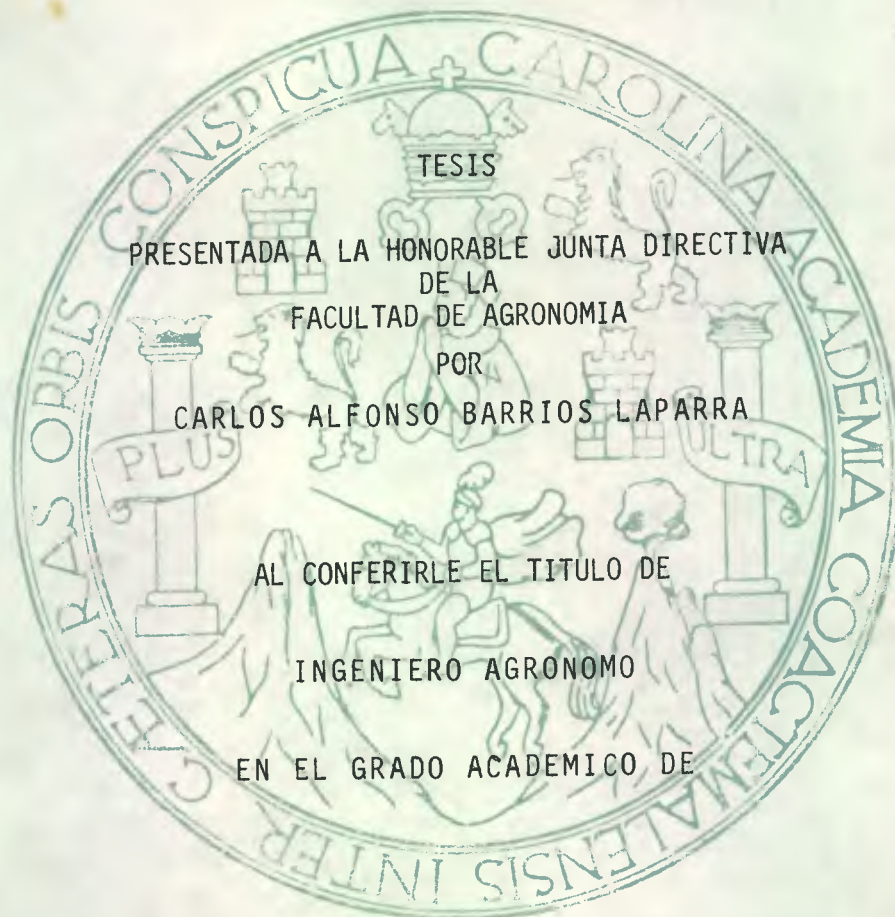


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL ACIDO NITRICO EN LA GERMINACION  
DE SEMILLA DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum)  
EN LA FINCA LORENA, SAN MARCOS.



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1,986

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(832)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal Primero:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez C.
Vocal Segundo:	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval I.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
Vocal Cuarto:	Br. Luis Molina Monterroso
Vocal Quinto:	P.A. Axel Gómez Chávarry
Secretario:	Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Manuel Martínez
Examinador:	Ing. Agr. Fredy Hernández O.
Examinador:	Ing. Agr. José Chonay
Secretario:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández

Guatemala, 8 de Octubre de 1986.

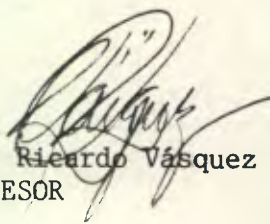
Ing. Agr. César Castañeda S.  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Su Despacho.

Señor Decano:

Atendiendo la designación que esa Decanatura me hiciera, atentamente le informo a usted que he asesorado al estudiante Carlos - Alfonso Barrios Laparra, en la elaboración de su investigación - de grado titulada "EFECTO DEL ACIDO NITRICO EN LA GERMINACION DE SEMILLA DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum) EN LA FINCA LORENA, SAN MARCOS".

Concluída la asesoría, considero que dicho trabajo llena los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía para ser presentado como trabajo de tesis profesional, que además es una contribución para la agricultura de Guatemala. Por lo cual solicitó que dicho trabajo sea aprobado.

Atentamente,

  
Ing. Agr. J. Ricardo Vázquez R.  
ASESOR

JUAN RICARDO RODRIGUEZ  
Instituto de Agronomía  
Colegiado No. 508

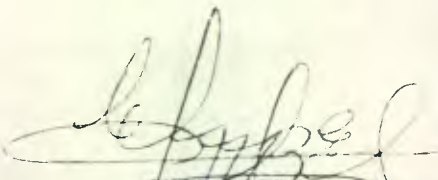
Guatemala, Octubre de 1,986

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Cumpliendo con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, me permito presentar a su consideración mi trabajo de Tesis titulado: EFECTO DEL ACIDO NITRICO EN LA GERMINACION DE SEMILLA DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum) EN LA FINCA LORENA, SAN MARCOS; previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, con el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



CARLOS ALFONSO BARRIOS LAPARRA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Carlos Alfonso Barrios de León  
Orfina Aida Laparra de Barrios

A MI ABUELITA:

Adelaida de León

A LA MEMORIA DE MI ABUELITA:

Sara J. Barrios

A MIS HERMANAS:

Fabiola, Orfina y Esmeralda

A MI SOBRINO:

Carlos Francisco

A MI FAMILIA EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A SAN MARCOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO EN DIGESA REGION I

A MIS AMIGOS EN GENERAL

## AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi gratitud por la ayuda recibida para la realización de este trabajo,

Especialmente:

- A MIS PADRES, sea para ellos una mínima recompensa a sus esfuerzos.
- Al Ing. Agr. Juan Ricardo Vásquez Rodríguez, por su valiosa asesoría brindada a la presente tesis.
- Al Ing. Agr. Teddy Plocharski R. por su valiosa colaboración para realizar este estudio.
- Al Personal de la Agencia de Control y Certificación de Semillas, DIGESA Quetzaltenango.
- Al Personal del Laboratorio del ICTA, Quetzaltenango.
- Al Personal del Laboratorio de la Escuela de Formación Agrícola San Marcos.
- Al Personal de campo de la Finca Lorena.
- A todas las personas que colaboraron para la ejecución de esta tesis.

	CONTENIDO	Nº de Página
	INDICE DE CUADROS	-i-
	INDICE DE GRAFICAS	-ii-
	RESUMEN	-iii-
I.	INTRODUCCION	1
II.	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	2
III.	JUSTIFICACION	3
IV.	HIPOTESIS	4
V.	OBJETIVOS	5
VI.	REVISION BIBLIOGRAFICA	6
	A.- Descripción de la semilla.	6
	B.- Composición de la semilla.	6
	C.- Multiplicación.	7
	D.- Manejo de Semilleros.	8
	E.- Ventajas de la Propagación por Semillas.	10
	F.- Desventajas	10
	G.- Preparación de Semilleros.	11
	1. Epoca	11
	2. Selección del área.	11
	3. Hechura de tablonés.	11
	4. Desinfección de tablonés	12
	5. Selección de semilla	12
	6. Preparación o extracción de semilla	12
	7. Desinfección de la semilla	13
	H.- Siembra de los semilleros.	13
	I.- Sombra en el Semillero.	13
	J.- Riegos.	14
	K.- Limpias.	14
	L.- Control de Plagas en el Semillero.	14
	M.- Control de Enfermedades.	15
	N.- Fertilización en el Semillero.	16
	Ñ.- Trasplante al almácigo.	16
	O.- Análisis de germinación.	18
	P.- Interpretación de la germinación de Semillas de Cardamomo.	21



	Nº de Página
1. Características aceptadas para Plántulas Normales	21
a. Raíz	21
b. PLúmula	21
c. Infecciones	21
2. Características aceptadas para Plántulas Anormales	21
a. Raíz	21
b. Plúmula	21
c. Infecciones	21
Q.- Métodos para el incremento de la Germinación	22
1. Tratamiento con ácido nítrico	22
2. Tratamiento con agua tibia	23
3. Descripción del producto	23
VII. MATERIALES Y METODOS	26
A.- Ubicación del ensayo.	26
B.- Trabajo en Laboratorio	26
C.- Trabajo en Semillero	27
D.- Modelo estadístico lineal.	28
E.- Análisis de datos.	29
F.- Manejo de los experimentos	29
1. Germinador	29
2. Semillero	30
G.- Viabilidad de la Semilla de Cardamomo.	33
H.- Cantidad y Costo de Semilla Utilizada por Manzana en el campo definitivo.	33
VIII. RESULTADOS Y DISCUSION	34
A.- Pruebas de Germinadores	35
B.- Pruebas de Semillero	41
C.- Análisis y Cálculo para determinar cantidad y costo de semilla para cubrir el área de una manzana en el campo definitivo.	50
IX. CONCLUSIONES.	51
X. RECOMENDACIONES	53
XI. LITERATURA CONSULTADA.	54
ANEXO: Figuras, varias.	56

## INDICE DE CUADROS

	Nº Página
No. 1 Efecto de irradiación y tratamiento de ácido en la germinación de semillas de cardamomo.	22
No. 2 Tratamientos evaluados en semillero y germinador.	28
No. 3 Análisis de varianza de la germinación de semillas de cardamomo (% de germinación) a los 60 días después de colocadas en el primer germinador.	35
No. 4 Germinación promedio de semillas de cardamomo en porcentaje de germinación, a los 60 días después de colocadas en el primer germinador.	37
No. 5 Análisis de varianza de la germinación de semillas de cardamomo (% de germinación) a los 60 días después de colocadas en el segundo germinador.	38
No. 6 Germinación promedio de semillas de cardamomo en porcentaje de germinación a los 60 días después de colocadas en el segundo germinador.	40
No. 7 Análisis de varianza de la germinación de semillas de cardamomo en porcentaje, a los 100 días después de la siembra en semillero.	41
No. 8 Germinación promedio de semillas de cardamomo en porcentaje de germinación a los 100 días después de la siembra en semillero.	43
No. 9 Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de cardamomo a los 120 días después de la Siembra en semillero.	44
No. 10 Análisis de varianza en grosor del pseudotallo (milímetros/planta) de plántulas de cardamomo, a los 120 días después de la siembra en semillero.	45
No. 11 Análisis de varianza del número de hojas/planta de plántulas de cardamomo, a los 120 días después de la siembra en el semillero.	46
No. 12 Análisis de varianza del número de raíces/planta en plántulas de cardamomo, a los 120 días después de la siembra en prueba de semillero.	47
No. 13 Comportamiento de la viabilidad de las semillas de cardamomo en porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra en semillero para cada una de las pruebas realizadas.	48

## INDICE DE GRAFICAS

	Nº Página
No. 1 Efecto de la aplicación de ácido nítrico 25 % de concentración en el comportamiento de la germinación de semillas de cardamomo, a los 60 días después de colocadas en el primer germinador y presencia de hongos.	36
No. 2 Efecto de la aplicación de ácido nítrico al 25 % de concentración en el comportamiento de la germinación de semillas de cardamomo, a los 60 días después de colocadas en el segundo germinador y presencia de hongos.	39
No. 3 Efecto de la aplicación de ácido nítrico al 25 % de concentración en el comportamiento de la germinación de semillas de cardamomo, a los 100 días después de la siembra, para la prueba de semillero.	42
No. 4 Porcentaje de semillas viables, a los 60 días después de la siembra en semillero, comportamiento a diferentes intervalos de prueba.	49

## RESUMEN

En nuestro país, se ha incrementado notablemente el cultivo del Cardamomo, lo que representa un ingreso importante de divisas por concepto de exportación, sin embargo uno de los problemas que limitan la producción es el virus del Mosaico del Cardamomo.

El estudio se hizo en San Rafael Pie de la Cuesta, S.M. y en Quetzaltenango; su objetivo fue conocer la reproducción por medio de semilla, el efecto escarificador del ácido nítrico y determinar la viabilidad de la semilla. Para darle respuesta al objetivo e hipótesis, se evaluaron las siguientes características:

- a) Plántulas germinadas y presencia de hongos a los 60 días de colocadas en germinador.
- b) Plántulas germinadas, a los 100 días de la siembra en semillero.
- c) Altura, grosor del pseudotallo, hojas y raíces a los 120 días de la siembra en semillero.
- d) Poder germinativo a diferente tiempo, a los 60 días de la siembra.

La metodología consistió en poner a germinar semillas en cámaras de germinación y en semillero; fueron distribuidos los tratamientos al azar cada unidad experimental se repitió cuatro veces, bajo condiciones de semillero.

Las unidades experimentales se integraron con 4 surcos de 1.30 mts. contenido 100 semillas cada uno.

Se concluyó que bajo condiciones de semillero, ninguno de los 4 tratamientos evaluados con 5, 10, 20 y 30 minutos de inmersión en ácido nítrico al 25% de concentración, superó estadísticamente al testigo absoluto, en porcentaje de germinación, grosor de pseudotallo, número de hojas, altura de plántulas y número de raíces.

A nivel de germinadores solamente un tratamiento de escarificación superó estadísticamente al testigo en promedio de germinación: ácido nítrico al 25%, 10 minutos de inmersión, 33.95 y 35.78 Se incrementó la germinación en un 48.04%

Se confirma la pérdida de viabilidad de la semilla de Cardamomo, ya que a mayor período de tiempo disminuye el poder germinativo:

Semilla cosechada 3 días antes,	72%
Semilla de 2 semanas	42%
Semilla de 3 meses	36%

## I. INTRODUCCION

El cultivo del Cardamomo ha cobrado importancia en Guatemala, ya que es uno de los principales productos de exportación, recientemente se reportó para el año 1985 el ingreso de Q 80.0 millones, colocándose en segundo lugar de las exportaciones agrícolas después del café; favorece una creciente ocupación de mano de obra y como una alternativa en el fomento de la diversificación de cultivos.

Uno de los problemas fitopatológicos que desde hace algunos años esta afectando al Cardamomo es el virus del Mosaico del Cardamomo que se encuentra diseminado en todas las plantaciones de la costa sur y occidente; así también en áreas aisladas en el norte del país.

Este trabajo tiene como objetivo conocer el sistema de reproducción del Cardamomo por medio de Semilla botánica, ya que ésta no transmite la enfermedad; el efecto de la escarificación con ácido nítrico para incrementar la germinación y determinar la viabilidad de la semilla de Cardamomo.

La información fue obtenida mediante la experimentación en el campo y en el laboratorio. Se evaluó para cada fase las siguientes características de plántulas de Cardamomo:

1. Número de plántulas germinadas y presencia de hongos a los 60 días de permanecer en cámaras de germinación.
2. Número de Plántulas que germinaron, a los 100 días después de la siembra, en semillero.
3. Altura de plántulas, grosor del pseudotallo, número de hojas y número de raíces medido a los 120 días después de la siembra en semillero.
4. Duración de la facultad germinativa a distintos intervalos de tiempo, a los 60 días después de la siembra.

## II. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La naturaleza del estudio permite obtener información valiosa sobre el comportamiento de la semilla del Cardamomo sometida a tratamiento con ácido nítrico antes de la siembra.

La importancia de la investigación está centrada en la propagación del Cardamomo por medio de semillas, pues se ha comprobado que el Virus del Mosaico del Cardamomo no se transmite a través de la semilla botánica (3, 5, 11, 14, 15). Por lo tanto constituye la práctica más adecuada de propagación en las zonas cardamomeras que se encuentran severamente afectadas por esta enfermedad y una alternativa para las zonas en donde no ha hecho su aparición.

Sin embargo, la reproducción por semilla presenta algunos inconvenientes, el primero es un porcentaje relativamente bajo de germinación y el segundo que la duración de la facultad germinativa es muy corta (7, 12, 14, 15, 18, 19).

Tomando en cuenta los problemas en la germinación de las semillas de Cardamomo y los estragos que causa el virus del mosaico del Cardamomo en las plantaciones del país, se decidió realizar el presente estudio en el que se pretende aumentar el porcentaje de germinación sin afectar el desarrollo de las plántulas mediante la aplicación de un tratamiento de escarificación.

Conociendo lo anterior, es importante señalar que para poder obtener buenos rendimientos por unidad de área, se tiene que fijar la atención desde las etapas iniciales, tales como: establecer semilleros aislados del área cardamomera, selección de la semilla, buen manejo del semillero, manejo adecuado del almácigo hasta el trasplante al campo definitivo.

### III. JUSTIFICACION

La producción de Cardamomo tiene efectos favorables sobre la economía nacional desde el punto de vista de la ocupación, el valor agregado y la solvencia en la balanza de pagos (8).

Guatemala es uno de los pocos países que posee áreas con las condiciones ecológicas apropiadas para el desarrollo del cultivo y su producción está dividida en dos zonas, la zona del norte y la zona de la costa sur-occidental.

En nuestro medio uno de los factores que merman la producción es el virus del Mosaico del Cardamomo, esta enfermedad está ocasionando grandes pérdidas, ya que como resultado de la infección los tallos sufren un achaparramiento y su capacidad de producir frutos declina gradualmente. Si continúa extendiéndose dicha enfermedad es probable que en un corto tiempo ya no será rentable el cultivo del Cardamomo con los consecuentes resultados negativos para la economía del país.

Esta situación hace necesario adoptar diversas medidas tendientes fundamentalmente a aumentar y mejorar la calidad de la producción por medio de un incremento de rendimientos favorecido por la aplicación de tecnología adecuada al cultivo.

Es recomendable entonces para evitar su diseminación no sembrar rizomas; como alternativa de manejo hacer énfasis en el uso de plantas provenientes de semilla, ya que el virus del Mosaico del Cardamomo no se transmite por semilla botánica, y de esa manera reducir el daño causado por la enfermedad, que ya se encuentra afectando severamente las plantaciones de la costa sur.



#### IV. HIPOTESIS

-La aplicación de una dosis conocida de ácido nítrico en diferentes tiempos de exposición, manifiesta el mismo comportamiento sobre la facultad germinativa de las semillas de Cardamomo.

## V. OBJETIVOS

### Objetivos Generales:

- A. Obtener información sobre la reproducción por medio de semilla botánica en el Cardamomo.
- B. Describir aspectos generales sobre el manejo de semilleros de Cardamomo, en el área de estudio.

### Objetivos Específicos:

1. Determinar el efecto del Acido Nítrico en la germinación de la semilla de Cardamomo.
2. Determinar la duración de la facultad germinativa de la semilla de Cardamomo, en el área de estudio.
3. Determinar cuan rentable o económico resulta emplear Acido Nítrico para el tratamiento de las semillas de Cardamomo.
4. Determinar la cantidad y costo de semilla utilizada por manzana en el campo definitivo.

## VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

## A). DESCRIPCION DE LA SEMILLA:

El fruto es una cápsula loculicida, trilocular. En algunas especies tardamente dehiscente, (13, 18). La cápsula tiene forma ovoide o fusiforme con tres ángulos, es redondeada en su base y de ápice puntiagudo mide de 10 a 20 mm. de largo y de 5 a 10 mm. de diámetro; de color verde pálido o amarillo. El interior de la cápsula es suave al tacto, como de algodón, lo que protege a las semillas. Estas se encuentran en número de 5 a 7 en cada cavidad.

Las semillas miden de 3 a 4 mm. de largo, son angulosas, duras y a veces piramidales, de superficie toscamente zapada y estriada transversalmente; tienen un surco a todo lo largo y una pequeña envoltura membranosa, delgada, incolora y mucilaginosa, que recibe el nombre de arilo y está formada por 3 capas de parénquima.

El color de las semillas es oscuro en el exterior y blanco en el interior, debajo de la epidermis, está la capa de células grandes que contienen los aceites amarillos que le dan olor aromático y un sabor picante, característicos (7, 8, 13, 15, 18, 19).

## B) COMPOSICION DE LA SEMILLA:

Su composición varía naturalmente con la calidad y la procedencia, pero la media puede establecerse, según WINTON, citado por Maistre, (15), así:

Agua..	11.25%	Almidón..	21.73%
Proteínas..	14.77%	Extractos no nitrogenados..	19.40%
Materias grasas..	1.73%	Celulosa..	16.69%

Aceites esenciales.. 3.83% Cenizas.. 10.60%

El contenido de aceites esenciales varía entre el 3.5 y el 7%, a esto deben los granos sus propiedades aromáticas, por el contrario las envolturas de los frutos sólo contienen muy poca esencia; 0.5%. Este aceite esencial es un líquido incoloro o casi incoloro, con olor a especias que recuerda al del eucaliptus. Su densidad a los 15<sup>o</sup> esta comprendida entre 0.922 y 0.956, su poder rotatorio entre los +22 y +40<sup>o</sup>, su índice de refracción entre 1.460 y 1.470 y finalmente, es soluble en 2 ó 5 volúmenes de alcohol a 70<sup>o</sup>.

Contiene además cineol (5 a 10%), limoneno, borneol, sabineno, acetato terpinílico, y terpineol (15, 18).

Las propiedades físicas de un aceite de Cardamomo producido en Guatemala, son las siguientes: (9).

Gravedad específica a 15 <sup>o</sup>	= 0.923 a 0.941
Rotación óptica	= + 24 <sup>o</sup> a + 41 <sup>o</sup>
Índice de Refracción	= 1.462 a 1.467
Número ácido	= Hasta 4.0
Número ester	= 92 a 150
Solubilidad	= Soluble en 2 a 5 volúmenes y más de alcohol al 70%.

#### C) MULTIPLICACION:

La multiplicación del Cardamomo en la India, se hacía antes únicamente por vía vegetativa, plantando rizomas, pero una grave enfermedad, el mosaico, se ha extendido en numerosas regiones.

La enfermedad se transmite por los brotes del rizoma, pero afortunada

mente no por las semillas, (15); por lo tanto, ha sido necesario en algunas regiones conseguir la multiplicación por semilla.

La reproducción con ayuda de rizomas presenta la gran ventaja de poder obtener una primera recolección desde el tercer año de la plantación mientras que con las plantas que provienen de semillas es preciso esperar hasta cinco años (7, 12, 15).

Si en la reproducción por semillas se hacen aplicaciones de fertilizante desde el trasplante al campo definitivo se pueden obtener producciones a los 3-4 años, con mayor cantidad de plantas por postura, como actualmente se hace en la finca Lorena (\*)

La reproducción por semillas presenta grandes inconvenientes: El primero es el débil porcentaje de semillas que germinan en los viveros, del 11 al 15% solamente (15).

González (7), señala que en un semillero hecho a tiempo, debe descontarse por falta de germinación entre 15 a 16%.

Por tener el Cardamomo semilla muy pequeña, difícil de manipular y por ser oleaginoso pierde con facilidad su viabilidad (característica de todas las oleaginosas) (18).

Ilyas (12), indica que solamente cerca del 25% de la semilla de Cardamomo germina en condiciones ordinarias. Las semillas no dan más que 20 a 30% de germinación (19).

La viabilidad de la semilla depende de la edad de la misma una semilla nueva germina hasta el 90% (\*)

Las experiencias sobre este aspecto se han hecho principalmente en la India y las observaciones han mostrado que los granos de Cardamomo salvaje que caen al suelo germinan normalmente (13).

Las semillas en estado natural, bajo el suelo permanecen viables por períodos largos (12, 19). Por las pruebas hechas se ha llegado a la conclusión de que la duración de la facultad germinativa de la semilla de Cardamomo es muy corta. En efecto, las semillas cosechadas en su madurez y sembradas inmediatamente germinan en la proporción del 75% pero 15 días después, éste porcentaje se reduce al 46% (15). Lüttmann (14) dice que semillas de 2 semanas reducen su poder germinativo al 40 % y Sahadevan (19) considera que alrededor del 50% es lo que se pierde; tres meses y medio después, de la recolección solo se consigue un 6% de germinación. (15).

Todo lo anterior obliga a los agricultores, a sembrar la semilla de cardamomo inmediatamente después de su recolección.

En el área de estudio se ha comprobado que a los tres meses después de la recolección de la semilla, comienza a perder su germinación. (\*)

#### D). MANEJO DE SEMILLEROS

Las pruebas de germinación utilizando germinadores tardan de 10 días a 4 semanas, pero pueden durar hasta 3 meses, en el caso de semillas cuya germinación es muy lenta. Como puede observarse para la prueba de germinación, el tiempo es bastante largo.

---

(\*) VASQUEZ, J. RICARDO. Resultados de la aplicación de fertilizante al cardamomo y su reproducción por medio de semillas. Finca Lorena, 1984. Comunicación Personal.

En el caso de utilizar las cajas de arena, por estar bajo condiciones del medio ambiente, el tiempo se retarda todavía más, aunque el porcentaje de germinación así determinado es mucho más confiable, debido a que presenta condiciones muy parecidas a las del campo (22, 23).

Sin embargo para evaluar la germinación en condiciones de campo se hace necesario el uso de semilleros y de esta manera obtener datos más confiables, puesto que la germinación comienza un mes después de la siembra, (12, 15, 18, 19), esto ocurre en zonas donde la luz solar (fotoperíodo) y el calor natural son suficientes, (18), y se escalona a lo largo de seis a ocho meses, (15, 19). En algunas circunstancias las semillas pueden germinar aún después de un año de sembradas (12).

#### E). VENTAJAS DE LA PROPAGACION POR SEMILLAS (SEMILLERO):

- Se obtienen plantas mas vigorosas y resistentes a plagas y enfermedades.
- Porcentaje de pegue más alto al momento de llevarse al campo definitivo.
- Se obtienen plantas con mayores rendimientos y con una vida productiva mas larga.
- El virus del mosaico del Cardamomo no se transmite por la semilla botánica, se evita su diseminación.
- En la propagación vegetativa, el número de rizomas plantables separados de una macolla es limitado, lo que impide obtener suficiente material para plantar grandes áreas.
- Si se adquieren bulbos, el porcentaje que retoña es pequeño porque los bulbos son difíciles de seleccionar y preparar, además se corren riesgos durante su transporte (3, 8, 11, 14, 15, 18, 19).

#### F). DESVENTAJAS:

- Las plantas necesitan mas tiempo para iniciar la producción.

- No existe la garantía de que la descendencia sea igual a la progenitora por la posible polinización cruzada.
- Por requerir de una serie de prácticas, el costo de una plantación es mayor que cuando se usa la propagación por medio de bulbos (8, 9, 15, 18, 19).

#### G). PREPARACION DE SEMILLEROS

1. EPOCA: Para la hechura de semilleros no hay época específica puede hacerse en cualquier época del año, pero por experiencias realizadas en Guatemala, se ha tomado como muy buena la comprendida del 15 de noviembre al 15 ó 20 de diciembre (18).

Esta actividad se realiza entre los meses de diciembre a febrero (1,14) también a principios del invierno en los meses de junio a julio. (1).

#### 2. SELECCION DEL AREA:

El área a usar para semilleros debe reunir ciertas características, tales como: terreno plano o ligeramente ondulado, buen drenaje, buena entrada de sol principalmente por las mañanas, ventilación adecuada, sombra moderada (30-40%), húmeda y próxima a fuentes de agua, tierra fértil rica en materia orgánica o capa vegetal, fácil acceso para acarreo de materiales y alejado de animales domésticos (1, 7, 18).

#### 3. HECHURA DE TABLONES:

Se necesitan tablonces-semillero de 10 ó 20 metros de largo por 1 metro de ancho y una altura media de 0.15 metros se puede utilizar bambú tarro u otro material y se colocan estacas por dentro y por fuera para darles fijeza y consistencia, (1, 18). Deben estar los tablonces ubicados de oriente a poniente (1).



#### 4. DESINFECCION DE TABLONES:

Ochoa (18), recomienda por experiencia propia, VAPAM a una dosis de 100 cc por un galón de agua/1 metro cuadrado de suelo, humedecido previamente, se deja 15 días al aire libre humedeciendo constantemente, al final se revuelve y listo para ser sembrado. Si se dispone de poco tiempo para sembrar, se puede utilizar Bromuro de Metilo envés de Vapám, puede usarse también Difolatán.

#### 5. SELECCION DE SEMILLA:

Esta práctica es realizada por la mayoría de agricultores. Para ello escogen las cápsulas con las siguientes características. Bien maduro, grande, de consistencia dura, redondo y sano; que provengan de plantas madres bien desarrolladas, libres de plagas y enfermedades y buenas productoras (1, 7, 11, 14, 15, 18).

Hentze (11), indica que semillas obtenidas de plantas enfermas con virus del mosaico del Cardamomo y luego sembradas, presentaron una germinación del 75%, pero ninguna de las plantas mostró los síntomas del virus. Se recomienda que plantas madres sean mayores de 5 años (20), con un promedio de 6 a 7 años de edad (14).

#### 6. PREPARACION O EXTRACCION DE LA SEMILLA:

Luego de la selección, procedemos al destripado del fruto (uva) para extraerle la semilla, siendo la forma mas fácil, apisonándola con los pies en un piso limpio, posteriormente pasamos a quitarle la cáscara con agua limpia, restregándola sobre una bandeja con cedazo, luego así húmeda, la dejamos en un recipiente o bolsa plástica durante toda una noche para que la película mucilaginosa tienda a suavizarse; el próximo día restregamos y lavamos con cloro usando 6 cc por libra de uva (33 cc/lb. de semilla

seca) durante 10 ó 15 minutos, para ayudar a quitarle el mucílago que aún está adherido a la semilla y eliminar cualquier otra impureza. La llevamos después a secar a la sombra, siempre en bandejas de cedazo, en un lugar bien ventilado, durante seis a doce horas, (18). En el área de estudio solo efectúan el destripado ó despulpado a mano de los frutos seleccionados, hacen un lavado con agua y luego ponen la semilla sobre costales a secar a la sombra.

#### 7. DESINFECCION DE LA SEMILLA:

Después de tener la semilla seca, procedemos a desinfectarla y lo hacemos con una sal arsenical, se recomienda por experiencia, el ARAZAN en proporción de 1 a 2 onzas por cada 10 libras de semilla seca (18).

#### H). SIEMBRA DE LOS SEMILLEROS:

En un tablón de 10 metros de largo caben de 95 a 100 surquitos separados a una distancia de 10 cms. entre surcos, luego utilizando una corcholata de cualquier refresco a la que le caben aproximadamente de 150 a 200 semillitas la tapita se llena al rás y se distribuye uniformemente en el surco (18).

Otro método consiste en distribuir la semilla al chorro, dejando entre surcos una distancia de 0.20 mts. (1) Una buena densidad de siembra es del orden de 900 a 1000 semillas por metro cuadrado (15). En el área donde se desarrollo el experimento efectúan la siembra al voleo.

#### I). SOMBRA EN EL SEMILLERO:

A pesar de la sombra que pueda haber alrededor de los tablonés es necesario e importante la construcción inmediata a la siembra de techo de los semilleros, parales y tendáles de madera, luego se cubren con lona

plástica agujereada (sarán), polyetileno claro (3 milésimas), nylon o en su defecto hojas grandes de cualquier planta, como: Plátano, pacaya, palma corozo, cardamomo, etc. Todo esto es una altura de 1.50 a 1.75 metros tratándo de tener una cobertura uniforme, segura contra el viento, (1, 18). Lüttmann (14) recomienda dejarle una altura de 1.75 metros en la parte que da al oriente y que termine a una altura de 0.60 metros en la parte que da al poniente.

#### J). RIEGOS:

Posterior a la siembra, hay que regar los tablonos, ya sea con una regadera (que no se haya utilizado con desinfectante-herbicida) o con una manguera con respectiva pinchada y debe continuarse con dos riegos diarios (1 en la mañana y otro por la tarde), humedeciendo bien el terreno hasta que llegue la germinación y durante el tiempo que perdure el semillero, hasta su trasplante a los almácigos (18).

#### K) LIMPIAS:

Regularmente se efectúan de 2 a 3 limpieas durante la etapa de semillero las que consisten en el arranque a mano y con ayuda de machete de las malezas. Se debe considerar que las labores de limpia deben estar sujetas al surgimiento de las malezas pues lo que se persigue es mantener limpia la plantación para favorecer su desarrollo sano (1).

#### L). CONTROL DE PLAGAS EN EL SEMILLERO:

Las plagas comunes que afectan en el semillero son: Las hormigas que se llevan las semillas y después de germinadas las plantitas a los zompops que cortan las hojas, se controla con los insecticidas corrientes (Mirex o Zompopex) a la dosis comercial (1, 14, 18). Además se encontro que la

gallina ciega (Phyllophaga sp.) causa estragos en los semilleros devorando las raíces de las matas en crecimiento (1).

M). CONTROL DE ENFERMEDADES:

El mayor problema lo constituye el Mal del Talluelo, deben hacerse aplicaciones preventivas después de la germinación, las aplicaciones deben de empezarse más o menos a los 90 días después de la siembra (18). El mal del talluelo tiene dos fases:

- A) En las primeras 2 ó 3 semanas de germinado aparece una clase de ping-damping-off producido por una especie de Pythium y Fusarium no determinadas aún (14, 18).
  - B) De 4 semanas en adelante aparece otra clase de Mal de semillero, producido por una especie de Phytophthora y Rhizoctonia (9, 18).
- El Primer Caso (A) se puede controlar con BAN-ROT ó THUBAN a dosis de 3 medidas Bayer diluidas en agua suficiente para regarlos en 10 M<sup>2</sup> de semillero (un tablón) (9, 18).
  - El Segundo Caso (B), que no puede ser controlado con el primer tratamiento puede contrarrestarse con BENLATE a la misma dosis anterior; este tratamiento no controla al primero de los Damping-off, (18). El mismo autor recomienda, tanto en semilleros como en almácigo nunca aplicar productos a base de cobre; solamente para desinfección de bulbos exclusivamente.

Los tratamientos antes descritos deben aplicarse con intervalos de 15 días si es en forma preventiva, si ya se tienen algunos focos, aplicar cada semana, además del control individual de los focos, al momento de su aparición el cual debe hacerse a diario hasta eliminar por completo el mal (14, 18).

Las plantas que han muerto a causa del Damping-off hay que eliminarlas y alejarlas después del tratamiento, para evitar la diseminación de estos hongos a otras áreas del semillero, (18). En el área de estudio se han presentado además problemas de Bacteriosis a partir de los 15 - 30 días de haber germinado. SINTOMAS: marchitez de las hojas, exudado almidonado en la unión de la hoja con el pseudotallo.

#### N). FERTILIZACION EN EL SEMILLERO:

Se consideró conveniente fertilizar los semilleros después de su germinación. Fertilizantes usados son: 13-13-21, 15-15-15 y Urea. También se recomienda Urea en aplicación foliar.

Además se determinó la conveniencia de usar abono orgánico, aplicándolo como "MULCH" (efectuarla en verano) (20).

Cano (3), recomienda a los 10 días de nacidas las plantas, regar el semillero con una solución de dos medidas Bayer de Wuxal, Bayfolán o Fortifollaje y 2 medidas Bayer de Antracol, Polyran combi o Difolatán para 1 regadera de 4 galones de agua; 4 regaderas con esta solución alcanzará para cubrir un semillero de 15 metros. Esta aplicación se hará una vez por semana hasta que llegue al trasplante.

En el área investigada solo se hacen aplicaciones de Difolatán o Ridomil, durante permanencia de las plantas en el semillero, para prevenir y controlar el mal del talluelo.

#### Ñ). TRASPLANTE AL ALMACIGO:

Cumplidos 4-6 meses las plantas en el semillero, se seleccionan las más sanas y mejor desarrolladas. En esta condición se trasladan al almacigo que puede ser en forma directa al suelo (semillero-almácigo), cuya

17

dimensión varía de 5 a 20 metros de largo por 1 metro de ancho, sembrando las plantas a distancia de 0.20 metros al cuadrado. Se cuida de su sombra con los tapexcos o cobertizos ya descritos (1, 12).

El otro tipo de almácigo es utilizando bolsas de polyetileno de 9" por 12", aquí las plantas permanecen de 6 a 7 meses más (1).

Ochoa (18), señala que el trasplante se haga con las primeras lluvias en adelante, siempre y cuando no se pase de la segunda semana del mes de Mayo.

En la región cardamomera de San Marcos se acostumbra trasplantar almácigo de 4 - 5 meses de estar en semillero (mes de mayo) colocando de 2 a 3 plantas por postura con distancia de 0.30 metros entre plantas y 0.45 metros entre surcos aquí permanecen de 10 a 12 meses antes de trasplantar las a campo definitivo.

#### 0). ANALISIS DE GERMINACION:

"Mediante el análisis de germinación, se obtiene información respecto al valor de la semilla que se va a sembrar en el campo, permite comparar la calidad de diferentes lotes de semillas" (22, 23).

Por regla general no resulta satisfactorio efectuar los ensayos en las condiciones que prevalece en el mismo campo de cultivo debido a que los resultados no pueden ser duplicados con toda seguridad. Por ese motivo se han ideado métodos por medio de los cuales alguna o todas las condiciones externas (humedad; temperatura, luz), se controlan para proveer la mas uniforme, rápida y completa germinación para la mayoría de las muestras de determinada clase de semilla. En los análisis de laboratorio, la germinación se define como la salida de adentro del embrión, de la semilla

y el desarrollo de todas aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla de que se trate, pongan de manifiesto su potencialidad para desarrollarse bajo condiciones favorables de terreno, y producir una planta normal.

El porcentaje de germinación sobre el cual se informa en el certificado de análisis indica la proporción de semillas que han producido plántulas clasificadas como normales, bajo las condiciones y dentro del término especificado por las Reglas Internacionales para el ensayo de semillas (22, 23).

Para obtener una buena prueba, es necesario por lo menos utilizar 400 semillas tomadas al azar y dividir las en réplicas de 100 semillas. Si cualquiera de esas réplicas, difiere en más del 10% se debe repetir la prueba. De otro modo, el promedio de las cuatro réplicas es el porcentaje de germinación (10).

Todas las pruebas de germinación deben hacerse con semillas tomadas del lote separado como semilla pura, en caso contrario puede haber un aumento de la variación entre los resultados de las germinaciones de las distintas réplicas.

Las semillas deben espaciarse uniformemente en el sustrato y deben estar separadas lo suficiente para impedir en lo posible que las plántulas recién nacidas se pongan en contacto antes de ser contadas y retiradas.

El tiempo para el primer y último recuento, se da en las Reglas Internacionales para el ensayo de semillas, pero pueden hacerse recuentos intermedios a discreción del analista, después de que las plántulas hayan alcanzado una etapa de desarrollo suficiente como para que puedan ser evaluadas todas las estructuras esenciales (22, 23).

Diversas técnicas se usan para las pruebas de germinación, entre las cuales, las más usadas son las pruebas de germinación en germinadores y la prueba de germinación en cajas de arena.

En los laboratorios de análisis de semillas, al utilizar el método del germinador, por lo general se colocan las semillas en bandejas de germinación (que no sean de lámina galvanizada pues contienen sales tóxicas de zinc), (10); ya sea entre dos capas de toallas de papel absorbentes o encima de ellas, colocando luego las bandejas en los germinadores donde se controla la luz, la temperatura y la humedad. Para impedir el desarrollo de microorganismos debe conservarse todo el material y todo el equipo, escrupulosamente limpio, de ser posible esterilizado con formaldehído al 10% (22), y se debe regular con todo cuidado la provisión de agua. No se debe formar una capa de agua alrededor de las semillas ni el medio de germinación debe estar tan húmedo que aparezca agua al aplanarlo con el dedo (22, 23).

Las toallas de papel (de 28 x 36 cms. ó de tamaño semejante) son humedecidas y las semillas se colocan espaciadas de modo que con la misma toalla puedan ser cubiertas, la toalla se va enrollando. El rollo no debe quedar apretado, siendo deseable que tenga unas 5 vueltas o capas. Se colocan horizontal o verticalmente en las bandejas (10).

En el caso de uso de cajas, no necesariamente, tienen que tener como substratos de germinación la arena o la tierra, ya que se puede utilizar también papel secante, algodón absorbente, toallas de papel y papel filtro, materiales que dentro de cajas plásticas, de cartón parafinado, de Petrí o de madera pueden servir como substratos de germinación.

Al germinar, tanto en germinadores como en cajas de arena, por lo



general una plántula normal, debe tener una raíz y un tallo bien desarrollados; aunque el criterio de plántula normal varía en las diversas clases de semillas.

Además pueden presentarse plántulas anormales, semillas duras, semillas latentes y semillas muertas o podridas. Las plántulas anormales pueden ser ocasionadas por una declinación de la vitalidad debido a la edad o malas condiciones de almacenamiento, por daños mecánicos o por insectos o enfermedades, por sobredosis de fungicidas, por daños de heladas, por deficiencia de minerales, o bien, por materiales tóxicos que a veces se encuentran presentes en bandejas metálicas de germinación en los substratos o en el agua de cañería, (10, 21).

Para la prueba de germinación en un laboratorio, las condiciones del medio, no solo deben ser lo suficientemente específicas para iniciar el crecimiento de las semillas sino que deben ser también favorables para el desarrollo de las plántulas resultantes hasta una etapa en que pueda hacerse la interpretación por tipos normales y anormales. En las reglas para pruebas de semillas se han establecido métodos precisos para la germinación en el laboratorio de las semillas más comunes y a medida que aumentan los conocimientos sobre la transformación de las semillas durante la germinación, indudablemente se harán cambios en esos métodos (22, 23).

Los métodos exactos para la preparación de los substratos y para la colocación de las semillas en los mismos, varían, dependiendo del laboratorio y de las clases de equipo, tamaño de las bandejas y otros factores variables, (22, 23).

P) INTERPRETACION DE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE CARDAMOMO: (FIGURA N°.1)

1) Características aceptadas para plántulas Normales:

RAIZ:

- a) Bien desarrolladas, fuerte y sin malformaciones.

PLUMULA:

- b) Hoja foliar verde y bien desarrollada, generalmente ya emergida del coleóptilo al término del período de evaluación.

INFECCIONES:

- a) Se acepta una ligera infección causada por hongos, siempre que las estructuras principales de la plántula estén bien desarrolladas.

2) Características aceptadas para plántulas Anormales:

RAIZ:

- a) Ausente
- b) Raíces con escaso desarrollo

PLUMULA:

- a) Ausencia de hoja foliar, se ve solo el coleóptilo sin color.
- b) Plúmula débil y pálida, generalmente asociada con semillas atacadas por hongos.
- c) Plúmula corta y engrosada, a menudo el resultado excesivo de tratamiento de la semilla con productos químicos.

INFECCIONES:

- a) Infección producida por hongos asociados con raíz y la plúmula débiles.

## Q) METODOS PARA EL INCREMENTO DE LA GERMINACION

1. TRATAMIENTO CON ACIDO NITRICO

Un porcentaje más alto de germinación se obtuvo al utilizar semillas irradiadas y luego tratadas con ácido nítrico al 25% durante 30 minutos.

Para estudiar la sensibilidad a la radiación en 3 cultivos: Malabar, Mysore y Vazhukka. 8,000 semillas de cada uno fueron irradiadas con diferentes dosis (5, 10, 20, y 30 Kr) CUADRO Nº. 1 (17)

Brewbaker (2), indica que la dosis de radiación se expresa en unidades roentgen (r). Kr = Kilo-roentgen (1 Kr = 1000r.)

Luego 1000 semillas de cada dosis fueron tratadas con ácido nítrico al 25% durante 30 minutos. El porcentaje de germinación fué superior en semillas tratadas con ácido. Arriba de 20 Kr no se notó ninguna germinación de Malabar y Vazhukka, mientras que en Mysore, una semilla tratada con ácido germinó (30 Kr) 60 días después de sembrado (17).

CUADRO Nº 1  
EFECTO DE IRRADIACION Y TRATAMIENTO DE ACIDO EN LA  
GERMINACION DE SEMILLAS DE CARDAMOMO

Tipo control (testigo)	Tratadas con ácido				Sin tratamiento con ácido					
	5Kr	10Kr	20Kr	30Kr	Control (testigo)	5Kr	10Kr	20Kr	30Kr	
Malabar	370	150	26	3	0	366	100	20	1	0
Mysore	476	390	355	30	1	214	369	335	15	0
Vazhukka	377	250	162	12	0	295	240	102	10	0

Ilyas, M. (12) señala que el porcentaje de germinación de semillas de cardamomo se puede incrementar hasta un 60% sumergiendo las semillas en ácido nítrico concentrado durante 10 minutos, para luego lavarlas con agua antes de sembrarlas.

## 2. TRATAMIENTO CON AGUA TIBIA

Sahadevan (19), afirma que la germinación se mejora removiendo las semillas en arena y sumergiéndolas en agua tibia (46-48 C) por 12 horas antes de sembrar. Dando los primeros y pocos remojos en los semilleros con agua tibia puede ser también beneficioso.

## 3. DESCRIPCION DEL PRODUCTO

ACIDO NITRICO:	Fórmula química $\text{HNO}_3$	H = 1.60%
		N = 22.23%
	Peso molecular 63.02	O = 76.17%

Usualmente producido por la oxidación catalítica de amonio (16)

VALORACION: El Acido Nítrico es un líquido incoloro, humeante en aire saturado, muy caústico y corrosivo; y de olor característico muy irritante.

PUNTO DE FUSION:  $-41.59^{\circ}$

monohidratado (punto de fusión):  $-31.68^{\circ}$

trihidratado (punto de fusión):  $-18.47^{\circ}$

CALOR DE FUSION: 2.503 Kcal/mol

CALOR DE DILUCION INFINITA ( $298.1^{\circ}$ ): - 7991 cal/mol

PUNTO DE EBULLICION: (a presión de 760 mm de Hg):  $83^{\circ}\text{C}$

Llamado un Acido en ebullición constante, a 68% de  $\text{HNO}_3$ ;

PUNTO DE EBULLICION  $120.5^{\circ}\text{C}$

DENSIDAD: (gravedad específica a  $25^{\circ}\text{C}$  con referencia a agua a  $4^{\circ}\text{C}$ ) = 1.50269

(gravedad específica a  $20^{\circ}\text{C}$  con referencia a agua a  $4^{\circ}\text{C}$ ) = 1.41

IDENTIFICACION:

-El ácido nítrico responde a los ensayos para nitrato.

-El ácido libre de óxido (no oxidado), diluido con igual volumen de agua no quita el color de las gotas de 0.1 N de  $\text{KMnO}_4$ .

- Acido incoloro 100%, no puede ser almacenado en la presencia de luz, pues da lugar a la formación de  $\text{NO}_2$  que produce la decoloración.
- En la presencia de restos de óxido ataca todos los metales bases (cobre, mercurio, plata y otros), se produce desprendimiento de vapores rojo-parduzcos; con la excepción de Aluminio y aceros cromados especiales, aquí tiene un comportamiento pasivo.
- Mancha las telas de lana y los tejidos animales de un color amarillo brillantes.
- Acido monobásico. fuerte, agente oxidizante (16).

REACCION:

- Aún muy diluído, el ácido nítrico es intensamente ácido al papel tornasol.
- Reacciona violentamente con alcohol, trementina (aguarrás), carbón y desechos orgánicos (4, 16).

ACIDO NITRICO CONCENTRADO:

- Es una solución en agua, conteniendo 70-71% de  $\text{HNO}_3$
  - Densidad de soluciones acuosas: (gravedad específica a  $20^\circ\text{C}$  en referencia a agua a  $4^\circ\text{C}$  =
- |                              |               |               |                |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| 1.0036 (1% $\text{HNO}_3$ ); | 1.0543 (10%); | 1.1150 (20%); | 1.1475 (25%);  |
| 1.1800 (30%);                | 1.2463 (40%); | 1.3100 (50%); | 1.3667 (60%);  |
| 1.4134 (70%);                | 1.4521 (80%); | 1.4826 (90%); | 1.5129 (100%). |

USOS: Se utiliza en la manufactura de nitratos orgánicos e inorgánicos y compuestos nitro para fertilizantes, aislantes secos, explosivos y muchos compuestos químicos orgánicos, diferentes.

-Como ayuda farmacéutica (agente acidificante)

-En Veterinaria, agente cauterizante para verrugas.

PRECAUCION: Ingerirlo causa quemadura y corrosión en la boca, esófago, estómago; partes suaves abdominales, choque y muerte.

La exposición continua al vapor puede causar bronquitis crónica, puede ocurrir una neumonía química. Carbonatos alcalinos no deben ser usados como antídotos en caso de envenenamiento por ingerirlo (16).

## VII. MATERIALES Y METODOS

## A) UBICACION DEL ENSAYO

Los ensayos se llevaron a cabo en el laboratorio de Semillas, DIGESA y Laboratorio del ICTA ubicados en Quetzaltenango y en la Finca Lorena ubicada en el Municipio de San Rafael Pié de la Cuesta, San Marcos, Guatemala.

Los datos generales relacionados con las características físicas y climáticas de la Finca en donde se desarrolló el estudio son los siguientes:

- Temperatura: 20.5°C promedio anual.
- Precipitación: 3,600mm. promedio anual.
- Altitud: 1,500 metros s.n.m.
- Tipo de Suelo; Los suelos de la finca, están clasificados en el grupo de suelos del declive del pacífico; sub-grupo suelos profundos sobre materiales volcánicos en relieve inclinado, pertenecen a la serie de Suchitepéquez con textura Franco-arcillosa. Citado por Garza. (6)

-Zona ecológica: Se identifica dentro del Bosque sub-tropical pluvial, según R.L.Holdridge. (6) FIGURA Nº 2

## B) TRABAJO EN LABORATORIO

## Materiales:

1. Cámaras de germinación.
2. Toallas de papel absorbente.
3. Bandejas de aluminio perforadas.
4. Beakers.
5. Lupa.
6. Estereoscopio.
7. Pinzas.
8. Colador de maya pequeño.
9. Balanza.
10. Hidrómetro.

11. Bandeja para humedecer toallas.
12. Acido nítrico al 25%.
13. Formaldehído al 40%.
14. Detergente a base de cloro.
15. Agua desmineralizada.
16. Semillas de Cardamomo.
17. Bolsas de manta pequeñas.
18. Guantes de hule.
19. Mesa de trabajo.
20. Lápiz de tinta indeleble.

Métodos;

Se utilizó el método, diseño experimental irrestrictamente al azar con cinco tratamientos, incluyendo testigo.

Las unidades experimentales consistieron de cuatro (4) bandejas, conteniendo 400 semillas tratadas cada una.

C) TRABAJO EN SEMILLERO

Materiales;

1. Cinta colorimétrica.
2. Tarros.
3. Semillas de Cardamomo.
4. Parales y reglas de madera.
5. Malla metálica exagonal.
6. Nylon transparente.
7. Bolsas de manta.
8. Acido nítrico al 25%.
9. Guantes de hule.



10. Agua.
11. Difolatán.
12. Ridomil.
13. Asperjadora.
14. Manguera.
15. Hojas de vetiver.

Métodos:

Para dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteadas, se usó el diseño experimental completamente al azar, asignando los tratamientos a las unidades experimentales en forma aleatoria, utilizándose cuatro (4) tratamientos y con cuatro (4) repeticiones. Las unidades experimentales se integraron de cuatro (4) surcos, conteniendo 100 semillas tratadas cada uno.

CUADRO Nº 2 TRATAMIENTOS EVALUADOS. (En Semillero y Germinador)

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>TIEMPO DE EXPOSICION EN ACIDO NITRICO (HNO<sub>3</sub>)</u>	<u>DOSIS</u>
A	5 minutos	al 25 %
B	10 minutos	al 25 %
C	20 minutos	al 25 %
D	30 minutos	al 25 %

D) MODELO ESTADISTICO LINEAL

La interpretación de los resultados se realizó mediante el uso del siguiente modelo lineal:

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ ; en donde  $i = 1, 2, 3, 4$  tratamientos.

$j = 1, 2, 3, 4$  repeticiones.

$Y_{ij}$  = variable respuesta de la  $ij$  - esima unidad experimental.

## E) ANALISIS DE DATOS

Para determinar la calidad del semillero se hizo una comparación de medias, para las siguientes variables:

- a. Altura de plántulas, en centímetros/planta.
- b. Presencia de hojas, en número/planta.
- c. Grosor del pseudotallo, en milímetros/planta.
- d. Presencia de raíces, en número/planta.
- Vigorosidad de las plántulas.

Para la principal variable de estudio: Número de plántulas que germinaron en % de germinación, se les efectuó el análisis de varianza, para lo cual se trabajó con variables continuas. obteniéndose éstas por la transformación Arco seno  $\sqrt{x}$  de la variable discreta dada por los porcentajes de germinación debido a efecto de cada tratamiento; utilizándose el estadístico de Tuckey al 5% para la separación e interpretación de promedios de los tratamientos.

## F) MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS

### 1. GERMINADOR

Preparación: Lavado y desinfección de equipo (germinadores, bandejas de aluminio, mesa de trabajo), 24 horas antes de poner las muestras al proceso de germinación, para esta actividad se utilizó limpiol producto en polvo (a base de cloro) y agua, así como formaldehído al 40% en solución al 2%.

Análisis de Germinación: Se determinó el contenido de humedad de las mues

tras de semillas utilizando el hidrómetro, se obtuvo el 16% de humedad. Se colocaron en cada bandeja de aluminio perforada, dos (2) toallas de papel absorbente, humedecidas con agua desmineralizada utilizando para el efecto una bandeja especial con dimensiones de 50 cms. de largo x 40 cms. de ancho x 3 cms. de profundidad, poniéndose luego 400 semillas de Cardamomo (del mismo lote de semilla, utilizado para el experimento de campo "semillero") tratadas con ácido nítrico, en cada bandeja (una bandeja/tratamiento) con separación de 1 cm. entre semillas. Se utilizaron de esta forma 5 bandejas, incluyendo testigo, se identificaron los tratamientos utilizando lápiz de tinta indeleble.

La Temperatura: En los germinadores durante el proceso se mantuvo la temperatura a 25°C y con una humedad relativa del 80%, la cámara de germinación cuenta con termostato para graduar la temperatura, además se hizo la aplicación de una lámina de agua de una pulgada (1") de espesor para mantener la humedad adecuada.

Lecturas: La toma de datos se realizó de la siguiente forma:

a- A los 60 días de colocadas las semillas en el germinador se evaluó el número de plantas que germinaron en porcentaje (%) de germinación y la presencia de enfermedades (hongos).

## 2. SEMILLERO

Se utilizó un tablón de 10.00 mts. de largo x 1.30 mts. de ancho x 0.15 mts. de altura, bordeando con tarro (Bambusa sp.). Se determinó el pH del suelo, obteniendo un nivel de pH = 5.5 por medio del método de cinta colorimétrica.

Preparación:

A- Se realizó la desinfestación del tablón utilizando Difolatán, en dosis

de 2.5 medidas Bayer/bomba de aspersión de 4 galones para 20m<sup>2</sup>. Con el objeto de evitar la proliferación de enfermedades fungosas, así como el daño de plagas del suelo.

B- Después del corte y selección de los frutos maduros para semillas, de la variedad del tipo Major, se procedió a abrir los frutos con los dedos de la mano para extraer las semillas, seguidamente se colocaron en un recipiente con agua y se lavaron para eliminar la película mucilaginosa que la envuelve, se secaron a la sombra y posteriormente tratadas con fungicida Ferbán en dosis de 3 onzas/quintal de semilla. De este lote de semilla se tomaron 1,600 semillas para cada uno de los tratamientos incluyendo testigo; estas semillas se colocaron en una bolsa de manta, hecha a semejanza de un embudo pero con una sola abertura (parte más ancha) esta parte estaba costurada a un aro de alambre de 6 cms. de diámetro con su respectivo agarrador. Esta bolsa (embudo) conteniendo las semillas se sumergía en el recipiente del ácido nítrico al 25% de concentración durante el tiempo de exposición necesario/tratamiento evaluado, inmediatamente ésta bolsa con las semillas tratadas fué lavada, haciendo pasar agua por la abertura de la misma para eliminar excesos del ácido nítrico en las semillas, las semillas se secaron a la sombra para facilitar su manipulación y la distribución uniforme de las mismas en cada surco, al momento de la siembra.

Siembra: En los surcos de 1.30 mts. de largo y distanciados 0.10 mts. entre surcos, se colocaron 100 semillas de Cardamomo tratadas en cada uno de los surcos, utilizándose 1,600 semillas por tratamiento; como se evaluaron 4 tratamientos y testigo, entonces en total se trabajó con 80 surcos para el experimento (semillero), se consideraron bordes. FIGURA N<sup>o</sup>. 3

Después de la distribución de las semillas en el tablón se cubrieron con una fina capa de tierra, sobre esta capa de tierra se colocó hojas de vetiver (Vetiveria zizaloides) como cobertura para mantener la humedad, proporcionar la temperatura necesaria para la germinación y evitar la pérdida de las semillas al momento de efectuar el riego, seguidamente se procedió a aplicar un riego uniforme.

Otros factores del semillero:

- a-Cobertura utilizada: hojas de Vetiver, gramínea conocida en el área de estudio con el nombre de "violeta". La cobertura se quitó a los 40 días de la siembra, cuando se inició la germinación.
- b-Sombra del semillero: Se utilizó un tapexco, hecho con reglas de madera de 10 mts. de largo por 1.30 mts. de ancho x 1.30 mts. de alto en un lado a lo largo del tablón, dejando un desnivel del techado en dirección a la salida del sol, para evitar los rayos solares en forma directa y no permitir acumulación de agua de lluvia; sobre los tendales se colocó malla metálica exagonal (gallinero) y encima de la malla se colocó nylon transparente, además se obtuvo sombra indirecta proporcionada por arbustos de higuierillo (Ricinus comunis).
- c-Riego: Diario en verano, en época lluviosa dependía de la regularidad de las lluvias.
- d-Control de enfermedades: El control se realizó con aspersiones de Ridomil en dosis de 2 medidas Bayer/4 galones de agua para contrarrestar el Damping-off (Mal del talluelo) a los 60 días de la siembra.
- e-Control de malezas: La eliminación de las malezas se realizó en forma manual según presencia de las mismas.
- f-Trasplante al almácigo: Las plántulas se trasplantaron a los 4 meses de

permanencia en el semillero.

Lecturas: La toma de datos se llevó a cabo de la manera siguiente:

- a) A los 100 días después de la siembra se evaluó al número de plantas que germinaron, en porcentaje (%) de germinación.
- b) A los 120 días después de la siembra (previo al trasplante al almácigo) se evaluó la altura de plántulas en centímetros/planta, el grosor del pseudotallo en mm/planta, el número de hojas/planta y el número de raíces/planta.

#### G) VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE CARDAMOMO

Para establecer la duración de la facultad germinativa de las semillas de cardamomo en el área de estudio se realizó el siguiente experimento.

Utilizando semilla fresca (recien-cosechada 3 días antes), se hicieron pruebas a nivel de semillero, sembrando 4 surcos de 100 semillas cada uno, sin tratamiento; con semilla del mismo lote se hicieron pruebas con igual número de surcos a los 15 días, 30 días, 60 días y 90 días después de la prueba inicial.

Lecturas: La toma de datos se llevó a cabo de manera siguiente:

- A los 60 días después de la siembra se evaluó el número de plántulas que germinaron, en porcentaje (%) de germinación; para cada una de las pruebas realizadas.

#### H) CANTIDAD Y COSTO DE SEMILLA UTILIZADA POR MANZANA EN EL CAMPO DEFINITIVO

Para determinar la cantidad de semilla que se requiere para cubrir un área de una manzana se realizó el siguiente análisis: Del mismo lote de semilla de cardamomo utilizado para los experimentos de germinadores y semillero se tomaron 25 muestras de 100 semillas cada una, en el laboratorio se pesaron para obtener el peso promedio expresado en gramos para 100 semillas de cardamomo.

### VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para cada una de las características evaluadas en las pruebas de Germinadores y semillero.

- a) Número de plántulas germinadas en porcentaje (%) de germinación y presencia de hongos a los 60 días de colocadas en los germinadores.
- b) Número de plántulas que germinaron en porcentaje (%) de germinación a los 100 días de la siembra en semillero.
- c) Altura de plántulas en centímetros, grosor del pseudotallo en milímetros, número de hojas y número de raíces para cada uno de los tratamientos, a los 120 días después de la siembra en semillero.
- d) Viabilidad de la semilla de Cardamomo en porcentaje (%) de germinación a los 60 días después de la siembra para cada prueba, en semillero.
- e) Análisis y cálculo para determinar la cantidad y costo de semilla que se requiere para cubrir un área de 1 manzana, en el Campo Definitivo.

A) PRUEBAS DE GERMINADORES

Cuadro N<sup>o</sup>. 3 Análisis de varianza de la germinación de semillas de Cardamomo % de germinación(+) a los 60 días después de colocadas en la cámara de germinación; para el primer Germinador.

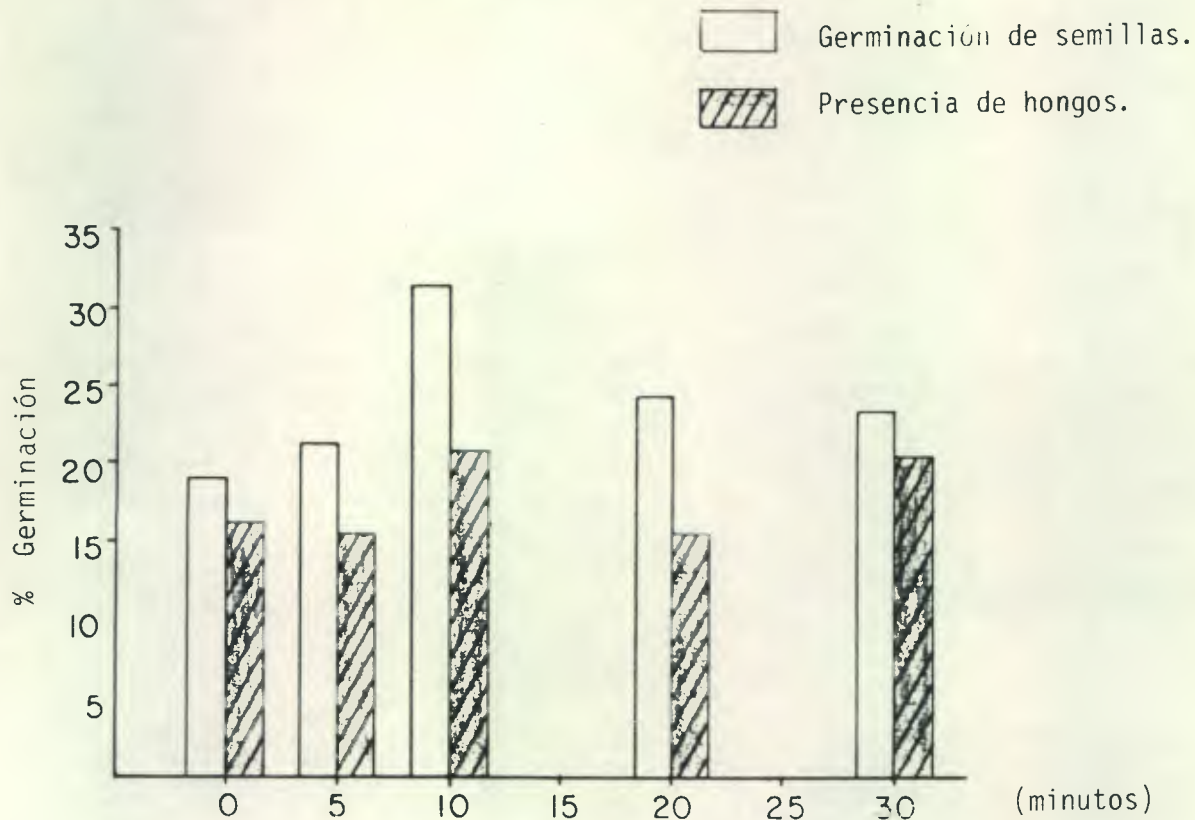
Fuente de Variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1 %
Tratamientos	4	41.02	6.75 **	5.80
Error	15	6.08		
Total	19			

(+) Datos transformados a Arco seno  $\sqrt{X}$   
 \*\* = Significativo al 1% de Probabilidad  
 C.V. 8.6%

En el Cuadro N<sup>o</sup>. 3 se aprecia el análisis de varianza del número de plántulas germinadas, medido a los 60 días después de colocadas en germinador, se infiere que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad, por efecto de los factores que se evaluaron, el coeficiente de variación es del 8.6%

A continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión, sobre el resultado del poder germinativo de las semillas y la presencia de hongos.





Tiempo de Inmersión en Acido Nítrico.

Gráfica N<sup>o</sup>. 1 Efecto de la aplicación de Acido Nítrico 25% de concentración en el Comportamiento de la germinación de semillas de Cardamomo, a los 60 días después de colocadas en el primer germinador y presencia de hongos (%).

Con la aplicación de ácido nítrico durante 5, 20 y 30 minutos de exposición, se incrementa el porcentaje de germinación de las semillas de cardamomo, en comparación con el testigo, y con 10 minutos de inmersión se incrementa mayormente.

Cuadro Nº. 4 Germinación promedio de Semillas de Cardamomo en porcentaje de germinación, a los 60 días después de colocadas en el Primer germinador.

Efecto de Tratamientos	Germinación promedio (*)
10 minutos en HNO <sub>3</sub>	33.95 a
20 minutos en HNO <sub>3</sub>	28.82 a
30 minutos en HNO <sub>3</sub>	28.40 b
5 minutos en HNO <sub>3</sub>	27.58 b
Testigo	25.22 b

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

(\*) Datos originales (%) transformados a Arco seno  $\sqrt{X}$

En el Cuadro Nº. 4 se observa que el poder germinativo expresado en (datos transformados), medido a los 60 días después de colocadas las semillas en el germinador, es mayor debido al efecto de la inmersión durante 10 minutos en ácido nítrico, los demás tratamientos evaluados manifiestan menor porcentaje de germinación, pero son superiores al testigo.

Cuadro N<sup>o</sup>. 5 Análisis de varianza de la germinación de semillas de Cardamomo % de germinación (+) a los 60 días después de colocadas en la cámara de germinación, para el segundo germinador.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 1 %
Tratamientos	4	107.61	9.21 **	5.80
Error	15	11.68		
Total	19			

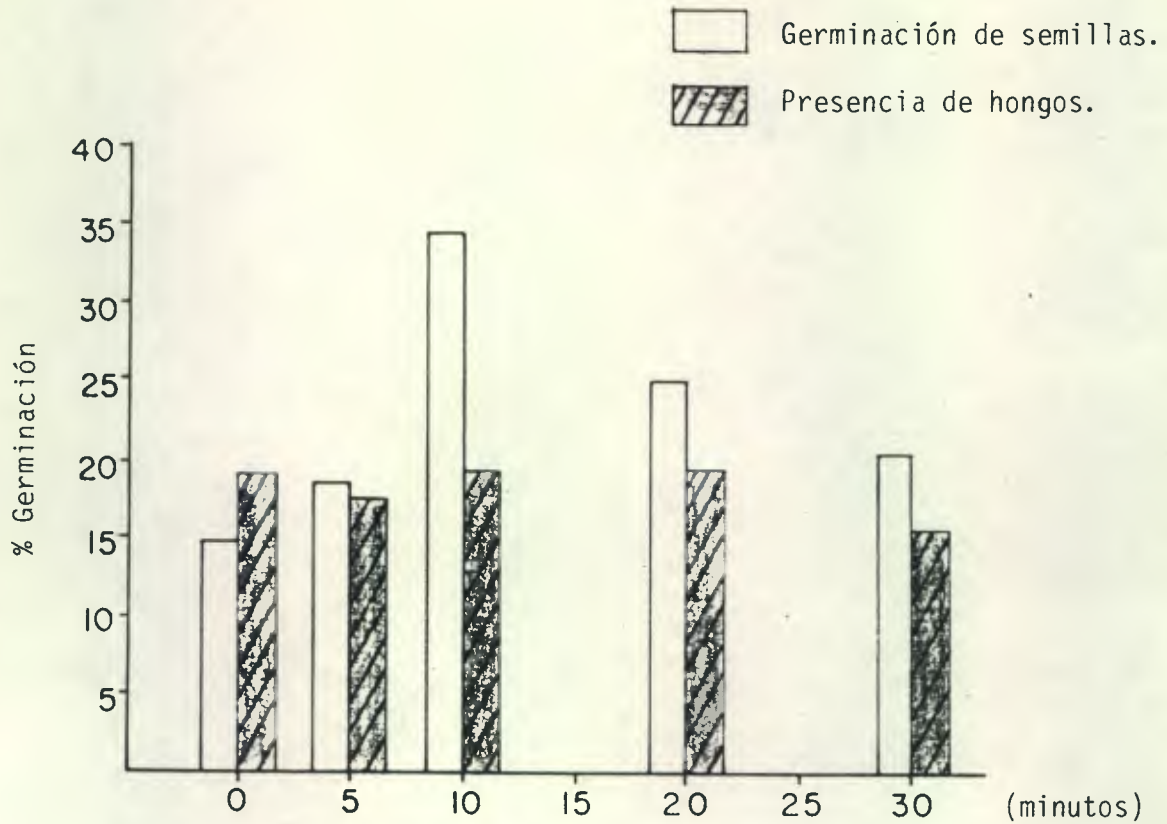
\*\* = Significativo al 1% de probabilidad.

C.V. 12.3%

(+) Datos transformados en Arco seno  $\sqrt{X}$

En el Cuadro N<sup>o</sup>. 5 se observa el análisis de varianza del número de plántulas que germinaron y se concluye que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad, por efecto de los factores evaluados, el coeficiente de variación es del 12.3%

a continuación se presentan las gráficas con su respectiva discusión, sobre el resultado del poder germinativo de las semillas y la presencia de hongos.



Tiempo de inmersión en Acido nítrico.

Gráfica No. 2 Efecto de la aplicación de Acido Nítrico al 25% de concentración en el comportamiento de la germinación de semillas de Cardamomo, a los 60 días después de colocadas en el segundo germinador y presencia de hongos (%).

Con la aplicación de Acido Nítrico durante 5, 20, y 30 minutos de inmersión, se reduce el porcentaje de germinación, de las semillas de cardamomo en comparación con el tratamiento 10 minutos, que presenta el mayor incremento; pero todos los tratamientos evaluados superan al testigo.

Cuadro N<sup>o</sup>. 6 Germinación de semillas de cardamomo en porcentaje de Germinación, a los 60 días después de colocadas en el segundo germinador.

Efecto de tratamientos	Germinación promedio (*)
10 minutos en HNO <sub>3</sub>	35.78 a
20 minutos en HNO <sub>3</sub>	29.57 a b
30 minutos en HNO <sub>3</sub>	26.24 b
5 minutos en HNO <sub>3</sub>	25.24 b
Testigo	22.16 b

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

\* Datos originales en (%) transformados a Arco seno  $\sqrt{X}$

en el Cuadro N<sup>o</sup>. 6 se muestra que el comportamiento de la germinación en valores transformados, medido a los 60 días después del montaje en el germinador, es mejor el resultado con el tratamiento de 10 minutos en Acido Nítrico, luego a mayor exposición decrece el porcentaje de germinación y a menor exposición también es menor la germinación pero siempre es mayor que el testigo.

## B) PRUEBAS DE SEMILLERO

Cuadro N<sup>o</sup> 7 Análisis de varianza de la germinación de semillas de Cardamomo en porcentaje % (+) a las 100 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadros medios	F Calculada	F Tabulada 1%
Tratamientos	4	715.62	32.30 **	5.80
Error	15	22.10		
Total	19			

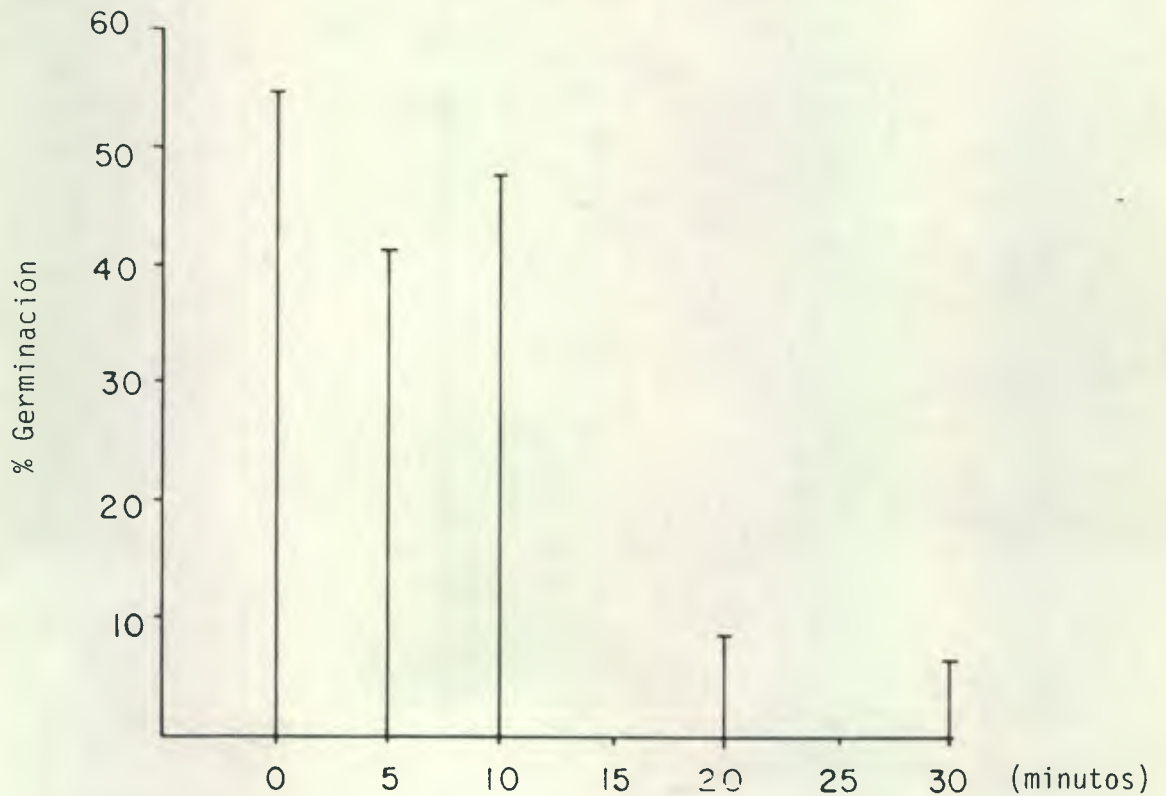
\*\* = Significativo al 1% de probabilidad.

C.V. 14.0 %

(+) Datos transformados a Arco seno  $\sqrt{x}$

En base al Cuadro N<sup>o</sup> 7 se puede observar el análisis de varianza del número de plántulas germinadas, medido a los 100 días después de la siembra y se concluye que existe efecto significativo al 1% de probabilidad, debido al efecto de los tratamientos evaluados, el coeficiente de variación es del 14.0 %

A continuación se presenta la gráfica con su respectiva discusión, sobre el resultado de la germinación de las semillas.



Tiempo de inmersión en Acido nítrico.

Gráfica Nº. 3 Efecto de la aplicación de Acido Nítrico al 25% de con centración en el comportamiento de la germinación de semillas de cardamomo, a los 100 días después de la siembra, para la prueba de semillero.

La aplicación de ácido Nítrico manifiesta un decremento en el porcentaje de germinación, los porcentajes obtenidos por los tratamientos de 5 y 10 minutos de inmersión, son menores que el obtenido por el efecto sin aplicación de ácido nítrico, pero mayores que el porcentaje de los otros tratamientos evaluados.

Cuadro N<sup>o</sup>. 8 Germinación promedio de semillas de Cardamomo en porcentaje de germinación a los 100 días después de la siembra para la prueba de semillero.

Efecto de tratamientos	Germinación promedio (*)
Testigo	48.32 a
10 minutos en HNO <sub>3</sub>	41.67 a
5 minutos en HNO <sub>3</sub>	38.74 a
20 minutos en HNO <sub>3</sub>	19.66 b
30 minutos en HNO <sub>3</sub>	19.01 b

(\*) Datos originales en (%) transformados a Arco seno  $\sqrt{X}$

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el Cuadro N<sup>o</sup>. 8 se observa que el promedio de germinación, medido a los 100 días después de la siembra, es mayor por el efecto de los tratamientos: Sin aplicación (Testigo), 5 y 10 minutos en ácido nítrico (no hay diferencia significativa) Los tratamientos 20 y 30 minutos de inmersión presentan un bajo porcentaje de germinación en comparación con los demás tratamientos evaluados. Se puede observar que a mayor exposición de ácido nítrico se manifiesta un efecto tóxico.



Cuadro Nº. 9 Análisis de varianza en altura (centímetros/planta) de plántulas de Cardamomo, a los 120 días después de la siembra en semillero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada
Tratamientos	4	4.8125	1.18 NS	3.80
Error	15	4.0706		
Total	19			

N.S. = No significativo

C.V. 26.7%.

En el Cuadro Nº. 9 se observa el análisis de varianza en altura de plántulas de Cardamomo y se concluye que no existe diferencia significativa al 5% de probabilidad, por el efecto de los factores evaluados con un coeficiente de variación al 26.7%.

Cuadro N<sup>o</sup>. 10 Análisis de varianza en grosor de pseudotallo (milímetros/planta) de plántulas de cardamomo a los 120 días después de la siembra en la prueba de semillero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada
Tratamientos	4	0.21	0.60 NS	3.80
Error	15	0.3473		
Total	19			

N.S = No significativo

C.V. 19.02%.

En base al cuadro N<sup>o</sup>. 10 se puede observar que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad, debido a la aplicación de los tratamientos evaluados, sobre el grosor del pseudotallo de las plántulas, el coeficiente de variación es del 19.02%.

Cuadro N<sup>o</sup>. 11 Análisis de varianza del número de hojas/planta, de plántulas de Cardamomo, a los 120 días después de la siembra en el semillero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 5 %
Tratamiento	4	0.3925	0.64 NS	3.80
Error	15	0.614		
Total	19			

N.S = No significativo

C.V. 15.02%.

En el Cuadro N<sup>o</sup>. 11 se aprecia el análisis de varianza del número de hojas por planta, medido a los 120 días después de la siembra, se infiere que no existe diferencia entre los tratamientos al 5% de probabilidad, por efecto de los factores que se evaluaron, con un coeficiente de variación de 15.02%.

Cuadro N<sup>o</sup>. 12 Análisis de varianza del número de raíces/planta, en plántulas de Cardamomo, a los 120 días después de la siembra en prueba de semillero.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	F Calculada	F Tabulada 5 %
Tratamientos	4	1.4875	2.64 NS	3.80
Error	15	0.5627		
Total	19			

N.S = No significativo

C.V. 13.9%

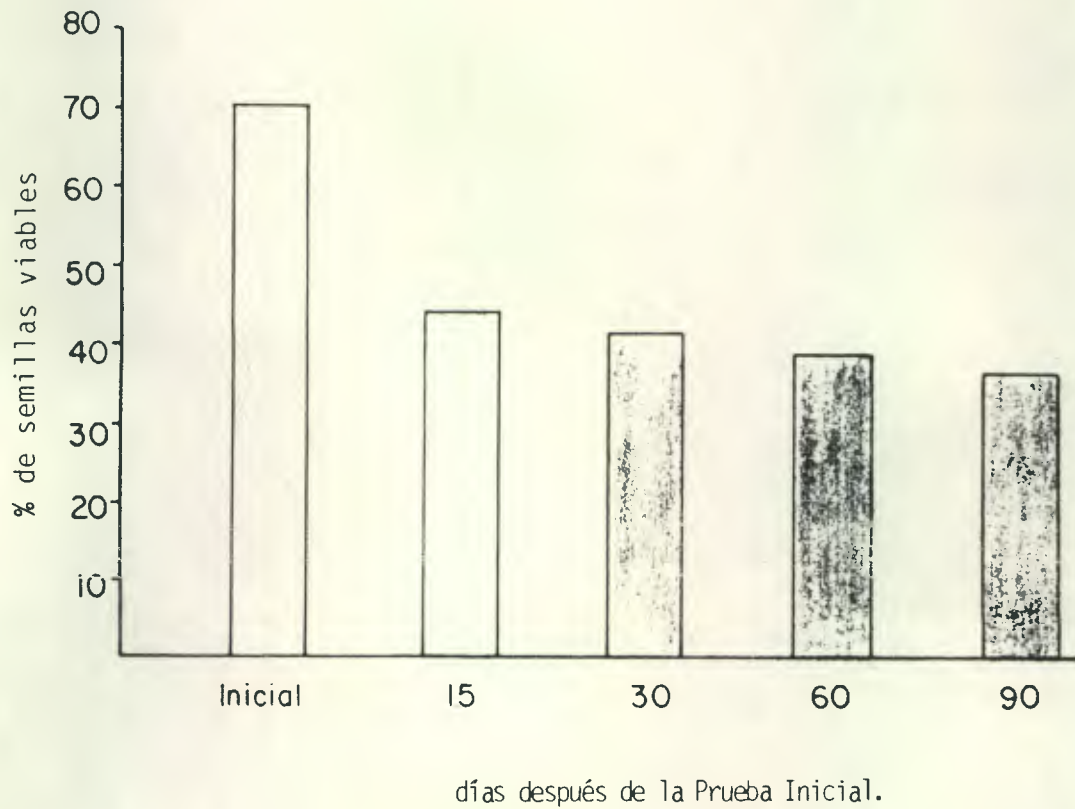
Se observa en el Cuadro N<sup>o</sup>. 12 el análisis de varianza del número de raíces/planta de Cardamomo y se concluye que no existe diferencia significativa, debido al efecto de las variables estudiadas, el coeficiente de variación es de 13.9%.

Cuadro N<sup>o</sup>. 13 Comportamiento de la viabilidad de las semillas de Cardamomo en porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra en semillero, para cada una de las pruebas realizadas.

Intervalos de Prueba	% de Semillas viables
Semilla cosechada 3 días antes (INICIAL)	72
15 días después	42
30 días después	41
60 días después	39
90 días después	36

En el Cuadro N<sup>o</sup>. 13 se puede observar que el porcentaje de germinación, medido a los 60 días después de la siembra, es mayor por el efecto de la prueba inicial (Siembra 3 días después de la cosecha), 2 semanas después el poder germinativo se reduce en un 41.7% y 3 meses después de la prueba inicial, la pérdida de viabilidad es del 50%.

Gráfica N° 4 porcentaje de Semillas viables obtenidas en el experimento, comportamiento a diferentes intervalos de prueba.



Se observa que a mayor intervalo de tiempo se reduce la facultad germinativa de la semilla de cardamomo.

C. ANALISIS Y CALCULO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD Y COSTO DE SEMILLA QUE SE REQUIERE PARA CUBRIR UN AREA DE UNA MANZANA EN EL CAMPO DEFINITIVO.

- Para 100 semillas de Cardamomo se obtuvo un peso promedio de 1.3 gramos. Realizando los cálculos correspondientes se determinó que de 1 libra de semilla se obtienen 34,923 semillas.

Ochoa (18) y Lüttmann (14), coinciden al señalar que de una libra de Cardamomo en oro, o sea propiamente semilla se obtienen aproximadamente unas 35,000 semillas.

- Los datos obtenidos en las pruebas de viabilidad para el área de estudio fueron:

Semilla fresca (cosecha 3 días antes), 72% de poder germinativo

Semilla de 2 semanas, tiene 42% de poder germinativo

Semilla de 3 meses, 36% de poder germinativo

Si tomamos como base todos los datos anteriores y tenemos semilla fresca disponible, podemos hacer los siguientes cálculos:

Una libra de semilla tiene 35,000 semillas, por 72% se obtendrán 25,200 plantitas germinadas, estimando una pérdida normal del 20% en el semillero se trasplantarán al almácigo 10,080 plantitas de 2 posturas; así mismo en el almácigo se tendrá una pérdida normal del 10%, por lo consiguiente vamos a tener disponible para la siembra definitiva un total de 9,072 plantas. Si la siembra se hace a una distancia de 2.50 mts. entre surcos, por 2.50 mts. entre planta; que es el distanciamiento más generalizado en el área de estudio y coincide con la distancia modal reportada por Amézquita (1), por lo tanto se cubrirá un área de 8.1 manzanas.

- De esta manera se determina que para cubrir el área de una manzana en el campo definitivo se requiere de la cantidad de 2 onzas de semilla de Cardamomo cuyo costo es de Q 2.80.-

## IX CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y en base a los objetivos e hipótesis planteados para el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- 1)- De los tratamientos de escarificación evaluados, solamente uno superó estadísticamente al testigo en promedio de germinación: ácido nítrico al 25 %, 10 minutos. 33.95 y 35.78 bajo condiciones de cámaras de germinación.
- 2)- El tratamiento, ácido nítrico al 25% 10 minutos, incrementó la germinación en un 48.04% con respecto al testigo a nivel de germinadores.
- 3)- La escarificación no favorece significativamente el ingreso de microorganismos en la semilla a nivel de germinador, la presencia de hongos en los tratamientos y testigo manifiestan el mismo comportamiento.
- 4)- El porcentaje de germinación a nivel de semillero por efecto de los tratamientos; testigo, ácido nítrico 25% 5 minutos y ácido nítrico 25% 10 minutos, no manifiesta diferencia significativa, pero superaron estadísticamente a los otros factores evaluados.
- 5)- De los 4 tratamientos evaluados a nivel de campo, fase de semillero ninguno superó estadísticamente al testigo absoluto, en porcentaje de germinación, grosor del pseudotallo, número de hojas, altura de plántulas y número de raíces.
- 6)- El comportamiento del testigo a nivel de semillero puede ser producto de la interacción entre elementos biológicos y químicos del suelo, con un efecto regulador natural de la germinación de la semilla de Cardamomo.



- 7)- Se comprobó que la viabilidad de la semilla de Cardamomo es muy corta a mayor intervalo de tiempo, se reduce la facultad germinativa:
- |                           |     |
|---------------------------|-----|
| Semilla recién cosechada  | 72% |
| Semilla 2 semanas después | 42% |
| Semilla 3 meses después   | 36% |
- 8)- Debido a los resultados obtenidos, al alto costo de los escarificadores, las precauciones para manipularlos y a la dificultad de adquirir los mismos actualmente; se determina que no resulta económico emplear ácido nítrico para el tratamiento de las Semillas de Cardamomo.
- 9)- Para cubrir el área de una manzana en el campo definitivo se requiere de la cantidad de 2 onzas de semilla recién cosechada cuyo costo es de Q 2.80.
- 10)- En la región estudiada se comprobó que el peso promedio de 100 semillas de Cardamomo es de 1.3 gramos, por lo tanto se deduce que de 1 libra de semilla se obtienen aproximadamente 35,000 semillas.

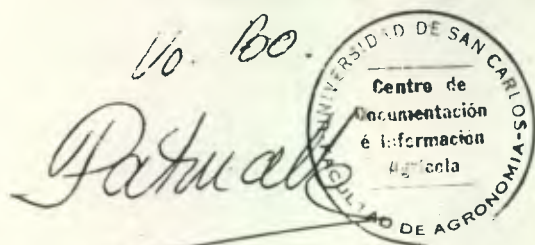
## RECOMENDACIONES

- 1)- Adoptar el sistema de reproducción del Cardamomo por medio de semilla botánica, ya que está no transmite el virus del mosaico del Cardamomo.
- 2)- Establecer los semilleros en zonas cálidas, aislados del área cardamomera con el propósito de evitar la contaminación del virus del mosaico del cardamomo, acelerar el proceso de germinación y estimular el desarrollo de las plántulas.
- 3)- No es recomendable el uso del ácido nítrico como estimulador de la germinación ya que no es significativo el incremento de la misma, -- además el costo elevado del producto no lo justifica y por lo delicado de su manipuleo.
- 4)- La mejor alternativa para la propagación del cardamomo es, utilizar semilla recién cosechada sin escarificación para aprovechar al máximo su poder germinativo y por ser el tratamiento más económico.
- 5)- Evaluar la interacción entre factores biológicos, elementos químicos del suelo y la semilla de cardamomo en cuanto a su comportamiento en la germinación.
- 6)- Estudiar la variabilidad genética del Cardamomo y su efecto con el uso de semilla botánica para la propagación.

## LITERATURA CONSULTADA

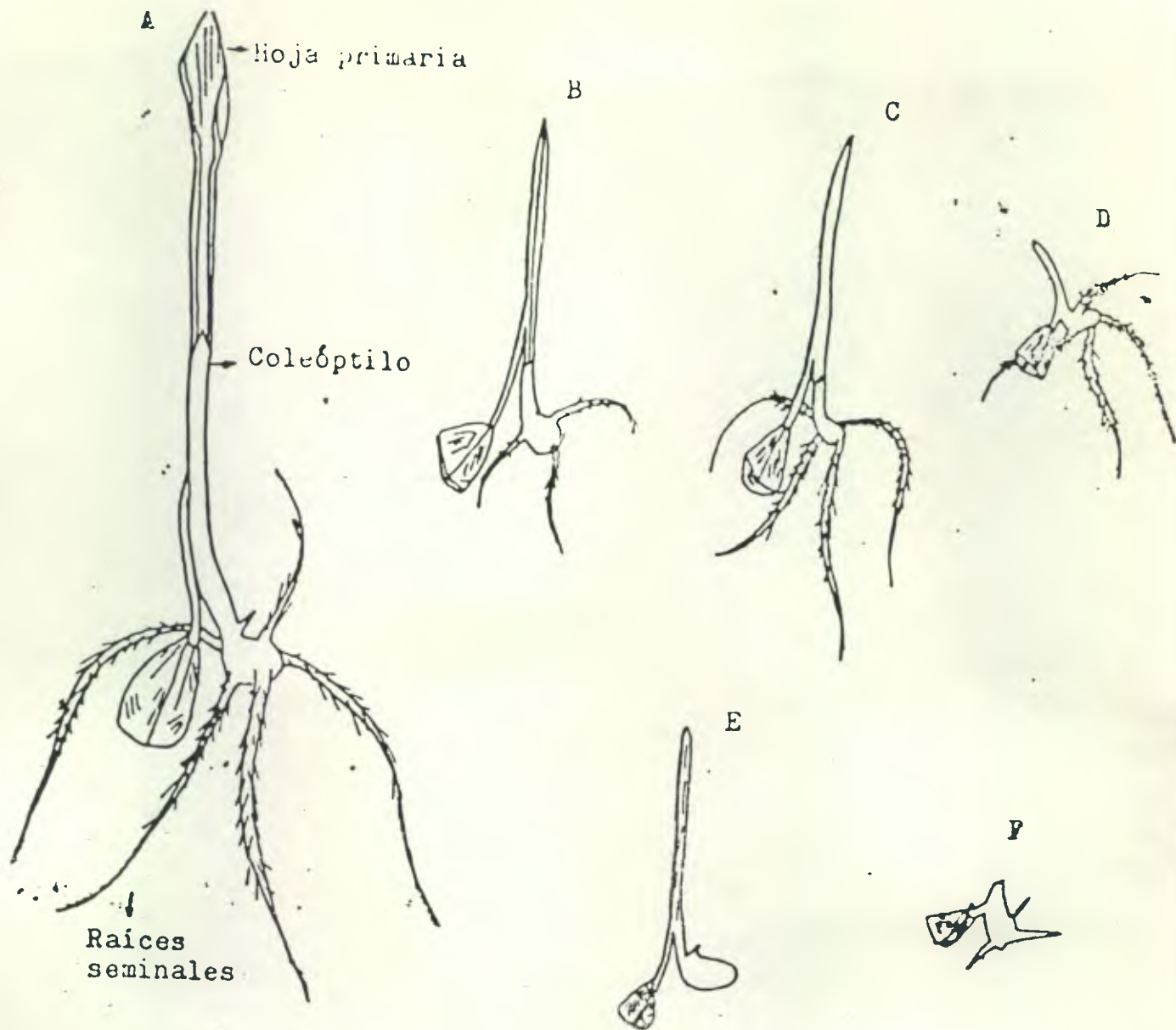
- 1- AMEZQUITA, M.O. Técnicas de producción en el cultivo del cardamomo (Elettaria cardamomum), según tamaño de explotación agrícola en Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 54 p.
- 2- BREWBAKER, J.L. Genética agrícola. Trad. por Humberto Sauza. México D.F., UTEHA, 1967. pp. 198-213.
- 3- CANO, M. El cultivo del cardamomo. Guatemala, DIGESA, s.f. 35 p.
- 4- FARMACOPEA DE los Estados Unidos de América. Trad. por Oficina Sanitaria. 12 ed. Washington, D.C., s.e., 1942. pp. 25-29.
- 5- FLORES, M.A. El mosaico del cardamomo. Cámara del Agro (Guatemala) 2(2):14-16. 1980.
- 6- GARZA, H.A. Respuesta del cardamomo (Elettaria cardamomum), a la fertilización bajo condiciones de campo en la finca Armenia, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 26 p.
- 7- GONZALEZ, E. Cultivo del cardamomo. Guatemala, DIGESA, s.f. 16 p.
- 8- GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. El cultivo del cardamomo. Informe Económico (Guatemala) 26(2):1-40. 1979.
- 9- \_\_\_\_\_ . INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. Cultivo del cardamomo. Guatemala, 1985. 27 p.
- 10- HARTMAN, P., HUDSON, T. y KESTER, D. Propagación de plantas. Trad. por Antonio Ambrosio. México, D.F., CECSA, 1971. 810 p.
- 11- HENTZE, F. Estudio preliminar sobre la virosis del cardamomo (Elettaria cardamomum). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 28 p.
- 12- ILYAS, M. The spices of India-II. Economic Botany 32(2):238-263. 1978.
- 13- LANG, F.P. La flor, polinización y polinizadores del cardamomo --- (Elettaria cardamomum M.) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, --- 1982. 105 p.
- 14- LUTTMANN, N.T. El cardamomo y su cultivo. Guatemala, Edinter, 1985. 84 p.
- 15- MAISTRE, J. Las plantas de especias. Trad. por Asunción Carmona. - Barcelona, Blume, 1969. pp. 223-233.

- 16- MERCK INDEX. Encyclopedia of chemicals and drugs. 9 ed. Rahway, - N. J., 1976. 854 p.
- 17- MOHAMED, S. et al. Breeding cardamom for resistance to "katte" disease. *Plant breeding Abstracts* 51(1):114-115. 1981.
- 18- OCHOA, G. El cultivo del cardamomo. s.n.t.
- 19- SAHADEVAN, P.C. Cardamom. Trivandrum, India, s.e., 1965. 41 p.
- 20- SEMINARIO SOBRE EL CULTIVO DEL CARDAMOMO, 1o, Cobán, Alta Verapaz, 1980. Memorias. Guatemala, Universidad de San Carlos, Centro Universitario del Norte, 1980. 33 p.
- 21- VALLE, J. DEL Importancia del uso de semilla certificada. Guatemala DIGESA, 1973. 14 p.
- 22- VASQUEZ, J.R. Dosis para la desinfestación de equipo de laboratorio de semillas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 53 p.
- 23- ZEPEDA, M. Comparación y evaluación de tres métodos para determinar la germinación de semillas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 62 p.



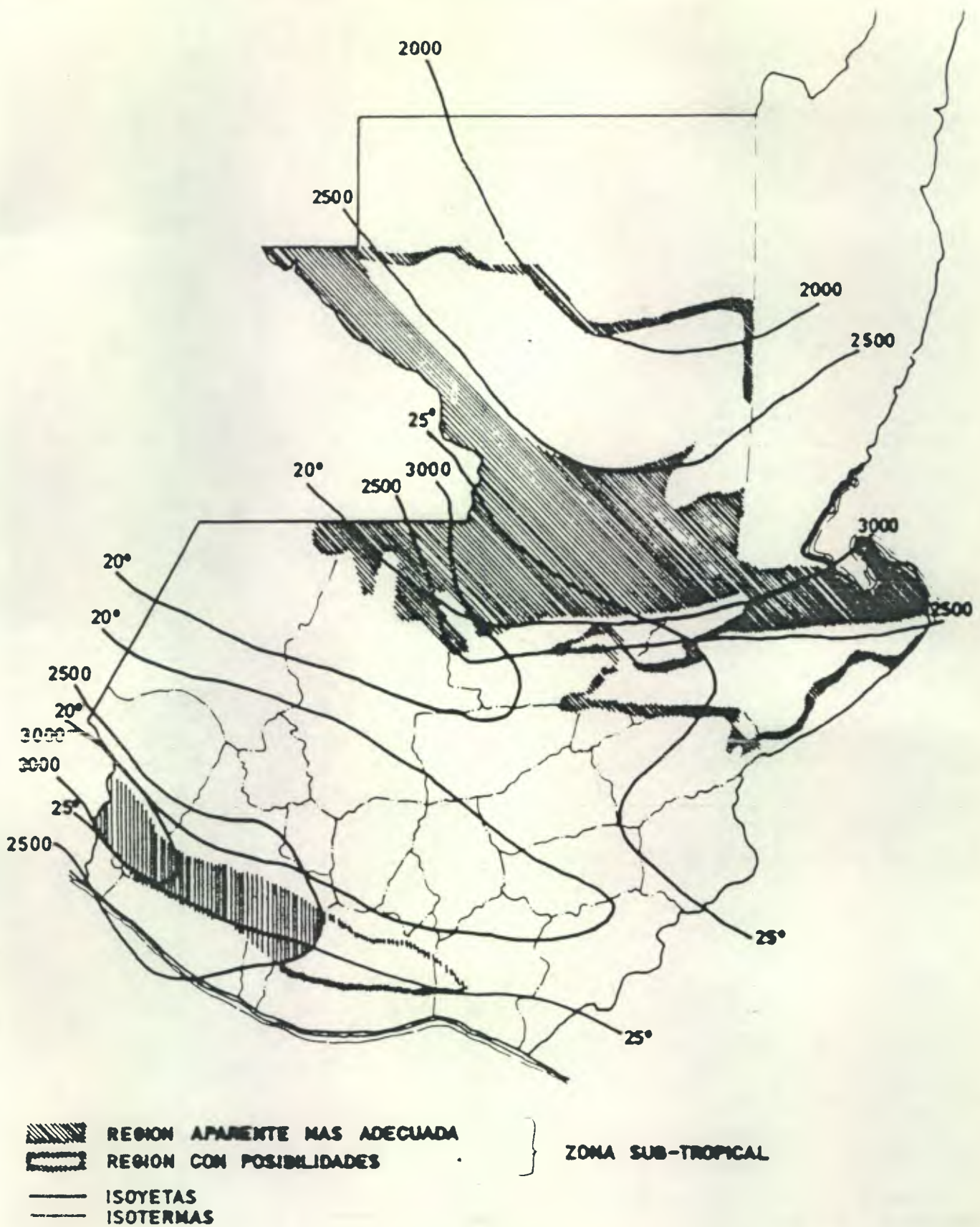
A N E X O

FIGURAS VARIAS



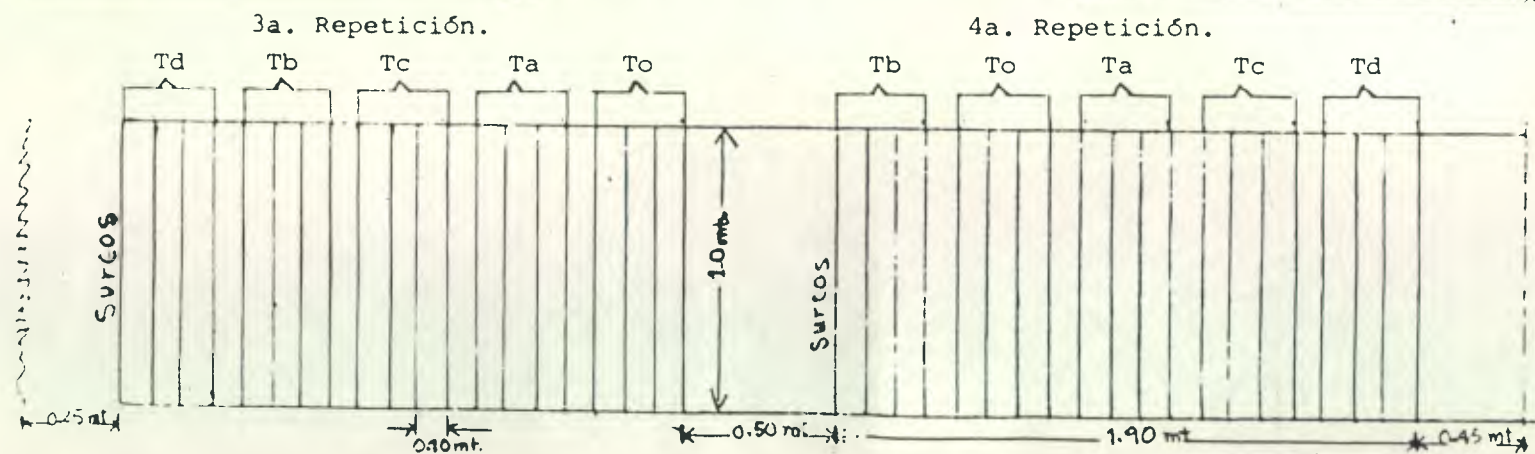
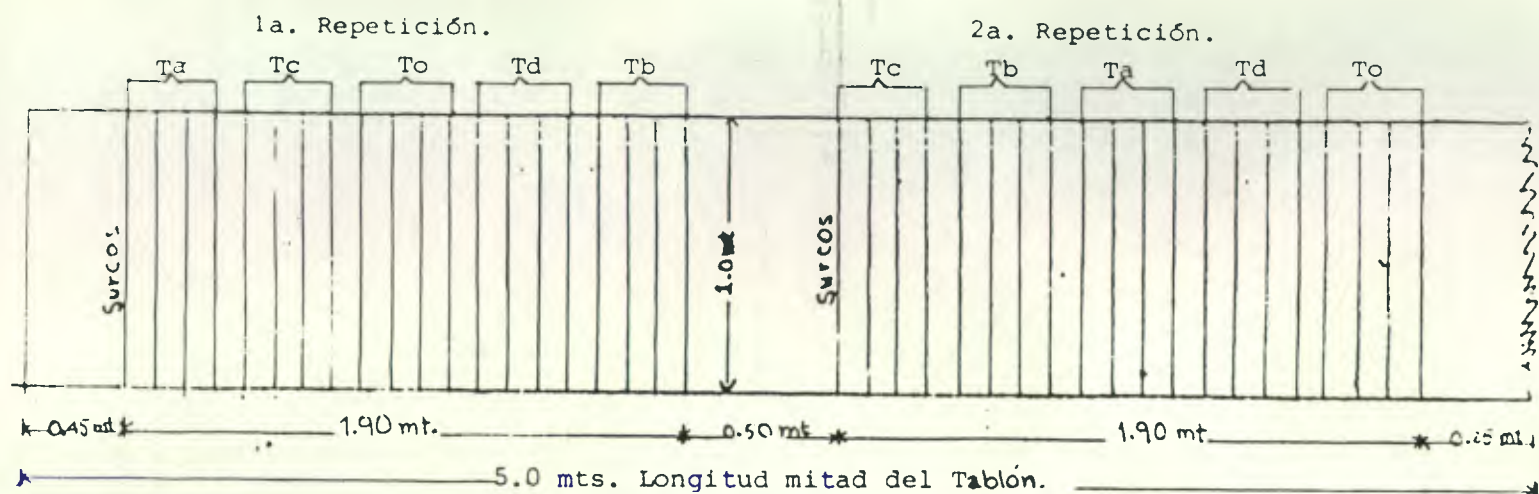
- A- Plántula NORMAL: Buen desarrollo de la plúmula y raíz.
- B- Plántula anormal: Plúmula y raíces débiles.
- C- Plántula anormal: Coleóptilo vacío.
- D- Plántula anormal: Plúmula débil y pequeña.
- E- Plántula anormal: Sin raíces.
- F- Plántula anormal: Sin plúmula.

FIGURA 1 INTERPRETACION DE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE CARDAMOMO Elettaria cardamomum



PATONADO DE GARZA, H.A. "RESPUESTA DEL CARDAMOMO (Elettaria Cardamomum), A LA FERTILIZACION BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN LA FINCA ARMENIA, SAN MARCOS, GUATEMALA". TESIS GRAD. FAC. AGRONOMIA 1978.

FIGURA Nº 2 ZONA ECOLOGICA APTA PARA EL CULTIVO DEL CARDAMOMO.



Separación entre Surcos  
Surco = Réplica.

Ta = 5 minutos en HNO<sub>3</sub> 25%  
 Tb = 10 " "  
 Tc = 20 " "  
 Td = 30 " "  
 To = Testigo (sin tratamiento)

FIGURA 3. DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL SEMILLERO (Parcela Experimental)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CÉSAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O