y dosificación, en cantidad limitada.

3. ¿Qué conocimiento tiene sobre el avance de la enfermedad en el área afectada?

En la actualidad, alguno de los terrenos pueden dedicarse únicamente al cultivo del maíz o zorgo, porque el cultivo de la yuca se ha imposibilitado por completo.

En otros casos sólo puede aprovecharse parte del terreno, por estar afectado el resto, lo que ha aumentado en los últimos años.

Es interesante mencionar que los agricultores en la zona de Sansare cosechan a los 18 meses (dos inviernos y un verano), de efectuada la siembra, pues la incidencia de la pudrición de la yuca, comienza a marcarse severamente de los 12 a los 18 meses de efectuada la siembra (segundo invierno).

En el caminamiento de algunos terrenos al igual que en las entrevistas, puede notarse el bajo nivel de tecnología, empleada dentro del programa de cultivo, así como en los medios de lucha para el control de la enfermedad. Una fuerte demanda de asistencia técnica se manifiesta para la solución del problema principal (pudrición seca de la raíz de la yuca) y se completa con la necesidad de adiestramiento sobre el manejo de fertilizantes para su cultivo.

La yuca es un cultivo perenne tropical, de ciclo largo, la cual los agricultores de bajos ingresos tradicionalmente lo han cultivado con bajos insumos en suelos poco fértiles. (14)

Se ha considerado como un cultivo resistente a enfermedades e insectos (9-10). Sin embargo, actualmente se tiene conocimiento de la existencia de enfermedades e insectos de importancia económica que pueden causar pérdidas de más del 50%, o aún causar pérdidas totales del cultivo. (8)

La investigación en el área patológica ha sido escasa. Se ha registrado aproximadamente 30 enfermedades de yuca inducidas por virus, micoplasmas, bacterias y hongos, de los cuales la información sobre la etiología del agente causal, como sobre la epidemiología es limitada. Sirve más para ilustrar la deficiencia de los conocimientos al respecto que para su control. (8)

El enfoque dado en el presente trabajo sobre el problema de la pudrición de la raíz de la yuca parte de tres puntos importantes:

1. Identificación del patógeno;
2. Estimación del nivel de daño en el municipio de Sansare; y
3. Presentación de algunas alternativas para su control, de acuerdo a la literatura revisada y proposición para su investigación.

O B J E T I V O S

1. GENERALES:

- 1.1 Estimar los daños que esta enfermedad ocasiona a los agricultores en el municipio de Sansare.
- 1.2 Resaltar el problema socioeconómico originado por la incidencia de la enfermedad pudrición de la raíz de la yuca.

2. ESPECIFICOS:

- 2.1 Lograr establecer la identidad del patógeno causal de la enfermedad "Pudrición de la raíz de la Yuca" en la zona de Sansare.
- 2.2 Estimar la pérdida que ocasiona la "Pudrición de la raíz de la Yuca" en la zona de Sansare.
- 2.3 Establecer las características de la enfermedad, para proponer alternativas de control que convengan al agricultor, con respecto a su condición económico y al medio ecológico de la zona.

REVISION BIBLIOGRAFICA

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS HONGOS:

Los hongos carecen de clorofila, y por lo tanto deben obtener sus nutrientes ya elaborados. La pared celular de los hongos está formada por quitina, celulosa, o ambas, permitiéndoles un alto grado de interacción con el substrato.

En el caso de los hongos fitopatógenos, esto tiene gran importancia, tanto para la absorción de nutrientes como para la secreción de enzimas o metabolitos. A diferencia de los núcleos de las plantas superiores, los de los hongos son haploides durante la mayor parte del ciclo vegetativo. (5)

La mayoría de los hongos fitopatógenos tienen estructuras poco conspicuas. Por lo general, el micelio se extiende dentro de los tejidos del hospedante y no es posible observarlo a simple vista. A la superficie, corrientemente, solo afloran las estructuras reproductivas, y éstas son microscópicas o difícilmente visibles a simple vista.

La gran diversidad de hongos, así como su importancia fitopatológica, justifica una revisión de sus principales subdivisiones taxonómicas. Dentro de los hongos verdaderos, hay tres clases cuyo lugar en la sistemática no presentan mucha controversia: los Ficomicetos, los Ascomicetos y los Basidiomicetos. Hay una cuarta clase, los hongos imperfectos que no son reconocidos como tales, pero que si se aceptan en fitopatología. (5)

CLASE FICOMICETOS:

La característica principal de los ficomicetos es la de tener un micelio cenocítico, es decir, sin paredes transversales o septas, el micelio es un tubo, generalmente ramificado, lleno de protoplasma. Otra característica de los

ficomicetos es la reproducción de esporangios, estructuras de reproducción -- asexual que se forman sobre los esporangióforos. Los esporangios pueden germinar directamente, mediante la producción de un tubo germinativo, o indirectamente, produciendo un número variable de esporas, llamadas zoosporas cuando son flageladas y esporangiosporas cuando no poseen flagelos. (5)

CLASE ASCOMICETOS:

Las características más sobresalientes de la Clase Ascomicetos son:

- a. Micelio septado, es decir, formado por hifas con paredes transversales.
- b. Esporas (ascosporas) producidas en sacos llamadas ascas, generalmente en número de ocho en cada asca. (5)

Los Ascomicetos se clasifican en base a la presencia o ausencia de ascocarpos y a la forma de los ascocarpos. El ascocarpo es el cuerpo fructífero dentro del cual se forman las ascas. La mayoría de los Ascomicetos producen las ascas en apotecios, peritecios o cleistotecios. Los peritecios son ascocarpos semicerrados en forma de frasco, con una apertura llamada ostiolo; a menudo se encuentran embebidos en un estroma. Los cleistotecios son ascocarpos cerrados, que se -- abren cuando están maduros.

Hay un pequeño grupo de Ascomicetos que no producen ascocarpos, las ascas aparecen enteramente libres (levaduras), o formando una capa o camada llamada himenio, sobre la epidermis del hospedante.

Además de las ascas, la mayoría de los Ascomicetos producen conidióforos y conidios iguales a los que producen los Hongos imperfectos. Esta es la fase asexual. Bajo ciertas condiciones, un Ascomiceto puede producir solamente

conidios o conidioforos, lo cual hace difícil su clasificación. (5)

CLASE DE HONGOS IMPERFECTOS (DEUTEROMICETOS):

En ésta clase se agrupan todos los hongos cuya fase sexual no se conoce. La mayoría de los Hongos Imperfectos son similares a los estados conidiales de los Ascomicetos, de manera que se pueden considerar como Ascomicetos cuya fase sexual se ha perdido en el proceso evolutivo, o existe pero aún no se ha descubierto. Solamente en muy pocos casos es aparente que la forma sexual, de encontrarse, correspondería a los Basidiomicetos. A menudo ocurre que un mismo hongo ha sido descrito en un sitio como perteneciente a los Hongos Imperfectos, mientras que en otros ha sido descrito la forma perfecta como perteneciente a los Ascomicetos.

El micelio de los Hongos Imperfectos es septado y ramificado, a excepción de las levaduras, que están constituidas por células sueltas o en cadenas cortas. Las células por lo general tienen varios núcleos. Un gran número de las enfermedades de las plantas son causadas por Hongos Imperfectos; de ahí que este grupo sea de gran interés para los fitopatólogos, si bien los micólogos no le dan mucha importancia. Los Hongos Imperfectos se dividen en cuatro órdenes según el tipo de estructura en la que se producen los conidios:

Sphaeropsidales, Melanconiales, Moniliales y Micelia Sterilia. (5)

CLASE BASIDIOMICETOS:

Las características principales de los Basidiomicetos son entre otros - los siguientes:

- a. Micelio septado y ramificado, similar al de los Ascomicetos predominando la fase dicariótica (dos núcleos haploides por célula). En algunos grupos las hifas forman haces gruesos llamados rizomorfos.

- b. Los hongos de este grupo producen en alguna etapa de su ciclo de vida estructuras llamadas basidios, que tienen forma elongada y sobre los cuales aparecen cuatro basidiosporas. Los basidios pueden consistir de una sola célula o de cuatro.

En esta clase se encuentran las especies más diversas y más evolucionadas de los hongos. Hay cuatro órdenes de importancia fitopatológica: Ustiliginales, Uredinales, Agaricales y Poliporales. (5)

ENFERMEDADES PROVOCADAS POR BASIDIOMICETOS:

Los Basidiomicetos comprenden un grupo muy variado de hongos, que incluye entre ellos los carbones, las royas y la mayoría de los hongos carnosos. Una estructura normal entre los miembros de esta clase es el basidio. Se trata de un órgano tubular o en forma de masa, típico, que da lugar a la formación exógena de cuatro basidiosporas. La clase se divide en dos subclases, los heterobasidiomicetos y los homobasidiomicetos. En el primer grupo se incluyen los carbones y las royas; en el último se encuentran incluidos las fases perfectas de los hongos del grupo RHIZOCTONIA y esencialmente todos los hongos que provocan de descomposición de la madera. (15)

A finales del siglo XVIII, los micólogos europeos descubrieron un hongo parásito del azafrán, Crocus Sativus L., que llamaba la atención por la presencia de los esclerocios típicos de éste sobre la planta huésped. En 1801, Persoon, considerando a este hongo como una forma estéril, lo clasificó en el género Sclerotium. De Candolle, en 1815, creó el género Rhizoctonia Crocorum (pers) DC. a la especie parásita del azafrán, y asignando a las especies afines sobre alfalfa y manzano los nombres de R. medicaginis DC. y R. mali DC., respectivamente. Los Tulasne publicaron 1862, el primer --- estudio morfológi-

co extenso sobre este género, y consideraron que las formas parásitas sobre azafrán y alfalfa pertenecían a la misma especie. La enfermedad descrita por los investigadores citados es la conocida actualmente con el nombre de "mal vinoso", y que se presenta sobre numerosas especies vegetales, en regiones - del globo muy separadas entre si, reconociéndose fácilmente por sus síntomas característicos. (15)

Dugar y los primeros investigadores no lograron cultivar el hongo en medios artificiales. Diehl, en 1916 fue el primero en afirmar haberlo conseguido, mediante el empleo de un medio al agar, que contenía únicamente sacarosa y fosfato bipotásico, en el que el hongo se desarrolla aunque muy lentamente.

En 1917 Van der Lek consiguió cultivarlo en agar maltosa. Budding y Wakefield demostraron en 1924, que este hongo, en caso de estar libre por completo de contaminaciones de otros hongos y bacterias puede cultivarse en una amplia gama de medios artificiales. (15). Estos investigadores descubrieron que la fase basidial se presenta únicamente en un período muy limitado de la primavera, al menos en Inglaterra, época en que se encuentra presente con mucha frecuencia recubriendo la superficie basal cercana al suelo de numerosas plantas herbáceas. El himenio es de coloración púrpura o violeta. El basidio es hialino y hasta el momento en que aparece la tabicación, su ápice vegetativo se va curvando gradualmente. Los esterigmas que nacen de cada célula (de dos a cuatro) varían en longitud de 10 a 35 micras y presentan en sus ápices basidiosporas hialinas, ovales, elípticas, oblongas, o arriñonadas (10 a 12 por 6 a 7 micras). Buddin y Wakefiel citan la existencia de conidios en cultivos puros. (15)

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCION DE LOS SINTOMAS PRESENTADOS EN EL CAMPO:

Para lograr este propósito fueron necesarios recorrer en los diversos campos ya señalados como problema. Lo cual se facilitó dado a que el autor es originario y vecino de este municipio. Fueron tomadas las muestras, -- aisladas cada una respecto a su origen, descritas las características sintomatológicas de cada una para su relación y llevadas al laboratorio de la Facultad de Agronomía; sumándose a esto las entrevistas con los agricultores afectados de las diferentes zonas de la región para la ampliación y detalles del mismo.

AREA EXPERIMENTAL:

El presente trabajo se realizó en dos áreas: campo y laboratorio. Lo correspondiente al campo, se desarrolló en los terrenos La Lagunía, El Chico y otros, del municipio de Sansare en el departamento de El Progreso, ubicado a 70 Kms. al nororiente de Guatemala, que presenta las siguientes características: extensión aproximada de 118 Kms. cuadrados, topografía quebrada, altura sobre el nivel del mar 800 metros, 14 grados 44 minutos, 48 segundos latitud norte, de 90 grados, 06 minutos, 54 segundos de longitud oeste, clima cálido con invierno seco, promedio de lluvias en la última década (1970-1980) de 763.2 mm por año, con una media de 50 días de lluvia al año. (6)

Lo correspondiente al trabajo de laboratorio se realizó en el laboratorio de Parasitología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

MATERIAL EXPERIMENTAL:

El material experimental lo constituyó la planta de yuca (Manihot esculenta) en proceso de crecimiento, hasta el momento de cosecha. Las variedades utilizadas fueron las existentes en la región y que se usan en forma predominante: Papa, Chilca y Cohollo triste.

CONOCIMIENTO Y COMPROBACION DE LA IDENTIDAD DEL AGENTE CAUSAL
DE LA ENFERMEDAD "PUDRICION DE LA YUCA"

1. LABORATORIO:

1.1 DESARROLLO DEL PATOGENO EN CULTIVO PURO:

Los medios de cultivo utilizados fueron tres diferentes: P.D.A., Y.D.A. y V8A. Los tres medios de cultivo sufrieron algunas variaciones respecto a la fórmula inicial de su composición, las cuales se fueron formulando conforme se desarrollaba el trabajo de laboratorio. El primer medio de cultivo a utilizarse fue el P.D.A. cuya composición es la siguiente:

	<u>Fórmula Original</u>	<u>1o. Fórmula Variada</u>	<u>2o. Fórmula Variada</u>
a) P.D.A.			
Papa	250 grs.	250 grs.	450 grs.
Dextrosa	15 grs.	15 grs.	15 grs.
Agar	20 grs.	20 grs.	20 grs.
Acido Láctico	5 gts.	10 gts.	10 gts.

De este medio de cultivo se hizo dos variantes respecto a la concentración de ácido láctico y papa, aumentándose de 5 a 10 gotas y de 250 a 450 grms. respectivamente. Estas variantes se utilizaron como una segunda y tercera variante del primer medio de cultivo.

	<u>Fórmula Original</u>	<u>Fórmula Variada</u>
b) V8.A		
V8.	200 cc.	200 cc.
Agar	15 grs.	20 grs.
Acido Láctico	5 gts.	5 gts.

La variante de éste medio de cultivo fue el aumento de Agar de 15 gramos a 20 gramos, dando lugar a utilizar una sola variante.

	<u>Fórmula Original</u>	<u>1o. Fórmula Variada</u>	<u>2o. Fórmula Variada</u>
c) Y.D.A. Yuca	250 grs.	450 grs.	450 grs.
Dextrosa	15 grs.	15 grs.	15 grs.
Agar	20 grs.	20 grs.	20 grs.
Acido Láctico	5 gts.	10 gts.	15 gts.

Después de probado el medio original, se utilizó la primera variante aumentando la yuca de 250 a 450 gramos y el Ácido Láctico de 5 a 10 gotas. Una variante más fue la de aumentar la concentración del Acido Láctico de 10 a 15 gotas.

Es conveniente indicar que lo anterior fue utilizado para un litro de volumen de medio de cultivo, utilizando en el caso de la yuca, la raíz.

1.2 DESARROLLO DEL PATOGENO EN TUBERCULOS DE YUCA:

Uno de los objetivos principales del ensayo, era visualizar el desarrollo de patógeno en el laboratorio, en su propio medio de cultivo sin variantes, calculando que el tubérculo puede pasar aproximadamente una semana sin mayor deterioro. Para lograr esto se seleccionaron las matas de yuca al azar, las que se arrancaron con un especial cuidado para obtener de ellas las doce yucas (raíces) que se necesitaban y que debían llenar los siguientes requisitos:

-Ser yucas (raíces) enteras.

-No tener ningún daño mecánico en el momento de arrancarlas.

- Que todas fueran de similar tamaño
- De una misma variedad (variedad utilizada: Papa).
- Cultivarlas en una zona de la que se tenía la plena seguridad que estaba libre del patógeno en cuestión.

Después de seleccionadas, las yucas (raíces) fueron trasladadas al laboratorio bajo un sistema de protección que permitiera evitar la contaminación en el transporte. Luego de ésto se siguieron los pasos del laboratorio:

- Lavado de las yucas en una solución de Hipoclorito de Sodio al 1%, (inmersión en la solución aproximadamente 60 segundos).
- Lavado con agua esterilizada para eliminar el Hipoclorito de Sodio.

-Inoculación del patógeno en la siguiente forma:

Dos yucas fueron rayadas y luego inoculadas.

Dos yucas fueron inoculadas sin rayar.

Estas cuatro yucas fueron inoculadas con micelio tomado del basidiocarpo, (forma de fieltro miceliar) el que se cortó en trocititos pequeños y se mezcló con agua destilada.

Dos yucas fueron inoculadas en seco y sin rayar

Los tres medios se protegieron con bolsas de plástico de 50 libras (cámara húmeda) para evitar la contaminación.

Un juego, formado por dos yucas, fue puesto en la luz del medio ambiente y el otro en la oscuridad. El tiempo previsto para ver los resultados fue una semana.

2. CAMPO:

2.1 INOCULACION Y DESARROLLO DEL PATOGENO EN TEJIDO VIVO:

Todo el material vegetativo utilizado en éste ensayo se tomó del terreno "La Lagunía" ubicada en la aldea Los Cerritos Sansare. Para realizarlo, fue necesario revisar el terreno, al mismo tiempo que su historial, para confirmar que el terreno no había presentado éste problema patológico anteriormente. Con ésta seguridad se trató de construir el ensayo, igualando en lo posible las condiciones de campo en las que se desarrolla la enfermedad causa de nuestro estudio, principalmente clima, suelo y humedad, para que el ambiente fuera óptimo para la producción del patógeno y con la misma intensidad que en el campo. El procedimiento seguido fue el siguiente:

- a. Toma de tierra de la misma en donde se desarrolla el cultivo.
- b. Esterilización de la tierra con Bromulo de Metílo.
- c. Se tomaron doce sacos plásticos, grandes, limpios (nuevos).
- d. Se llenaron con la tierra ya desinfectada agregándoseles a cada saco cuatro onzas de fertilizantes 15 - 15 - 15 en forma de maceta.
- e. Se seleccionaron doce plantas al azar. Estas plantas ya tenían un desarrollo de seis meses de vida, sus raíces ya tenían cierto grueso.
- f. Se trasplantaron las doce plantas a los sacos, con especial cuidado de no dañar la raíz.
- g. Se dejaron una semana las macetas, haciéndole sus riegos respectivos para su restablecimiento.
- h. Se efectuó la inoculación del patógeno confirmada la viabilidad

de la planta de la siguiente forma:

h.1. Se seleccionaron fracciones de basidiocarpo.

h.2. Se preparó, remojando pequeños trocitos en agua esterilizada.

h.3. Se inocularon las macetas con la mezcla Agua-Basidiocarpo de la siguiente forma:

-4 plantas fueron rayadas sus raíces y humedecidas con la mezcla inoculante.

-4 plantas fueron humedecidas sus raíces sin rayar con la mezcla inoculante; todo en forma de riego.

-4 plantas se dejaron de testigo.

Para efectuar ésta aplicación, se descubrieron y cubrieron las raíces con especial cuidado para no atrofiar el normal desarrollo de la planta.

h.4. Identificación indeleble de las macetas para su lectura posterior.

i. El ensayo así establecido fue expuesto a las mismas condiciones ambientales, para no dar lugar a ningún cambio en el normal desarrollo de la planta y del patógeno.

j. Las lecturas se efectuaron a los 12, 15, 18 meses después de la inoculación.

ESTIMACION DEL AREA AFECTADA Y PERDIDAS DE PRODUCCION POR LA
PUDRICION DE LA RAIZ DE LA YUCA EN EL MUNICIPIO DE SANSARE:

El área afectada por la enfermedad aumenta constantemente ¿En qué porcentaje anual?, ¿Con qué intensidad?. Se desconoce.

Para lograr dar una estimación del problema a nivel de porcentaje de área contaminada, tiempo de existir y porcentaje de las pérdidas de producción tanto en yuca como en almidón por cuerda de 30 x 30 varas, fue necesario realizar las actividades siguientes:

1. Localización de las aldeas y preparación de nóminas de agricultores-productores de yuca por cada una de ellas, con el nombre completo y número de clasificación o código.
2. Ordenamiento de las nóminas en función del número de agricultores por aldea, y la muestra aleatoria acumulando ambos datos. Cuadro No. 1
3. Con base en la información contenida en el cuadro No. 1 se procedió al cálculo del tamaño de la muestra, utilizando para el efecto la fórmula siguiente (13):

$$n = \frac{N}{N (d^2) + 1}$$

$$n = \frac{853}{853 (0.1)^2 + 1}$$

$$n = 89.5$$

$$n = 90$$

n = Tamaño de la muestra

N = Población (No. agricultores)

d^2 = Grado de precisión deseado
(se uso el 0.1 que es igual
90% de precisión).

CUADRO No. 1

No. DE AGRICULTORES - PRODUCTORES DE YUCA POR PUEBLO Y ALDEA

MUESTRA ALEATORIA POR LOCALIDAD Y ACUMULADA

	Pueblo y Aldea	No. de Agricultores	Sumatoria Acumulada	Muestra Aleatoria	Sumatoria Acumulada
1.	Sansare	220	220	26	26
2.	Posa Verde	168	388	5	31
3.	Los Cerritos	150	538	11	42
4.	La Trinidad	38	576	8	50
5.	R. Grande Abajo	36	612	5	55
6.	S. I. Quebrada G.	35	647	4	59
7.	Buena Vista	35	682	2	61
8.	Montañita	32	714	7	68
9.	R. Grande Arriba	30	744	5	73
10.	S.F. La Tabla	27	771	4	77
11.	El Aguaje	22	793	5	82
12.	Las Cabezas	20	813	4	86
13.	El Pino	19	832	3	89
14.	Santa Bárbara	13	845	1	90
15.	El Cesteadero	8	853	0	90

4. Con base en el tamaño de la muestra aleatoria que fue de 90 observaciones, se efectuó la distribución dentro del número de aldeas que componen el municipio, utilizando para ello una tabla de números aleatorios. (7)
5. La selección de los agricultores dentro de las aldeas se efectuó en igualdad de condiciones que las aldeas utilizando para el efecto la tabla de números aleatorios. (7)
6. Para la realización de la encuesta por muestreo, se pasó un cuestionario a los agricultores seleccionados. (Anexo 1).

ENSAYO SOBRE PRODUCCION DE AREAS AFECTADAS RESPECTO A AREAS NO AFECTADAS

El propósito de este ensayo es obtener un dato representativo de pérdidas de producción en yuca y almidón a causa del patógeno causante de la pudrición seca de la raíz de la yuca. Para ésto se tomó como muestra 16 matas de yuca, las cuales están sembradas aproximadamente a una vara de distancia al cuadro, bajo el procedimiento siguiente:

1. En base a la nómina de agricultores que fueron seleccionados al azar los terrenos que poseen áreas afectadas y no afectadas correspondiendo a los agricultores que se indican en el cuadro número 2.
2. Se delimitó dentro de los terrenos afectados las áreas a muestrearse. La comparación se efectuó en áreas comprobadamente afectadas y áreas no afectadas, con la garantía expresamente manifestada por los agricultores propietarios.
3. Con los siete agricultores seleccionados se cambio impresiones con el objeto de estandarizar el procedimiento a utilizarse y que serviría para la obtención del producto principal, utilizando para el efecto el siguiente procedimiento:
 - 3.1 Arrancado de las 16 matas, con madurez óptima para su cosecha, pidiendo no dejar ninguna yuca enterrada.
 - 3.2 Transporte de la muestra hacia los molinos.
 - 3.3 Pelado de la yuca a mano.
 - 3.4 Molido de la yuca (usando raspadores accionados por motor).
 - 3.5 Colado de la masa en mantas y agua.
 - 3.6 Decantación del almidón en los recipientes en donde fue colado.
 - 3.7 Secado del almidón al sol y sobre tapexcos.

La unidad de medida de superficie utilizada en el municipio de Sansare, es la cuerda de 30 x 30 varas, lo que hace un área de 900 varas cuadradas. La distancia comúnmente utilizada para la siembra es una vara al cuadro, esto quiere decir un número aproximado de 900 plantas por cuerda.

RESULTADOS Y DISCUSION

SINTOMAS PRESENTADOS EN EL CAMPO POR LA PUDRICION DE LA RAZ DE LA YUCA

Al tratar de establecer las diferencias entre la parte aérea de una planta sana y una planta enferma en las primeras etapas de desarrollo del patógeno, no es posible localizarlas. Esto es posible cuando la planta ha sufrido el ataque y se encuentra mostrando clorosis en las hojas, marchitamiento y en algunas veces la caída de las plantas por destrucción total de sus raíces. El tallo no sufre ningún daño, guardando su viabilidad y produciendo raíces secundarias en algunos casos. Por todo esto, se puede afirmar que esta planta no muestra síntomas aéreos, para detectar si se encuentra o no atacada por esta enfermedad.

El punto de contaminación puede darse en cualquier parte de la raíz o sección subterránea de la planta. Las formaciones del micelio y aglomerados en forma de rizomorfos pueden ser visibles a simple vista. Comienza con coloraciones pardo claro, hasta alcanzar un pardo oscuro, color característico de un desarrollo vegetativo patológico avanzado. Las primeras formaciones tienen un desplazamiento desordenado en las zonas subterráneas de la planta. El recubrimiento de la raíz por las formaciones rizomórficas del patógeno llega a ser completo, siendo estas características típicas de un problema - avanzado.

En algunos corros de las parcelas, puede verse en la parte basal de la planta, formaciones de micelio entrelazado en forma de fieltro y conocido como basidiocarpo. Este basidiocarpo solo tiene su formación en el tallo dentro de los primeros centímetros de la parte aérea y subterránea de la planta, las partes del tallo y raíz recubiertas por este basidiocarpo no sufren ninguna alteración, desprendiendo fácilmente este tipo de aglomeración miceliar.

Las tonalidades de color de éste tienen variaciones del café claro al café oscuro, café cenizo o café lila, dependiendo de la humedad, el tipo de terreno y la altura del terreno. Las coloraciones café lila, se dan predominantemente en los terrenos húmedos y bajos; el café cenizo en los terrenos altos y más secos, (tierras con menor capacidad de retención de humedad.)

En los terrenos con mayor tiempo de contaminación por esta enfermedad, es fácil encontrar formaciones de basidiocarpo adherido no solo a desechos vegetales de yuca, sino a cualquier otro arbusto vivo o material inerte como troncos secos o piedras.

Si se hacen observaciones detenidas del desplazamiento del rizomorfo, en el lado interior de la corteza de la yuca, se van a encontrar pústulas necróticas en cadena de un tamaño aproximado de 2 milímetros de diámetro.

Generalmente, las formaciones de estas pústulas necróticas (esclerocios) se encuentran solo en rizomorfos con cierto grado de madurez. El avance en el desarrollo necrótico viene a culminar en el desprendimiento de la corteza de la raíz y la pudrición seca total de ésta.

Al seguir una secuencia en el desarrollo de la planta, a lo largo de su ciclo de vida y enmarcar dentro de éste, el momento en el que éste fitopatógeno alcanza su mayor grado de desarrollo se encuentran dos etapas: La primera de desarrollo vegetativo de la planta que dura un año y la segunda de almacenamiento que dura aproximadamente seis meses. Durante el primer año de vida de la planta (primera etapa) no se va encontrar ninguna señal de desarrollo del patógeno en la parte aérea de la planta, pero si en la subterránea. Al observar la segunda etapa o sea el período cuando la planta concentra su mayor esfuerzo en el almacenamiento de carbohidratos, encontramos que es la

etapa susceptible para el desarrollo del patógeno en la forma ya descrita.

Esta etapa, coincide con la segunda estación de invierno que vive la planta, comprendida entre el mes de mayo a noviembre. Muchos agricultores, se apresuran a cosechar, las zonas afectadas, en el mes de agosto y septiembre, para obtener no toda la producción pero sí una buena parte de ella, - porque si esperan para el mes de noviembre, que es el óptimo para la cosecha, la raíz se ha podrido por completo. Este es el panorama que se presenta para toda plantación que sufre los efectos dañinos de esta enfermedad.

CONOCIMIENTO Y COMPROBACION DE LA IDENTIDAD DEL AGENTE CAUSAL
DE LA ENFERMEDAD "PUDRICION DE LA YUCA"

1. LABORATORIO:

1.1 DESARROLLO DEL PATOGENO EN CULTIVO PURO:

1.1.1 EN EL MEDIO DE CULTIVO PDA:

Este es un medio de cultivo comúnmente utilizado para el desarrollo de hongos in-vitro y fue el punto de partida para este trabajo. Las modificaciones hechas a la fórmula, fueron tres y con las que no se logró obtener ningún resultado positivo.

En este medio de cultivo el patógeno no mostró ningún tipo de desarrollo. Los trocitos de basidiocarpo (miselio entrelasado) utilizados como inóculo permanecieron iguales y no hubo reproducción alguna.

1.1.2 EN EL MEDIO DE CULTIVO V8.A.

Dentro de este medio, se conjugó siempre una variante a consecuencia de no haber logrado un efecto positivo en el primer intento, tanto dentro de la primera forma de composición como en la variante. Se hizo cinco repeticiones, expuestas todas en la misma incubadora y a la misma temperatura, sin lograr germinación en ninguno de los intentos.

1.1.3 EN EL MEDIO DE CULTIVO YDA:

Los resultados obtenidos en este medio fueron mejorando conforme se fue aumentando la concentración de los gramos de -yuca y las gotas de ácido láctico por litro; pudo notarse

claramente que: cuando la concentración fue de 250 gramos de yuca y cinco gotas de ácido láctico, el desarrollo miceliar del patógeno no fue muy acelerado y robusto, sino todo lo contrario, muy lento y con mucha contaminación por bacteria, perdiéndose el cultivo a lo largo de los días. Diferente fue cuando se cambió la concentración de yuca a 450 gramos de yuca y diez gotas de ácido láctico. En esta segunda variación, el patógeno mostró un mejor desarrollo en cuanto a lo robusto y acelerado, manifestándose un crecimiento violento tanto vertical, como horizontal en la caja de petri. En algunas de las cajas que contenían esta composición todavía se presentó contaminación por bacteria aunque fue en menor escala, lográndose algunos que no se contaminaron. Al efectuar las lecturas de la segunda variante o sea 450 gramos de yuca y 15 gotas de ácido láctico, hubo desarrollo del patógeno pero muy poco vigoroso, mostrándonos esto, que el mejor medio de los tres compuestos a base de yuca, fue el de 450 gramos y 10 gotas de ácido láctico.

La temperatura a la que se incubó fue la misma utilizada en el medio de P.D.A. o sea de 25° a 30° centígrados. El micelio en su primera etapa de desarrollo dentro de la caja de petri fue hialino, tornándose a una coloración pardoscura conforme fue envejeciendo. Para lograr una mejor conservación se trasladó a un tubo de ensayo, en el que se dejó aproximadamente tres meses, al cabo del cual solo tomó una coloración mas vinoso, y el tejido miceliar se estrechó entrelazándose aún más,

conforme fue envejeciendo. Durante este tiempo se hizo una serie de montajes para ver si se había logrado una esporulación, pero esto no fue posible. Se confirmó por las características del micelio, el desarrollo de sus ramificaciones en ángulo recto y los tabiques a la misma distancia del punto de inserción, estimándose que se trataba de Rhizoctonia crocorum (mal vinoso) o sea Helicobasidium purpureum.

CARACTERISTICAS DEL HONGO PATOGENO:

Debido a lo difícil de cultivar este patógeno invitro y lo poco que se logró desarrollar, nos limitamos únicamente a la descripción de las características de la etapa de desarrollo miceliar, ya que éste no esporuló posiblemente por no tener los cambios de temperatura y humedad óptimos para cerrar su ciclo de vida. Pero, comparando estas características miceliares, con las muestras de tejido patógeno traído del campo, donde se ha sufrido de este problema, se establece que son las mismas. Como una amplitud de estas características el micelio del patógeno que cubre la superficie de las yucas y la base de algunas plantas, es de un color que varía a café oscuro, dependiendo del lugar de donde provenga, profundidad y avance (vejez) en su desarrollo o infección.

El espeso fieltro, forma rizomorfos que al desprenderlos de la superficie de las yucas, pueden observarse en algunos casos, papilas muy próximas entre sí, y de un color mas oscuro que el micelio, dando una tonalidad de café quemado.

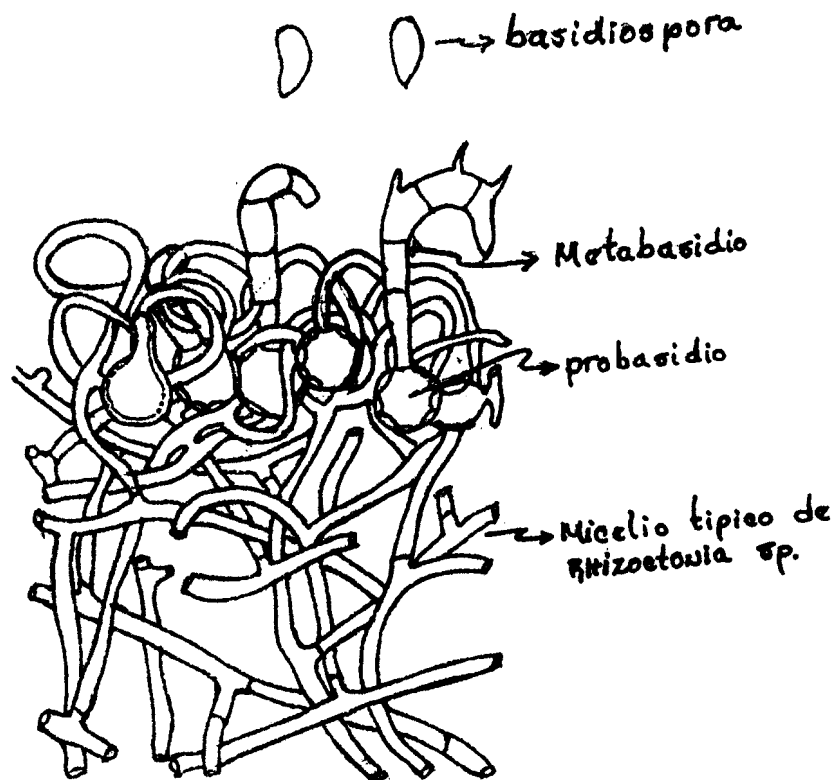
De todas las muestras traídas se buscó basidios y no fue posible en contrarlos. Esta circunstancia permitió tomar la decisión, de dejar

una buena parte de este tejido miceliar, que estaba adherido y recubriendo la parte basal de una planta de yuca en la intemperie, sufriendo los efectos del medio ambiente, sobre una superficie de cemento de tres a cuatro meses aproximadamente. Después de ese tiempo el basidiocarpio tomó una coloración mas oscura (café intenso) con tonalidades hacia un café cenizo. Al tomar muestras para hacer montajes para el microscopio de las partes -- cenizas y de las más próximas a la superficie del basidiocarpio se encontró probasidios en forma elíptica o arriñonadas, algunas tabicadas y otras en proceso de germinación, hasta que se encontró el helicobasidio de conformación total; con esta información, podemos decir que el hongo presenta las siguientes características generales:

- a. Parásito subterráneo;
- b. Basidiocarpio café, esponjoso y lanoso;
- c. Provoca pudrición seca violacea;
- d. Micelio típico de Rhizoctonia que se entrelaza al madurar y dentro del cual existen abundantes probasidios y unos cuantos --- Helicobasidios (Fig. No. 1)

De manera que, de acuerdo a las características encontradas en las muestras obtenidas y enumeradas en el párrafo anterior, se estableció que aunque muy parecido en sus manifestaciones, el patógeno cultivado corresponde al hongo Helicobasidiun perpureum, agente productor de la enfermedad llamada "mal vinoso".

FIGURA No. 1



Dibujo preparado en una muestra al microscopio de la Facultad de Agronomía y corregido en base al texto de Ainsworth, Sparrow y Sussman. (1)

1.2 DESARROLLO DEL PATOGENO EN TUBERCULOS DE YUCA:

Dado lo difícil de desarrollar el patógeno en medio artificial, se pensó en crearle uno que fuera similar, razón por lo que se le brindó un alimento selecto y una temperatura ambiente. Las únicas variantes respecto a su nicho ecológico fueron la claridad (sol y oscuridad total), temperatura y altura sobre el nivel del mar por operarse esto en el laboratorio. Uno de los objetivos era tener la posibilidad de apreciar el desarrollo del patógeno, observando cual era su mejor medio de infección inicial, si donde hay daño mecánico o no, para la formación de sus primeras hifas.

Los resultados no fueron los esperados ya que las yucas permanecieron tal como se dejaron; las lecturas se hicieron cada dos días a lo largo de seis días, culminando el ensayo con la descomposición de la yuca sin lograr el desarrollo del patógeno, tanto para las que estaban expuestas a luz como las que estuvieron a oscuridad total.

ANALISIS:

Se manifestó en el ensayo que la demanda del patógeno hacia un medio ambiente específico en lo que respecta a alimento, temperatura, luz y humedad, no fue el adecuado al no dar ninguna respuesta ni señal de desarrollo. Es importante indicar que este hongo alcanza su más acelerado desarrollo en el período comprendido del mes de agosto hasta noviembre, conjugando con la edad de la planta que va de los 15 a 18 meses respectivamente, y cuando la humedad del medio ambiente y suelo son los más altos y la temperatura se mantiene. Estos son los últimos tres meses de vida de la planta para ser la

etapa de almacenamiento y en la que queda lista para su cosecha y cuando es severamente atacada por el patógeno.

2. CAMPO:

2.1 INOCULACION Y DESARROLLO DEL PATOGENO EN TEJIDO VIVO:

Las lecturas efectuadas fueron tres, las cuales se conjugaron con las etapas críticas de la planta, por estar la primera de éstas, cuando la planta cumplía un año de sembrada y en la que había transcurrido un invierno y un verano, es decir que la planta estaba lista para almacenar almidón en sus raíces. El desarrollo de su follaje estaba completo y sus raíces listas, de buen largo, solo para engrosar. La segunda etapa crítica, según este ensayo, es cuando ya han pasado tres meses del segundo invierno y supuestamente la planta ha alcanzado la mitad de su almacenamiento; la tercera etapa crítica - termina cuando el invierno está finalizando o sea en el sexto mes de invierno, a la altura del mes de noviembre, en esta fecha la humedad comienza a disminuir y la planta sufre un notorio cambio que es cuando entra en su segundo reposo.

2.1.1. PRIMERA LECTURA: (seis meses después de la inoculación)

En este momento las raíces tienen almidón, pero están muy delgadas, se encuentran en un ambiente completamente seco, al tener seis meses aproximadamente de no recibir ninguna lluvia ni riego. El inóculo utilizado no había sufrido cambio, se encontraba apareado a las raíces, y sin operar - ningún desarrollo ni daño a las raíces.

2.1.2 SEGUNDA LECTURA: (nueve meses después de la inoculación)

A esta fecha había transcurrido tres meses de invierno, con lluvias aisladas, pero que habían logrado bajar la humedad en el suelo. Las macetas en este caso se les completó la humedad con riego, por sufrir resecamiento rápido, como consecuencia del poco volumen de tierra y estar expuestas a la evaporación. En estas plantas el desarrollo del patógeno había sido bajo, pues solo dos yucas de dos de las plantas rayadas en su inoculación mostraron infección, de muy poca amplitud, por cubrir solamente la mitad del área de la raíz, por el fieltro micelial del patógeno.

Las otras dos plantas correspondientes a este mismo grupo, no presentaron ninguna manifestación de contaminación.

En lo correspondiente al grupo que no fue rayado para su inoculación, solamente en una yuca, de una de las cuatro plantas se desarrolló el patógeno. La amplitud de cobertura micelial fue menor de lo que alcanzó en el grupo de las matas de yuca rayada, aún cuando es ésta, la época crítica o de mayor incidencia del patógeno, en el medio ambiente del municipio de Sansare.

2.1.3 TERCERA LECTURA: (doce meses después de la inoculación)

La variante entre la lectura anterior y ésta fue mínima, pues solo aumentó la infección de las raíces ya afectadas. Las macetas que estaban limpias en la primera y segunda lectura continuaba así:

La diferencia manifestada en esta tercera lectura, fue que las dos plantas rayadas en su inoculación y que estaban contaminadas, el patógeno había cubierto a todas las raíces causando una pudrición total. A pesar de eso, las dos plantas continuaban sin mostrar mayor diferencia respecto a las otras, sus hojas eran en número menor y de un color amarillento, comparadas con las plantas testigo, debido a raíces secundarias que formó la planta para subsistir.

De las cuatro plantas inoculadas sin rayar, solo una continuaba afectada en solo cuatro raíces del total y las otras dos raíces parcialmente afectadas. Aquí el fieltro micelial alcanzó a cubrir todas las partes del tallo bajo tierra, hasta la superficie del suelo.

Las características del hongo respecto a la coloración del micelio, distribución (forma de fieltro) y pudrición de raíces, fueron exactamente las mismas que se presentan en cualquier campo de cultivo de la región ya afectada. Al hacer los levantamientos de la cáscara superior de la yuca afectada podían contarse las cadenas de los esclerocios, que coinciden exactamente, por debajo a lo largo del rizomorfo que estaba sobre la cáscara de la yuca.

En el cuadro número 2 presenta un resumen de los resultados obtenidos en la primera, segunda y tercera lectura afetada a los doce, quince y dieciocho meses respectivamente, en el material inoculado: yucas rayadas, yucas no rayadas y testigos.

CUADRO No. 2

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO SOBRE INOCULACION Y DESARROLLO
DEL PATOGENO EN TEJIDO VIVO

PLANTAS CON SUS RAICES RAYADAS AL INOCULARSE CON LA MEZCLA			
	1a. lectura	2a. lectura	3a. lectura
Planta No. 1	Ningún desarrollo	Desarrollo en 2 raíces	Desarrollo total en todas las raíces
Planta No. 2	Ningún desarrollo	Desarrollo en 2 raíces	Desarrollo total en todas las raíces
Planta No. 3	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo patógeno	Ningún desarrollo patógeno
Planta No. 4	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo patógeno	Ningún desarrollo patógeno

PLANTAS CON SUS RAICES NO RAYADAS AL INOCULARSE CON LA MEZCLA			
	1a. lectura	2a. lectura	3a. lectura
Planta No. 1	Ningún desarrollo	Desarrollo solo en 1 raíz	Desarrollo total en 4 raíces y desarrollo parcial en 2 raíces
Planta No. 2	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo
Planta No. 3	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo
Planta No. 4	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo	Ningún desarrollo

PLANTAS TESTIGO			
	1a. lectura	2a. lectura	3a. lectura
Planta No. 1	Su condición era normal	Su condición normal	Su condición normal
Planta No. 2	Su condición era normal	Su condición normal	Su condición normal
Planta No. 3	Su condición era normal	Su condición normal	Su condición normal
Planta No. 4	Su condición era normal	Su condición normal	Su condición normal

ESTIMACION DEL AREA AFECTADA Y PERDIDA DE PRODUCCION POR LA ENFERMEDAD
PUDRICION DE LA RAIZ DE LA YUCA EN EL MUNICIPIO DE SANSARE

1. PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN LA REGION Y TIEMPO APROXIMADO DE EXISTIR:

Este porcentaje se deriva de la encuesta efectuada a 90 agricultores productores de yuca del municipio. Este cálculo se obtuvo del total de área sembrada con problema y sin problema de cada aldea, según la encuesta realizada (anexo No. 1). El área sembrada varía según la posibilidad de los agricultores, variando desde siete cuerdas, hasta 135 cuerdas de treinta por treinta varas. Las localidades del municipio de Sansare, que posee los más altos promedios de área sembrada por agricultores son los cedros y el pino, en primer lugar, Los Cerritos y Posa Verde como segundo y tercero respectivamente. Sin embargo las localidades que presentan el promedio mas alto de incidencia son los Cedros y el Pino, en primer plano Buena Vista y las Cabezas como segundo y tercero respectivamente. De aquí infiere que los porcentajes más altos de área afectada, respecto al área sembrada, lo tiene las localidades Buena Vista como con un 33.33%, Los Cedros y El Pino con un 24.14%, y la aldea Santa Bárbara con un 20.00% correspondiente a los dos últimos como los más distantes del municipio y al primero como uno de los más cercanos (cuadro No. 3). Al analizar las áreas menos afectadas la aldea San Felipe La Tabla presenta solo un 5.12%, la aldea Posa Verde con 6.84%, la aldea El Aguaje igual a Sansare en 8.5%.

Estos datos indican una media de porcentaje del área afectada, en relación del área total sembrada, de 13.37%, porcentaje que según comentarios de algunos agricultores de la región, aumentó anualmente, al menos en lo que respecta a sus terrenos.

El tiempo que tienen de sufrir la enfermedad no fue precisado, aunque se trata de épocas ya muy atrás, pero que si fue posible relacionarlas y dentro de ellas las áreas mas antiguas, según el cuadro de promedios (cuadro No. 3) son: las cabezas, cedros/pino, R.G. abajo; pero al analizar las encuestas obtenidas, se pudo observar que hay agricultores que tienen 1, 10, 20, 30 y hasta 40 años de sufrir el problema, contra el cual han luchado empíricamente por controlarlo y en lo que sus esfuerzos han sido infructuosos.

Según los datos obtenidos, el porcentaje del área total afectada, respecto al área sembrada, son bajos (13.37%). Pero al conocer a fondo el problema que tiene la región, se sabe que hay terrenos que han sido afectados por mitad o casi en su totalidad, transformando el problema en socioeconómico, por los pocos recursos de los agricultores para soslayarlo, utilizando las alternativas de cambiar cultivo o cambiar terreno, según sus posibilidades.

CUADRO No. 3

CUADRO DE PROMEDIOS POR PUEBLO Y ALDEAS DEL MUNICIPIO DE SANSARE

Lugar	Promedio Cuerda Sembrada (a)	Promedio Afectado (b)	Promedio Años (c)	Afectado Años (d)	Porcentaje (e)
Sansare	25.29	02.35	28.33	06.87	08.50
Trinidad	32.87	03.87	18.50	07.50	10.53
Cerritos	51.80	05.16	46.33	07.60	09.05
R.G. Arriba	39.50	04.60	24.80	06.40	10.43
Cabezas	35.25	05.60	19.00	12.25	13.70
Cedros/Pino	55.00	17.50	17.50	13.50	24.14
Aguaje	22.40	02.10	29.50	07.00	08.67
S.F. Tabla	16.13	00.87	12.50	04.60	05.12
S.I. Quebrada G.	13.00	01.33	16.00	10.60	09.28
Buena Vista	20.00	10.00	40.00	10.00	33.33
S. Bárbara	08.00	02.00	03.00	05.00	20.00
Posa Verde	43.60	03.20	37.00	03.00	06.84
Montañitas	11.42	02.17	16.71	03.86	15.97
R.G. Abajo	37.60	05.00	30.60	12.20	11.74

a- No. de cuerdas sembradas

b- No. de cuerdas afectadas

c- Años de dedicarse a la siembra de yuca

d- Años de ser afectado por la enfermedad

e- Porcentaje del área afectada respecto al total área sembrada

2. PRODUCCION DE AREAS AFECTADAS CON RESPECTO A LAS AREAS NO AFECTADAS:

Cada uno de los agricultores aportó el dato obtenido en su propio molino y de éstos solo tres de ellos pesaron las yucas afectadas y las no afectadas, antes de su procesamiento. Dentro de estos resultados el primer agricultor (ver cuadro No. 4) obtuvo 60 libras de almidón - para las yucas no afectadas y 4 libras para las afectadas, con una pérdida en peso de 56 libras.

El segundo agricultor obtuvo 31 libras en las plantas no afectadas y 5 libras para las plantas afectadas, marcándose una diferencia de 26 libras. Para el tercer agricultor 46.66 libras, y 30 libras con una diferencia de 16.66 libras. Como puede notarse, los datos varían entre cada uno, lo que puede deberse a que entre las plantas no afectadas y afectadas la atención dada al cultivo no fueron los mismos.

A lo indicado debe agregarse el efecto por el desarrollo de la enfermedad.

En lo que respecta a los resultados de peso del producto, (cuadro no. 4) **en las** 16 plantas buenas de 12.12 libras y en las 16 plantas -- afectadas de 2.37 libras dándose una diferencia entre las medias de 9.75 libras, equivalente este a un 80.45%, lo que ya es significativo. Si lo trasladamos a la producción por cuerda de treinta por treinta varas, teóricamente se obtiene que la pérdida llega a ser de 548.44 libras, cantidad que transformada a quetzales sería equivalente a la ganancia más una parte de los costos de producción.

Al aplicar el análisis estadístico, el método de medias dependientes o apareadas a los resultados obtenidos, se encuentra que la enfer-

medad incide en mermas de rendimiento, acusando una diferencia significativa con un alfa de 5%. (anexo No. 2) lo que hace rechazar la hipótesis inicial de que las medias probadas son iguales y aceptar la hipótesis alterna la cual indica que los medias probadas son significativamente diferentes.

CUADRO No. 4

CUADRO DE PRODUCCION DE LAS 16 PLANTAS DE YUCA, BUENAS Y AFECTADAS
POR EL PATOGENO

N o m b r e	16 plantas buenas Procesamiento		16 plantas afectadas Procesamiento	
	Antes	y Después	Antes	y después
1. OSCAR RUANO	60.0 Lbs.	14.39 Lbs.	4.0	0.96
2. DOMINGO CHAMO	31.0	6.75	5.0	1.25
3. ALEJANDRO MARROQUIN	46.66	14.00	30.0	9.0
4. ROBERTO CRUZ	-. -	11.5	-. -	4.4
5. CESAR A. CHAMO	-. -	22.22	-. -	0.01
6. FEDERICO MARROQUIN	-. -	2.0	-. -	1.00
7. ISMAEL RAMIREZ	-. -	14.00	-. -	0.01

PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE CONTROL

1. CONOCIMIENTO, VALORACION Y PREOCUPACION POR LA IMPORTANCIA DEL PROBLEMA:

Este es uno de los municipios que está bastante cercano a la capital, solo a 70 kilómetros, pero con una gran distancia por su comunicación comercial, debido a que no cuenta con un producto agrícola que sea significativo para la economía nacional; razón por la que el conocimiento de su problema es limitado, pero si se inclinara la atención un poco más sobre este cultivo podría sacarse un mejor partido de él.

En cuanto a la valoración del problema, los datos aportados en este trabajo manifiestan el nivel de daños alcanzados por la enfermedad y que exige una mayor preocupación, no solo por autoridades facultadas técnicamente para su control, sino por todo aquel agricultor propietario ó arrendante que esté relacionado con el cultivo. Las medidas a tomarse podrían ser no muy costosas al momento, las cuales se multiplicarán conforme -- transcurra el tiempo.

2. COMBATE POR ERRADICACION:

Puede considerarse así, a las prácticas que tienden a eliminar el patógeno ya establecido en el material de siembra, en el terreno o en determinada región geográfica. En términos generales, estas medidas tienen mayor probabilidad de éxito con enfermedades de ciclo simple, que se diseminan con relativa lentitud.

2.1 ROTACION DE CULTIVO:

Para este caso, como en todos los similares, el hospedante susceptible viene a ser el cultivo favorito, predominante y considerado como el patrimonio principal, constituido por la compatibilidad de la planta con el medio ambiente establecido por el clima, topografía,

altura sobre el nivel del mar, tipo de suelo y fertilidad, considerándose necesaria la disponibilidad de otros cultivos biológicamente inhóspitos al patógeno; para lo cual se hace necesaria la asistencia técnica con el fin de reducir el inóculo del suelo o - por lo menos, lograr su disminución en las áreas afectadas y sus alrededores.

La rotación de cultivos podrá realizarse con diferentes cultivos y siguiendo un plan diseñado que satisfaga la rentabilidad de su siembra. Lo cual implica un estudio aparte.

2.2 ERRADICACION DE LAS PLANTAS ENFERMAS:

Esta es la medida más importante y urgente que se debe tomar, para lo cual se necesita eliminar cualquier residuo, deshechos o material vegetativo de plantas que provengan, de áreas afectadas. Para esta acción, el único camino sería la incineración; tratando de eliminar plantas que puedan parecer sanas, pero que se encuentran adyacentes a las enfermedades.

2.3 MEDIDAS SANITARIAS:

Dentro de las medidas sanitarias principales se incluye diferentes formas de eliminar las fuentes de inóculo primario, tales como remoción de tallos o residuos de raíces (yuca), piedras o cualquier material silvestre que esté ligado con el patógeno, una vez terminada la cosecha.

Otra medida sería la dirigida a destruir el inóculo que pueda ser arrastrado por las corrientes de agua en el caso de los

terrenos con laderas y afectados en la parte de arriba, aparte de tener los cuidados fitosanitarios e higiénicos para tratar cualquier equipo o herramienta que haya sido utilizado en cualquier - área afectada.

2.4 TRATAMIENTO QUIMICO:

Consistiría en la aplicación de productos químicos que sean susceptibles de controlar cualquier foco que aparezca en áreas nuevas y evitar tener que iniciar posteriormente un largo proceso de erradicación.

Estas medidas podrían ampliarse a terrenos grandes con pequeñas áreas contaminadas. Estas acciones tendrán que combinarse con intensas medidas sanitarias para evitar la reincidencia de la infección del patógeno.

Esta medida es la que puede representar los egresos económicos más altos en cuestión de costos de producción.

Razón por la que será necesario analizar su aplicación, de acuerdo a sus ingresos o precios de venta logrados por su producto en el mercado.

C O N C L U S I O N E S

1. La identidad del agente causal de la enfermedad "Pudrición de la raíz de la yuca" es el hongo Helicobasidium purpureum.

División: EUMYCOTA
Subdivisión: BASIDIOMYCOTINA
Clase: HYMENOMYCETES
Orden: AURICULARIALES
Género: HELICOBASIDIUM
Especie: PURPUREUM

2. Es un patógeno altamente exigente de su clima y alimento, para lograr la infección, incubación y desarrollo.
3. Los resultados sobre la inoculación y desarrollo del patógeno en material vivo no fueron los esperados por el largo tiempo de incubación y por haberse efectuado solo una inoculación.
4. Las áreas afectadas están imposibilitadas de continuar con este cultivo, por la dificultad que presenta de acomodarse a otras fechas de siembra porque los terrenos disponibles en su mayoría no son aptos para riego.
5. Según los datos obtenidos, el área afectada alcanza el 13.37% del área dedicada al cultivo.
6. El porcentaje de pérdida de peso de producto (almidón), depende de la contaminación de la planta de yuca y del tiempo que lleve de estar -- afectado en relación con la fecha de cosecha.

7. De las variedades cultivadas en la actualidad, ninguna presenta resistencia al desarrollo del patógeno.
8. El control del patógeno no se logrará sin que se tenga plena conciencia de la importancia del problema y la estrecha colaboración de los agricultores.
9. La progresión de aumento puede disminuirse o hasta detenerse con un intenso combate por erradicación.
10. Por ser un parásito subterráneo sólo puede controlarse químicamente con productos fumigantes del suelo, los cuales son de costosa aplicación.

RECOMENDACIONES

1. Divulgar por todos los medios posibles en la región sobre la dificultad que presenta el control y las pérdidas que ocasiona la enfermedad "Pudrición de la raíz de la yuca".
2. Evitar por todos los medios posibles la contaminación de los terrenos en los que se cultiva la yuca.
3. Iniciar la lucha por detener el aumento del área afectada y evitar cualquier actividad que amplíe esa área.
4. Desarrollar resistencia varietal o importar al país algunas variedades, que sean resistentes al Helicobasidium purpureum.
5. Establecer la rotación de cultivos, seleccionando aquellos que se adaptan a las condiciones climáticas de la región.
6. Probar algún tipo de control con productos químicos, para la protección de las zonas basales de las plantas con una dilución aplicada en forma de riego, o aplicación en polvo. Las fechas adecuadas para esta aplicación, son las coincidentes con las últimas lluvias del primer invierno y las primeras del segundo invierno que necesita la planta.
7. Conociendo la identidad del agente causal de la enfermedad "Pudrición de la raíz de la yuca" (Helicobasidium purpureum), es conveniente continuar el estudio de la relación con otros hospederos, silvestres o --

cultivables.

8. Repetir el muestreo del área afectada después de cierto tiempo de iniciado los trabajos de control para la evaluación de los resultados obtenidos y decidir que metodología se debe seguir.
9. Continuar el estudio del comportamiento del Helicobasidium purpureum, y sus respectivas medidas de control, en beneficio de los agricultores del área.
10. Iniciar una evaluación de cultivos adaptables al área afectada, a fin de determinar su rentabilidad para tener opción de efectuar rotación de cultivos.

ANEXO No. 1

ENCUESTA SOBRE AREA AFECTADA Y TIEMPO DE SUFRIR LOS DAÑOS

SOBRE LA PUDRICION DE LA RAIZ DE LA YUCA

1. ¿Nombre del agricultor?
2. ¿Aldea (direccion)?
3. ¿Area cultivada con yuca actualmente?
4. ¿Area afectada por la enfermedad actualmente?
5. ¿Años que tiene de dedicarse al cultivo de la yuca?
6. ¿Años que tiene de ser afectado por la enfermedad pudrición de la raíz de la yuca?

ANEXO No. 2

ANALISIS ESTADISTICO

Ho: Ub = Ua.

Ha: Ub Ua.

	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$
Buenas	14.39	6.75	14.00	11.50	22.22	2.00	14.00	12.12
Afectadas	0.96	1.25	9.00	4.40	0.01	1.00	0.01	2.37
Di	13.43	5.50	5.00	7.10	22.21	1.00	13.99	$\sum Di$ 63.28 9.75
Di ²	180.36	30.25	25.00	50.41	493.28	1.00	195.72	$\sum Di^2$ 976.02

$$T_c = \frac{\bar{D}}{SD} = \frac{\bar{D}}{\frac{SD}{\sqrt{n}}} = \frac{9.75}{2.76} = 3.5$$

$$S^2_{\bar{X}_B - \bar{X}_A} = \frac{\sum Di^2 - \frac{(\sum Di)^2}{n}}{n - 1} = \frac{976.02 - \frac{(68.23)^2}{7}}{6}$$

$$= \frac{976.02 - 665.05}{6} = 51.82$$

$S^2_d = 51.82$

$S_d = 7.20$

Se rechaza la Ho. nula y

se acepta la Ho. alternante.

$$S_{\bar{D}} = \frac{7.20}{\sqrt{7}} = \frac{7.2}{2.6} = 2.76$$

B I B L I O G R A F I A

1. AINSWORTH F. C., SPARROW. F. K. and SUSSMAN. A. S. the fungi; an advanced treatise. New York, Press, 1983. v. 4, 504 p.
2. BESSEY, E.A. Morphology an taxonomy of fungy. 3 ed. New York, Hafner publishing, 1965. 791 p.
3. COCK, J. Etapas de crecimiento y desarrollo de la yuca. In Curso - de producción de yuca 1978. Edición preliminar. Cali, Colombia, CIAT, 1978. v. 1, pp.40-41.
4. _____ La adaptabilidad de la yuca. In Curso de producción de yuca - 1978. Edición preliminar. Cali, Colombia, CIAT, 1978. v. 1, pp. 42-49.
5. GONZALES, L. C. Introducción a la fitopatología. Sn. José, Costa Rica IICA, 1977. 148 p.
6. GUATEMALA INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos Meteorológicos año 1980.
7. KLUGH, H. E. Statistic: The essential for research. 2 ed. New York, John Wiley, 1974. 426 p.
8. LOZANO, J. C. Consideraciones generales sobre patología de la yuca. In Curso de producción de yuca 1978. Edición preliminar. Cali, Colombia, CIAT, 1978. v. 1, pp. 152-162.
9. _____ El peligro de introducir enfermedades y plagas de la yuca - (Manihot esculenta Crantz) por medio del material vegetativo - de propagación. In Curso de producción de yuca 1978. Edición preliminar. Cali, Colombia, CIAT, 1978. v. 1, pp. 226-237.
10. _____ y BOOTH, R. H. Enfermedades de la yuca. In Curso de producción de yuca 1978. Edición preliminar. Cali, Colombia, CIAT, 1978 v. 1, pp. 163-216.
11. _____ y TERRY E. R. Enfermedades de la yuca y su control. In curso de producción de yuca 1978. Edición Preliminar. Cali, Colombia, - CIAT, 1978. v. 1, pp. 217-225.
12. _____ et al. Problemas en cultivos de la yuca. Cali, Colombia, - CIAT, 1976 - p. 726, Serie GS - 16.
13. MONTERROSO. S. D. Agente causal e importancia del popotillo del jitomate en el estado de Morelos. Tesis de doctorado en ciencias, Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1978. 79 p.

14. NESTEL, B. Utilización actual y potencial de la yuca. In -
Curso de producción de yuca 1978. Edición preliminar. -
Cali, Colombia, CIAT, 1978. v. 1, pp.1-30.
15. WALKER, J. Ch. Patología vegetal. Trad. Antonio Aguirre Az-
peitia. Barcelona, España, Omega, 1965. 818 p.

10/30
Op. Ramiro



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	
Asunto	
	

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
DECANO

