

i

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DEL AGENTE CAUSAL  
DE LA PUDRICION DEL RIZOMA EN CARDAMOMO (*Elletaria cardamomum* L.) M.  
EN LAS ALDEAS SANTA MARIA TZEJA, KAIBIL BALAM Y SANTIAGO IXCAN  
MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FOR

JULIO CESAR FLORES POLANCO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1,995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DOCTOR JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

## JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONTT
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO RELYES
VOCAL TERCERO	ING. AGR. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO	P.A. HENRY ESTUARDO ESPAÑA
VOCAL QUINTO	BR. MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO a. i.	ING. AGR. GUILLERMO EDILBERTO MENDEZ BETETA

Guatemala, octubre de 1,995

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

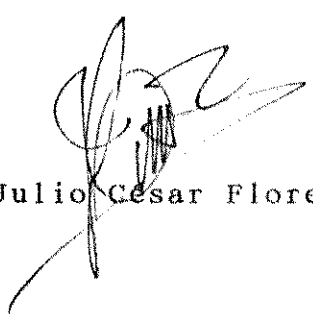
Señores Miembros:

En cumplimiento a las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL RIZOMA EN CARDAMOMO (*Elletaria cardamomum* L.) M. EN LAS ALDEAS SANTA MARIA TZEJA, KAIBIL BALAM Y SANTIAGO IXCAN MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE.

Como un requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente:



Julio Cesar Flores Polanco

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Por darme la luz, la sabiduría y el entendimiento.  
Por guiar mis pasos hacia la humildad y el servicio.
- A MIS PADRES Teresa de Jesús Polanco Vda. de Flores  
Ezequiel Flores Cuyún (Q.E.P.D)  
Por darme su apoyo moral y físico durante mi vida.
- A MIS HERMANOS Gladys Eugenia y Milton Ezequiel  
Que han sido para mi estímulo y lucha para lograr la meta.
- A MI ESPOSA Josefina Polanco  
Quién en todo momento me ha apoyado, me ha estimulado y me ha dado su cariño
- A MIS HIJOS Pablo José y César Fernando  
El mejor regalo que Dios me a dado.

TESIS QUE DEDICO

A LOS COMPAÑEROS CAMPESINOS CON ESTA FRASE:

**CAMPESINO MAYA ES VUESTRA LA TIERRA EN TUS  
MANOS ESTA UN NUEVO AMANECER FORJALA Y  
ENTONCES FLORECERA.**

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN . . . . .	i
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	1
2. PLANTEAMIENTO DEL DEL PROBLEMA. . . . .	3
3. MARCO TEÓRICO . . . . .	4
3.1 Marco conceptual . . . . .	4
3.1.1 Sistemática del cardamomo . . . . .	4
3.1.2 Origen de la planta . . . . .	5
3.1.3 Descripción botánica de la planta . . . . .	5
3.1.3.1 Sistema radicular . . . . .	5
3.1.3.2 Tallos . . . . .	6
3.1.3.3 Hojas . . . . .	6
3.1.3.4 Inflorescencias . . . . .	6
3.1.3.5 Flores . . . . .	7
3.1.3.6 El fruto . . . . .	7
3.1.3.7 Semillas . . . . .	8
3.1.4 Descripción de variedades encontradas en Guatemala . . . . .	8
3.1.4.1 Cardamomo verde . . . . .	8
3.1.4.2 Cardamomo Pache . . . . .	8
3.1.5 Condiciones Ecológicas necesarias para el desarrollo normal de la plantación de cardamomo . . . . .	9
3.1.5.1 Altitud . . . . .	9
3.1.5.2 Temperatura . . . . .	9
3.1.5.3 Precipitación . . . . .	10
3.1.5.4 Humedad relativa . . . . .	10
3.1.5.5 Luminosidad . . . . .	10
3.1.5.6 Condiciones edáficas . . . . .	10
3.1.6 Enfermedades y plagas importantes en cardamomo . . . . .	11
3.1.6.1 Barrenador del tallo <i>Cholus subcaudatus</i> . . . . .	11
3.1.6.2 Pudrición del rizoma . . . . .	11
3.1.6.3 Mosaico del cardamomo (virus) . . . . .	12
3.1.6.4 Nematodos . . . . .	12
3.1.7 Etiología y patología de algunos nematodos. . . . .	12
3.1.7.1 <i>Pratylenchus</i> spp. . . . .	12
3.1.7.2 <i>Helicotylenchus</i> . . . . .	13
3.1.7.3 <i>Criconemoides</i> ( <i>Macropostomia</i> ). . . . .	14
3.1.8 Mercados de cardamomo a nivel mundial. . . . .	15
3.1.9 Situación financiera del cardamomo a nivel mundial y a nivel nacional . . . . .	16
3.1.10 Aspectos generales relacionados con el contenido de este trabajo. . . . .	22
3.1.10.1 Etiología . . . . .	22
3.1.10.2 Técnicas de diagnóstico. . . . .	23
3.2 Marco referencial . . . . .	25
3.2.1 Ubicación . . . . .	25
3.2.2 Zona de vida. . . . .	26
3.2.3 Suelos . . . . .	26
3.2.4 Investigaciones patológicas en cardamomo . . . . .	26

4.	OBJETIVOS . . . . .	28
4.1	Objetivo General. . . . .	28
4.2	Objetivos específicos. . . . .	28
5.	HIPOTESIS . . . . .	28
6.	METODOLOGÍA . . . . .	29
6.1	Determinación del agente causal. . . . .	29
6.1.1	Selección y tamaño de parcelas . . . . .	29
6.1.2	Muestreo de tejido vegetal . . . . .	30
6.1.3	Aislamiento de patógenos . . . . .	30
6.1.3.1	Observación de hongos. . . . .	30
6.1.3.2	Extracción de nematodos. . . . .	31
6.1.4	Conteo e identificación de nematodos . . . . .	31
6.1.6	Plantas para inóculo. . . . .	31
6.1.7	Aislamiento e inóculo . . . . .	32
6.1.8	Inoculación . . . . .	32
6.1.9	Reaislamiento . . . . .	33
6.2	Metodología para el estudio de la incidencia y cuantificación presencial de la enfermedad. . . . .	33
6.2.1	Incidencia . . . . .	33
6.2.2	Cuantificación presencial de la enfermedad . . . . .	34
6.3	Metodología para el estudio de las pérdidas ocasionadas en la plantación por efecto de la enfermedad. . . . .	34
6.3.1	Análisis estadístico. . . . .	34
6.3.2	Marco de muestreo . . . . .	34
6.3.3	Variables del estudio . . . . .	35
6.3.4	Forma de medición . . . . .	35
6.3.5	Diseño de muestreo . . . . .	35
6.3.6	Encuesta. . . . .	35
7.	RESULTADOS . . . . .	36
7.1	ASPECTOS GENERALES. . . . .	36
7.2	IDENTIFICACIÓN. . . . .	38
7.2.1	Sintomatología general. . . . .	38
7.2.2	Sintomatología en las hojas . . . . .	39
7.2.3	Sintomatología en los tallos . . . . .	39
7.2.4	Sintomatología en los rizomas. . . . .	39
7.2.5	Sintomatología en las raíces . . . . .	39
7.2.6	Sintomatología en hijuelos y escapos. . . . .	39
7.3	INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD EN EL AREA DE TRABAJO. . . . .	47
7.4	ANÁLISIS DE LAS PERDIDAS PRODUCTIVAS. . . . .	55

8.	CONCLUSIONES . . . . .	57
9.	RECOMENDACIONES. . . . .	58
10.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	60
	APÉNDICE 1. BOLETA INFORMATIVA PARA LA INVESTIGACION . . . . .	62
	APÉNDICE 2. MAPA DE UBICACION DEL MUNICIPIO DE IXCAN . . . . .	64
	APÉNDICE 3. MAPA DE UBICACION DEL AREA DE TRABAJO . . . . .	65
	APÉNDICE 4. MAPA DE UBICACION DE LAS PARCELAS DE PLANTACIONES DE CARDAMOMO . . . . .	66
	APÉNDICE 5. RESULTADOS DE LA ETAPA DE AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DEL AGENTE CAUSAL . . . . .	67
	APÉNDICE 6. RESULTADOS PRIMARIOS DEL ESTUDIO DE LA INCIDENCIA	71
	APÉNDICE 7. RESULTADOS PRIMARIOS DEL ESTUDIO DE LAS PERDIDAS	73
	APÉNDICE 8. COSTOS DE PRODUCCION POR MANZANA DEL CULTIVO DE CARDAMOMO <i>E. cardamomum L.M.</i> . . . . .	76
	APÉNDICE 9. ELEMENTOS DE LOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO PARA IDENTIFICACION DE HONGOS Y BACTERIAS . . . . .	78



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Comparación entre producción nacional y exportación a través de los años. . . . .	17
FIGURA 2.	Precios de cardamomo a través del tiempo. . . . .	18
FIGURA 3.	Producción promedio de cardamomo alcanzada a través del tiempo. . . . .	19
FIGURA 4.	Area de siembra de cardamomo durante 20 años. . . . .	20
FIGURA 5.	Control de divisas producidas por exportación de cardamomo durante 20 años . . . . .	21
FIGURA 6.	Promedio de incidencia de la pudrición del rizoma en plantas menores de un año . . . . .	49
FIGURA 7.	Incidencia presentada por plantas entre 1 y 4 años de edad . . . . .	50
FIGURA 8.	Incidencia presentada por plantas mayores de 4 años . . . . .	51
FIGURA 9.	Promedio general de incidencia mostrado por las plantas en el área estudiada . . . . .	52
FIGURA 10A.	Mapa de ubicación del municipio de Ixcán . . . . .	64
FIGURA 11A.	Mapa de ubicación del área de trabajo. . . . .	65
FIGURA 12A.	Mapa de ubicación de las parcelas de plantaciones de cardamomo. . . . .	66

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Géneros de hongos aparecidos durante el primer muestreo de la enfermedad pudrición del rizoma de cardamomo <i>Elletaria cardamomum</i> L. . . . .	41
CUADRO 2.	Géneros de nematodos identificados en Suelo y tejido vegetal de cardamomo <i>Elletaria cardamomum</i> L. . . . .	41
CUADRO 3.	Géneros de nematodos encontrados en suelo y tejido vegetal de cardamomo en el tercer muestreo. . . . .	42
CUADRO 4.	Nematodos existentes en suelo y diferentes órganos de la planta en el cuarto muestreo . . . . .	43

CUADRO 5.	Nematodos existentes en suelo y diferentes órganos de la planta quinto muestreo . . . . .	44
CUADRO 6.	Géneros de nematodos extraídos de plantas inoculadas de cardamomo <i>Elletaria cardamomum</i> L., . . . . .	45
CUADRO 7.	Porcentaje de incidencia de la enfermedad pudrición del rizoma de cardamomo <i>Elletaria cardamomum</i> L. en las parcelas del área de estudio . . . . .	47
CUADRO 8.	Resultados del estudio de las pérdidas económicas ocasionadas por la enfermedad pudrición del rizoma . . . . .	56
CUADRO 9A.	Primer conteo e identificación de nematodos en suelo y tejido de cardamomo . . . . .	67
CUADRO 11A.	Promedio de nematodos encontrados en suelo y rizoma de cardamomo en el tercer muestreo. . . . .	68
CUADRO 12A.	Conteo e identificación de nematodos en el cuarto muestreo . . . . .	69
CUADRO 13A.	Número promedio de nematodos encontrados en suelo y órganos de la planta en el cuarto muestreo. . . . .	70
CUADRO 14A.	Lectura de plantas enfermas por parcela en el área de trabajo. . . . .	71
CUADRO 15A.	Porcentaje de incidencia de la enfermedad pudrición del rizoma, en las parcelas seleccionadas por aldea en el área de trabajo. . . . .	72
CUADRO 16A.	Análisis estadístico de variables productivas del muestreo preliminar . . . . .	73
CUADRO 17A.	Resultados de las pérdidas productivas por aldea. . . . .	74
CUADRO 18A.	Costos de producción de cardamomo por manzana desde su establecimiento hasta la primera cosecha (3 años) . . . . .	76
CUADRO 19A.	Costos de producción de cardamomo por manzana durante un ciclo normal de cultivo . . . . .	77

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL RIZOMA EN CARDAMOMO (*Elletaria cardamomum* L.) M. EN LAS ALDEAS SANTA MARIA TZEJA, KAIBIL BALAM Y SANTIAGO IXCAN MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE.

ETIOLOGY AND IMPORTANCE OF CAUSAL AGENT OF ROTING OF THE CARDAMOM RIZOME (*Elletaria cardamomum* L.) M., IN THE VILLAGES OF SANTA MARIA TZEJA, KAIBIL BALAM Y SANTIAGO IXCAN, MUNICIPALITY OF IXCAN, DEPARTAMENT OF EL QUICHE

#### RESUMEN

El cultivo de cardamomo es la base económica de los pobladores de gran parte del municipio de Ixcán y de algunas otras regiones del país.

Actualmente las plantaciones de las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán y en general de área productora de Ixcán, sufren la enfermedad denominada "pudrición del rizoma", la cual ocasiona perdidas que van del 50 al 60% por muerte de las plantas.

Para identificar el agente causal de la misma se efectuaron análisis de hongos, bacterias y nematodos según los postulados de Koch. En el estudio de la incidencia, se seleccionaron parcelas, las cuales se dividieron en categorías según su edad, en plantaciones menores de un año, entre 1 y 4 años y mayores de 4 años de edad.

Se efectuaron 5 muestreos según los cuales los agentes causales de la pudrición del rizoma fueron identificados como nematodos de los géneros: *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*, los primeros se localizaron en el suelo, raicillas y rizoma, el segundo únicamente en el suelo. Es de hacer notar que el género *Pratylenchus*, no apareció en forma consistente en los resultados.

Por medio del estudio de la incidencia se pudo comprobar que las plantaciones más susceptibles a la enfermedad son las que se encuentran entre 1 y 4 años de edad, las plantaciones que no mostraron una alta incidencia fueron las menores de 1 año y las mayores de 4 años de edad.

El porcentaje de plantaciones con presencia de la enfermedad es de 59%-81% con lo cual se rechaza la hipótesis propuesta que decía que todas las plantaciones estaban infestadas. Una de las formas más importantes para la propagación de la enfermedad, ha sido por medio de la compra de plántulas infestadas en los centros semilleros comunales de Xalbal y San Antonio Tzejá.

La información sobre las pérdidas se trabajó utilizando un muestreo estratificado aleatorio en las tres aldeas, las cuales son: Santa María Tzejá, Santiago Ixcán y Kaibil Balam. En este estudio se estableció que un agricultor puede perder anualmente por hectárea de 2,377.20 a 2,781.90 kilogramos de cardamomo tipo "cereza"

## 1. INTRODUCCIÓN

Según un estudio reciente, (8) una de las principales fuentes de ingreso para el agricultor en la zona de Ixcán lo constituye la producción de cardamomo *Elletaria cardamomum* L. Maton, llegando a obtener un promedio familiar de Q. 14,000.00 anuales por hectárea. La mayor parte de los campesinos cultivan éste producto ya que en los últimos años ha tenido un precio motivante, lo que ha permitido aumentar la rentabilidad y el área de producción del mismo. En la zona se cultiva además: maíz, arroz y frijol pero éstos productos se utilizan para autoconsumo, y el sobrante es vendido a intermediarios a precios bajos.

Uno de los principales problemas encontrados en el cultivo de cardamomo ha sido la enfermedad denominada "pudrición del rizoma", la cual se presenta al final de la primera o segunda cosecha. O sea alrededor del tercero o cuarto año de cultivo, en muchos casos ocasiona pérdidas por muerte de plantas en el orden de 50-60%. Es tácita entonces la pérdida por esperanza de vida comercial la cual está definida en un promedio de 10 años. Según entrevistas sostenidas con agricultores de diferentes comunidades la enfermedad se encuentra distribuida en la región productora de cardamomo de el municipio de Ixcán.

Dada la importancia de la enfermedad se realizó el estudio de los factores de la misma que limitan la productividad en las plantaciones de cardamomo.

El estudio se realizó en las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán; ubicadas al Sur-este de la cabecera municipal Ixcán, departamento de El Quiché en el período comprendido del mes de abril de 1,993 a noviembre de 1,994.

Luego de varios análisis de tejido vegetal y suelo se determinó que los agentes causales de la enfermedad son nematodos de los géneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*.

Por último se estableció que la enfermedad puede producir cuantiosas pérdidas productivas a través de los años de vida comercial del cultivo que para el área es de 8 - 9 años.

## 2. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .

Numerosas plantaciones de cardamomo *E. cardamomum* L. M. en el área sureste del municipio de Ixcán, Quiché y particularmente en las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán; presentan problemas con la enfermedad denominada pudrición de rizoma. La enfermedad provoca la muerte de 50 a 60% de las plantas de una superficie de cultivo, según datos recabados en la zona por Flores (8).

Pocos han sido los estudios realizados sobre este cultivo y específicamente sobre ésta enfermedad solamente existen reportes de instituciones tales como la Dirección General de Servicios Agrícolas .DIGESA. y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola .ICTA. en los cuales se ha identificado el agente causal como : *Rhizoctonia spp.*, *Pythium spp* y *Fusarium spp.* sin embargo los estudios son preliminares y no se consideran consistentes (8).

Actualmente el panorama financiero del cardamomo a nivel internacional se encuentra en un punto crítico, pero a nivel nacional sigue siendo rentable y muchos productores del área de estudio llegan a tener de 0.4 a 1.0 ha. del cultivo, logrando rentabilidades que van desde 60 a 150% (8) según el precio vigente en el mercado, lo cual define a este producto sea uno de lo principales generadores de ingresos para los probladores del municipio de Ixcán; además debe tomarse en cuenta que los otros cultivos de la zona son granos básicos y se utilizan para autocosumo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Marco conceptual.

##### 3.1.1 Sistemática del cardamomo. (5)

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub-clase	Zingiberidae
Orden	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Género	Elletaria
Especie	<i>Elletaria cardamomum</i> (L.) Maton

##### 3.1.2 Origen de la planta.

Se considera que ésta planta es originaria de la India meridional, en donde crece espontáneamente y la introducción de cardamomo a Guatemala se produjo aproximadamente de 1,912 a 1,914. El material de reproducción llegó por esos días a la finca Chinasayub, ubicada en el departamento de Alta Verapaz (24,12)



### 3.1.3 Descripción botánica de la planta.

La planta pertenece a las angiospermas, comúnmente conocidas como plantas con flores. La familia Zingiberaceae generalmente presenta fruto capsular, comprende hierbas rizomatosas, contienen aceites esenciales, abarcan unas 1,300 especies, en su mayoría intertropicales (24).

*Elletaria cardamomum* (L) M. es una planta herbácea perenne amacolladora, posee rizomas fuertes, suculentos y cubiertos por una corteza corchoza, son ramificados, uniendo distintos tallos de la misma macolla, (rizomas indeterminados), se encuentran dispuestos en forma horizontal, generalmente bajo la superficie del suelo a partir de estos crecen las raíces.

#### 3.1.3.1 Sistema radicular:

Es un sistema fibroso y está formado por raíces que miden de 0.70 - 0.75 m. de longitud y aún 1.50 m, con un grosor de 4-6 mm. las cuales se extienden generalmente en forma horizontal, encontrándose en su mayoría entre los 0.15 y 0.20 m. de profundidad dentro del suelo, aunque también se forman raíces aéreas. (14,16)

#### 3.1.3.2 Tallos:

Las estructuras aéreas emergen de los rizomas y sostienen las hojas constituyendo cada una un tallo simple, formado por una caña erecta, que esta envuelta por las vainas de las hojas (15,18)

Alcanzan alturas de 2.0 a 5.5 m. dependiendo de la variedad. El número de tallos por macolla varía según las variedad, la edad de la planta y la fertilidad del suelo.

#### 3.1.3.3 Hojas:

Un tallo está formado por 15-20 hojas, cuyas láminas poseen largos pecíolos con vainas peciolares que encierran al tallo, su filotaxia es alterna dística, su forma es lanceolada y su borde es ondulado. El color de las hojas es verde oscuro y unas son pubescentes otras son glabras según sea la variedad (22)

#### 3.1.3.4 Inflorescencias:

La inflorescencia es un escapo que emerge del rizoma y está conformada por un raquis principal del cual brotan un promedio de 25 racimos y en cada racimo pueden formarse alternadamente sobre una lado de la raquilla, hasta 18 flores, en las cuales ocurre antésis en sucesión, desde la base hacia el ápice de los racimos. Las inflorescencias brotan de la base del tallo. Dicha brotación ocurre por primera vez cuando las plantas llegan a una edad de 2-3 años.

#### 3.1.3.5 Flores:

Generalmente una o dos flores están en endiosaste al mismo tiempo, en cada inflorescencia. Las flores miden de 3.5-4.0 cm. de largo y 1.7 cm. de ancho. Lang (15) dice que las flores cumplen con el plan trímico de las

Liliópsidas, ya que son zigomórficas y están protegidas al igual que los racimos por bractejas foliares.

#### 3.1.3.6 El fruto:

Es una cápsula de dehiscencia loculicida a menudo tardía que mide de 10.0 a 20.0 mm. de largo y de 5.0 a 10.0 mm de ancho, tiene forma fusiforme u ovoide, con tres lados más o menos marcados. Madura en 3 o 4 meses, tornándose entonces de color verde a amarillo, por lo que debe cortarse cuando aún conserva el color verde, que es el punto de madurez comercial (14,22).

#### 3.1.3.7 Semillas:

El número de semillas por fruto normalmente es de 15-20, sin embargo se han encontrado frutos con 4 y hasta 30 de ellas.

La testa de la semilla es de color café o negra, es dura toscamente zapada y estriada, con un surco a lo largo, cubierta por un arilo mucilaginoso formado de tres capas de parénquima (15).

El pico de maduración de los frutos ocurre en Alta Verapaz de octubre a enero, existiendo una cosecha irregular el resto del año en plantaciones situadas en las tierras del Norte de Alta Verapaz y Quiché (2). Para la Costa Sur Luttman (17) afirma que la época de cosecha comienza en los meses de julio a agosto y termina en los meses de marzo a abril, por lo que la duración de la cosecha de frutos es de 9-10 meses.

### 3.1.4 Descripción de variedades encontradas en Guatemala.

#### 3.1.4.1 Cardamomo verde.

Las plantas de ésta variedad son robustas, los tallos son altos, miden de 4.0-5.5 m de altura, las hojas son glabras tanto en el haz como en el envés, su color es verde oscuro. Las inflorescencias son erectas y miden en promedio de 0.6 a 1.18 m. de longitud, sostienen aproximadamente de 25-30 racimos, las cápsulas son fusiformes, grandes con tres ángulos que forman claramente 3 costillas, miden 2.0 cm de largo y 1.0 cm de ancho, su ápice es puntiagudo, su color es verde oscuro, el cual no disminuye al llegar a la madurez comercial, pero si al pasar éste momento. La cantidad promedio de semillas por cápsula es de 20-24 pero se encuentran frutos con 3 y hasta con 36 semillas. Producen un promedio de 11 Kg de cápsulas por planta (15,20)

#### 3.1.4.2 Cardamomo Pache.

Es necesario indicar que en Guatemala, la denominación de cardamomo pache, se usa indistintamente para referirse a variedades similares en cuanto al porte mediano de la planta y a la presencia de pubescencia en el envés de las hojas, pero que difieren entre sí por cuanto en un extremo se observan plantas cuyas inflorescencias son erectas o semierectas, con frutos grandes, oblongos y triangulares, y en el otro inflorescencias rastreras o decumbentes con frutos redondos, pequeños que se tornan verde-amarillentos al llegar su punto de madurez comercial (15, 20).

### 3.1.5 Condiciones Ecológicas necesarias para el desarrollo normal de la plantación de cardamomo.

En Guatemala, las zonas de vida adecuadas para la instalación de plantaciones de cardamomo, han sido las montañosas, con bosque muy húmedo subtropical (cálido, templado y frío) y bosque pluvial montano bajo (7), preferentemente no disturbadas, en las que se elimina el sotobosque y se regula la sombra proporcionada por los árboles del estrato superior.

#### 3.1.5.1 Altitud.

El rango altitudinal al que se adapta el cardamomo oscila entre 600 a 1500 m. sobre el nivel del mar. Luttman (17) dice que la altura mínima óptima en Guatemala está alrededor de los 700 m.s.n.m. y la máxima óptima entre 1,100 y 1,220 m.s.n.m. Sin embargo en Alta Verapaz existen plantaciones a 60 m.s.n.m.

#### 3.1.5.2 Temperatura.

La planta se adapta a un rango de temperatura de 10 a 35° Centígrados, siendo la temperatura media óptima de 22° C.

Algunos investigadores han observado que en regiones con alta temperatura media (21° - 25° C.), la abscisión de flores es elevada (7)

### 3.1.5.3 Precipitación.

El cardamomo crece bien en regiones cuya precipitación anual oscile entre 1,500 y 5,700 mm. La mayoría de autores afirman que la precipitación anual promedio debe ser de 3,000 a 3,500 mm. (15,17) y la misma debe estar bien distribuida en el año, especialmente en la época de máxima floración.

### 3.1.5.4 Humedad relativa.

Lang (15) considera que la polinización es más efectiva si existe alta humedad relativa, no así si hay lluvias fuertes o persistentes.

Luttman (17) reporta que la humedad relativa excesiva, favorece el desarrollo de patógenos que afectan a la planta de cardamomo.

### 3.1.5.5 Luminosidad.

Es necesario regular la sombra para que la intensidad de la luz no dañe la planta. Sin embargo es necesario equilibrar la misma para que no exista una humedad relativa excesiva (7)

### 3.1.5.6 Condiciones edáficas.

El suelo adecuado para el buen desarrollo de la planta es el que presenta una gruesa capa de limo forestal, abajo de una capa profunda de humus y sobreponiéndose a un sub-estrato pedregoso. Sobre el suelo debe haber una capa de mantillo vegetal (7)

El pH del suelo deber ser de 6.0 (14) pero Ramirez (20) reporta que el Ph de los suelos donde esta planta es cultivada en Alta Verapaz, es de 4.6 a 5.3. La textura mas adecuada es la franco-arcillo-limosa (15).

### 3.1.6 Enfermedades y plagas importantes en cardamomo.

#### 3.1.6.1 Barrenador del tallo *Cholus subcaudatus*

Varios autores reportan la existencia de éste insecto con una distribución general en todas las áreas productoras de cardamomo.

En estado de larva barrena el tallo, escapos florales e hijuelos, por donde penetra hasta el rizoma. Las galerías construidas por el insecto dejan el tejido expuesto, por lo que inmediatamente es invadido por microorganismos hasta su pudrición. (12,4)

#### 3.1.6.2 Pudrición del rizoma.

Se han asociado varios patógenos entre los que según ICTA y DIGESA podrían ser hongos de los géneros *Pythium*, *Rhizoctonia* o *Fusarium*, sin embargo los agentes causales no han sido determinados con exactitud. El microorganismo ataca el sistema vascular de la planta, por lo que la sintomatología observada es un amarillamiento general de las hojas y pudrición en la base de los tallos, lo que provoca su desprendimiento. (12,24,21).

### 3.1.6.3 Mosaico del cardamomo (virus)

Esta enfermedad ataca severamente las plantaciones ubicadas en la Costa Sur de Guatemala.

La sintomatología es la siguiente: En las hojas jóvenes se presenta una clorosis lineal (mosaico) y la planta no crece bien, reduce su producción si es adulta y si es joven no llega a producir frutos (12).

### 3.1.6.4 Nematodos

La presencia de nematodos en las plantaciones de cardamomo reporta disminución en altura de plantas y los géneros que se han encontrado han sido, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Dorilaimus*, *Tylenchus*, *Xiphinema* y *Criconemoides* (6).

### 3.1.7 Etiología y patología de algunos nematodos.

#### 3.1.7.1 *Pratylenchus* spp.

##### A) Etiología

Pertenece a la familia Hoplolaimidae. Es llamado nematodo de los prados o bien lesionador de la raíz. Se comporta como un endo-ectoparásito por lo que se considera que es un organismo migratorio. (3)



Al penetrar a la planta se alimenta del tejido parenquimatoso, y pueden llegar a ocasionar pudriciones, destruyen casi completamente las raíces cuando sus poblaciones son altas (1,3).

## B) Patología

La descripción morfológica de *Pratylenchus* se describe a continuación: Longitud del cuerpo 0.4 a 0.8 mm; región labial poco diferenciada de cuerpo; estilete corto fuerte con ensanchamientos gruesos; un ovario, la vulva en el punto medio del cuerpo, la cola de la hembra puntiaguda redondeada y la cola del macho con aleta. (3)

Su desarrollo y reproducción son lentos, ya que su ciclo de vida lo completan en 35-40 días, su estado más infectivo lo constituye la etapa adulta. (3)

### 3.1.7.2 *Helicotylenchus*.

## A) Etiología

Pertenece a la familia *Hoplolaimidae*. Es un nematodo espiral que posee una amplia gama de hospederos, entre los cuales está el maíz *Zea mays* (19). Se comporta tanto como ectoparásito y puede desarrollar todas sus fases de su ciclo de vida en el suelo, pero también puede desarrollarse dentro de las células del tejido vegetal de las raíces que ataca. Además tiene la característica de ser migratorio. Este nematodo se alimenta del tejido parenquimatoso (cortex) de las raíces por lo que debe moverse de un lugar

a otro construyendo galerías; por este motivo se le considera un endo-ectoparásito migratorio. (3)

#### B) Patología.

Su descripción morfológica es la siguiente: su cuerpo es arqueado o en espiral cuando está muerto o en reposo y mide de 0.5 a 1.2 mm; el estilete es moderadamente largo; orificio de la glándula esofágica dorsal está situado por detrás de los ensanchamientos del estilete a una distancia mayor que la mitad de la longitud del estilete; posee dos ovarios; la vulva está ubicada en la parte posterior al punto medio del cuerpo y la cola en las hembras es redondeada o casi puntiaguda, frecuentemente con una proyección corta en la cara ventral, en los machos es corta y con aleta. (3)

El ciclo de vida de éste género es de es completado en 28 a 32 días.

#### 3.1.7.3 *Criconemoides (Macropostomia)*.

##### A) Etiología

Pertenece a la familia Criconematidae y son llamados nematodos anillados. Son de movimiento lento.

Atacan a los árboles y plantas perennes principalmente. Se alimentan de los extremos radiculares y pueden provocar pudriciones severas (1,3)

## B) Patología.

La descripción morfológica de *Criconemoides sp.* se coloca a continuación: el cuerpo es corto de 0.3 a 0.8 mm, con grandes anillos en las hembras y en las larvas, siempre con una aleta posterior, los anillos de los machos son más pequeños; el estilete es de tamaño mediano y frecuentemente falta en los machos; el tubo esofágico con bulbo medio estrecho y corto; el tubo esofágico descansa sobre la válvula del tubo medio cuando no esta afuera, solamente posee un ovario; la cola es bastante redondeada. (3)

El ciclo de vida de *Criconemoides sp.* dura aproximadamente de 35-40 días.

### 3.1.8 Mercados de cardamomo a nivel mundial.

Los países consumidores de cardamomo a nivel mundial son las naciones árabes: Arabia Saudita, Emiratos Arabes, Kuwait, Yemen, Oman y Jordania, los cuales absorben del 75 al 80% de la producción mundial. Los países escandinavos, Finlandia, Dinamarca y Noruega absorben un 15% y el resto es consumido por Estados Unidos e Inglaterra y Europa. <sup>1</sup>

Entre los países productores se encuentra Guatemala y La India, que son los que abastecen el mercado internacional principalmente. Otros países productores, son Afganistán y Paquistaní, pero éstos no exportan su producto, únicamente es para autoconsumo. <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>/ BUMGARTEN J. 1,993. Aspectos económicos del cultivo de cardamomo a nivel mundial. Agroexportadora S.A. (Comunicación personal)

<sup>2</sup>/ ibid

### 3.1.9 Situación financiera del cardamomo a nivel mundial y a nivel nacional

El efecto financiero que el producto ejerce sobre la economía nacional se puede medir a través del flujo de divisas que ingresan al país, como consecuencia de la venta de diferentes calidades de cardamomo al mercado internacional.

Para dar una mejor imagen del comportamiento de la producción de cardamomo a nivel nacional, precios e ingreso de divisas al país, desde que su exportación se inició en 1,972, se presentan cinco gráficas que ilustran etapas críticas del producto a través de veinte años.

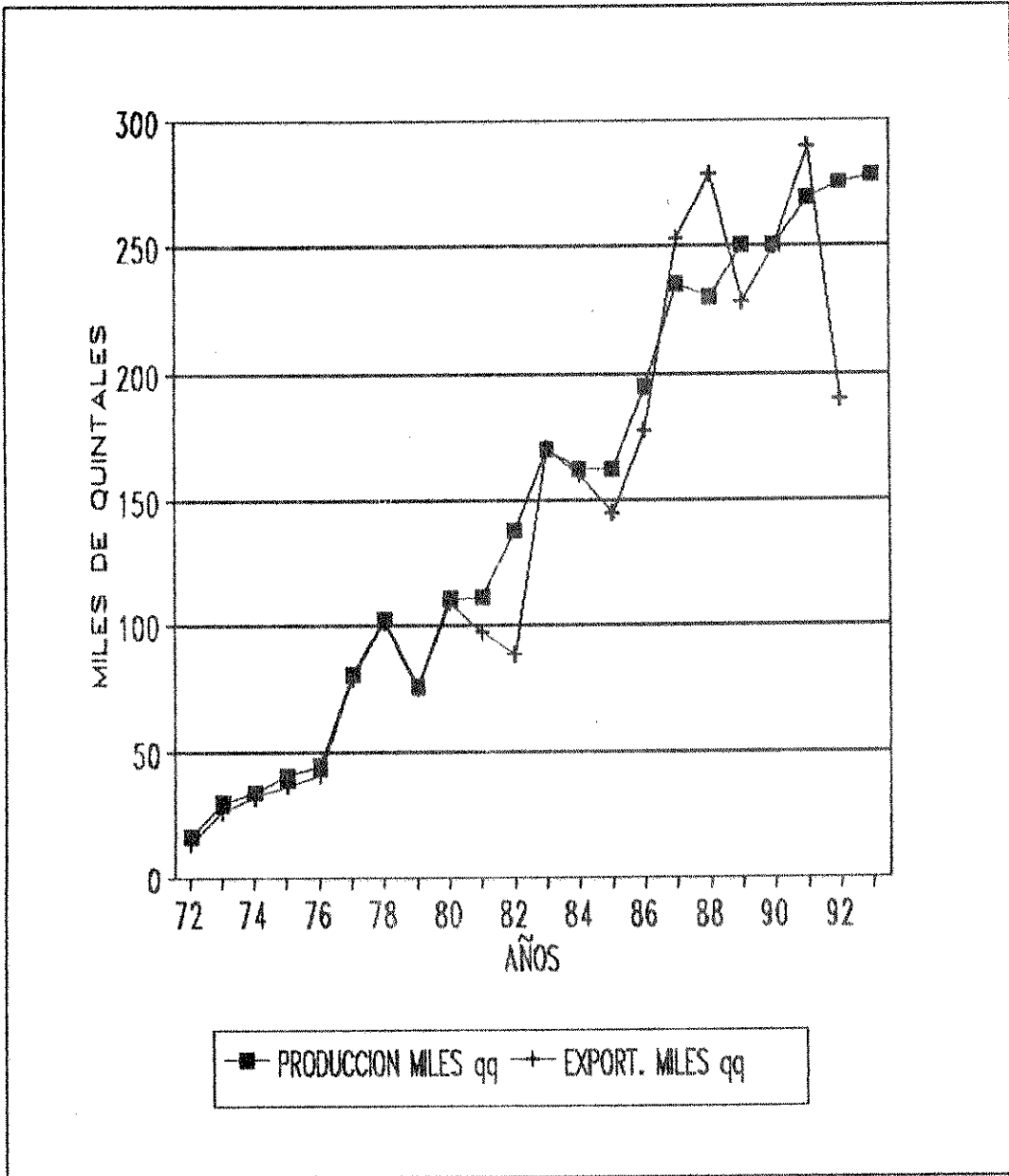
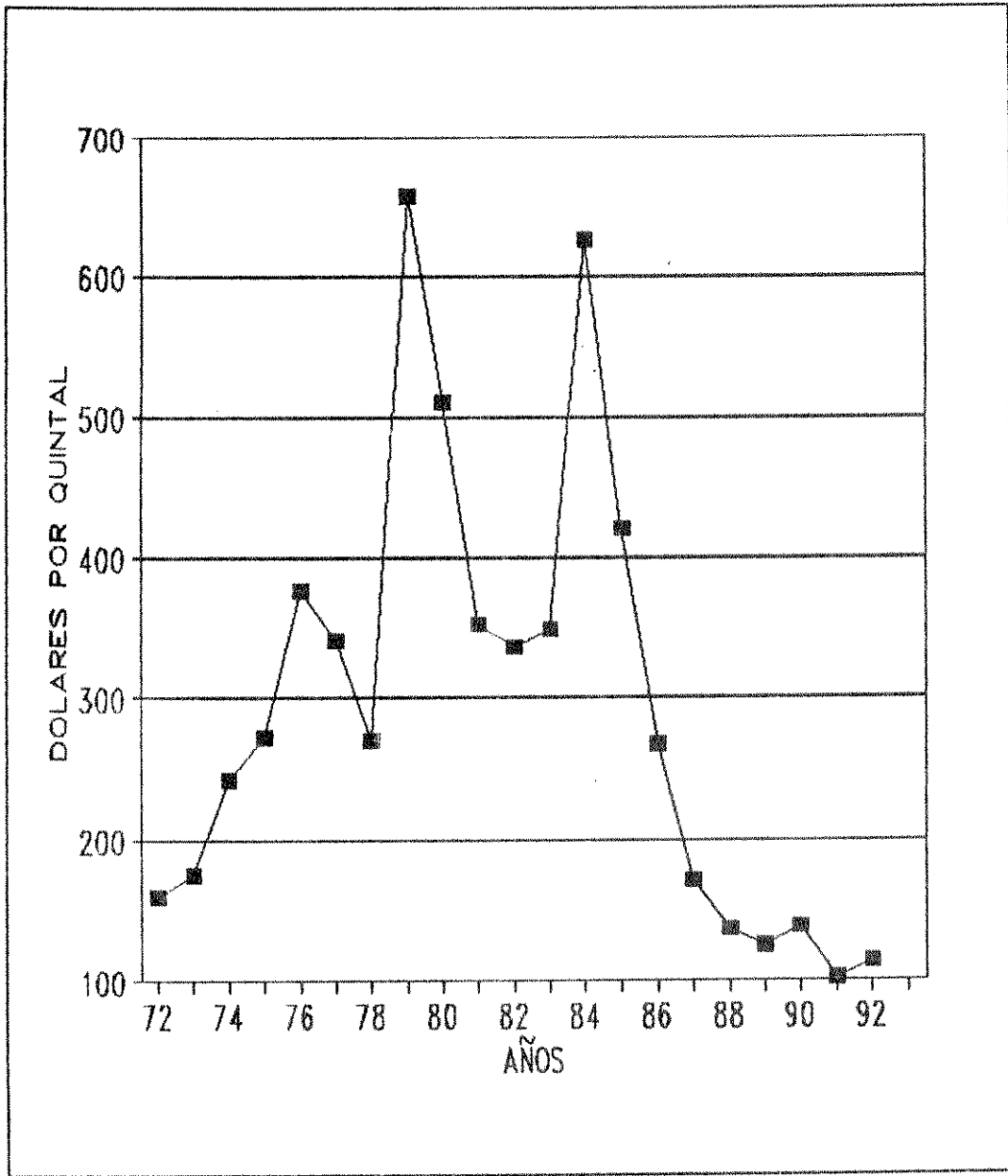


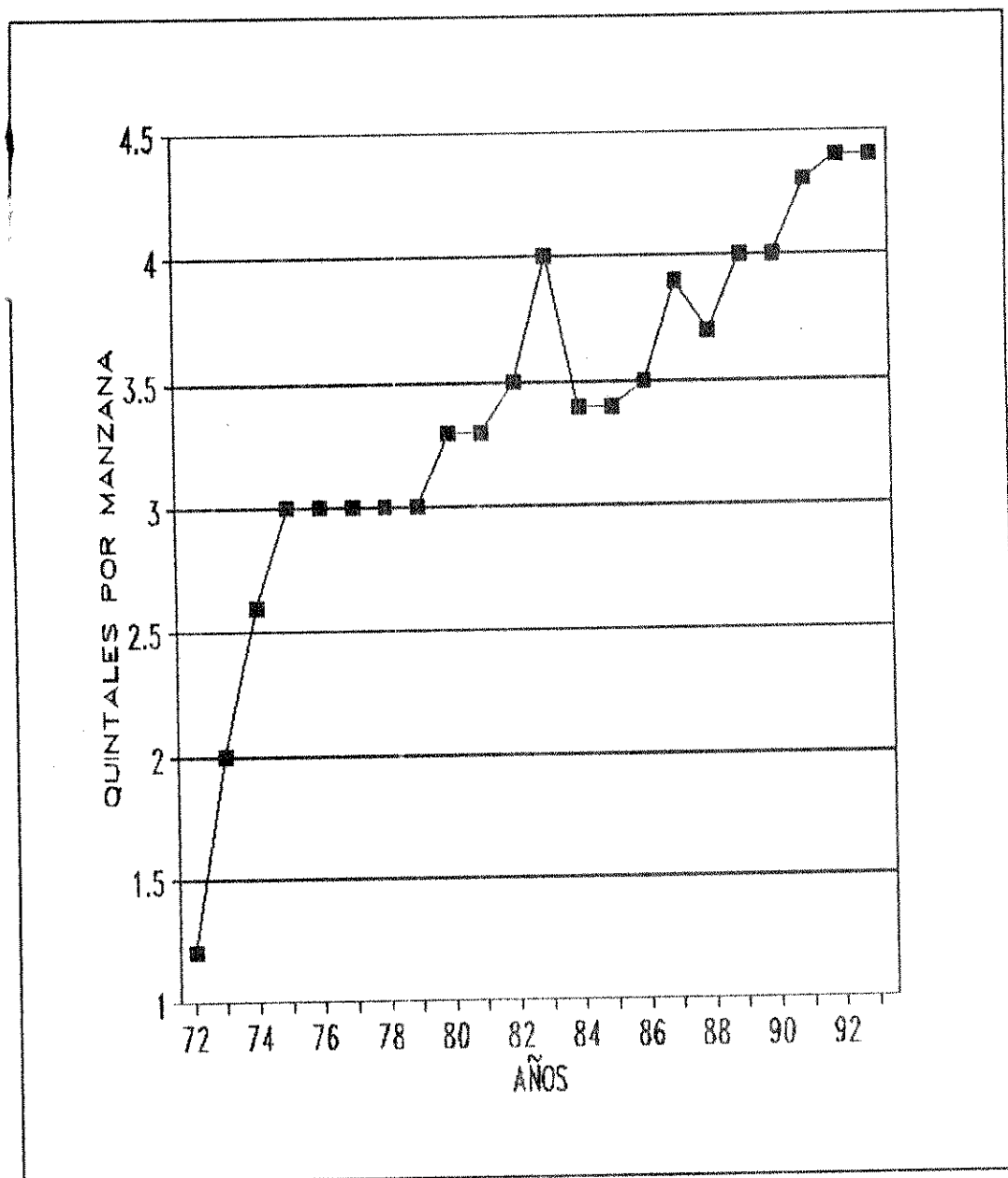
Figura 1 : COMPARACION ENTRE PRODUCCION NACIONAL Y EXPORTACION A TRAVES DE LOS AÑOS.

Fuente: Banco de Guatemala (11)



**Figura 2 : PRECIOS DE CARDAMOMO A TRAVES DEL TIEMPO**

Fuente: Banco de Guatemala (11)



**Figura 3:** *PRODUCCION PROMEDIO ALCANZADA A TRAVES DEL TIEMPO.*

Fuente: Banco de Guatemala (11)

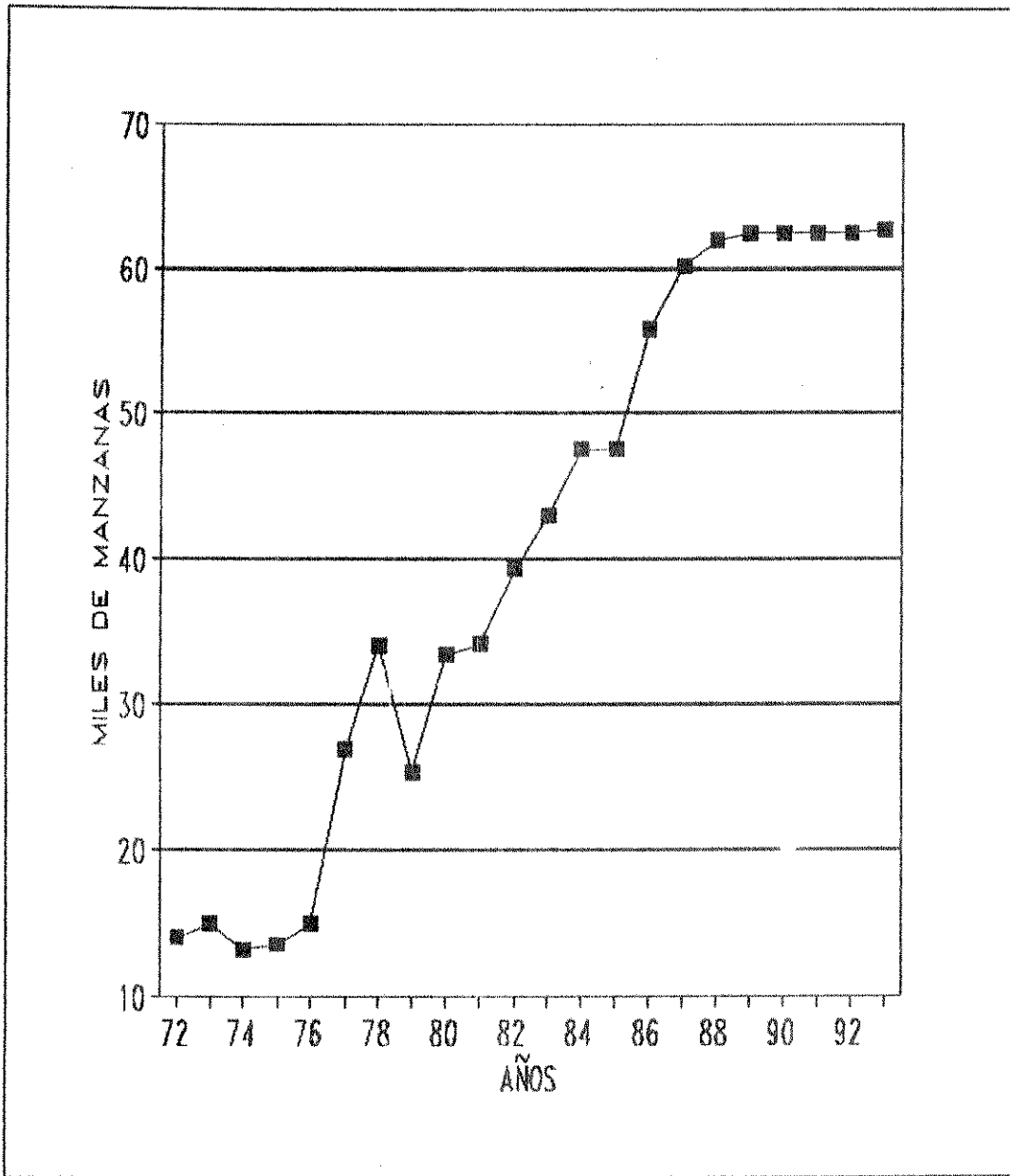
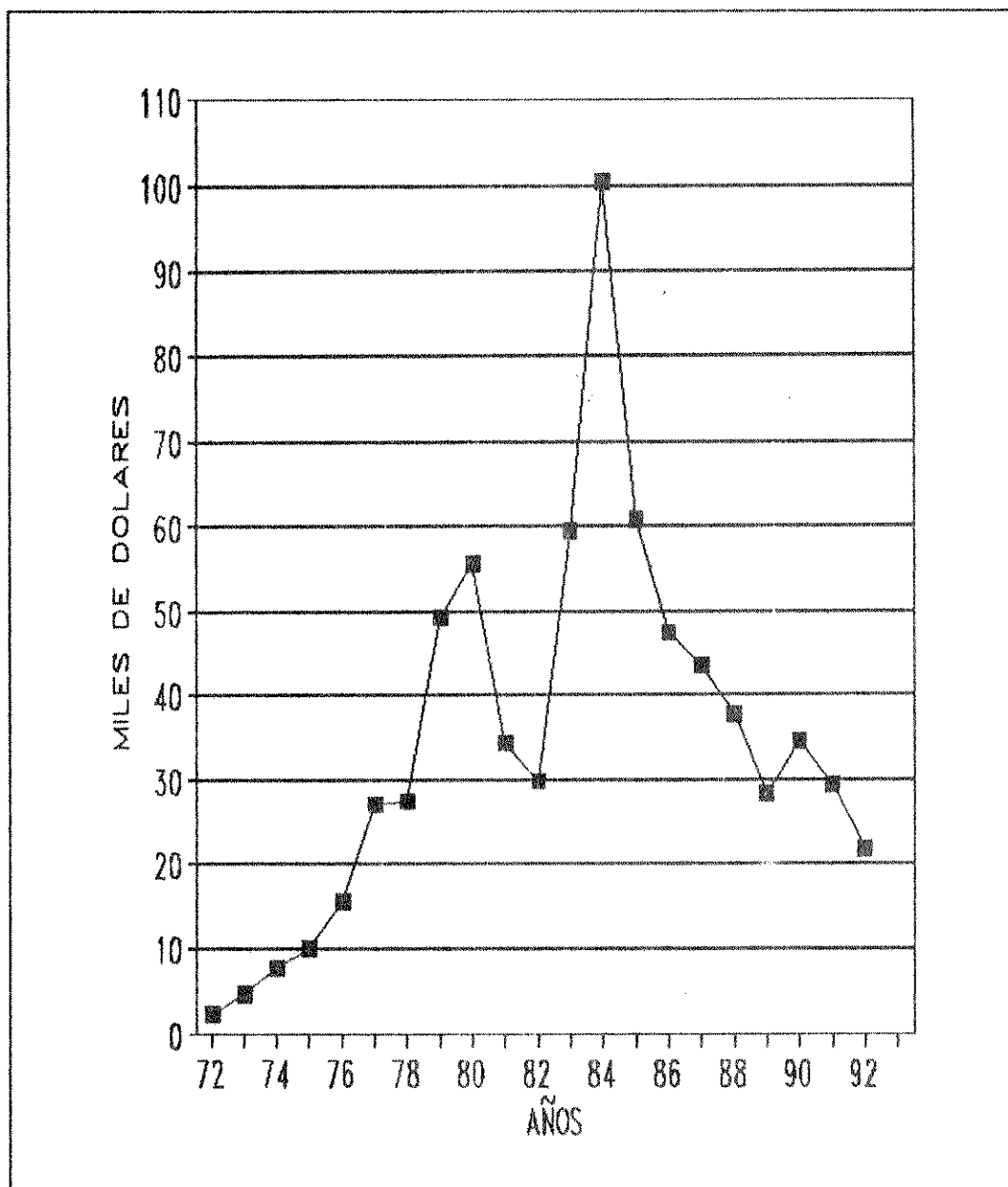


Figura 4 : AREA DE SIEMBRA DE CARDAMOMO DURANTE 20 AÑOS.

Fuente: Banco de Guatemala (11)





**Figura 5 :** CONTROL DE DIVISAS PRODUCIDAS POR EXPORTACION DE CARDAMOMO DURANTE 20 AÑOS.

Fuente: Banco de Guatemala (11)

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Por ejemplo puede observarse en la gráfica 1, el volumen de exportación del año 1,972 a 1,992 y que en los últimos dos años ha sido de 275,000 quintales. Sin embargo el mercado internacional ha bajado los precios considerablemente, llegando en 1,991 a \$ 101.29 (ver gráfica 2), lo que se traduce en menor ingreso en divisas para el país aunque se mantenga la producción a un mismo volumen, así también cabe mencionar que el área de producción el país no ha variado en los últimos seis años manteniéndose en 62,500 manzanas. El aumento de la producción a nivel nacional se debe entonces al mejoramiento de las técnicas ya que se ha aumentado la productividad del cultivo, lo cual puede ser observado en la gráfica 3.

La gráfica 5 presenta el ingreso de divisas al país por este rubro a través de 20 años de exportación. En 1,991 se alcanzó una cifra de \$ 29,311.90. Como puede notarse en la misma gráfica el ingreso de divisas ha sido decreciente a partir de 1,984, lo que contrasta con el alto volumen de producción, pero éste efecto se debe a la caída de los precios en el mercado internacional (ver gráficas 1, 2 y 5).

### 3.1.10 Aspectos generales relacionados con el contenido de este trabajo.

#### 3.1.10.1 Etiología.

La etiología es parte de la patología vegetal que se ocupa del estudio de las causas que provocan la enfermedad.

Para que una planta se enferme deben entrar en acción en forma integrada, tres agentes: Un hospedante receptivo, un patógeno agresivo y un medio ambiente adecuado.

Debe tomarse en cuenta que antes de que se establezca una relación patógeno - hospedante, existen causas predisponentes que son inherentes a la planta y están en función de sus características bioquímicas fisiológicas y genéticas. Además están las causas determinantes que son las que están relacionadas directamente con el patógeno o agente causal (23).

#### 3.1.10.2 Técnicas de diagnóstico.

##### A) *Observación.*

Debe ser el primer elemento para llegar a la diagnosis de una enfermedad, se deben describir toda la sintomatología observada o bien las combinaciones de las mismas en los diferentes órganos observación que debe ser efectuada tanto en el campo como a nivel de laboratorio (9).

##### B) *Determinación de condiciones ambientales en donde se encuentra la plantación.*

Se deben establecer las condiciones físicas prevalecientes para determinar cuales son las que más influyen al avance de la enfermedad en el tiempo.(9)

C) *Observación de patógenos.*

Para la observación de patógenos se debe recurrir a diferentes técnicas tales como:

a) *Hongos.*

Para observar hongos las muestras pueden dejarse en cámara húmeda para el desarrollo de signos del patógeno, luego realizar cortes y/o raspados para hacer montajes en lactofenol. Para identificación de hongos se usaran medios adecuados en caso de ser necesario. Los medios a usar serán: agar dextrosa de papa (PDA), agar V-8, agar agua acidificado (AAA) o agar harina de maíz; los componentes de éstos son descritos en el anexo 1. (1,9,23)

b) *Bacterias.*

Para la observar bacterias puede procederse a dejar las muestras de tejido en cámara húmeda, para luego efectuar pruebas de gram o sembrar en medios de cultivo tales como bacto agar, agar-agua. Para la identificación se pueden usar medios de siembra tales como: YDC (Extracto de levadura-dextrosa y CACO<sub>2</sub>), KB (medio B-de King's agar), MS (Miller-Schroh), CVI (cristal-violeta pectato) y D-1 (medio D-1 agar). (1,9,23)

c) *Nematodos.*

Para observar nematodos se deben utilizar varias técnicas, las cuales dependen del tipo de material que se esté trabajando. Si se trabaja co

uelo se puede efectuar extracción ya sea por tamizado-centrifugado o bien por incubación en embudos de Baerman.

Si se trata de tejido vegetal (raicillas, raíces o material de reserva de las plantas), se puede usar la técnica de licuado-tamizado, licuado-amizado-centrifugado o bien incubación en embudos de Baerman. (1,23,25).

) *Correlación de lo observado con bibliografía existente.*

En relación al diagnóstico original y luego de haber efectuado pruebas de patogenicidad o bien luego del diagnóstico se deben efectuar revisiones bibliográficas con el objeto de hacer una identificación correcta tanto de agente causal, como de los síntomas observados por el investigador. (1,9,23,25)

.2 Marco referencial.

.2.1 Ubicación.

El área en donde se desarrolló la investigación está ubicada en el municipio de Ixcán, departamento de El Quiché, entre las coordenadas geográficas  $15^{\circ} 46' 18''$  a  $15^{\circ} 55' 04''$  Latitud Norte y  $90^{\circ} 53' 09''$  a  $91^{\circ} 02' 25''$  Longitud Oeste. En donde se encuentran ubicadas las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán. El área se encuentra ubicada entre los ríos Tzejá y Xalbal y la extensión territorial es de 13,345 ha (8). ver figuras 10A y 11A.

3.2.2 Zona de vida.

La zona de vida prevalecte en el lugar de trabajo es bosque muy húmedo subtropical (cálido), tiene lugar una precipitación aproximada de 3,500 a 4,500 mm anuales, según registros de la Dirección General de Servicios Agrícolas, región VII (10), la temperatura media anual es de 25 centígrados y la altura sobre el nivel del mar varia entre 90 a 300 metros.

3.2.3 Suelos.

Los suelos de la región son de la clase Tzejá y Chapayal. Los suelos Tzejá se caracterizan por ser lixiviados profundos y mal drenados. Los suelos Chapayal son profundos y bien drenados. Ambos suelos desarrollados sobre esquisto arcilloso, karsticos, altamente erosionables, poco productivos y de una recuperación lenta. (10)

3.2.4 Investigaciones patológicas en cardamomo

El cardamomo *Elletaria cardamomum* L. Maton, es uno de los cultivos de mayor importancia en la zona Norte de Alta Verapaz y Quiché. Sin embargo en los últimos años, el cultivo ha presentado problemas con organismos patógenos que reducen su productividad (13)

Como resultado de varias investigaciones efectuadas se ha identificado a un coleoptero *Cholus subcaudatus* que en su estado adulto se le denomina picudo de fruto, ya que ocasiona daños a nivel de éste órgano de la planta. Sin embargo el mayor daño lo ocasiona en estado larvario al barrenar los tallos, rizomas y escapos de las plantas ocasionando marchitamientos a nivel

de éstos órganos; éste insecto a sido reportado por González (10), fue objeto de análisis en el III congreso de manejo integrado de plagas (4) y también ha sido reportado por Ruano (21).

Cruz (6) encontró nematodos en almácigos y plantilla de cardamomo lo cual le llevó a hacer varias investigaciones para determinar que los géneros más importantes que han ocasionado daños son: *Meloidogyne spp.* y *Pratylenchus spp.*, González (10) también encontró éstos géneros en plantaciones establecidas en campo definitivo.

Se han reportado también enfermedades importantes como la virosis del cardamomo, que afecta principalmente en la zona productora Sur de Guatemala.

Otra enfermedad importante en la pudrición del rizoma, aparentemente producida por un hongo del género *Pythium spp*, *Fusarium spp* o *Rhizoctonia spp.* según ha sido reportada por DIGESA e ICTA en la región de Ixcán (8)

Existe una mancha foliar que ataca el cultivo también en la región de Alta Verapaz e Ixcán la cual posiblemente es producida *Cercospora spp.*  
(10,24)

#### 4. OBJETIVOS

##### 4.1 Objetivo General.

Determinar la etiología y la importancia de la enfermedad llamada "pudrición del rizoma de cardamomo" *Elletaria cardamomum* L. M., en las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán, municipio de Ixcán, Quiché.

##### 4.2 Objetivos específicos.

- 4.2.1 Determinar el agente causal de la enfermedad denominada "Pudrición del rizoma de cardamomo" *E. cardamomum* L. M.
- 4.2.2. Determinar la incidencia de la enfermedad en el área bajo estudio.
- 4.2.3. Conocer en forma preliminar la magnitud de las pérdidas productivas ocasionadas por la presencia de la enfermedad.



## 5. HIPÓTESIS

- 5.1 La enfermedad es provocada por un agente biótico.
- 5.2 La tasa de crecimiento de plantas enfermas por unidad de área tendrá un aumento al establecerse la época lluviosa.
- 5.3. El 100% de las plantaciones de cardamomo presentan la enfermedad denominada "Putridión del rizoma" en cardamomo *E. cardamomum* L.M.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Determinación del agente causal.

#### 6.1.1 Selección y tamaño de parcelas.

Luego de efectuar recorridos por las plantaciones, se seleccionaron tres parcelas de cada edad por aldea. La identificación de las mismas quedó de la siguiente manera:

Cardamomo menor de un año: A

Cardamomo entre 1 y 4 años: B

Cardamomo mayor de 4 años: C

La dimensión de cada parcela fue de 440 metros cuadrados, donde se realizaron los muestreos de tejido vegetal y los conteos de plantas enfermas para el estudio de la incidencia a través del tiempo. La distribución de las parcelas puede observarse en la figura 12A.

#### 6.1.2 Muestreo de tejido vegetal.

Se tomaron muestras de plantas que presentaban las características de la enfermedad, el tejido se colocó en bolsas de plástico, se identificaron según la aldea, edad y fecha de recolección (9)

En cada muestra se describieron los síntomas encontrados en los órganos de las plantas (23)

Las muestras se identificaron, colocando primero las siglas de la aldea, luego separado por un guión la letra asignada a cada categoría según edad de cardamomo y por último el número correlativo de parcela por aldea, el cual fue de 1 a 9.

#### 6.1.3 Aislamiento de patógenos.

##### 6.1.3.1 Observación de hongos.

Las muestras debidamente identificadas se colocaron en cámara húmeda durante 48 - 72 horas. Al final de la incubación hicieron montajes de cortes y raspados de tejido para observar al microscopio, estructuras de hongo que se desarrollaron (9,23,25)

#### 6.1.3.2 Extracción de nematodos.

Se efectuaron extracciones de nematodos del suelo por el método de flotación en azúcar y licuado - tamizado en rizoma y raicillas.

#### 6.1.4 Conteo e identificación de nematodos

Se efectuaron conteos de nematodos, ayudándose de una placa de conteo. Las lecturas se hicieron al microscopio. Se efectuaron 3 lecturas por extracción, para establecer el número de nematodos promedio por gramo de rizoma y raicillas, o bien por centímetro cúbico de suelo (9)

#### 6.1.5 Prueba de patogenicidad.

En el presente trabajo solamente se realizaron pruebas de patogenicidad con nematodos, ya que no se presentaron otros agentes en forma consistente en las muestras analizadas (9,23)

#### 6.1.6 Plantas para inóculo.

Las plantas para inoculación se obtuvieron del vivero de DIGESA de Playa Grande, a 15 días de germinadas, libres de agentes patógenos ya que en el vivero se utiliza PCNB y carbofuran, así como tratamiento protectante con Metamidofos y Antracol.

Antes del trasplante en el invernadero de la FAUSAC, se llenaron macetas pequeñas con un estrato arenoso, al cual para su desinfestación se le aplicó agua hirviendo y al enfriar el suelo se le aplicó carborfurán, para asegurar que no hubiese presencia de nematodos u otros organismos que pudieran provocar interferencia con la posterior inoculación de las plantas. Por último se efectuó el trasplante.

#### 6.1.7 Aislamiento e inóculo.

Para la obtención de nematodos para inóculo se utilizaron 2,400 cc de suelo y se aplicó la técnica de flotación en azúcar, descrita en la metodología (9)

El inóculo consistió en una alicuota de 250 ml conteniendo 10,665 nematodos, 8,000 del género *Helicotilenchus sp.* y 2,265 del género *Criconemoides sp.*

#### 6.1.8 Inoculación.

La inoculación se llevó a cabo el 5 de noviembre de 1,993 y el proceso se llevó a cabo de la siguiente manera se escogieron 20 plantas, 10 para inocular y 10 para testigo. Se dividió la alicuota en 10 unidades ayudándose con 10 beakers. Luego se procedió a aplicar 25 ml/planta, si se toma en cuenta que por cada mililitro de alicuota habían 32 *Helicotilenchus sp.* y 11 *Criconemoides sp.*, entonces se aplicaron 800 *Helicotylenchus sp.* y 275 *Criconemoides sp.* por cada planta inoculada.

### 6.1.9 Reaislamiento.

La lectura de resultados se llevó a cabo en el período del 5 al 15 de noviembre de 1,994, tiempo en que se extrajeron y aislaron los nematodos encontrados.

## 6.2 Metodología para el estudio de la incidencia y cuantificación presencial de la enfermedad.

### 6.2.1 Incidencia

La incidencia se midió en las parcelas seleccionadas dentro de las cuales se leyeron número de plantas enfermas en relación al número total de plantas por unidad de área, para encontrar el porcentaje.

El cálculo de porcentaje de incidencia fue el siguiente:

$$(\%) \text{ de incidencia} = \frac{\# \text{ plantas enfermas} * 100}{\# \text{ plantas total}}$$

Se efectuaron lecturas cada 15 días, con las cuales se elaboraron curvas de porcentaje contra tiempo, esto para determinar el comportamiento de la enfermedad dentro de una plantación de cardamomo durante 120 días del período lluvioso de un año (3,9)

### 6.2.2 Cuantificación presencial de la enfermedad.

La cuantificación presencial de la enfermedad fue igual a la proporción de agricultores que relataron que poseen problemas con la enfermedad pudrición del rizoma en cardamomo. Para este estudio se definió una pregunta en la boleta informativa. (ver apéndice 1)

### 6.3 Metodología para el estudio de las pérdidas productivas ocasionadas en la plantación por efecto de la enfermedad.

#### 6.3.1 Análisis estadístico.

El análisis estadístico se usó como medio para estimar las pérdidas productivas del agricultor por presencia de la enfermedad en las plantaciones de cardamomo.

Por las características de las variables a analizar, se hizo necesario usar muestreo estadístico y la ejecución del mismo se hizo por medio del paso de una boleta de campo utilizando la técnica de la entrevista.

#### 6.3.2 Marco de muestreo.

El marco de muestreo fue representado por los jefes familiares de las aldeas a estudiar y las poblaciones de las mismas son las siguientes:

- Santa María Tzejá	139 jefes familiares
- Kaibil Balam	106 jefes familiares
- Santiago Ixcán	116 jefes familiares
TOTAL.....	351 Jefes familiares.

### 6.3.3 Variables del estudio.

- a) Producción por planta
- b) Producción por unidad de área
- c) Años de vida comercial del cultivo.

### 6.3.4 Forma de medición.

- a) La producción se midió en Kilogramos por hectárea.
- b) El tiempo se midió en años.

### 6.3.5 Diseño de muestreo.

El diseño que utilizó fue el muestreo estratificado aleatorio, con distribución igual, en virtud de que se tenían 3 estratos definidos, como lo fueron las tres aldeas en estudio. Se tomó con distribución igual, ya que las variables que se estudiaron son homogéneas dentro de cada estrato. El estudio se dividió en dos fases: el muestreo preliminar tomando el 10% de los jefes familiares, para luego decidir el tamaño de muestra final con el que se trabajó.

### 6.3.6 Encuesta.

La encuesta se hizo utilizando una boleta de campo que se acomodara a las necesidades de la investigación. Las variables generales que se plasmaron en la boleta fueron las siguientes:

- a) Año de inicio del cultivo
- b) Características generales de la enfermedad
- c) Producción por unidad de área
- d) Producción por planta

Los datos que se recopilaron en la boleta informativa, sirvieron para promediar: años de vida comercial del cardamomo según los agricultores, producción por unidad de área y producción por planta.

Con ésta información se obtuvo el promedio de kilogramos por hectárea que el agricultor deja de percibir al disminuir la vida comercial del cardamomo.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 ASPECTOS GENERALES.

La producción de cardamomo presenta requerimientos específicos de tipo climático, del suelo, así como del manejo cultural de parte del productor.

Para su establecimiento se debe tener la tierra que es el objeto fundamental de trabajo, la semilla que puede ser de tipo sexual en forma de semilla o plántulas provenientes de semillero, o bien asexual en forma de rizoma y además se debe introducir la fuerza de trabajo del ser humano. Con estos tres elementos se empieza a desarrollar una plantación, la que luego será necesario mantener durante 3 años y posteriormente cosecharla por otros años más.



Durante la fase de instalación en la mayoría de cultivos ocurre la infestación de organismos patógenos ya sea que se de en el suelo o bien en el órgano que se use para reproducir la plantación.

La presente investigación se inició al ver que muchas plantaciones de Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán estaban siendo destruidas por una enfermedad que se mostraba como una pudrición en el rizoma lo que ocasionaba muchas muertes dentro de un campo de cultivo.

Buscando el origen de la enfermedad se hizo necesario adentrarse un poco dentro de la historia del cultivo, así es como se llega hasta los años 1,982-83 período en el que los campesinos nuevos parcelistas de las comunidades empezaron a comprar semilla proveniente de aldeas cercanas tales como: Salacuín y Saholon, Cobán, A.V. y de Xalbal, Ixcán, Quiché; así también algunos adquirieron plántulas ofrecidas por el vivero de la Dirección General de Servicios Agrícolas -DIGESA-.

Durante los años 85-86 la enfermedad hizo su apareamiento, la cual terminó con muchas plantaciones y de allí hasta el presente este mal ha permanecido y lo que es peor se está distribuyendo cada vez más.

Hace falta decir que los agentes patógeno se encuentran en casi todos los ambientes naturales en forma equilibrada, sin ser en realidad patógenos, pero al romper el equilibrio algunos organismos cambian de hábitos y pueden transformarse en inofensivos, benéficos o bien organismos nocivos para los cultivos. Puede ocurrir también que se importen organismos patógenos de un lugar a otro por medio de raíces u órganos de almacenamiento o suelo; que

el lo que sin duda ha ocurrido en el caso del cardamomo en el área bajo estudio.

Solamente conociendo el comportamiento y habitats de los organismos patógenos puede manejarse un cultivo a manera de evitar al máximo la introducción de dicho organismo a una plantación de interés económico. Si se descuidan estos aspectos fundamentales se puede desperdiciar la fuerza de trabajo invertida con lo que se afecta negativamente el sistema socio-económico.

## 7.2 IDENTIFICACIÓN.

Para la determinación del agente causal fue necesario seguir los postulados de Koch, ya que se efectuaron 5 muestreos, el aislamiento, inoculación, lectura de síntomas en campo y laboratorio, reaislamiento e identificación del mismo.

Con respecto a la sintomatología observada, se estableció de la siguiente manera por observaciones directas de campo y laboratorio:

### 7.2.1 Sintomatología general.

Pudrición basal de tallo y rizoma, tallos caídos, planta con un coloración amarilla.

### 7.2.2 Sintomatología en las hojas

Se presenta epinastia, manchas cloróticas, con avance de los bordes hacia el centro. El ápice se ve necrosado.

### 7.2.3 Sintomatología en los tallos

Algunos con una coloración café de la base hacia la mitad de los mismos. Al efectuar un corte, se observa una mancha anular que denota taponamiento y muerte de los haces vasculares.

### 7.2.4 Sintomatología en los rizomas.

Presenta pudriciones profundas suaves sin mal olor, manchas necróticas laterales, el tejido se ve como desgarrado interiormente se denotan fibras sueltas.

### 7.2.5 Sintomatología en las raíces.

Se observan daños en el cortex y rasgaduras en raíces primarias y secundarias, dando la impresión de un corte; no existe presencia de nodulaciones.

### 7.2.6 Sintomatología en hijuelos y escapos.

Los hijuelos y los escapos se observan necrosados, de una coloración café oscuro y con el tejido blando.

La sintomatología descrita anteriormente puede fácilmente conducir a la búsqueda de hongos causantes de pudrición, fue así como las primeras muestras fueron colocadas en cámara húmeda, dando por resultado especies de hongos *Rhizoctonia sp.* y *Sclerotium sp.* (como puede observarse en el cuadro 1) lo cual estaba confirmando las primeras hipótesis formuladas, sin embargo cuando se colocaron en cámara húmeda rizomas luego del segundo muestreo no apareció micelio de ningún hongo de pudrición. En este momento fue preciso reconsiderar la sintomatología y el comportamiento *a priori* de la enfermedad y con ello ver que según esto se pudiese tratar de nematodos, fue así como se inició el trabajo de extracción del suelo y del rizoma, dando un resultado positivo, al aparecer poblaciones altas de los géneros *Helicotylenchus sp.*, *Pratylenchus sp.* y *Criconemoides sp.* en plantas entre 1-4 años. Del género *Helicotylenchus sp.* se obtuvo una cantidad promedio de 695.50 nematodos por 100 cc de suelo y 56 nematodos por 10 gramos de rizoma; de *Pratylenchus sp.* se obtuvo un resultado promedio de 478.50 nematodos por 100 cc de suelo y 136.50 por 10 gramos de rizoma y el género *Criconemoides sp.* se presentó en un promedio de 125.0 unidades por 100 cc de suelo. Como puede observarse únicamente los géneros *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*, penetraron el rizoma, y eso es debido a que son endoparásitos migratorios (estos resultados se pueden observar en el cuadro 2). Con esta primera extracción de nematodos se tenía una vía muy importante a seguir, ya que Cruz (6) reportó éstos géneros como plagas del cardamomo.

Cuadro 1: Generos de hongos aparecidos durante el primer muestreo de la enfermedad pudricion del rizoma de cardamomo (*Elletaria cardamomum*)

MUESTRA	EDAD ANOS	TRATAMIENTO	RESULTADOS			
			MONTAJE	PDA	AGAR AGUA	BACTO AGAR
Kaibil Balam	1-4	C.H.Y S(H)	Rhizoctonia	Rhizoctonia	---	---
Kaibil Balam	>4	C.H.Y S(H)	---	---	---	---
Santiago Ixcan	1-4	CH	Sterotium	---	---	---
Santiago Ixcan	>4	S(H)	---	Rhizoctonia	---	---

Cuadro 2: Generos de nematodos identificados durante el segundo muestreo en suelo y tejido vegetal de cardamomo (*Elletaria cardamomum* L.M.) en el area de trabajo.

Muestra	Edad	Tipo	Nematodos por 100 cc de suelo o 10 gramos de rizoma o raicillas		
			Helicotylenchus	Pratylenchus	Criconemoides
Santa Maria Tzeja	1-4	Suelo	830	585	100
Kaibil Balam	1-4	Suelo	581	372	150
Promedio	1-4	Suelo	695.50	478.50	125.00
Santiago Ixcan	1-4	Rizoma	81	88	
Santiago Ixcan	1-4	Rizoma	51	185	
Promedio	1-4	Rizoma	58.00	136.50	

Como puede observarse en el cuadro 3, durante el tercer muestreo los generos de nematodos que aparecieron fueron: *Helicotylenchus*, en suelo y rizoma en cantidades promedio de 1326.50 y 129.67 respectivamente. El genero *Criconemoides sp.* únicamente apareció en el suelo en una cantidad promedio de 342.0 nematodos por 100 cc.

Cuadro 3: Generos de nematodos encontrados en suelo y tejido vegetal de cardamomo en el tercer muestreo

LUGAR	EDAD ANOS	MUESTRA	Nematodos por 100 cc de suelo o 10 gramos de rizoma o raicilla	
			Helicotylenchus	Cricconemoides
Santa Maria Tzeja	<1	SUELO	1130	375
Kaibil Balam	1-4	SUELO	1134	180
Santa Maria Tzeja	1-4	SUELO	1685	325
Santiago Ixcan	1-4	SUELO	1357	488
Promedio	1-4	SUELO	1326.50	342.00
Santa Maria Tzeja	1-4	RIZOMA	184	
Santiago Ixcan	1-4	RIZOMA	107	
Kaibil Balam	1-4	RIZOMA	98	
Promedio	1-4	RIZOMA	129.67	

De cualquier manera las cantidades en ambos géneros se acercan e sobrepasan el umbral económico para el cultivo de cardamomo reportada por Cruz (6) que es de 480 nematodos por 100 cc de suelo.

Como puede verse *Helicotylenchus spp.* fue el de mayor presencia en el suelo y el único que apareció en el tejido vegetal del rizoma, ya que sus hábitos son de ecto-endoparásito migratorio (3)

Observando el cuadro 4, en el que aparecen los resultados del cuarto muestreo los géneros identificados fueron: *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*

El género de mayor presencia en el suelo, rizoma y raicillas fue *Pratylenchus*, el cual se presentó con 546.67 nematodos por 100 cc de suelo, 127.25 por 10 gramos de rizoma y 110.75 por 10 gramos de raicillas. También el género *Helicotylenchus* se presentó en suelo, rizoma y raicillas en cantidades de 95.33 por 100 cc de suelo, 7.50 nematodos por 10 gramos de rizoma y 46.75 por 10 gramos de raicillas. Aquí se puede apreciar e

comportamiento de éstos dos ecto-endoparásitos y como se van moviendo desde el suelo hasta los tejidos vegetales. Por lo que la sintomatología observada obedece a éste movimiento fitoparasítico.

Cuadro 4: Nematodos existentes en suelo y diferentes organos de la planta en el cuarto muestreo

MUESTRA	EDAD ANOS	MUESTRA	Nematodos por 100 cc de suelo o 10 g. de rizoma o raicillas	
			Helicotylenchus	Pratylenchus
Santa María Tzeja	1-4	SUELO	60	520
Kaibil Balam	1-4	SUELO	53	373
Santiago Ixcán	1-4	SUELO	173	747
Promedio	1-4	SUELO	95.33	546.67
Santa María Tzeja	1-4	RIZOMA	0	189
Kaibil Balam	1-4	RIZOMA	13	100
Santiago Ixcán	1-4	RIZOMA	0	107
Santa María Tzeja	>15	RIZOMA	17	113
Promedio		RIZOMA	7.50	127.25
Santa María Tzeja	1-4	RAICILLAS	31	140
Kaibil Balam	1-4	RAICILLAS	95	0
Santiago Ixcán	1-4	RAICILLAS	0	230
Santa María Tzeja	>15	RAICILLAS	81	73
Promedio		RAICILLAS	48.75	110.75

En el cuadro 5 se puede observar que el género *Helicotylenchus sp.* tuvo una presencia que ascendió a 2,034.40 nematodos por 100 cc de suelo en el área bajo estudio la población más alta registrada hasta éste momento. El género *Criconemoides* también alcanzó una población alta 592.80 nematodos por 100 cc de suelo. Los suelos de los viveros de San Antonio Tzejá, Xalbal y de DIGESA se pudo establecer la presencia de los mismos géneros en porcentajes similares a los suelos del área bajo estudio. En los resultados

Cuadro 5: Nematodos existentes en suelo y diferentes organos de la planta en el quinto muestreo

MUESTRA	EDAD ANOS	MUESTRA	Nematodos por 100 cc de suelo o 10 g. rizoma o raicilla	
			Helicotylenchus	Criconemoides
Santa María Tzeja	< 1	SUELO	1940	721
Santa María Tzeja	1-4	SUELO	2510	347
Kalbil Balam	1-4	SUELO	3345	593
Santiago Ixcán	1-4	SUELO	1627	1058
Santiago Ixcán	> 4	SUELO	750	245
Promedio		SUELO	2034.40	592.80
Santa María Tzeja	< 1	RIZOMA	358	
Santa María Tzeja	1-4	RIZOMA	200	
Kalbil Balam	1-4	RIZOMA	187	
Santiago Ixcán	1-4	RIZOMA	169	
Santiago Ixcán	> 4	RIZOMA	52	
Promedio		RIZOMA	193.20	
San Antonio Tzeja	< 1	SUELO	1750	833
Xalbal	< 1	SUELO	2345	511
DIGESA	< 1	SUELO	380	223
Promedio		SUELO	1491.67	522.33

que se presentan en el cuadro 5 aparecen 1,491.67 nematodos del género *Helicotylenchus* y 522.33 nematodos del género *Criconemoides sp.* por 100 de suelo. Se debe hacer la salvedad de que en el vivero de DIGESA se hizo un muestreo en el suelo donde se encuentran los semilleros, reportando un bajo contenido de éstos microorganismos por cc de suelo, lo cual es debido a la aplicación de pesticidas mencionados anteriormente. Sin embargo también es preocupante los altos índices de contenido de nematodos en los viveros de San Antonio Tzejá y Xalbal, los cuales son manejados individualmente por agricultores del lugar. Como ya se mencionó estos son los lugares habituales de distribución de semilla para el área. Esto denota como se ha



distribuido el problema hacia otras regiones que han estado libres de éste agente patógeno y como puede seguirse distribuyendo si no se toman las medidas adecuadas de control.

Cuadro 6. Generos de nematodos aparecidos en la lectura de la inoculacion en plantas de cardamomo *E. cardamomum* L.M. de un ano de edad

MUESTRA	TIPO	Nematodos por 100 cc de suelo o 10 g. de raices o raicillas	
		<i>Helicotylenchus</i>	<i>Criconomoides</i>
Inoculada	SUELO	906.00	297.00
Inoculada	RIZOMA	687.50	0.00
Inoculada	RAICILLAS	437.10	0.00
Testigo	SUELO	0.00	0.00
Testigo	RIZOMA	0.00	0.00
Testigo	RAICILLAS	0.00	0.00
Alicuota	Cantidad	Nematodos por 25 mililitros de alicuota por planta	
		<i>Helicotylenchus</i>	<i>Criconomoides</i>
Inoculo	25 ml.	800.00	275.00

Finalmente se efectuó la recopilación del material con el que se efectuó la inoculación, lo cual se hizo de la misma manera que el quinto muestreo para recoger la mayor parte de especies que pudiesen haber en el área, pero igualmente solamente aparecieron los géneros *Helicotylenchus sp* y *Criconemoides sp.*, con los cuales se preparó la alicuota que serviría para inocular diez plantas de cardamomo de dos meses de edad, en cada planta se aplicaron 25 mililitros de alicuota conteniendo 800 *Helicotylenchus sp.* y

275 *Criconemoides sp.* No se inoculó *Pratylenchus sp* ya que no apareció en el material recopilado tanto en el quinto muestreo como en suelo y tejido vegetal utilizado para la inoculación. La prueba de patogenicidad se inició el 5 de noviembre de 1,993 con los dos géneros mencionados y no fue sino hasta pasados 9 meses en que se empezó a notar la sintomatología en las plantas inoculadas. En los siguientes 3 meses la enfermedad empezó a avanzar rápidamente hasta hacerse notar pequeñas pudriciones a nivel del rizoma y necrosis en los hijuelos de las plantas, lo cual pudo notarse pues parte de éste órgano permaneció fuera del suelo en las macetas. Fue entonces que un año después se decidió efectuar la lectura de resultados a nivel de laboratorio, o sea extraer los nematodos. Al extraer las plantas primeramente el daño provocado en los rizomas y a nivel radicular observado fue pudriciones y daños al cortex de la raíz en plantas inoculadas comparados con las sanidad de los órganos de las plantas testigo. A nivel de laboratorio se encontraron los dos géneros de nematodos *Helicotylenchus sp.* y *Criconemoides sp.* con poblaciones de 906 y 297 por cc de suelo, (como se puede observar en el cuadro 6). Se encontraron poblaciones únicamente del género *Helicotylenchus sp.* con poblaciones de 687.50 y 437.10 por 10 gramos de rizoma o raicillas. Es así como queda demostrado que los nematodos de los géneros *Helicotylenchus sp.* y *Criconemoides*, son los que provocan la enfermedad denominada pudrición del rizoma en cardamomo *E. cardamomum* L.M. En cuanto a las características de cada género, se puede decir que *Helicotylenchus sp.* es un ecto-endoparásito que destruye el tejido parenquimatoso a su paso el patógeno deja galerías las cuales son aprovechadas por organismos secundarios provocando la pudrición. Por su actividad también ocasionan taponamientos en los tejidos vasculares, lo que conlleva al amarillamiento y marchites de hojas, pseudotallos, hijuelos y

scapos. *Criconemoides sp.* es un nematodo que algunos autores (1,19) lo reportan como causante de pudriciones radiculares, por lo que dentro del sistema de la enfermedad juega un papel importante.

### 3.3 INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD EN EL AREA DE TRABAJO.

En cuanto a la incidencia de la enfermedad se puede decir que la ésta se presenta en forma parchada y no localizada.

En las plantaciones menores de un año raramente se observaron plantas con sintomatología o bien con pseudotallos caídos y su incidencia fue de 0.33 a 2.18% según cuadro 7 y figura 6, sin embargo al hacer el análisis de rizoma, raicilla y suelo dieron resultados positivos en cuanto a la presencia de nematodos.

Cuadro 7: Porcentaje de incidencia de la enfermedad pudrición de rizoma de cardamomo (*Elletaria cardamomum*) en las parcelas de area de estudio

EDAD EN DIAS	DIAS A LECTURA	0	15	30	45	60	75	90	105	120
<1	PROMEDIO	1.33	1.33	1.33	1.68	1.68	1.68	1.68	2.18	2.18
1-4	PROMEDIO	18.57	18.57	19.52	20.32	20.79	21.43	22.22	22.54	23.17
> 4	PROMEDIO	3.81	3.81	3.81	4.29	4.78	4.76	5.24	5.24	5.24
	PROMEDIO GENERAL	7.90	7.90	8.22	8.76	9.08	9.29	9.71	9.99	10.20

Según el estudio las plantaciones más afectadas son las que se encuentran entre 1 y 4 años de edad, ya que presentaron una incidencia inicial de 18.57% y finalizaron con 23.17% en 120 días (ver figura 7 y cuadro 7) la afección se presenta específicamente luego de la primera cosecha, entre los 3 y 4 años de edad. Los nematodos se encuentran en las raicillas y rizomas en poblaciones equilibradas, ya que la planta desde que germina es muy vigorosa, lo que no permitió que se manifiesten los síntomas característicos. Cuando la planta está dedicada a la emisión de flores entre los 18 meses o dos años, la planta sufre un stress por lo que los síntomas producidos por éstos microorganismos se magnifican, lo cual al final de la primera cosecha o sea a los 2.5 ó 3 años la población de nematodos ha llegado a tal punto que manifiestan los síntomas acentuadamente y las plantas empiezan a morir en forma abrupta, por eso los agricultores del lugar dicen "que las plantas mueren como si les hubieran echado agua caliente"; ya que se tornan amarillentas, los pseudotallos se caen, algunos necrosados y otros aún con su color verde, aparentemente sanos.

Las plantaciones mayores de 4 años generalmente en el área eran plantaciones que tenían una edad entre 12 y 15 años, la semilla de las cuales tiene otro origen y raramente presentaron sintomatología o bien presencia de nematodos ya que la incidencia fue de 3.81% al inicio finalizó con 5.24% como puede verse en la figura 9 y cuadro 7. Los productores no utilizan las plantas provenientes de ésta semilla ya que no son rendidoras y la calidad del cardamomo no es buena.

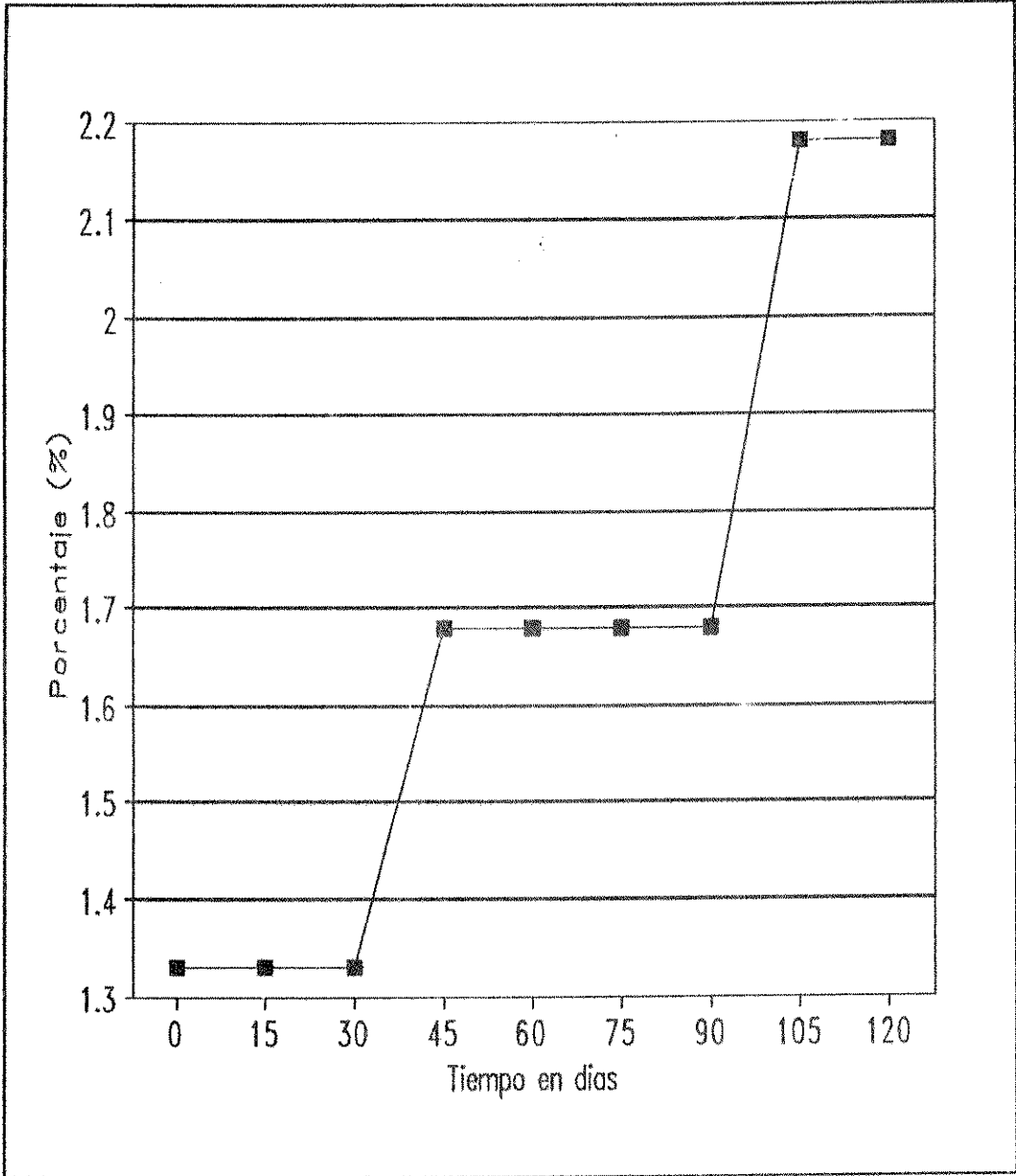


FIGURA 6. Promedio de incidencia de la pudrición del rizoma en plantas menores de un año.

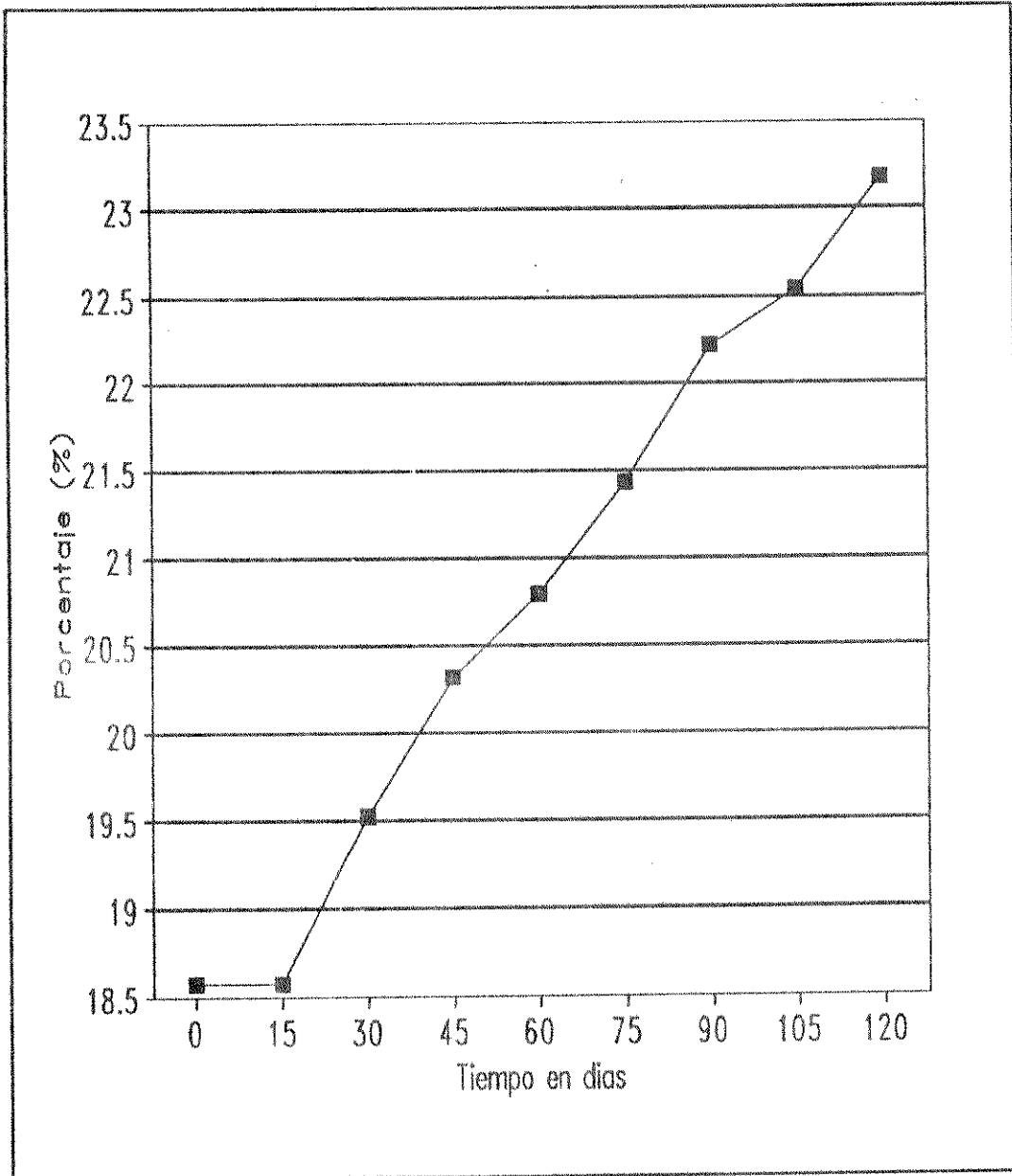


FIGURA 7. Incidencia presentada por plantas entre 1 y 4 años.

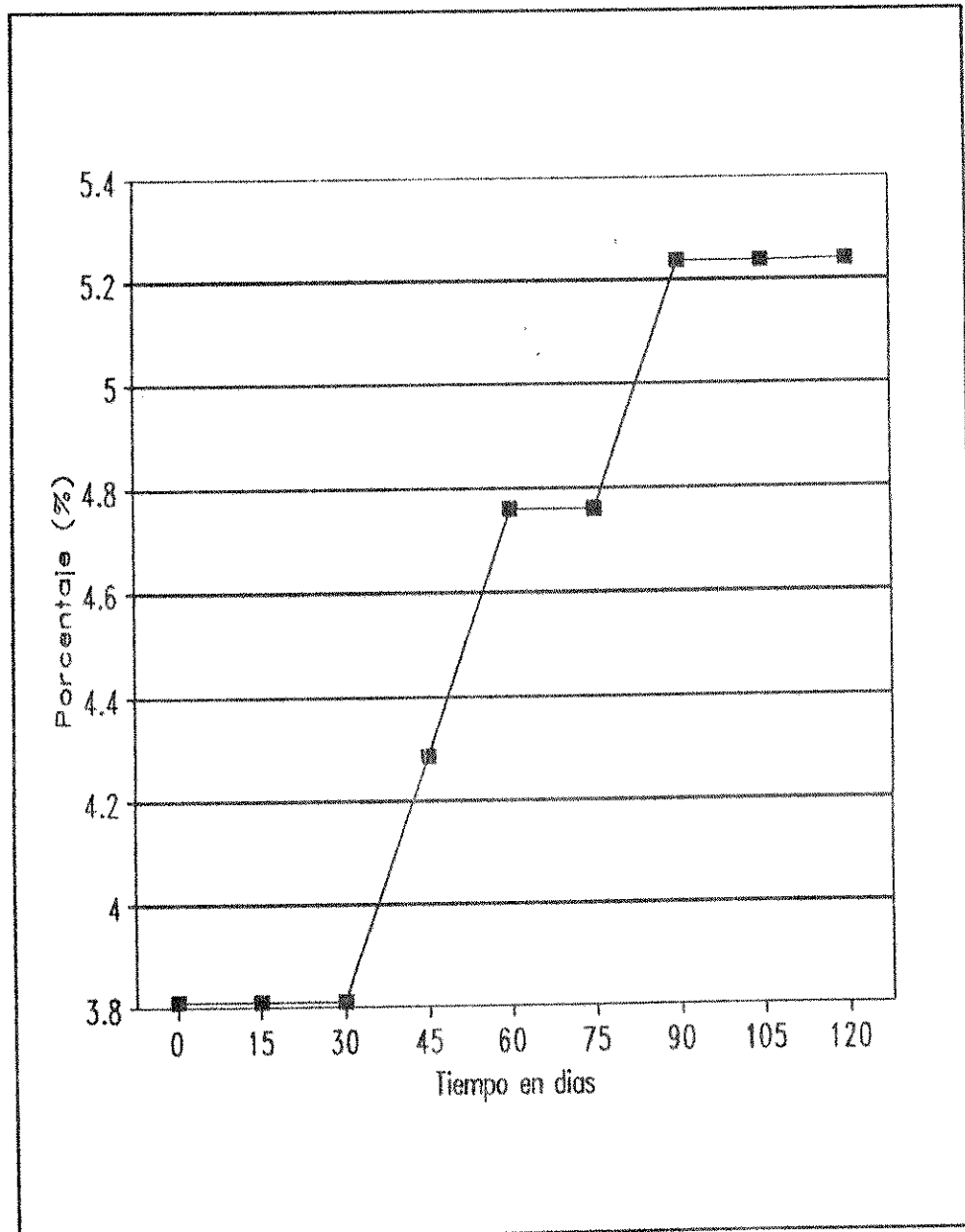


FIGURA 8. Incidencia presentada por plantas mayores de 4 años.

Al generar un promedio global de las plantaciones de cardamomo puede decirse que la enfermedad tiene capacidad de destruir las plantaciones de cardamomo en un tiempo relativamente corto (ver figura 9 y cuadro 7).

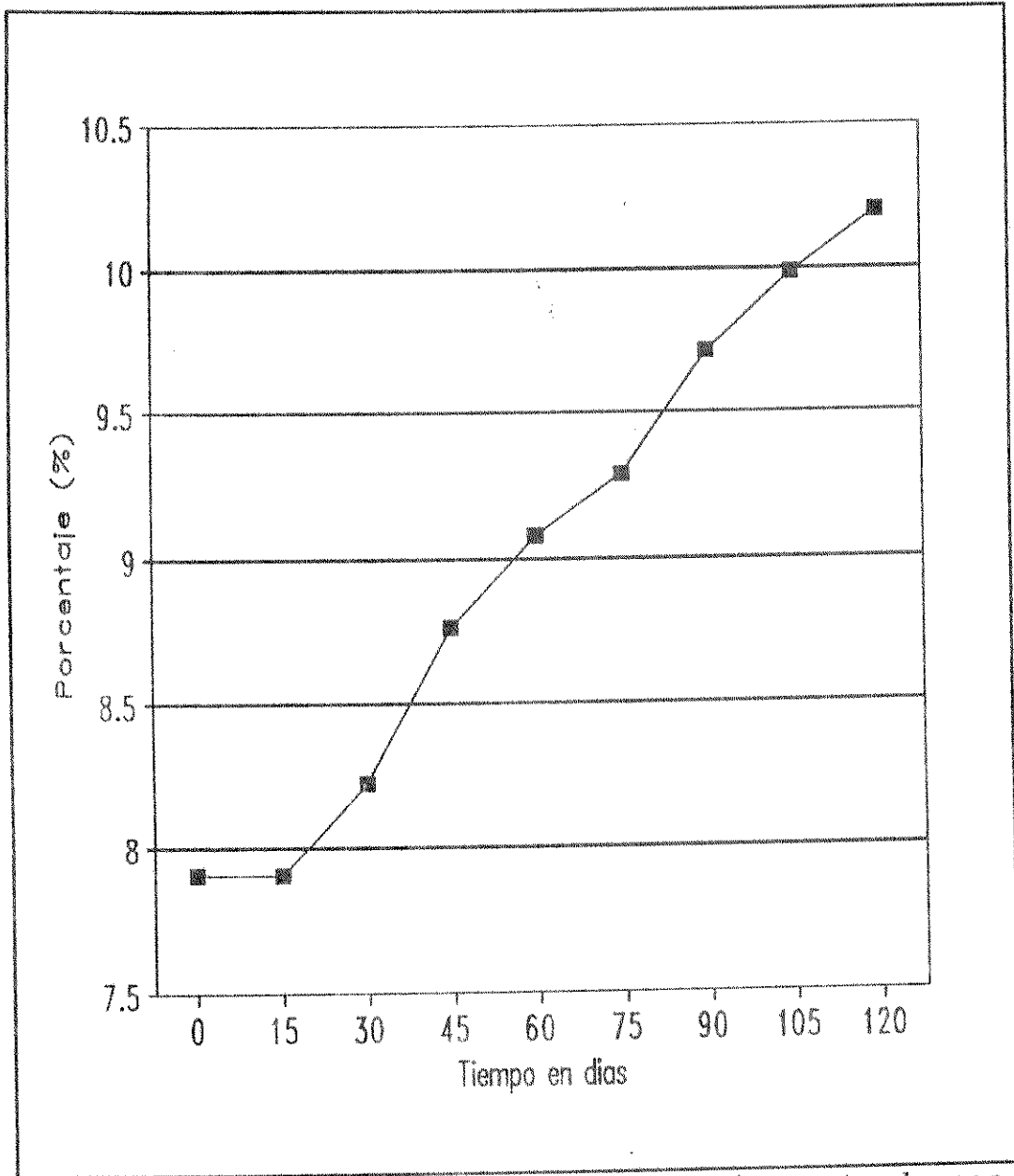


FIGURA 9. Promedio general de incidencia mostrado por las plantas en el área estudiada.



La distribución de la enfermedad no solamente está dentro de las plantaciones sino en el área de trabajo fue así como se estableció que el porcentaje de plantaciones que presentan la enfermedad pudrición del rizoma, esta entre 59-81% con una precisión del 0.11%, según la encuesta realizada a campesinos de las tres comunidades. Por lo que se rechaza la hipótesis propuesta que decía que la enfermedad se encontraba en todas las plantaciones, o sea el 100% de las mismas, sin embargo los campesinos creen que la tendencia es que la enfermedad se distribuya en toda el área.

Para contrarrestar al patógeno se han efectuando aplicaciones de fungicidas y cal, sin una respuesta positiva. Otra forma de control es cortado las plantas a ras con machete en la espera que los hijuelos puedan crecer sanos, cosa que no se da ya que estos órganos también mueren, ya que la pudrición ataca los tejidos de conducción por lo que éstos órganos se necrosan y mueren.

La enfermedad se presenta dentro de la plantación con un comportamiento localizado o parchado (apareciendo de 2 o 3 plantas juntas enfermas), lo cual confirma un ataque patogénico ocasionado por nematodos.

En la actualidad los agricultores obtienen la semilla de viveros, descartado la reproducción asexual por rizoma, pero a pesar de ésta medida la enfermedad patógeno se está distribuyendo cada vez más.

La mayor parte de la semilla procede de Xalbal, San Antonio Tzejá y vivero de DIGESA, ya que en estos lugares se encuentra buena calidad de semilla éste es el motivo por el cual éstos lugares han sido los centros

semilleros durante los últimos años. Es de hacer notar que en éstos lugares de distribución de semilla se utilizan las mismas áreas para los viveros año tras año, con lo cual se incrementa el riesgo de que las plántulas que se obtengan de allí se encuentren contaminadas con los nematodos causales de la enfermedad.

Estos centros de distribución de semilla vienen funcionando desde hace 10 años, que el mismo tiempo de aparecimiento de la enfermedad, por lo que se deduce que a partir de allí se han diseminado los agentes patógenos hacia muchos lugares de Ixcán y específicamente a Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán, se dice esto también fundamentandose en que los lugares de siembra son generalmente bosques en donde existe un ecosistema natural equilibrado por lo que no se esperaría encontrar éste tipo de patogenos en el suelo. Es de hacer notar que en el vivero de DIGESA, desde el aparecimiento de la enfermedad se viene tratando el suelo con fungicidas y nematicidas para asegurar la sanidad de las plantas, puesto que es una entidad estatal debe cuidar que el material de distribución sea de la mejor calidad posible.

Existen sin embargo plantaciones que no presentan la enfermedad, esto puede ocurrir porque es una plantación recién establecida o bien porque realmente es una plantación libre de nematodos lo cual demostraría que se estan cultivando nuevas áreas en los centros semilleros, otra posibilidad es que por ser plantaciones jóvenes aún no se hayan presentado los síntomas, con lo cual habría que esperar para poder establecer si realmente estan libres de los agentes patógenos.

Las plantaciones que se encuentran entre los 3 o 4 años de edad y no presentan los síntomas característicos es porque realmente están libres de la enfermedad ya que esta es la edad más susceptible para caer en éste estado patogénico. Con lo cual se confirma que hay algunos agricultores que prefieren hacer ellos mismos su semillero para incrementar su plantación. Se hace necesaria entonces la divulgación sobre los métodos de manejo para evitar la introducción de éstos microorganismos dentro de las futuras plantaciones o en lugares en donde todavía no los hay.

#### 7.4 ANÁLISIS DE LAS PERDIDAS PRODUCTIVAS.

Un punto importante y que es lo que motivó a entrelazar las pérdidas con éste trabajo, es que muchas veces el agricultor debe realizar grandes esfuerzos para llegar a obtener un producto, pero al final solamente se queda en inversión de fuerza de trabajo, lo cual afecta la socio-economía comunal. Dando por resultado que los pobladores del área se vean forzados a vender su fuerza de trabajo.

Las pérdidas para un agricultor se quedan solamente en "perdida de jornales", pero a su vez ellos dejan de percibir dinero al perder su cultivo de cardamomo uno de los principales productos de sostenimiento del área, a pesar del mal que le afecta. Los productores de cardamomo han tenido que soportar la presencia de esta enfermedad y aún así de lo poco que tienen han sacado dinero para el sostenimiento familiar.

Cuadro 8. Análisis de las variables económicas para el estudio de las pérdidas ocasionadas por la enfermedad pudrición del rizoma

Variable	Tamaño de muestra	Precisión	Confab.	Intervalo de confianza	Promedio
Proporción de enfermedad Plantaciones	60	0.11	95%	0.39 - 0.81	0.70
Promedio de producción por planta Kilogramos por planta	60	0.45	95%	5.0 - 5.9	5.45
Promedio de producción por unidad de área Kilogramos por hectárea	60	207.54	95%	2,377.20 - 2,781.90	2,579.55
Promedio de vida comercial Años de vida	60	0.49	95%	8 - 9	8.50

Para el análisis de las pérdidas fue necesario calcular las variables productivas necesarias para visualizar de mejor forma como la enfermedad pudrición del rizoma ocasiona daños tanto de tipo social como de tipo productivo (ver cuadro 8). En el campo social se ve afectada la fuerza de trabajo que se utiliza para la instalación del cultivo.

En lo referente a pérdidas puede decirse que una hectárea de cultivo sano puede llegar a producir 4,545 a 5,200 kilogramos, sin embargo en el área de trabajo por la presencia de la enfermedad actualmente se reportó que se está llegando a 2,377.20 - 2781.90 kilogramos por hectárea de cardamomo tipo cereza; determinando que cada planta puede producir entre 5.0 a 5.9 kilogramos en cada cosecha.

Al perder el 50-60% de su plantación el campesino no solo pierde su inversión sino también la esperanza de vida comercial de la planta que para el área se define entre 8-9 años. La vida comercial del cardamomo es desde el momento en que la planta empieza a producir, o sea al tercer año de vida fenológica de la plantación.

Por lo anterior puede deducirse la pérdida productiva del agricultor al destruirse su plantación tan prematuramente, al tercero o cuarto año, que es cuando se esperan los mayores rendimientos de la plantación.

## 8 CONCLUSIONES

- 8.1. La enfermedad se caracterizó por la presencia constante de una pudrición basal en el tallo, parte superficial del rizoma y un amarillamiento general de la planta. Los agentes causales son nematodos de los géneros *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*. Los géneros *Helicotylenchus spp.* y *Pratylenchus spp.* aparecieron en suelo, rizoma y raicillas. En cuanto al género *Criconemoides spp.* solamente hizo su aparición en el suelo. El género *Pratylenchus spp.* no apareció en forma consistente en los muestreos realizados.
- 8.2. La edad más susceptible para el desarrollo de la enfermedad es entre 1 y 4 años.
- 8.3. La mayoría de plantaciones poseen entre 12 y 15 años de edad. Esta categoría presentó una incidencia baja, y es debido a que la semilla de estos campos de cultivo provino de fincas cercanas a Cobán, en donde no se tiene problema de éstos microorganismos, sin embargo el producto es de baja calidad y bajo rendimiento.

8.4 La distribución de la enfermedad se ve debido a que en los centros semilleros existe infestación de nematodos y plantas rendidoras. Las plántulas al ser trasladadas llevan consigo en sus raíces y suelo éstos microorganismos, los cuales infestan los campos de cultivo.

## 9. RECOMENDACIONES.

9.1 Evitar el traslado de plántulas de áreas infectadas a lugares de siembra libres de los agentes patógenos, estableciendo viveros comunales o individuales con el uso de técnicas que incluyan la aplicación de nematicidas adecuados según las especificaciones de los productores; esto es muy importante ya que como se ve en el presente estudio la enfermedad es muy drástica y acaba con el cultivo provocando las pérdidas descritas. Esta situación deberá ser evaluada por el agricultor antes de establecer una plantación de cardamomo por ende tomar la decisión de no aceptar plántulas de origen desconocido.

9.2 Provieniendo de semilleros controlados no es necesaria la aplicación de nematicidas en el terreno definitivo, sin embargo cuando se tiene duda de la proveniencia de las plántulas, se deberán aplicar nematicidas.

- 9.3 Cuando se establecen plantas de dudoso origen, el tratamiento deberá ser durante toda la vida de la plantación, ya que si no se corre el riesgo de apareamiento de la enfermedad.
- 9.4 En plantaciones establecidas al aparecer plantas incidentes, las mismas se deberán eliminar físicamente, cortándola de raíz y aplicando un nematicida en el lugar, así como también se deberá aplicar en las plantas vecinas para asegurar que no haya infestación en las áreas aledañas.
- 9.5 En el presente estudio se determinaron las pérdidas productivas, sin embargo es necesario realizar un estudio económico para establecer con exactitud cuanto dinero está dejando de percibir el agricultor por causa de la enfermedad.
- 9.6 Como una recomendación final, en futuras investigaciones se deberá estudiar sobre la dosificación de nematicidas y su efecto en la producción de cardamomo.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G.N. 1,988. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán. México. D.F., Limusa. p. 39-43 y 666-667.
2. AMEZQUITA, M.O. 1,978. Técnicas de producción en el cultivo de cardamomo (*Elletaria cardamomum*), según tamaño de explotación agrícola en Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 54 p.
3. CHRISTIE, J.R. 1,970. Nematodos de los vegetales, su ecología y su control. México, D.F., Limusa. 275 p.
4. CONGRESO DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (3., 1985, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala). 1,985. Picudo del cardamomo plaga potencial en la zona sur cardamomera de Guatemala. Ed. por Marroquín y Tejada. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, APROCAR. p. 55-59.
5. CRONQUIST, A. 1,978. The evolution and clasificación of flowering plants. New York, Botanical Garden. p. 348-349.
6. CRUZ DELGADO, H.A. DE LA 1,979. Identificación de géneros de nematodos fitoparasíticos, su distribución general en almacigos y plantillas de cardamomo (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton) y su efecto sobre las plantas en condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. p 18-19.
7. FARFAN, O. 1,978. Vocación agrícola y prioridades de acción en las Verapaces. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 187-215.
8. FLORES POLANCO, J.C. 1,993. Diagnóstico general de las aldeas Santa María Tzejá, Kaibil Balam y Santiago Ixcán; municipio de Ixcán, departamento de El Quiché. Guatemala, PRODERE. 49 p.
9. FRENCH E.R. 1,980. Métodos de investigación fitopatológica. San José, C.R., IICA. p. 32-45 y 143-211.
10. GONZÁLEZ, E. 1,980. Apuntes sobre cardamomo (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton). Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, División Agropecuaria. p. 20-49.
11. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS E INDUSTRIALES. 1,993. Boletín estadístico Guatemala. s.p.
12. GUATEMALA. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD 1,981. Cultivo del cardamomo. Guatemala. 27 p.



13. HERRERA SOSA, M.E. 1,983. Abscisión, fenología y fenometría en inflorescencias, flores y frutos de cardamomo (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton grupo Minúscula Burkhill), en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 85.
14. ILYAS, M. 1,978. The spices of India II. Economic Botany (EE.UU.) 32(3):238-263.
15. LANG, F. 1,982. La flor, polinización y polinizadores de cardamomo (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton), en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 10-25.
16. LEON, G. 1,968. Botánica de los cultivos tropicales. Costa Rica, IICA. p. 124-125.
17. LUTTMAN, N.T. s.f. El cardamomo, consideraciones sobre su cultivo en Guatemala. Guatemala, Centro Universitario de Ciudad Vieja. p. irr.
18. MAISTRE, J. 1,969. Las plantas de especies. Trad. Asunción Carmona. Barcelona, España, Blume. p. 223-224.
19. MILLER, P.Q; POLLARD, H.L. 1,977. Multilingual compendium of plant; viruses and nematodes. USA, USDA, The American Phytopatological Society. v. 2, p. 307-309.
20. RAMIREZ, G. 1,981. Análisis preliminar de la producción del cardamomo (*Elletaria cardamomum*), en base al contenido de nutrientes minerales en la planta y su relación con los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
21. RUANO *et al.* 1,990. Recomendaciones técnicas agropecuarias, región II. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 54-58.
22. SAMARAWIRA, I. 1,972. Cardamom. World Crops (EE.UU.) 24:76-78.
23. SARASOLA, A.; ROCCA, M. DE SARASOLA. 1,975. Fitopatología; curso moderno. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. v. 1, p. 5-8.
24. SEMINARIO DE CULTIVOS TROPICALES (I., 1984, Quetzaltenango, Guatemala). 1,984. El cultivo del cardamomo (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton). Ed. por Catalán M. Quetzaltenango, Universidad de San Carlos de Guatemala. 12 p.
25. TAYLOR, A.L. 1,971. Introducción a la nematología vegetal aplicada. Roma, Italia, FAO. 128 p.

V. Bo. Miriam De La Roca



APÉNDICES

## APÉNDICE 1. BOLETA INFORMATIVA PARA LA INVESTIGACIÓN

Encuesta No. \_\_\_\_\_

Nombre del agricultor \_\_\_\_\_

### Datos generales de la enfermedad

1. De donde obtuvo la semilla \_\_\_\_\_
2. Que utilizó rizoma \_\_\_\_\_ semillero \_\_\_\_\_
3. Tiene presencia de pudrición en su cardamomo. si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
4. Extensión sembrada de cardamomo \_\_\_\_\_.
5. Edad de la plantación que usted tiene \_\_\_\_\_.
6. Hace cuantos años apareció la enfermedad \_\_\_\_\_.
7. En que mes empieza a pegar la enfermedad \_\_\_\_\_.
8. Que parte del terreno es la más afectada? Alta \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_  
Baja \_\_\_\_\_ Todo \_\_\_\_\_.
9. A que edad se presenta la enfermedad. \_\_\_\_\_
10. Fertiliza su plantación si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_  
Con qué \_\_\_\_\_.

### Sintomatología de la enfermedad

11. Hoja \_\_\_\_\_
12. Tallo \_\_\_\_\_
13. Inflorescencia \_\_\_\_\_
14. Flores \_\_\_\_\_
15. Fruto \_\_\_\_\_
16. Raíces \_\_\_\_\_

17. Como se presenta la enfermedad a) Varios parches \_\_\_\_\_  
 Pocos parches \_\_\_\_\_
18. En cuanto tiempo se distribuye en toda la plantación. \_\_\_\_\_
- 

**Control cultural de la enfermedad.**

19. Modera usted la sombra si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
20. Utiliza drenajes en su terreno. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
21. Elimina las plantas enfermas. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
22. Donde las pone: Enterradas \_\_\_\_\_ Amontonadas \_\_\_\_\_  
 Las saca fuera de la plantación \_\_\_\_\_.

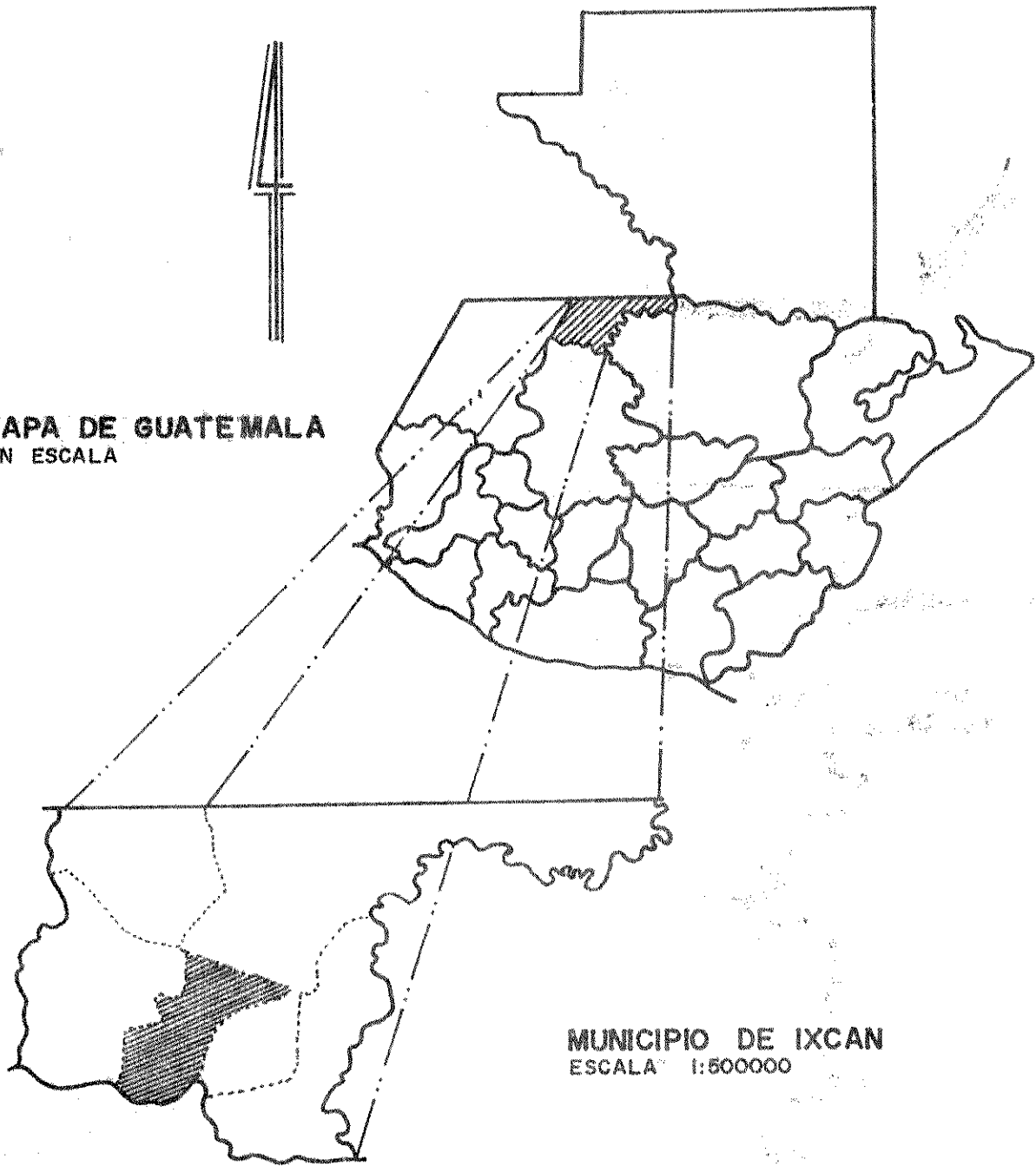
**Control químico de la enfermedad.**

23. Ha utilizada algún químico Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
24. Cuales \_\_\_\_\_
25. Que resultado se ha obtenido \_\_\_\_\_

**Rendimiento.**

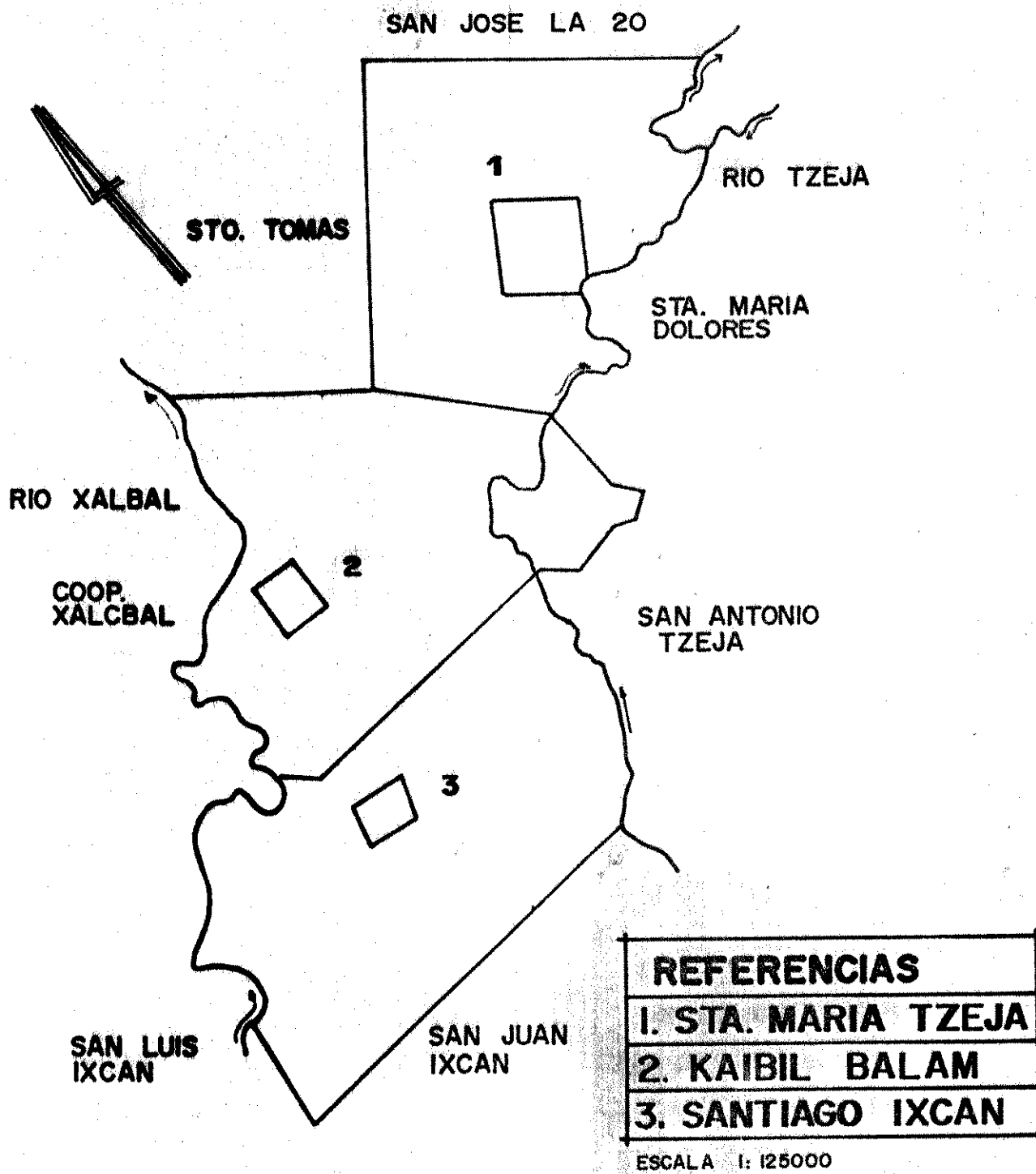
26. Cuantos quintales produce por cuerda. \_\_\_\_\_
27. Cuantas libras produce por planta Prom. \_\_\_\_\_
28. Años de vida productiva de las plantas \_\_\_\_\_

MAPA DE GUATEMALA  
SIN ESCALA

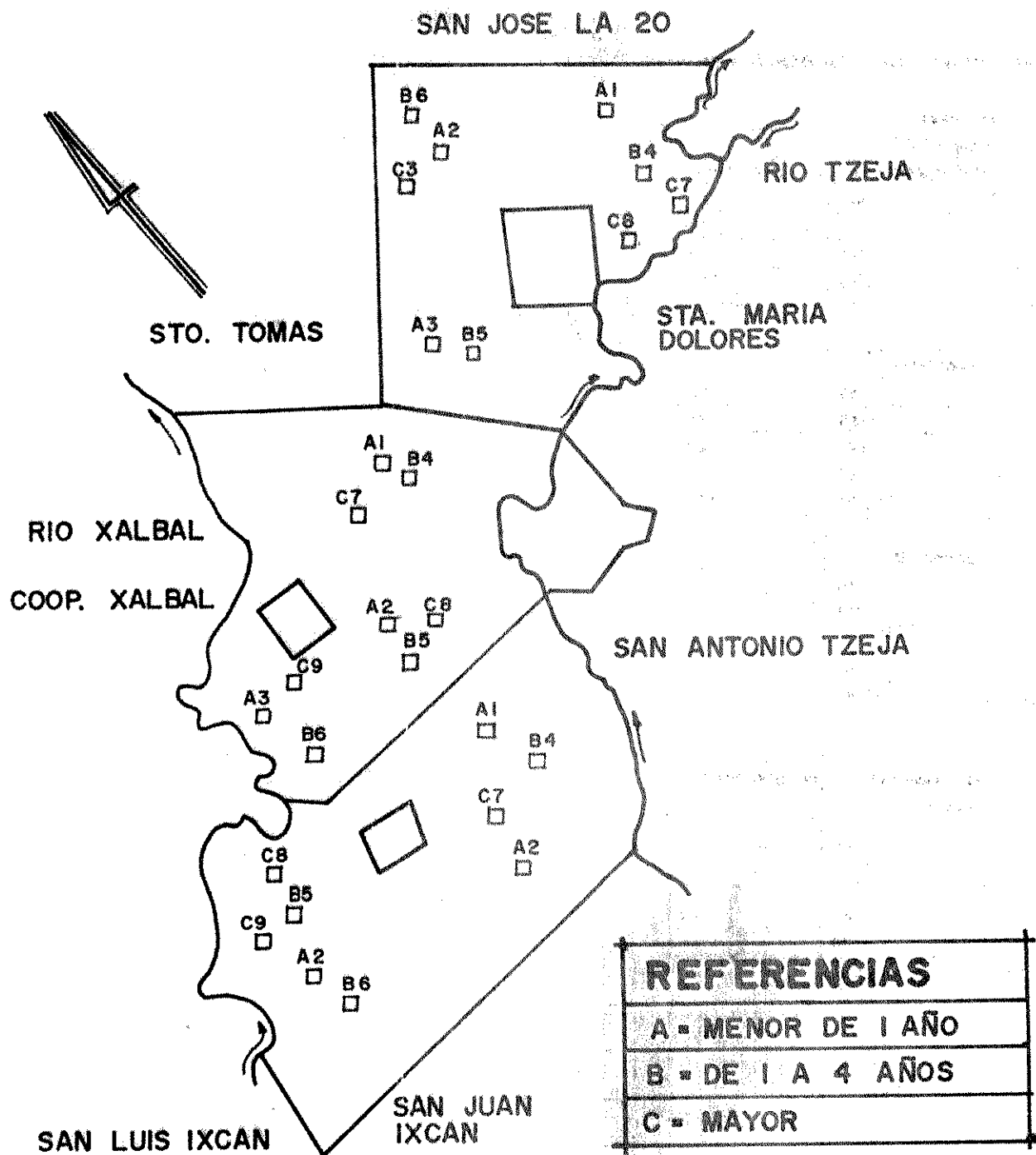


MUNICIPIO DE IXCAN  
ESCALA 1:500000

**FIGURA IOA**  
**MAPA DE UBICACION DEL MUNICIPIO DE IXCAN**



**FIGURA IIA MAPA DE UBICACION DEL AREA DE TRABAJO.**



**FIGURA 12A MAPA DE UBICACION DE LAS PARCELA DE PLANTACIONES DE CARDAMOMO.**

Cuadro 8A: Primer corteo e identificación de nematodos en suelo y tejido de cardamomo

	<1 año	
	Suelo SMT	
	<i>Helicotylenchus</i>	<i>criconemoides</i>
	80	22
	73	24
	73	29
TOTAL	226	75
PROMEDIO	75.33	25.00
	Suelo SMT	
	95	19
	125	24
	117	22
TOTAL	337	65
PROMEDIO	112.33	21.67
	Rizoma SMT	
	10	
	21	
	16	
TOTAL	47	
PROMEDIO	15.67	
	<i>Helicotylenchus</i>	<i>criconemoides</i>
	Suelo KB	
	110	13
	128	18
	140	29
TOTAL	378	60
PROMEDIO	126.00	20.00

	Rizoma KB	
	<i>Helicotylenchus</i>	<i>criconemoides</i>
	5	
	7	
	10	
TOTAL	22	
PROMEDIO	7.33	
	Suelo SI	
	51	16
	73	22
	57	27
TOTAL	181	65
PROMEDIO	60.33	21.67
	Rizoma SI	
	7	
	10	
	7	
TOTAL	24	
PROMEDIO	8.00	



Cuadro 10A: Promedio de nematodos encontrados en suelo y rizoma de cardamomo en el tercer muestreo

MUESTRA	EDAD ANOS	TIPO	g/ml	ML	Helicotylenchus	Criconemoides
Santa Maria Tzeja	<1	SUELO	100	30	75.33	25.00
Kaibil Balam	1-4	SUELO	100	18	126.00	20.00
Santa Maria Tzeja	1-4	SUELO	100	30	112.33	21.67
Santiago Ixcan	1-4	SUELO	100	45	60.33	21.67
Promedio	1-4	SUELO	100	30.75	93.50	22.09
Santa Maria Tzeja	1-4	RIZOMA	20	47	15.67	
Santiago Ixcan	1-4	RIZOMA	15	40	8.00	
Kaibil Balam	1-4	RIZOMA	15	40	7.33	
Promedio	1-4	RIZOMA	100	42.33	10.33	

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA CENTRAL



Cuadro 12A: Numero promedio de nematodos encontrados en suelo y organos de la planta en el cuarto muestreo

MUESTRA	EDAD ANOS	MUESTRA	g/ml	ALICUOTA ML	Helicotylenchus	Pratylenchus
Santa Maria Tzeja Kaibil Balam Santiago Ixcan	1-4	SUELO	100	40	3.00	26.00
	1-4	SUELO	100	40	2.67	18.67
	1-4	SUELO	100	40	8.67	37.33
Santa Maria Tzeja Kaibil Balam Santiago Ixcan Santa Maria Tzeja	1-4	RIZOMA	30	40	0.00	28.33
	1-4	RIZOMA	30	40	2.00	15.00
	1-4	RIZOMA	30	40	0.00	16.00
	>15	RIZOMA	20	40	1.67	11.33
Santa Maria Tzeja Kaibil Balam Santiago Ixcan Santa Maria Tzeja	1-4	RAICILLAS	4.3	40	0.67	3.00
	1-4	RAICILLAS	2.8	40	1.33	0.00
	1-4	RAICILLAS	1.45	40	0.00	1.67
	>15	RAICILLAS	5.5	40	1.67	2.00

Cuadro 13A: Lectura de las plantas enfermas por parcela en el area de trabajo

PARCELAS	Santa Maria Tzeja										Kaibil Balam										Santiago Ixcan																						
	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a																
0-1 AÑO	2	2	2	2	2	2	2	3	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
PROMEDIO	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	2.17	2.17	0.33	0.33	0.33	0.33	0.65	0.65	0.65	0.65	1.08	1.08	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
1-4 AÑOS	14	14	15	15	16	16	18	18	19	14	14	14	15	16	16	17	17	17	17	13	13	13	13	12	12	13	13	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
PROMEDIO	12.33	12.33	13.00	13.33	13.67	14.00	15.00	15.00	15.67	13.00	13.00	14.00	14.67	15.33	15.67	16.00	16.33	16.33	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	13.67	13.67	14.00	14.67	14.67	14.67	14.67	14.67	15.67	15.67	15.67	15.67	15.67	15.67	15.67	15.67
> 4 AÑOS	4	4	4	5	6	6	7	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
PROMEDIO	4.33	4.33	4.33	5.00	6.00	6.00	6.33	6.33	4.33	2.67	2.67	2.67	2.67	3.00	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33	
PROMEDIO GENERAL	6.10	6.10	6.32	6.65	7.10	7.21	7.66	7.63	7.98	5.33	5.33	5.66	6.11	6.22	6.66	6.77	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	7.03	6.96	6.96	6.96	6.96	5.44	5.44	5.44	5.44	6.00	6.00	6.00	6.00	6.33	6.33	6.33	6.33	6.33	6.33	6.33	6.33

Cuadro 14A: Porcentaje de incidencia de la enfermedad pudricion del rizoma en las parcelas seleccionadas por aldea en el area de trabajo

PARCELAS	Santa Maria Tzeja										Kaibil Balam										Santiago Ixcan									
	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a			
DIAS LECTURA	0	15	30	45	60	75	90	105	120	0	15	30	45	60	75	90	105	120	0											
0-1 AÑO	3	3	3	3	3	3	3	4	4	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	2	2	3	3	3	3	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6			
	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	6	6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PROMEDIO	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	3.33	3.33	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.67	1.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53			
1-4 AÑOS	20	20	21	21	23	23	26	26	27	20	20	21	23	23	24	24	24	24	27	27	27	27	28	28	28	30	30			
	23	23	34	24	24	26	26	26	27	14	14	18	16	17	17	19	19	14	14	14	14	16	16	17	17	19				
	10	10	10	11	11	11	13	13	13	21	21	23	24	26	26	26	27	17	17	17	17	19	19	20	20	21				
PROMEDIO	17.62	17.62	18.57	19.05	19.92	20.00	21.43	21.43	22.39	18.57	18.57	20.00	20.95	21.90	22.36	22.86	23.33	23.33	19.52	19.52	20.00	20.95	20.95	21.90	22.36	22.86	23.81			
> 4 AÑOS	6	5	6	7	9	9	10	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	10	10	10	10	11	11	11	11	10	3	3	3	4	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
	3	3	3	4	5	5	6	6	5	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
PROMEDIO	5.19	5.19	5.19	7.14	8.57	8.57	9.05	9.05	8.19	3.61	3.61	3.61	4.29	3.61	5.24	5.24	5.24	2.96	2.96	2.96	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.61				
PROMEDIO GENERAL	8.77	8.77	8.09	9.66	10.20	10.36	10.66	11.27	10.83	7.63	7.63	8.10	8.75	8.90	9.64	9.70	10.08	10.08	7.79	7.79	7.95	8.61	8.61	8.92	8.92	9.40	9.72			

Cuadro 15A. Analisis de la variables productivas para el estudio de las perdidas ocasionadas por la enfermedad pudricion del rizoma

Variable	Tamano de muestra	Precision	Confiab.	Tamano de m. corregido	Precision corregida
Proporcion de enfermedad Plantaciones	67	0.10	95%	60	0.11
Promedio de produccion por planta Kilogramos por planta	55	0.57	95%	60	0.45
Promedio de produccion por unidad de area Kilogramos por hectarea	50	239.20	95%	60	207.54
Promedio de vida comercial Anos de vida	53	0.60	95%	60	0.49
Costo promedio desde siembra hasta 1a cosecha Quetzales por manzana	37	176.00	95%	60	133.23
Costo promedio anual Quetzales por manzana	16	337.00	95%	60	162.00
Costo prom. por planta desde siembra a 1a cosecha Quetzales por manzana	45	0.25	95%	60	0.22
Promedio de jornales desde siembra a 1a cosecha por manzana	43	6.00	95%	60	4.78

## Cuadro 16A: Resultados del las perdidas economicas por aldea

Promedio de produccion por planta

Lugar	Estrato	Promedio	Tamano Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa Maria Tzeja	1	10.98	139	20.43	2839.77	394728.03
Kaibil Balam	2	11.48	106	12.14	1286.84	136405.04
Santiago Ixcan	3	13.55	116	14.58	1691.28	196188.48

Promedio de produccion por unidad de area

Lugar	Estrato	Promedio	Tamano Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa Maria Tzeja	1	2.11	139	0.82	85.89	
Kaibil Balam	2	2.86	106	0.45	47.20	
Santiago Ixcan	3	2.89	116	0.83	96.83	

Promedio de vida comercial del cultivo de cardamomo

Lugar	Estrato	Promedio	Tamano Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa Maria Tzeja	1	7.48	139	2.62	364.18	50621.02
Kaibil Balam	2	8.13	106	7.02	744.12	78876.72
Santiago Ixcan	3	10.15	116	3.58	415.28	48172.48

Costo promedio desde la siembra hasta la primera cosecha

Lugar	Estrato	Promedio	Tamano Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa Maria Tzeja	1	3328.50	139	418961.06	58235587.00	8094746600.00
Kaibil Balam	2	3392.35	106	172105.64	18248198.00	1933779000.00
Santiago Ixcan	3	3407.40	116	218689.78	25368012.00	2942689400.00

Cuadro 16A: Resultados de las pérdidas económicas por aldea

Costo promedio en un ciclo de producción normal						
Lugar	Estrato	Promedio	Tamaño Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa María Tzeja	1	1700.10	139	578058.25	80350097.00	1116866300.00
Kaibil Balam	2	1789.91	106	301010.26	31907088.00	3382215130.00
Santiago Ixcán	3	1780.82	116	347449.76	40304172.00	4675284000.00
Costo promedio por planta desde la siembra hasta la primera cosecha						
Lugar	Estrato	Promedio	Tamaño Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa María Tzeja	1	4.35	139	0.89	123.99	17234.33
Kaibil Balam	2	4.33	106	0.50	53.00	5618.00
Santiago Ixcán	3	4.40	116	0.69	80.04	9284.64
Número promedio de jornales gastados desde la siembra a primera cosecha						
Lugar	Estrato	Promedio	Tamaño Estrato Ni	Varianza S <sup>2</sup>	Ni*S <sup>2</sup>	Ni <sup>2</sup> *S <sup>2</sup>
Santa María Tzeja	1	105.80	139	421.12	58535.09	8136378.20
Kaibil Balam	2	101.90	106	469.35	49751.94	5273705.30
Santiago Ixcán	3	99.25	116	252.30	29267.11	3394984.20
Proporción de plantaciones con presencia de la enfermedad						
Lugar	Estrato	Proporción positiva	Tamaño Estrato Ni	p * q	Ni * pq	Ni <sup>2</sup> * pq
Santa María Tzeja	1	0.70	139	0.21	29.19	4057.41
Kaibil Balam	2	0.80	106	0.16	16.96	1797.76
Santiago Ixcán	3	0.60	116	0.24	27.84	3229.44





**Cuadro 18A. Costos de producción de cardamomo por manzana  
E. cardamomum L.M. en un ciclo normal de cultivo**

	Descripcion	Precio unitario	Unidad	Cantidad	Total
I	Costos directos				1731.68
1	Limpias	15.50	jornal	10	155.00
2	Control de enferm.	15.50	jornal	4	56.68
4	Cosecha				
	Corte	33.00	qq	40	1320.00
	Transporte	5.00	qq	40	200.00
II	Costos indirectos				780.74
1	Administrativos (5% s/				86.58
2	IGGS (6% s/mano de				105.38
3	Intereses (24% s/CD)				415.60
4	Imprevistos (10% s/CD)				173.17
III	Costo total				2512.42
IV	Ingreso	200	qq	40	8000.00
V	Ingreso neto				5487.58

APENDICE 9. ELEMENTOS DE LOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO PARA  
IDENTIFICACIÓN DE HONGOS Y BACTERIAS

6.1 Medio de cultivo PDA

Trozos de papa pelada.....	250 g.
Azúcar o sacarosa.....	10 g.
Agua.....	1,000 cc
Agar.....	18 g.

6.2 Medio de cultivo V-8

Jugo V-8.....	200 cc
Carbonato de calcio.....	3 g.
Agar.....	18 g.
Agua hasta completar.....	1,000 cc

6.3 Medio de cultivo AAA

Agua.....	1,000 cc
Agar.....	10-18 g.
Acido Láctico.....	50 gotas.

6.4 Medio de cultivo Agar-Agua

Agua.....	1,000 cc
Agar.....	10-18 g.



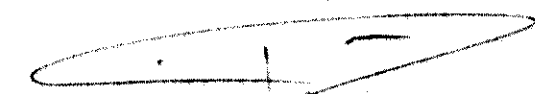
LA TESIS TITULADA: "ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DEL AGENTE CAUSAL DE LA PUDRICION DEL RIZOMA EN CARDAMOMO (Elletaria cardamomum L.) M., EN LAS ALDEAS SANTA MARIA TZEJA, KAIBIL BALAM Y SANTIAGO IXCAN; MUNICIPIO DE IXCAN, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE".

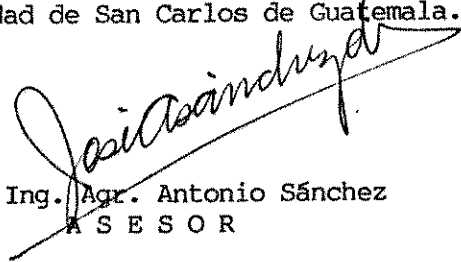
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO CESAR FLORES POLANCO

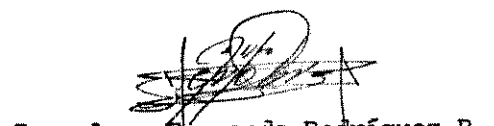
CARNET No: 8540025

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Amanda Chacón  
 Ing. Agr. Edil Rodríguez  
 Lic. Esaú Samayoa

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

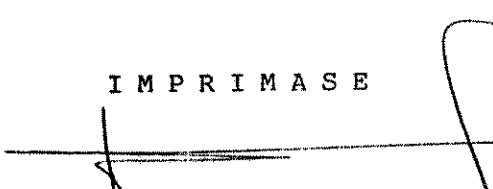
  
 Ing. Agr. Gustavo Alvarez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Antonio Sánchez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.  
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DECANO



APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

cc:Control Académico  
 Archivo  
 FR/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770