

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

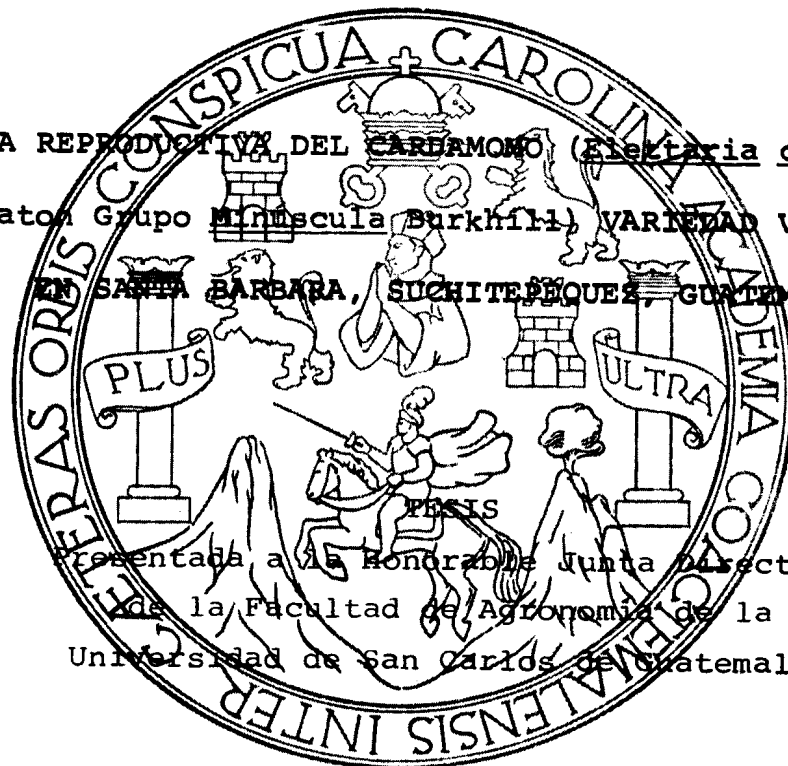
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

LA ETAPA REPRODUCTIVA DEL CARDAMOMO (Elektaria cardamomum (L)

Maton Grupo Minuscula Burkhilli VARIEDAD VAZHUKKA

EN SANTA BARBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA



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

POR

BLANCA AGRIPINA PEDROZA ESTRADA

En el acto de conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, febrero de 1989

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Dh
01
T(1208)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Aníbal Bartolomé Martínez Muñoz
Vocal I	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez Gómez
Vocal II	Ing. Agr. Jorge Enrique Sandoval Illezcas
Vocal III	Ing. Agr. Mario Melgar
Vocal IV	Br. Marco Antonio Hidalgo
Vocal V	P.A. Byron Milián Vicente
Secretario	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Examinador	Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle
Examinador	Ing. Agr. Oscar Leiva
Examinador	Ing. Agr. Carlos Echeverría
Secretario	Ing. Agr. Carlos Fernández



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

30 de enero de 1989

Ingeniero
Anibal Martínez
Decano, Facultad de Agronomía
Guatemala.

Señor Decano:

Le informo que he concluído la revisión del escrito de tesis de la Señorita Blanca Agripina Pedroza Estrada, cuyo título es "LA ETAPA REPRODUCTIVA DEL CARDAMOMO (Elettaria cardamomum (L) Maton Grupo Minúscula Burdhill) VARIEDAD VAZHUKKA EN SANTA BARBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA".

Actualmente el área dedicada al cultivo del Cardamomo es relativamente menor a la existente en años anteriores; sin embargo la información contenida en este documento, por un periodo cercano a los dos años de muestreos sucesivos, indican el potencial productivo de dicha planta, bajo las condiciones de nuestro país.

Considero que este trabajo cumple con los requisitos establecidos para ser presentado como tesis profesional, por lo que recomiendo se le de la aprobación correspondiente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ingr. Agr. M.Sc. 
Asesor

Guatemala, enero de 1989

Honorables Miembros
Junta Directiva
Facultad de Agronomía

Señores:

En cumplimiento de lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, expongo a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"LA ETAPA REPRODUCTIVA DEL CARDAMOMO (Elettaria cardamomun (L) Maton Grupo Minúscula Burkhill) VARIEDAD VAZHUKKA EN SANTA BARBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA".

El cual presento como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera de la aprobación del mismo, me es grato suscribirme,

Respetuosamente,


BLANCA AGRIPINA PEDROZA ESTRADA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

María Victoria Estrada de Pedroza
Bernabé Pedroza del Valle

A MIS HERMANOS

Norma Lidia
María Izabel
Bernabé y
Carlos Roberto

A MIS FAMILIARES

A MIS PADRINOS DE GRADUACION

Ing. Agr. Silvia Dávila de La Parra
Ing. Agr., M.C. Myrna Ethel Herrera de Lang
Lic. Norma Lidia Pedroza Estrada
Ing. Agr. José Luis Monterroso Mayorga

A MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA, ESPECIALMENTE A MI
PADRE POR HABERME ENSEÑADO DESDE NIÑA A AMAR Y
SERVIR A LA NATURALEZA.

A MI ASESOR ING. AGR., M.C. FRITZ PAUL LANG OVALLE

A LA MEMORIA DEL SEÑOR NORMAN LYN

AGRADECIMIENTOS

A mis Asesores Ings. Agrs., M.C. Myrna H. de Lang y Fritz Paul Lang Ovalle, por su apoyo en todo momento para la realización del presente trabajo de investigación.

Al personal administrativo y operativo de la Finca Santa Adelaida, Santa Bárbara, Suchitepéquez, especialmente al señor Juan Adrover, por su decidida colaboración en la ejecución de la fase de campo del presente trabajo.

Al personal del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía, USAC, especialmente a los Ings. Agrs. Marino Barrientos, Víctor Alvarez C. y Luis Reyes.

A la señorita Silvia Lucrecia Paredes y la señora Rosa Rodríguez Gomar, por su ayuda en la elaboración de la parte mecanográfica de este documento.

A todas las personas que contribuyeron directa e indirectamente en la elaboración del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Página
Indice de Cuadros.....	i
Indice de Gráficas.....	iii
Indice de Anexos.....	iv
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. HIPOTESIS.....	3
III. OBJETIVO.....	4
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	5
V. MATERIALES Y METODOS.....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
VII. CONCLUSIONES.....	58
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	59
IX. ANEXOS.....	61

INDICE DE CUADROS

No.	Título	Página
1	Fecha de muestreos efectuados en el análisis de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	24
2	Parámetros climáticos ocurridos en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	28
3	Descripción de las macollas al momento de iniciar el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	33
4	Longitud de las inflorescencias de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) (cms). Número de subinflorescencias por inflorescencia en inflorescencias grandes, medianas y pequeñas de cada tallo.....	35
5	Análisis de varianza del número total de flores/inflorescencia en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	37
6	Análisis de varianza del número total de frutos/inflorescencia en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	39
7	Promedio de flores y frutos y porcentaje de abscisión de tallos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) que produjeron dos y tres inflorescencias	51
8	Longitud promedio final de las inflorescencias de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), por bloque según tamaño de inflorescencia (grande, mediana y pequeña) (cms).....	52

No.	Título	Página
9	Velocidad de crecimiento de frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en cuatro épocas distintas. 1. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de junio. 2. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de octubre. 3. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de enero. 4. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de junio del año siguiente	55
10	Velocidad de crecimiento de frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) formados en inflorescencias grandes, medianas y pequeñas, durante 1983-1984.....	56

INDICE DE GRAFICAS

No.	Título	Página
1	Promedio mensual y porcentaje de flores y frutos producidos durante el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	41
2	Flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), cuantificados en inflorescencias grandes, en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	42
3	Flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) cuantificados en inflorescencias medianas en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	44
4	Flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) cuantificados en inflorescencias pequeñas en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	45
5	Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia grande de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	46
6	Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia grande de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) proveniente de un tallo con sólo dos inflorescencias, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, durante 1983-1984.....	47
7	Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia mediana de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala, durante 1983-1984.....	49
8	Porcentaje de abscisión observado en el total de flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, durante 1983-1984.....	54

INDICE DE ANEXOS

Cuadro No.	Título	Página
1	Número de flores, frutos y su porcentaje de abscisión por inflorescencias en cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) en Santa Bárbara, Suchitepéquez	62
2	Número de flores, frutos y su porcentaje de fructificación, en tallos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), obtenidos en cada muestreo en Santa Bárbara, Suchitepéquez.....	63
3	Número de flores y frutos y su porcentaje de abscisión según tamaño de inflorescencias en cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) obtenidos en cada uno de los muestreos efectuados en Santa Bárbara, Suchitepéquez.....	64
4	Número de flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) y su porcentaje de abscisión, observados a través del tiempo de estudio.....	65
5	Análisis de correlación simple entre el número de flores acumuladas hasta cada muestreo, número de flores y frutos. Número de flores y frutos acumulados hasta cada muestreo vrs porcentaje de abscisión observados en Santa Bárbara, Suchitepéquez.....	66.
6	Porcentaje de fructificación observados en inflorescencias de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), según tamaño de inflorescencia (grande, mediana y pequeña) en cada uno de los tallos estudiados	67
7	Número de flores y frutos y su porcentaje de abscisión, observados en cada uno de los tallos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) estudiados en Santa Bárbara, Suchitepéquez.....	68
8	Coefficientes de correlación obtenidos en los modelos ecuacionales resultantes para el número de flores y frutos hasta cada muestreo y número de flores y frutos acumulados en cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	69

Gráfica No.	Título	Página
1	Porcentaje de abscisión observado en flores y frutos de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) de inflorescencias grandes, medianas y pequeñas durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	70
2	Luminosidad promedio, precipitación pluvial promedio, temperatura máxima y mínima y media diaria observada en La Concha, Suchitepéquez, durante 1983-1984.....	71
3	Porcentaje relativo considerado del total de flores y frutos formados durante la etapa reproductiva del cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	72
4	Porcentaje de fructificación observado en inflorescencias grandes, medianas y pequeñas de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	73
5	Número de flores hasta cada muestreo de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>) a través del tiempo de estudio durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	74
6	Número de frutos hasta cada muestreo de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), a través del tiempo de estudio durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	75
7	Total de flores y frutos acumulados de cardamomo (<u>Elettaria cardamomum</u>), a través del tiempo de estudio durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.....	76

"LA ETAPA REPRODUCTIVA DEL CARDAMOMO (Elettaria cardamomum
(L) Maton Grupo Minúscula Burkhill) VARIEDAD VAZHUKKA
EN SANTA BARBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA"

THE REPRODUCTIVE STAGE OF CARDAMON (Elettaria cardamomum
(L) Maton Grupo Minúscula Burkhill) VAR VAZHUKKA IN
SANTA BARBARA, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

RESUMEN

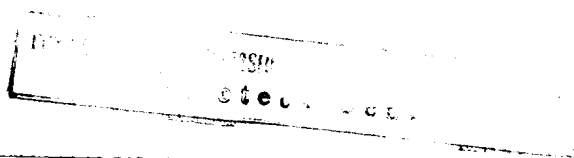
Se describe la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum (L) Maton Grupo Minúscula Burkhill) variedad Vazhukka en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala. Este trabajo se realizó mediante 32 muestreos, durante los meses de junio de 1983 a septiembre de 1984; para ello se seleccionaron dos tallos reproductivos por macolla en un total de 12 macollas, distribuidas en un diseño de bloques al azar. Se concluye que el cardamomo presenta una curva de floración y fructificación del tipo sigmoidal doble con duración de dos años, en donde las máximas cantidades de flores y frutos ocurren en los meses de mayo a agosto. El primer año es el significativo ya que de las tres inflorescencias que generalmente presenta cada tallo productivo, las dos primeras en emerger contribuyen al 86% del total de frutos cosechados y son las terceras inflorescencias las que aportan la producción para el segundo año del ciclo reproductivo. Todas las inflorescencias presentan similar porcentaje de fructificación (27% del total de flores producidas).

I. INTRODUCCION

En Guatemala, el cardamomo es un cultivo que se adapta bien, por lo que se han realizado algunos estudios de investigación para caracterizar la planta y conocer sus interrelaciones con el medio y así tener bases para derivar tecnología apropiada para distintas condiciones ecológicas del país. de tal manera de obtener mejores rendimientos y optimizar la calidad del fruto.

El cultivo de cardamomo en Guatemala se encuentra ampliamente difundido en distintas zonas ecológicas. Numerosas plantaciones presentan elevada abscisión de flores y frutos, según reporte de varios autores (1, 2, 10, 15); dicho fenómeno es causado por los factores siguientes: Gran variabilidad genética, condiciones climáticas y edáficas, presencia de plagas y enfermedades, ausencia de polinizadores y competencia de árboles de sombra, entre otros.

Lang Ovalle (10) concluyó que el cardamomo es una planta netamente alógama y que la ausencia de agentes polinizadores implica la casi ausencia de frutos viables en cardamomo, lo que sucede en los meses de noviembre a enero en Cobán, Alta Verapaz; esto coincide con la disminución de temperaturas a menos de 10°C, lo que provoca la reducción de la actividad de abejas polinizadoras.



Por otro lado, Herrera Sosa (8) realizó un estudio de Abscisión, Fenología y Fenometría de Inflorescencias, Flores y Frutos de Cardamomo, en Cobán, Alta Verapaz, lo que permitió definir para el área, las fases fenológicas, ciclo de vida de inflorescencias y de tallos, las épocas de mayor floración y de mayor fructificación, así como la influencia de factores climáticos en la floración y fructificación en dos variedades de cardamomo.

Pareciera ser que la biología floral del cardamomo en la Costa Sur es diferente, por lo que con el objeto de definir los fenómenos de floración, fructificación y abscisión de flores y frutos, así como la influencia de factores climáticos, sobre dichos fenómenos, se realizó el presente estudio en la finca Santa Adelaida, municipio de Santa Bárbara, departamento de Suchitepéquez, localizada en la zona de vida de Bosque muy húmedo subtropical cálido, según la clasificación de Holdridge (6). Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación en cardamomo (Elettaria cardamomum), iniciado en la Facultad de Agronomía, USAC; por lo que la metodología aplicada fue similar a la utilizada por Herrera (1983), en Cobán, Alta Verapaz. Se realizaron muestreos a intervalos de 7 a 29 días, durante los meses de junio de 1983 a septiembre de 1984.

II. HIPOTESIS

1. No existen diferencias significativas entre el número de flores y el número de frutos por inflorescencias en las macollas estudiadas.
2. La mayor producción de flores y frutos ocurre en las primeras inflorescencias que emergen.
3. Existe correlación positiva entre número de flores y número de frutos producidos en cada inflorescencia.

III. OBJETIVO

Determinar la Fenología y Fenometría de la floración y fructificación del cadamomo bajo condiciones de una zona de vida de Bosque muy húmedo subtropical cálido.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. ORIGEN DEL CARDAMOMO

La planta de cardamomo es originaria de la Costa Sur Occidental de la India y de la Isla de Ceylán (8, 12).

2. DESCRIPCION BOTANICA

Elettaria cardamomum es una planta perenne de la misma familia del jengibre (Zingiberaceae), formada por rizomas carnosos, blanquecinos y de forma irregular, de los cuales se originan los tallos aéreos y las raíces. Los tallos aéreos son de color verde y alcanzan hasta cinco metros de alto; las hojas son alternas y llegan a medir hasta 1.2 metros de largo y 0.10 de ancho, son de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Las inflorescencias son escarpadas florales de tipo panicular con sub-inflorescencias racimosas alternas. Las flores con un pedúnculo de un verde claro hasta blanco transparente, el cual se divide en la parte inferior en tres labios con sépalos transparentes con una franja verde claro en medio; la corola está formada por tres pétalos, dos de ellos atrofiados y un tercero que mide aproximadamente 2.5 cm de largo y 2 cm de ancho, de color blanco con franjas púrpura en medio.

3. CONDICIONES ECOLOGICAS

El microclima definido como óptimo para el desarrollo de la planta de cardamomo es en áreas con bosques húmedos, con sombra fresca, frecuentes lloviznas y neblina, suelos con buena capacidad de retención de humedad, bien drenados, ricos en mantillo vegetal y humus. En Guatemala, las zonas de vida más adecuadas han sido las montañosas con bosque muy húmedo subtropical cálido, templado y frío y con bosque pluvial montano bajo (12, 13).

Latitud

En el sudeste de la India, donde el cardamomo crece silvestre y se cultiva a gran escala, se encuentra entre 6° y 15° latitud norte, el área cultivada en Guatemala se encuentra entre 14° y 16° latitud norte (11).

Altitud

El cardamomo crece en áreas con alturas que oscilan entre los 600 y 1,500 msnm. Según algunos autores (12), el rango de mejor adaptación en la India es entre 900 y 1,300 msnm, mientras que en Guatemala, según Luttman (11) y otros, la óptima se encuentra entre 700 y 1,220 msnm. Cabe mencionar que aún con un rango de altitud óptimo, deben combinarse

otros factores como manejo y variedades para que la planta se desarrolle adecuadamente.

Temperatura

El rango de temperatura presente en las áreas donde crece el cardamomo oscila entre 10 y 35°C, siendo la media óptima de 22°C. Según Sahadevan (12), las principales áreas de cultivo en la India se encuentran entre 12.1 y 22.2°C.

Según opinión de agricultores e investigadores (2, 9, 10, 13), en regiones con alta temperatura media (21 a 25°C), aunque se observe una floración normal, se eleva la abscisión de flores y frutos. Luttmann (11) reporta que para la costa Sur, la zona cardamomera se encuentra entre el rango de 18 a 26°C de temperaturas promedio.

Precipitación

El cardamomo necesita una precipitación entre 1,500 y 5,700 mm anuales (11), aunque algunos autores aseguran que un promedio de 3,000 a 3,500 mm bien distribuidos durante el año es lo más adecuado, sobre todo en la época de floración, (10, 11, 12). Luttmann asegura que un período seco prolongado puede llegar a secar plantas jóvenes y en las adultas la floración será defectuosa y lógicamente se espera mala cosecha al

siguiente año.

Por otro lado, Lang (10) demostró que períodos de lluvia frecuentes y alta nubosidad limitan la presencia de insectos polinizadores en las plantaciones de cardamomo, sobre todo cuando estos períodos ocurren durante las primeras horas del día.

Humedad Relativa

Sahadevan (12) reporta que las zonas cardamomeras de la India mantienen un rango de humedad relativa entre 73.2 y 94.0%; a estas condiciones contribuyen los árboles de sombra. Cuando la humedad relativa es alta, la polinización es más efectiva (10), aunque en exceso, puede llegar a favorecer el desarrollo de patógenos dañinos al cultivo (11).

Luminosidad

La distribución de la luz dentro de la plantación de cardamomo es muy importante, situación que se regula con la sombra.

Suelos

El cardamomo necesita para su buen desarrollo un suelo con una capa de limo forestal, abajo de una capa profunda de

humus, sobre un substrato pedregoso (12).

Necesita suelos no muy profundos, pero con buen drenaje y adecuada capacidad de retención de humedad. Un pH 6.0 es bastante adecuado.

Según Luttman (11), los suelos de la costa Sur del Pacífico son adecuados para el desarrollo de la planta de cardamomo, no así los del Norte.

4. AREAS POTENCIALES

El cardamomo se adapta a la zona transicional que existe entre el bosque muy húmedo de la faja subtropical y el bosque muy húmedo de la faja montano baja, según clasificación de las zonas de vida propuestas por Holdridge. La región del bosque tropical húmedo que es la que reúne las condiciones apropiadas para el cultivo de cardamomo, se encuentra en nuestro país en los departamentos de Petén, Alta Verapaz e Izabal y las zonas bajas de San Marcos, Retalhuleu, Quetzaltenango, Suchitepéquez y Escuintla (11).

Manejo de las Plantaciones

En el Norte del país, muchos agricultores se han dedicado al cultivo del cardamomo, tanto en pequeñas como en grandes

extensiones, a esto responden las grandes producciones de esta zona, ya que tecnológicamente no han avanzado mucho. Escasamente, en algunos lugares, realizan prácticas culturales, como por ejemplo, una limpia al año y selección de material reproductor, que son importantes para evitar contribuir a la transmisión de enfermedades o degeneración del material en sí (7).

En cuanto a suelos. en el Norte del país son de origen calizos, donde la capa aprovechable es escasa (0.30 m) y a veces nula y por los altos niveles de precipitación, la formación de los suelos es muy lenta y uno de los elementos básicos para el desarrollo del cardamomo es que los suelos contengan suficiente cantidad de materia orgánica (8, 10).

En la zona Norte, según estudio realizado por Lang (10), se llegó a determinar que los polinizadores más frecuentes en las plantaciones de cardamomo fueron: Dos especies del género Trigona (reinita y Cap), una especie de abejorro Bombus sp (gonón).

Herrera (8) en Cobán, Alta Verapaz, encontró que las variedades representativas del lugar son la de Malabar y la Mysore, en las cuales no existe diferencia significativa en el comportamiento de la planta en cuanto al número de flo-

res producidas en cada inflorescencia, y que si existe diferencia en la producción de frutos por inflorescencia.

En general, se llegó a la conclusión de que las dos variedades de cardamomo estudiadas presentan el mismo comportamiento, en lo que respecta a factores atmosféricos.

En la zona de estudio del Norte, el cardamomo presenta sus ciclos vegetativo y reproductivo bien definidos, iniciándose ambos entre los meses de noviembre y enero, la brotación de yemas reproductivas y vegetativas se da en los meses de octubre a enero. El crecimiento de inflorescencias ocurre entre octubre de un año y septiembre del siguiente. Los tallos crecen durante 2.5 años; con un crecimiento lento de octubre a marzo, luego un crecimiento acelerado hasta cumplir dos años; con el inicio de las cosechas en octubre, los tallos detienen su crecimiento en marzo, junto con las inflorescencias se necrosan.

En la boca costa del Sur del país, las condiciones del cultivo del cardamomo se han presentado un tanto distintas. El manejo de las plantaciones se ve beneficiado por las condiciones ambientales, suelos, tamaño de las explotaciones, vías de acceso, etc.

Se ha podido observar que existen macollas que tienen un de-

sarrollo vegetativo normal, pero no producen ni flores ni frutos y en otros casos producen flores, pero no frutos, o sea que no hay formación de los mismos; esto no sucede muy frecuentemente. En cambio si se observa muy frecuentemente caída de flores y frutos (abscisión), sobre todo cuando la precipitación es más intensa, en los meses de septiembre y octubre (10).

En esta zona del país es donde se han llegado a alcanzar los más altos rendimientos por unidad de área, hasta de 12 qq de cardamomo pergamino por manzana; sobrepasando enormemente el promedio nacional de producción que es de 3.5 qq por manzana, según el tercer censo agropecuario nacional (11).

5. FLORACION

Se define como floración, al desarrollo de las flores, desde el momento de la antesis de las más precoces, hasta la marchitez de las más tardías, ya de un individuo vegetal, ya de la especie, considerada de una misma localidad (4).

El inicio de la floración está determinada por el genotipo de las plantas, mientras que en algunas de ellas, este factor parece ser el único determinante de modo que la flora-

ción se inicia cuando las plantas alcanzan cierta etapa de desarrollo vegetativo, en otras el genotipo interactúa con las condiciones ambientales específicas, especialmente temperatura e iluminación, estos factores inducen a la formación de hormonas que tienen participación importante en el desarrollo de la floración (11).

En el cardamomo, el patrón de floración es del orden ascendente, iniciándose la antesis en la sub-inflorescencias basales y continúa hasta el ápice, el tiempo entre antesis de flores en subinflorescencias sucesivas, varía de acuerdo a condiciones climáticas, desde 1 día en los meses de mayo y junio, hasta 30 de diciembre a abril (11). En una misma inflorescencia la antesis de dos flores adyacentes ocurre con intervalo de 25 días en mayo y junio, 30 en octubre y hasta 50 de noviembre a abril. La floración ocurre entre los meses de marzo de un año a abril del siguiente (11), que coincide con el comportamiento de floración reportado en la India en los meses de abril a septiembre, siendo el intervalo de máxima floración entre mayo y junio (9). Al igual que en Cobán, Alta Verapaz, en este período se encuentran dos o tres flores en antesis por inflorescencia y las flores duran 1 día, mientras que de noviembre a abril duran hasta dos días (8).

Luttman (11) reporta para la vertiente del Pacífico, que la floración ocurre en los meses de agosto y febrero, iniciándose a los tres o cuatro años de establecida la plantación.

6. FRUCTIFICACION

Acción y efecto de formar o producir frutos (4). La fructificación en cardamomo ocurre durante los meses de mayo a septiembre. En Alta Verapaz, el tiempo para el desarrollo de un fruto desde que es flor en antesis, hasta fruto de cosecha, es de 160 días; el crecimiento en longitud de los frutos presenta una curva tipo sigmoide simple, alcanzando 46% de longitud a los 14 días de antesis, cerca del 92% a los 26 días y su mayor tamaño a los 40 días; utilizando el resto del tiempo sólo para madurar (8). La fructificación efectiva se da en el período comprendido entre mediados del mes de mayo a finales de octubre (11). En la India, el pico de maduración de los frutos ocurre en los meses de octubre y noviembre. En Alta Verapaz, la maduración y cosecha de frutos varía de acuerdo con la altitud a que se encuentran las plantaciones, el pico de cosecha ocurre entre octubre y enero, el resto del año se da una cosecha irregular, sobre todo en regiones con clima cálido (1, 13). Luttman afirma que para la costa Sur la época de cosecha inicia de julio a agosto y ter-

mina de marzo a abril, durando la cosecha de 9 a 10 meses.

Los grandes aumentos de volumen son característicos del crecimiento de frutos. Comúnmente, entre el inicio y maduración de los mismos hay un intervalo de varios meses, en los que el crecimiento de los frutos ocurre tanto en división como por expansión celular.

Al graficar una medida de crecimiento de los frutos, como el peso seco o en fresco, el volumen o el diámetro de los mismos, en función del tiempo a partir de antesis, se observa que el crecimiento de los frutos se expresa como una curva de tipo sigmoidal simple o doble (8).

Una curva sigmoidal simple presenta tres fases bien definidas: La fase I que es un período inicial de crecimiento lento; en muchas especies, esta fase se caracteriza por un incremento en la división celular. La fase II es un período de crecimiento exponencial, durante el cual las células crecen rápidamente y se acumulan recursos, tanto en las semillas como en el pericarpio. La fase III se caracteriza por los cambios asociados con la madurez, por ejemplo el mesocarpio se suaviza, los almidones y aceites se convierten en azúcares, la concentración de compuestos secundarios astringentes y de ácidos orgánicos decrece, hay cambios en

los tejidos epidermales en cuanto a pigmentación.

7. ABSCISION

El fenómeno de abscisión en cardamomo es conocido generalmente para flores y frutos, de tal forma que una zona de abscisión es comúnmente originada en los pedicelos basales de las flores en muchas especies. Si hay polinización puede ocurrir abscisión en menor escala en las distintas etapas de desarrollo del fruto.

Según Stephenson (15), el límite máximo de frutos que puede ser producido por un individuo, durante un período reproductivo, está determinado por el número de flores femeninas formadas, sin embargo, factores como: La polinización, la fertilización de los óvulos, la predación del fruto, las condiciones de clima y la habilidad de la planta materna para proveer los recursos necesarios para el desarrollo de los frutos, mantienen la producción de estos últimos abajo del límite máximo.

La influencia que los factores limitantes ejercen sobre el amarre de frutos, se definen a continuación:

Polinización: Excepto los frutos producidos por patenogénesis, todos deben ser polinizados para poder cuajar o amarrar-

se, sin embargo, no todas las flores polinizadas resultan en fruto maduro. En general, la proporción de flores polinizadas que cuajan en fruto decrece, cuando el número de flores polinizadas aumenta. Se ha sugerido que la producción excesiva de flores aumenta la posibilidad de polinización en años con disponibilidad baja de polinizadores. En especies con períodos de floración extensos, la producción excesiva de flores puede servir como un buffer cuando condiciones adversas de tiempo o competencia de otras especies que están en floración reduzcan el flujo de polinizadores. En una inflorescencia dada o individuo, los frutos de las flores polinizadas primeramente tienen mayor probabilidad de madurar; muchas de las especies con este patrón de aborción de flores y frutos tienen inflorescencias que desarrollan acrópetamente (basal o terminal); en éstas los frutos de flores basales tienen ventaja espacial y temporal sobre los otros.

Fertilización de Ovulos: La variación en el número de granos de polen depositados sobre los estigmas conlleva la variación en el número de óvulos fertilizados y por lo mismo, del número de semillas dentro de los frutos de un individuo; se ha comprobado que los frutos con bajo número de semillas tienen mayor probabilidad de abortar; sin embargo, frutos

con bajo número de semillas son tolerados por la planta cuando los recursos nutricionales son elevados o el nivel de polinizadores es bajo.

Predación de Frutos: La planta tiende a abortar selectivamente a los frutos dañados; por ejemplo, cuando hay daño por insecto y éste es sólo en el pericarpio y no afecta a las semillas, el aborto del fruto ocurre generalmente si éste es muy joven. En algunos casos, los insectos transmiten patógenos o dejan heridas donde estos puedan penetrar, causando infecciones secundarias que causan la abscisión de los frutos.

Condiciones de Clima: Factores ambientales adversos, tales como: Heladas, tormentas de granizo, temperaturas elevadas (arriba de 30°C) en períodos largos de tiempo, sequía, vientos fuertes y otros, dañan el fruto y promueven su abscisión.

Recursos Nutricionales Disponibles: La disponibilidad de recursos nutricionales que tiene una flor o un fruto está en función no sólo de los recursos totales del individuo o de la rama en la que se encuentra, sino también del número de estructuras reproductivas que comparten dichos recursos.

La abscisión de flores y frutos juveniles permite a las plantas determinar el número de semillas que es capaz de soportar, de acuerdo con los recursos disponibles, sobre un am-

plio rango de condiciones ambientales. Los nutrientes asimilados por la hoja y la raíz deben pasar por los frutos más bajos en ruta hacia los frutos más jóvenes, flores y yemas que se encuentran a lo largo de la inflorescencia; cuando los recursos son limitados, las estructuras reproductivas localizadas en el extremo superior de la planta o inflorescencia ceden parte de sus recursos a las primeras, abscisando luego. Este patrón de abscisión selectiva minimiza la cantidad de recursos perdidos o mal utilizados, puesto que son las estructuras que tienen menor inversión de recursos las que eliminan, mientras que las que tienen mayor inversión, son preservadas. Sin embargo, las ventajas espaciales o temporales no son absolutas, pues algunas flores polinizadas primeramente, algunas veces no son amarradas, mientras que algunas de las últimas flores producen frutos maduros. Esto sugiere que otros factores pueden estar influenciando el control del amarre y maduración de frutos.

El declive temporal en el amarre de frutos es muy frecuente en especies herbáceas con períodos de floración largos, ocurriendo que las flores que abren inicialmente, tienen más probabilidad de iniciar fruto que las últimas.

La reducción del área foliar debido a enfermedades, defo-

liación y otros, reduce la disponibilidad de recursos para el desarrollo de frutos, lo cual conlleva un alto grado de abscisión. Al adicionar recursos, a menudo, se incrementa la proporción de frutos que maduran.

Muchos frutos con crecimiento sigmoideal simple abscisan en el período previo a la fase II y los que presentan curva de crecimiento sigmoideal doble, previo a la fase III, sin embargo, hay especies que presentan dos períodos de abscisión o uno bastante largo. En general, los frutos abortan o abscisan previo al punto medio en el período de maduración, aunque en muchas especies, la abscisión ocurre durante el primer tercio de la maduración (15).

V. MATERIALES Y METODOS

AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en la finca Santa Adelaida, en el municipio de Santa Bárbara, departamento de Suchitepéquez; ubicada dentro de la zona de vida de Bosque muy húmedo subtropical cálido, según Holdridge, a una latitud de 14°32', longitud de 91°14' y a una altitud de 940 msnm, con topografía bastante ondulada. Las características climáticas observadas son las siguientes: Temperatura promedio de 25°C, precipitación pluvial promedio de 4,687.7 mm anuales.

MATERIAL VEGETAL

La plantación está constituida de materiales con características que se acercan al cardamomo de la variedad Vazhukka, descrito por Herrera Sosa (8).

MANEJO DE LA PLANTACION

La plantación tiene un promedio de 12 años de establecimiento, las plantas se encuentran distribuidas a una distancia de 2 x 2 metros, bajo sombra de árboles de pimienta (Pimenta dioica), la cual es podada en el mes de abril. La plantación es fertilizada con 15-15-15 para las primeras lluvias, en el mes de abril.

Durante el año se llevaron a cabo tres limpiezas: En agosto una limpieza para eliminar malezas preparando la plantación para la cosecha, en diciembre nuevamente una limpieza para control de malezas y poda de tallos dañados a un metro de altura; y en marzo, durante la última recolección de frutos, se realizó una limpieza general, eliminando tallos secos, el raquis de la inflorescencia y todos los frutos que quedan; los que llegaron a madurar fueron agregados a la cosecha del año, todos estos materiales eliminados fueron acumulados entre los surcos, donde se dejan en descomposición para incorporarlos al suelo el año siguiente.

La cosecha se efectuó en los meses de septiembre a marzo, con un período de 1.5 a 2.0 meses entre corte. Al final de la cosecha la plantación queda completamente limpia de malezas y residuos de las plantas secas, para dar lugar al desarrollo de los nuevos tallos y a la emergencia de inflorescencias.

SITIO EXPERIMENTAL

Dentro de la plantación ubicada en la finca Santa Adelaida, se seleccionaron tres bloques, transversales a la dirección de la pendiente, al azar se escogieron 4 macollas (matas) en cada bloque. En cada macolla se marcaron dos tallos y

en cada tallo se marcaron todas las inflorescencias que emergieron (2 ó 3), clasificándose en grandes, medianas y pequeñas, según su época de emergencia. En total se estudiaron 12 macollas, 24 tallos y 67 inflorescencias (24 grandes, 24 medianas y 19 pequeñas).

El estudio se llevó a cabo durante 16 meses, realizando muestreos con intervalos de 7 a 28 días y en total se hicieron 32 muestreos en distintas fechas (Cuadro 1).

En cada macolla se tomaron los siguientes datos: Número de tallos en producción, tallos en crecimiento, longitud de tallos, número de inflorescencias por tallo, número de hojas por tallos, tamaño de hojas. Para ello se tomaron los siguientes criterios:

- Longitud de inflorescencia; ésta se midió en cada muestreo hasta que se detuvo su crecimiento, desde su punto de emergencia en la base del tallo hasta el ápice de la misma.
- Número de sub-inflorescencias por inflorescencia.
- Flores y frutos viables formados entre cada muestreo
- Frutos cosechados entre cada muestreo
- Flores y frutos abscisados entre cada muestreo

CUADRO 1. Fecha de muestreos efectuados en el análisis de la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

No. de Mue- streos	Fecha de Mue- streos	Intervalo de Tiempo entre Mue- streos (Días)	Días Acumu- lados
1	4 - 6 - 83	0	0
2	3 - 7 - 83	29	29
3	30 - 7 - 83	27	56
4	20 - 8 - 83	21	77
5	3 - 9 - 83	14	91
6	10 - 9 - 83	7	98
7	25 - 9 - 83	14	112
8	9 - 10 - 83	14	126
9	23 - 10 - 83	14	140
10	5 - 11 - 83	13	153
11	19 - 11 - 83	14	167
12	4 - 12 - 83	15	182
13	17 - 12 - 83	13	195
14	30 - 12 - 83	13	208
15	15 - 1 - 84	16	224
16	28 - 1 - 84	13	237
17	11 - 2 - 84	14	251
18	25 - 2 - 84	14	265
19	9 - 3 - 84	13	278
20	31 - 3 - 84	22	300
21	28 - 4 - 84	28	323
22	12 - 5 - 84	14	342
23	26 - 5 - 84	14	356
24	9 - 6 - 84	14	371
25	23 - 6 - 84	14	385
26	7 - 7 - 84	14	399
27	21 - 7 - 84	14	413
28	4 - 8 - 84	14	427
29	18 - 8 - 84	14	441
30	1 - 9 - 84	14	455
31	15 - 9 - 84	14	456
32	29 - 9 - 84	14	470

Para la descripción de las estructuras reproductoras se utilizó la siguiente nomenclatura:

- v = Botón floral incipiente. El cáliz protege completamente los pétalos.
- fpm = Botón floral a dos días de antesis,^{1/} su longitud es aproximadamente de 2.5 cms y su forma es lanceolada. Los pétalos se encuentran parcialmente protegidos por el cáliz (10).
- fm = Botón floral a un día de antesis, su longitud es mayor de 2.5 cms y su forma es espatulada; al androceo y gineceo sólo los cubren los pétalos, por lo que a través de estos se observa claramente la ornamentación del labelo (10).
- f = Flor en antesis
- fa = Flor que estuvo en antesis el día anterior
- P = Fruto verde pequeño (1 a 4 mm de diámetro)
- M = Fruto verde mediano (4 a 8 mm de diámetro)
- G = Fruto verde grande (8 a 13 mm de diámetro)

^{1/} Para fines de este estudio, se comprende como flor en antesis, la flor que ya tiene expuestos sus pétalos, cuyos pétalos están extendidos y sus órganos reproductivos están maduros y viables, al menos uno de ellos.

- O = Fruto a punto de cosecha: Al ser manipulado se desprendió fácilmente
- A = Fruto amarillo
- d = Fruto deforme
- = Cicatriz debida a la abscisión de la flor o del fruto en estado inmaduro, sólo se encuentra el peciolo.
- x = Cicatriz debida a abscisión o cosecha del fruto maduro fisiológicamente.

Con el objeto de conocer el crecimiento de los frutos, se midieron con un calibrador de Vernier. en cada muestreo, la longitud y el diámetro de los mismos.

Los datos de clima para establecer la relación planta-clima se obtuvieron en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, utilizando los registros de la estación meteorológica tipo "B" denominada La Concha, localizada en la finca La Concha, Suchitepéquez.

Los datos fueron tomados a partir de mayo de 1983 a septiembre de 1984 y consistieron en:

- Temperatura media, máxima y mínima diaria (en grados centígrados).
- Precipitación diaria (mm/día)
- Número de horas-luz diarias

De los registros diarios de los parámetros mencionados, se calcularon promedios entre cada lectura (Cuadro 2).

Identificación de macollas tallos e inflorescencias: Para la identificación de macollas se utilizaron tiras plásticas de .03 x .60 m de largo de color naranja, las cuales se colocaron a 1.0 metro de la superficie del suelo rodeando la macolla, para que pudieran ser distinguidas por las personas que efectuaron labores culturales en la plantación (limpias, podas, cosechas). Los tallos estudiados se marcaron con tiras de lana azul de .20 m de largo e identificadas con una etiqueta plástica de color blanco. Las inflorescencias se marcaron con tiras de lana de color rojo.

Análisis de la Información: Inicialmente se realizó un análisis gráfico de producción de flores y frutos de cada una de las 67 inflorescencias, así como también se llevó a cabo la sumatoria de flores y también de frutos para cada uno de los tallos; esto permitió establecer curvas de floración, fructificación y el porcentaje de abscisión de flores y frutos.

Con los datos que se obtuvieron de medir largo y diámetro de frutos, se analizaron velocidades de crecimiento de frutos que se formaron de flores que estuvieron en antesis en

CUADRO 2. Parámetros climáticos ocurridos en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

Fecha de Muestreo	Temperatura		Precipitación Pluvial ^{1/}	Horas Luz ^{1/}
	Media ^{1/}	Máxima ^{1/}		
4- 6-83	24.97	29.83	14.50	6.10
3- 7-83	24.57	29.24	14.17	6.05
30- 7-83	24.61	29.11	16.39	5.58
20- 8-83	24.50	29.58	12.31	6.80
3- 9-83	23.36	28.44	17.95	5.54
10- 9-83	23.45	27.86	30.10	4.86
24- 9-83	23.72	27.71	11.97	5.94
9-10-83	24.07	29.79	22.19	5.18
23-10-83	23.89	27.65	27.96	6.31
5-11-83	25.05	28.46	9.01	8.31
19-11-83	23.81	27.71	14.31	7.10
4-12-83	24.80	27.71	4.54	6.46
17-12-83	24.52	28.15	1.03	7.92
30-12-83	24.61	28.68	0.00	7.18
15- 1-84	23.28	28.26	1.88	8.27
28- 2-84	24.65	30.02	0.00	8.40
11- 2-84	24.31	30.25	2.33	8.36
25- 2-84	25.00	29.93	0.08	6.71
9- 3-84	24.79	30.27	0.29	5.77
31- 3-84	25.28	30.86	3.13	7.05
28- 4-84	25.44	30.65	0.68	6.47
12- 5-84	25.15	29.69	9.69	4.96
26- 5-84	24.04	28.02	39.00	3.68
9- 5-84	24.24	25.93	4.80	4.58
23- 5-84	23.70	27.15	13.09	4.92
7- 7-84	24.09	28.02	23.88	5.70
21- 7-84	23.41	27.49	12.98	5.71
4- 8-84	23.21	27.62	11.81	4.59
18- 8-84	23.44	29.09	22.69	6.90
1- 9-84	23.39	27.69	7.71	4.56
15- 9-84	23.07	23.43	37.61	4.76
29- 9-84	24.16	28.12	24.26	5.99

^{1/} De los registros diarios de parámetros climáticos, se obtuvieron promedios entre cada lectura.

distintas épocas, en los meses de junio, octubre, enero y junio. Comparándose las cuatro épocas, se pudo observar la duración del período de madurez de los frutos (Gráfica 9).

El análisis estadístico se efectuó a través del Paquete Statistical Analysis System -SAS- elaborando tres archivos denominados: PINA, 2VRS3 y AGRIP.

Con el archivo PINA se elaboraron dos programas, en el primero se realizaron análisis de correlación canónica para establecer el grado de correlación entre las variables dependientes o inherentes a la planta: Número de flores, número de frutos y porcentaje de abscisión vrs las variables independientes o de clima: Temperaturas, precipitación pluvial y horas luz. El segundo programa se elaboró para un análisis de correlación simple entre las variables: Número de flores vrs número de frutos, número de flores vrs abscisión y número de frutos vrs abscisión, para cada muestreo.

Con el archivo AGRIP se elaboró el programa CARDAMOM, en el cual se realizaron análisis de varianza.

Para establecer diferencias entre la producción de flores, frutos y abscisión, debido a interacciones entre bloques,

macollas, tallos, tamaños de inflorescencias; utilizando Bloques al Azar con arreglo factorial de 3 x 3 con 4 repeticiones y 2 submuestras, cuyo modelo matemático corresponde al siguiente:

$$Y_{ijkl} = u + A_i + B_j + C_k + D_l + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (AD)_{il} + (BC)_{jk} + (BD)_{jl} + (BCD)_{jkl} + B_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3$$

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

$$k = 1, 2$$

$$l = 1, 2, 3$$

En donde:

Y_{ijkl} = Variable respuesta observada en el bloque i , macolla j , tallo k e inflorescencia, cuya época de emergencia es l .

u = Efecto de media general.

A_i = Efecto del bloque i

B_j = Efecto de la macolla j

C_k = Efecto del tallo k

D_l = Efecto de la época de emergencia l

$(AB)_{ij}$ = Interacción del i -ésimo nivel del factor A con el j -ésimo nivel del factor B

- (AC)_{ik} = Interacción del i-ésimo nivel del factor A con el k-ésimo nivel del factor C
- (AD)_{il} = Interacción del i-ésimo nivel del factor A con el l-ésimo nivel del factor D
- (BC)_{jk} = Interacción del j-ésimo nivel del factor B con el k-ésimo nivel del factor C
- (BD)_{jl} = Interacción del j-ésimo nivel del factor B con el l-ésimo nivel del factor D
- (BCD)_{jkl} = Interacción del j-ésimo nivel del factor B con el k-ésimo nivel del factor C y el l-ésimo nivel del factor D.
- E_{ijkl} = Error experimental

Se realizó un análisis de regresión para determinar cual de los modelos matemáticos: Lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático, de raíz cuadrada y gama es el más adecuado para explicar el comportamiento de la floración y fructificación del cardamomo en la zona de estudio (Gráficas 5, 6 y 7 del Anexo).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

La variedad de cardamomo estudiada presentó similitud a Vazhukka. Herrera (8), Ilyas (9), Sahadevan (13) consideran que es un híbrido entre las variedades Malabar y Mysore, ya que presenta características de ambas; las plantas son robustas, hojas de color verde oscuro y pubescencia en el envés, inflorescencias decumbentes y cápsulas grandes y robustas.

Las plantas, en el momento de iniciado el estudio, en el mes de junio de 1983, presentaron las siguientes características: Un promedio de 50 tallos en producción (de más de un año) de aproximadamente 4.5 metros de alto y entre 14 y 16 hojas, 42 tallos en crecimiento (que emergieron ese año), presencia de dos inflorescencias (una en producción -grande- y una en emergencia -mediana-) por tallo, hojas de 0.61 m de largo por 0.12 m de ancho en promedio (Cuadro 3).

El 79% de los tallos estudiados dieron lugar a la emergencia de tres inflorescencias, denominadas: Grandes, medianas y pequeñas. Las inflorescencias grandes fueron las primeras en emerger, éstas midieron entre 0.59 y 1.55 m de largo y tuvieron de 15 a 30 subinflorescencias; las medianas emer-

CUADRO 3. Descripción de las macollas al momento de iniciar el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Sunchitepéquez, Guatemala

Macolla	No. de Tallos		Longitud/ Tallo	No. de Hojas/ Tallo	Tamaño de Hojas ³ / _—	No. Inflores- cencias en c/ Tallo Reprod.	Longitud Inflores- cencias Grandes (m)
	Repro- duc. ¹ / _—	Vege- tati. ² / _—	Reproduc- tivo (m)	Reproductivo			
1	46	37	4.00	16	0.60 x 0.11	2	1.10
2	30	29	3.80	14	0.62 x 0.11	2	0.75
3	74	46	4.50	16	0.63 x 0.12	2	1.30
4	34	31	4.00	14	0.64 x 0.11	2	0.85
5	35	27	4.00	14	0.62 x 0.12	2	1.00
6	50	55	4.50	18	0.58 x 0.11	2	0.45
7	40	38	4.00	14	0.50 x 0.10	2	0.50
8	68	59	5.00	18	0.58 x 0.12	2	0.80
9	58	48	4.50	16	0.75 x 0.13	2	0.90
10	84	52	5.50	14	0.58 x 0.12	2	1.00
11	32	40	4.00	16	0.60 x 0.13	2	0.70
12	48	44	5.00	14	0.60 x 0.11	2	1.00
Promedio	50	42	4.50	14-16	0.61 x 0.12	2	0.86

1/ Tallos Reproductivos: Tallos de un año de edad que sostienen a dos o tres inflorescencias y 1 a 2 tallos en crecimiento (vegetativos).

2/ Tallos Vegetativos: Tallos en crecimiento que aún no han alcanzado su etapa reproductiva.

3/ Promedio del tamaño de las hojas, obtenido de medir el largo y ancho de las mismas.

gieron en segundo lugar, midieron de 0.23 a 1.29 metros y presentaron entre 9 a 30 subinflorescencias y las pequeñas fueron las terceras en emerger, midieron de 0.16 a 0.65 m de largo con 7 a 22 inflorescencias. El resto de tallos (21%), dieron lugar solamente a dos inflorescencias, una grande y una mediana (Cuadro 4).

Las inflorescencias grandes se encontraron totalmente desarrolladas cuando se inició el muestreo en junio, empezaron a secarse a partir del mes de agosto, iniciándose la necrosis en las subinflorescencias basales. Las inflorescencias medianas empezaron a secarse en los meses de marzo a mayo del año siguiente y las pequeñas iniciaron su secado en los meses de agosto a septiembre del segundo año.

Comparando la producción total de flores, se encontró que existe diferencia significativa en la producción de flores entre bloques ($p = 0.0667$), siendo la producción de 254 flores por inflorescencias para el bloque I, 224 para el bloque II y 190 para el bloque III. No existe diferencia significativa entre macollas ($p = 0.4837$), ni entre tallos ($p = 0.2621$); pero si existe diferencia altamente significativa entre la producción de los diferentes tamaños de inflorescencia ($p = 0.0001$), observándose una producción de 354 flo-

CUADRO 4. Longitud ee inflorescencias de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) (cms), número de subinflorescencias por inflorescencia. En inflorescencias grandes, medianas y pequeñas de cada tallo

Tamaño de Inflor. Tallos	G R A N D E		M E D I A N A		P E Q U E Ñ A	
	Long. de Inflor <u>e</u> cencia	No. de Sub- Inflor <u>e</u> cencias	Long. de Inflor <u>e</u> cencia	No. de Sub- Inflor <u>e</u> cencias	Long. de Inflor <u>e</u> cencia	Nó. de Sub- Inflor <u>e</u> cencias
1	104	29	86	20	63	20
2	155	38	59	16	65	22
3	69	15	42	10	40	12
4	66	19	64	17	27	18
5	76	16	26	14	23	14
6	76	16	53	12	19	10
7	153	29	93	23	36	14
8	106	27	91	23	30	11
9	114	29	86	25	--	--
10	122	23	55	21	--	--
11	94	21	70	15	36	10
12	84	19	59	19	45	18
13	129	28	125	22	--	--
14	152	28	81	22	35	19
15	84	29	69	17	39	15
16	85	22	64	22	48	18
17	135	16	31	14	26	9
18	129	23	64	15	28	13
19	78	18	64	15	18	7
20	83	22	69	17	--	--
21	69	17	47	15	44	12
22	42	12	35	11	29	11
23	82	27	43	17	24	14
24	84	27	46	12	--	--

res en las inflorescencias grandes, 219 en las medianas y 94 en las pequeñas. El comportamiento de las inflorescencias responde al patrón de floración enunciado por Stephenson (15), respecto a que las flores y frutos de las posiciones basales o iniciales tienen aparente ventaja espacial y temporal sobre los otros. Por otro lado, los nutrientes asimilados por la hoja y la raíz, deben pasar a las yemas, flores y frutos más jóvenes que se encuentran a lo largo de las inflorescencias; cuando los recursos son limitados, las estructuras reproductivas localizadas en el extremo superior de las plantas o inflorescencias, ceden parte de sus recursos a las primeras y luego ocurre abscisión; situación que se cumple en el cardamomo, ya que la mayor producción de flores y frutos se da en las primeras inflorescencias que emergen, o sea en las grandes. Además, no existe ninguna interacción de 2o. y 3er. grado entre bloque, macollas, tallos y/o inflorescencias (Cuadro 5).

En cuanto a la producción total de frutos, varía significativamente entre bloques ($p = 0.0018$), observándose una producción promedio de frutos por inflorescencia de 64 en el bloque I, 74 en el bloque II y 44 en el bloque III. La producción media de frutos por bloque fue similar entre el primero y segundo bloque, pero si hubo diferencias entre el se-

CUADRO 5. Análisis de varianza del número total de flores/inflorescencia en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

Fuente de Variación	Grados Libertad	Andeva SS	Cuadrado Medio	Fc	P
Bloque	2	49261.58	24630.79	4.11	0.0667 *
Macolla	3	21368.06	7122.69	1.19	0.4837 NS
Tallo	1	11050.89	11050.89	1.84	0.2621 NS
Inflorescencia	2	810540.58	405270.29	67.64	0.0001 **
Bloque x Macolla	6	84651.53	14108.59	2.35	0.0439 *
Bloque x Tallo	2	12345.53	6172.76	1.03	0.4642 NS
Bloque x Inflorescencia	4	38984.33	9746.08	1.63	0.1818 NS
Macolla x Tallo	3	12485.89	4161.96	0.49	0.6940 NS
Macolla x Inflorescencia	6	19944.53	3324.09	0.39	0.8831 NS
Tallo x Inflorescencia	2	4221.53	2110.76	0.25	0.7827 NS
Macolla x Tallo x Inflorescencia	6	10631.36	1771.89	0.21	0.9729 NS

gundo y tercer bloque; estos resultados están en concordancia con el hecho de que los bloques se localizaron a diferentes niveles (altura) sobre la pendiente, el bloque I estuvo en la base de la misma, el segundo en la parte media y el tercero en la parte superior; por lo mismo, las diferencias en producción podrían deberse a que hay mayor acumulación de materia orgánica en las partes medias y bajas del terreno, por lo que las plantas en estas áreas tienen mayor disponibilidad de nutrientes y mayor capacidad para sostener mayor número de frutos.

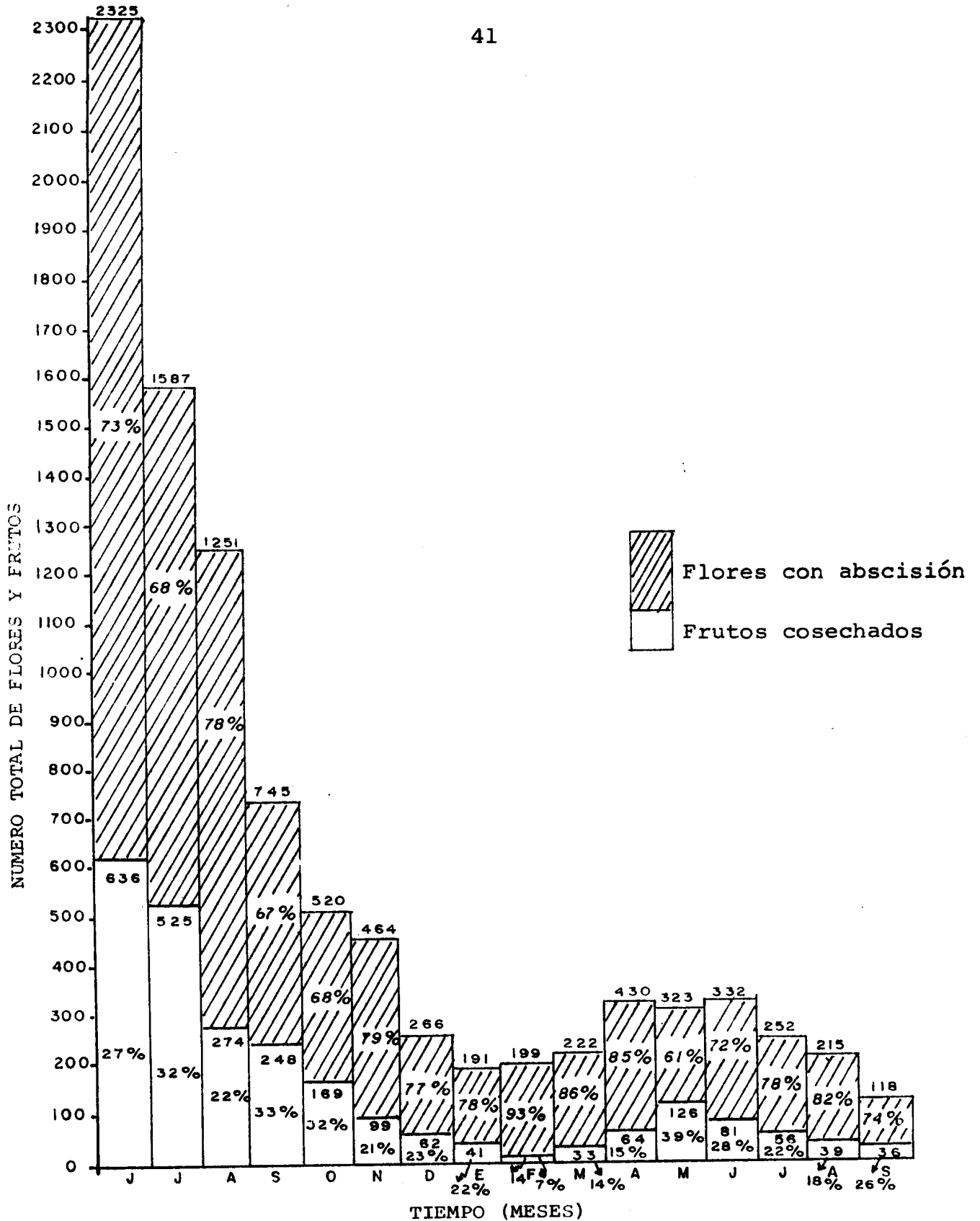
Los resultados del ANDEVA (Cuadro 6) muestran que la producción de frutos fue similar en número, entre macollas ($p = 0.6309$) y entre tallos ($p = 0.7068$); así como que no hubo interacciones entre tallos por bloque ($p = 0.1411$), entre inflorescencias por bloque ($p = 0.0167$), entre tallos por macolla ($p = 0.4781$) y entre inflorescencias por macolla ($p = 0.5435$) e inflorescencias por tallo ($p = 0.8239$). Si existe diferencia altamente significativa en la producción de frutos entre las inflorescencias que emergieron de un mismo tallo ($p = 0.0001$), observándose un promedio de 101 frutos para las inflorescencias grandes, 57 para las medianas y 25 para las pequeñas; sucediendo el mismo fenómeno que en la producción de flores.

CUADRO 6. Análisis de varianza del número total de frutos/inflorescencia en el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

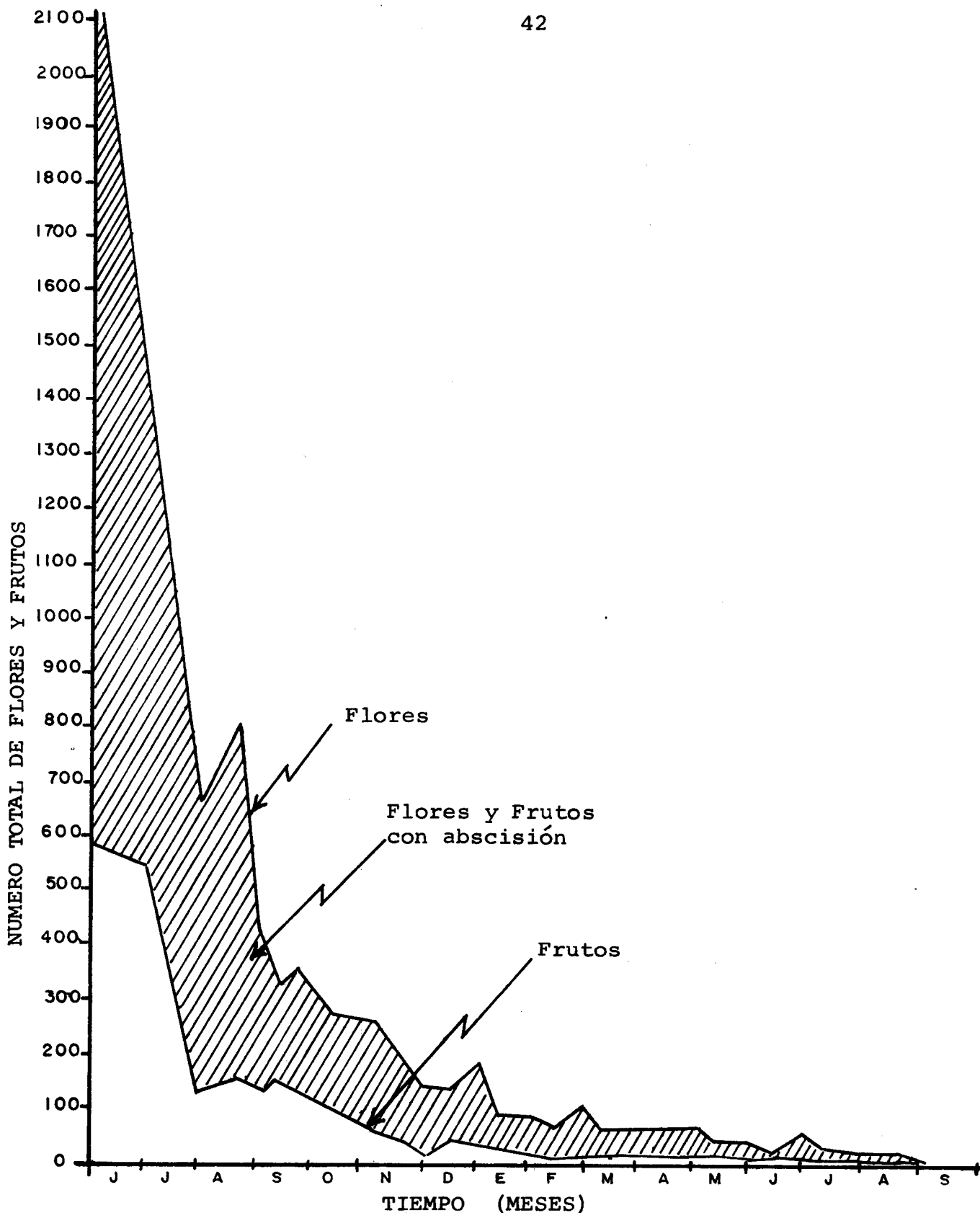
Fuente de Variación	Grados Libertad	Andeva SS	Cuadrado Medio	Fc	P
Bloque	2	11127.58	5563.79	11.60	0.0018 **
Macolla	3	1336.82	445.61	0.93	0.6309 NS
Tallo	1	110.01	110.01	0.23	0.7068 NS
Inflorescencia	2	70803.00	35401.50	73.80	0.0001 **
Bloques x Macolla	6	10296.64	1716.11	3.58	0.0049 **
Bloques x Tallo	2	1953.03	976.51	2.04	0.1411 NS
Bloques x Inflorescencia	4	6403.67	1600.92	3.34	0.0167 NS
Macolla x Tallo	3	1938.82	696.27	0.84	0.4781 NS
Macolla x Inflorescencia	6	3884.2	647.37	0.84	0.5435 NS
Tallo x Inflorescencia	2	298.78	149.39	0.19	0.8239 NS
Macolla x Tallo x Inflores- cencia	6	1669.56	278.26	0.36	0.8989 NS

En esta zona del país, la floración del cardamomo inicia en los meses de marzo y abril, se mantiene en incremento, siendo los puntos de mayor floración en los meses de junio y julio, luego comienza a decrecer, manteniéndose la floración hasta septiembre y octubre del año siguiente, como puede observarse en la Gráfica 1. Además, puede observarse que la mayor fructificación fue en los meses de mayo, junio y julio; manteniéndose más o menos constante hasta diciembre, decreciendo en los meses de febrero y marzo, coincidiendo la época de mayor fructificación, con los valores menores de precipitación, alta luminosidad y altas temperaturas. Por observaciones en el campo, puede decirse que este microclima es bastante propicio para la incidencia de mayor cantidad de insectos polinizadores que favorecen la fecundación de mayor número de flores (Gráfica 1 y 8).

En la Gráfica 2 puede observarse que las inflorescencias grandes inician su producción de flores entre los meses de marzo y abril, presentándose una producción más o menos constante y en forma ascendente hasta los meses de mayo y junio, en los cuales se alcanza el pico de la floración, luego sigue la producción hasta los meses de septiembre y octubre del año siguiente, pero en una forma más lenta.



GRAFICA 1. Promedio mensual y porcentaje de flores y frutos producidos durante el estudio de la etapa reproductiva del cardamomo (*Elettaria cardamomum*) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.



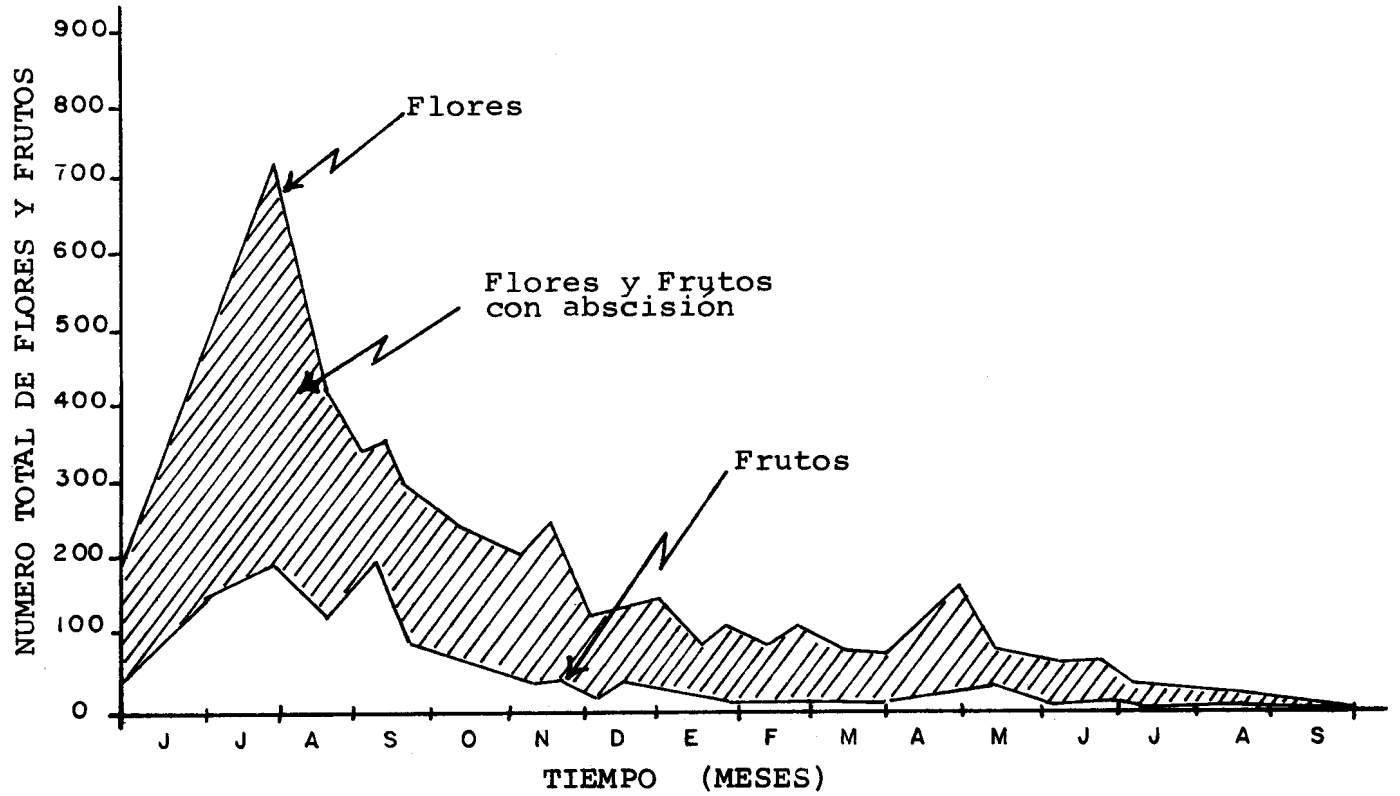
GRAFICA 2. Flores y frutos de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) cuantificados en inflorescencias grandes, en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

En la Gráfica 3 se observa que las inflorescencias medianas tienen un comportamiento similar al de las grandes, en cuanto a floración, puesto que la misma da inicio en los meses de mayo y junio; la máxima floración ocurre en julio y luego disminuye, manteniéndose hasta el mes de septiembre del año siguiente.

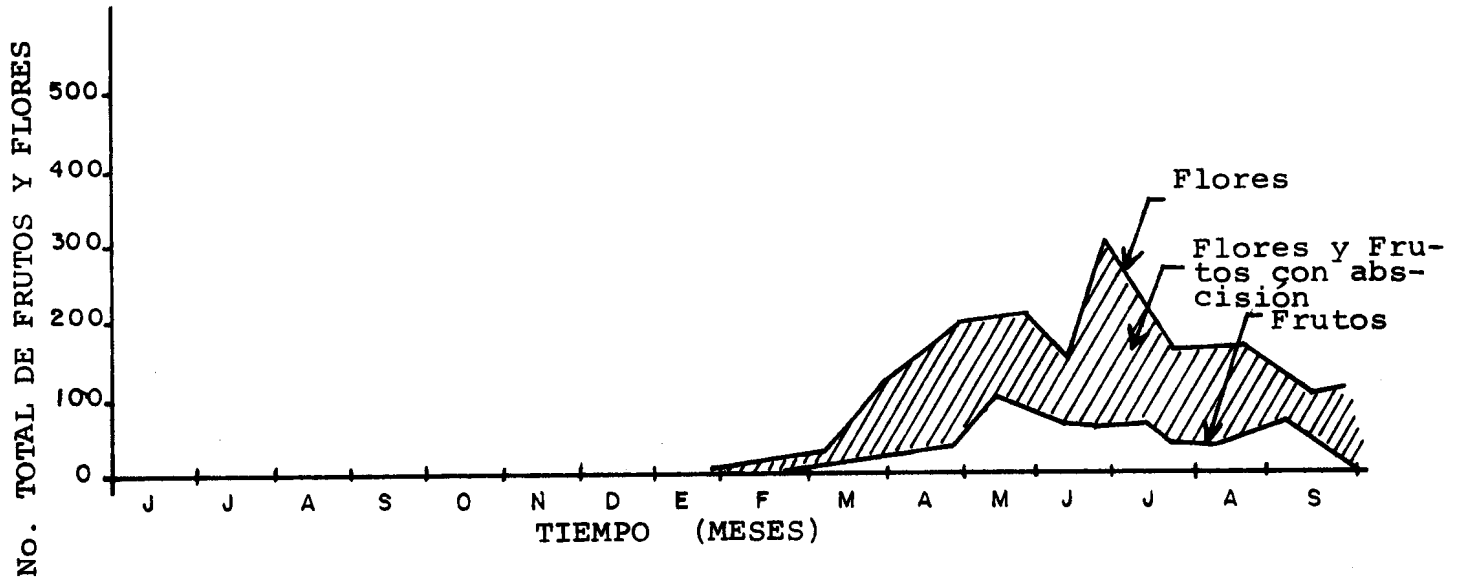
Las inflorescencias pequeñas inician su producción de flores en los meses de febrero y marzo, mostrando una mayor producción en junio y julio, con una producción constante hasta octubre y noviembre (Gráfica 4).

Comparando las curvas de floración individuales de todas las inflorescencias, las grandes (Gráfica 5), guardan un patrón de floración de una curva sigmoideal simple, con excepción de tres inflorescencias (12.5%), en las cuales se observa una curva sigmoideal doble y dos de estos casos corresponden a tallos que no presentaron inflorescencia pequeña.

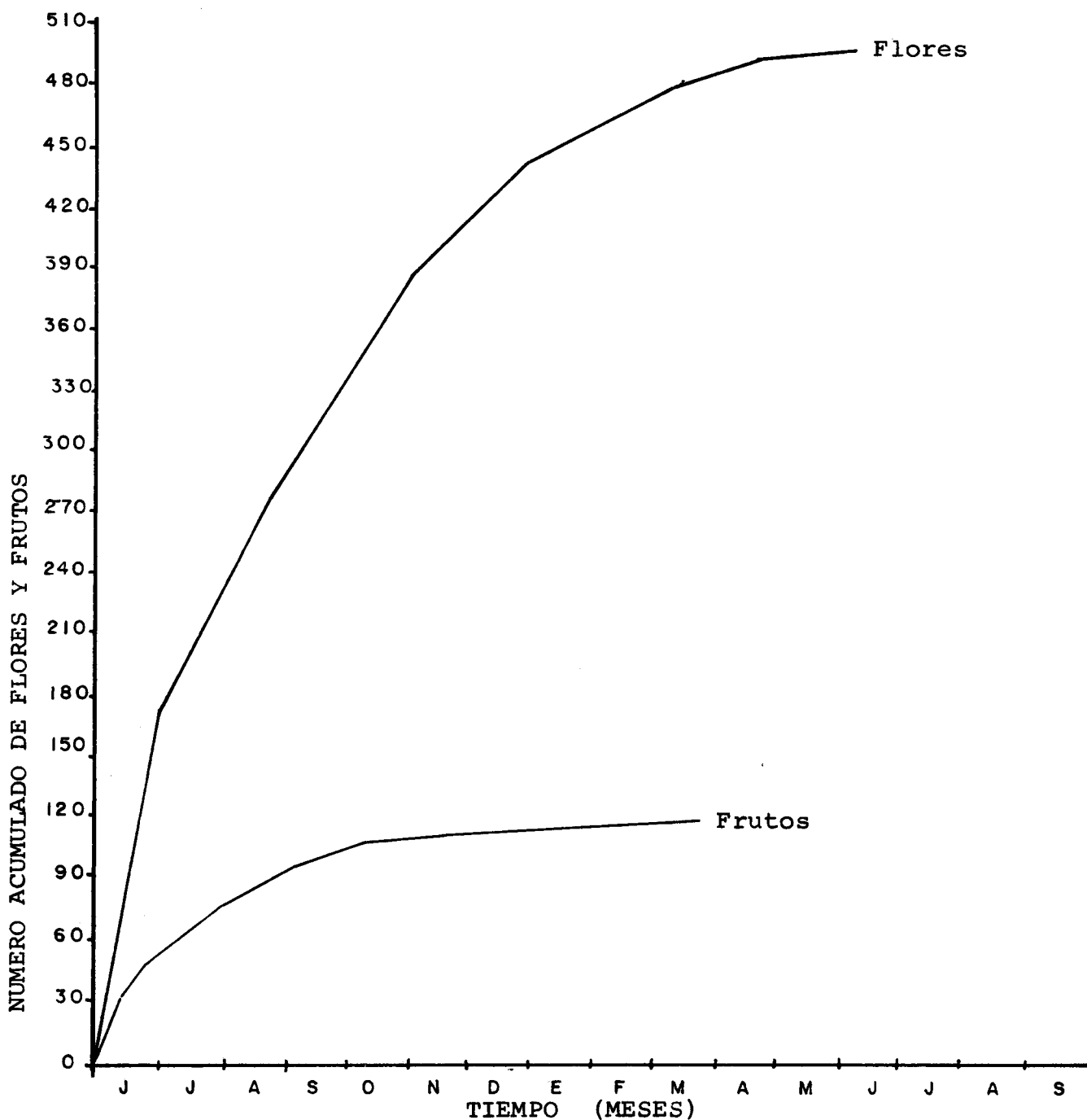
Gráfica 6). Por lo general, la producción en las inflorescencias grandes se detiene al dar inicio la producción de flores en las inflorescencias pequeñas; en el caso de tallos sin tercera inflorescencia, la inflorescencia grande sigue produciendo flores, de manera que pueden formarse más de 500 flores sólo entre los meses de marzo y mayo del segundo año de producción.



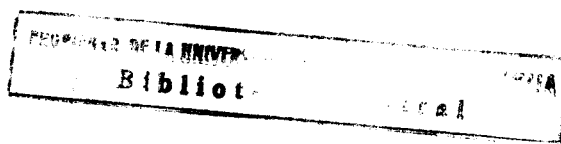
GRAFICA 3. Flores y frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum) cuantificados en inflorescencias medianas en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

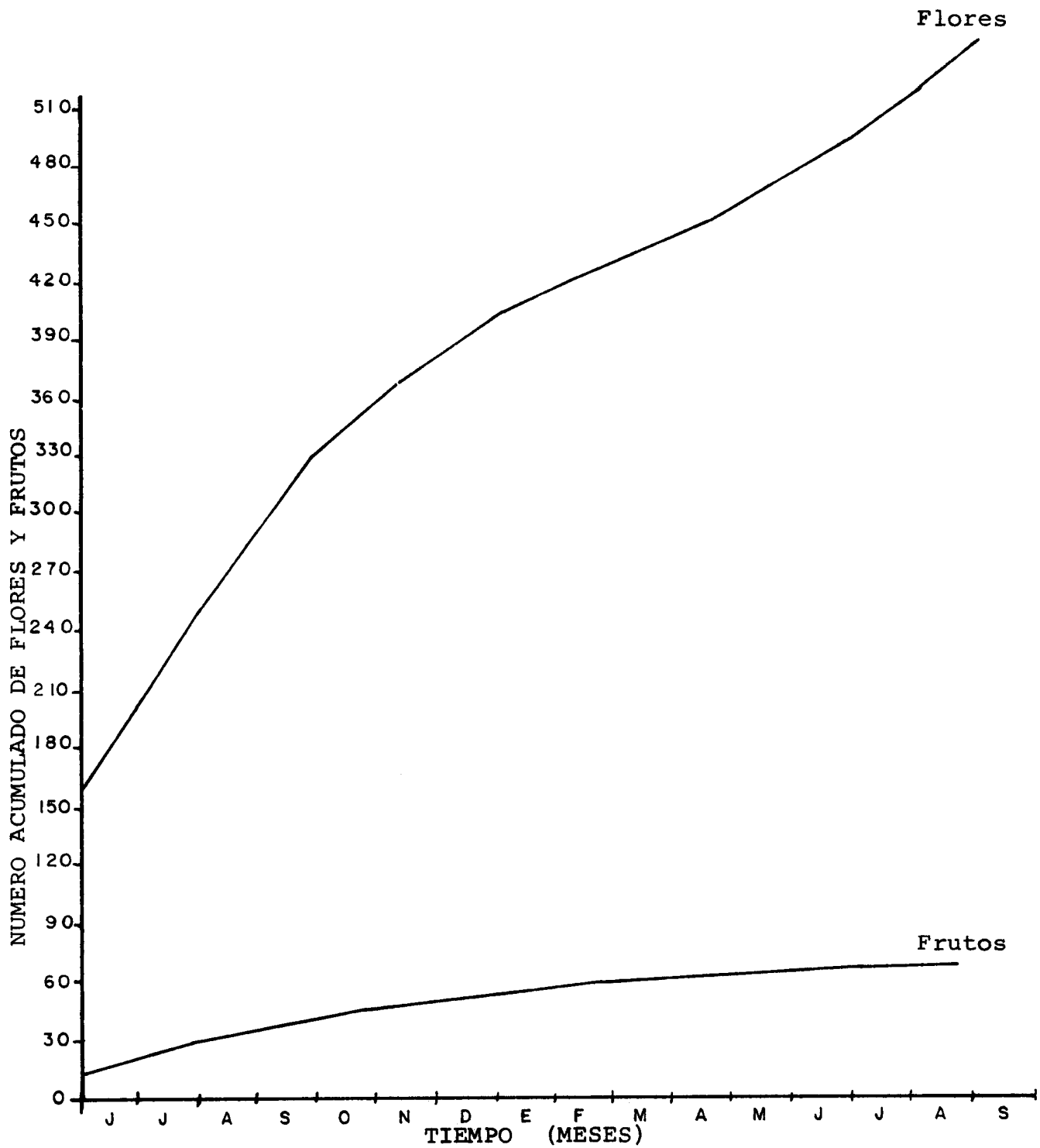


GRAFICA 4. Flores y frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum) cuantificados en inflorescencias pequeñas en cada uno de los muestreos en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala



GRAFICA 5. Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia grande de cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala.



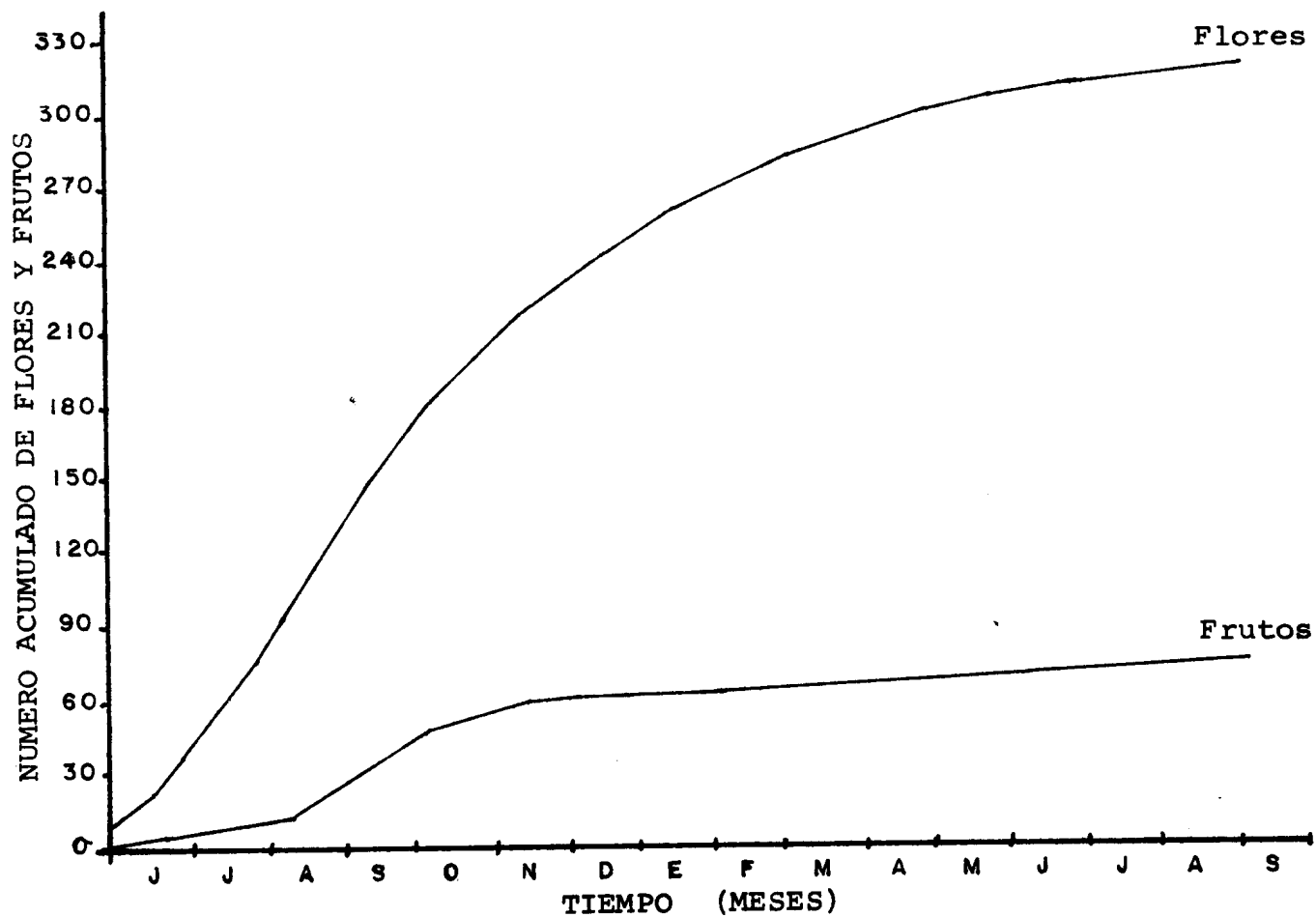


GRAFICA 6. Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia grande de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) proveniente de un tallo con sólo dos inflorescencias en Santa Bárbara, Suchitepéquez, durante 1983-1984.

Como puede observarse en la Gráfica 7, las inflorescencias medianas mantienen una curva de floración del tipo sigmooidal simple, produciendo de 90 a 380 flores, durante los meses de junio y marzo del segundo año.

Las inflorescencias pequeñas conservan un comportamiento similar al de las inflorescencias medianas, sólo que alcanzaron una menor producción de flores, siendo el total de 60 a 80 flores, las cuales se forman entre los meses de abril y septiembre.

La curva de fructificación total (Gráfica 1) tuvo una tendencia similar a la de la floración, con un período alto de producción de mayo a agosto, luego desciende en los meses de noviembre a abril, tendiendo a incrementar nuevamente en mayo, para finalizar en septiembre del segundo año. En cuanto a la producción de frutos por inflorescencia, ésta inicia en las inflorescencias grandes (Gráfica 2) en el mes de abril, ocurriendo la mayor producción de frutos en los meses de junio y julio, luego se reduce a partir de agosto y continúa este proceso hasta septiembre del año siguiente. En las inflorescencias medianas (Gráfica 3) la fructificación se inició en el mes de mayo, alcanzó su máximo en los meses de julio y agosto, disminuyendo lentamente hasta finalizar en agos-



GRAFICA 7. Producción acumulada de flores y frutos de una inflorescencia mediana de cardamomo (Elettaria cardamomum) en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala, durante 1983-1984

to y septiembre del año siguiente. Las inflorescencias pequeñas, como puede verse en la Gráfica 4, iniciaron su producción de frutos en los meses de febrero y marzo, manteniéndose en producción alta en los meses de mayo a septiembre, cuando comienzan a necrosarse.

Normalmente, de cada tallo emergieron tres inflorescencias, pero cinco tallos de un total de 24 a nivel del muestreo realizado, presentaron solamente dos inflorescencias; esto dio lugar a que la producción de flores y frutos de las primeras inflorescencias, principalmente la mediana, se estimulara a tal grado que al realizar sumatorias de flores y frutos de los tallos con dos y tres inflorescencias, las cifras fueron similares. Como puede observarse en el Cuadro 8, la producción promedio de flores y frutos por tallo fue de 636 y 171 respectivamente, para los tallos con dos inflorescencias y de 668 y 178 para los tallos con tres inflorescencias.. Este fenómeno podría explicarse por el efecto de plasticidad fenotípica, ya que por lo regular, la inflorescencia mediana creció más en los tallos que no presentaron la tercera inflorescencia (pequeña); cuando la inflorescencia grande creció poco, fueron la mediana y/o la pequeña las que incrementaron su crecimiento y rendimiento, por lo que al final existió similitud en el comportamiento entre tallos de dos y tres inflorescencias (Cuadro 7).

CUADRO 7. Promedio de flores y frutos y porcentaje de abscisión de tallos de cardamomo (Elettaria cardamomum) que produjeron dos y tres inflorescencias

Tallos	No. Flores por Tallo	No. Frutos por Tallo	% de Absci- ción
Con 2 Infloresc.	636	171	72.9
Con 3 Infloresc.	668	185	71.7
PROMEDIO	652	178	72.3

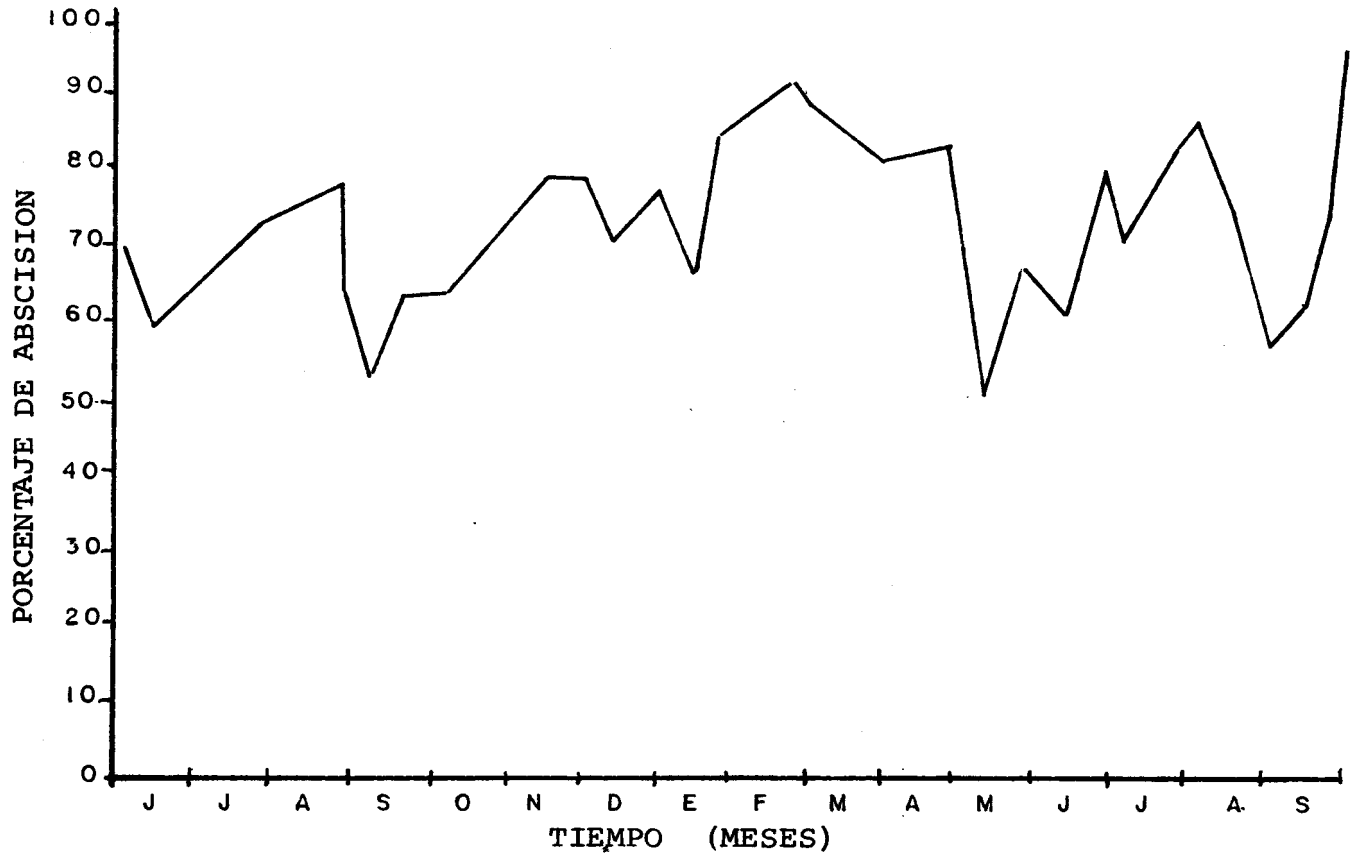
CUADRO 8. Longitud promedio final de las inflorescencias de cardamomo (Elettaria cardamomum), por bloque según tamaño de inflorescencia (grande, mediana, pequeña) (cms)

Bloque	Grandes	Medianas	Pequeñas
I	100.63	64.25	40.50
II	108.00	76.13	36.50
III	87.75	49.88	28.17
PROMEDIO	98.79	63.54	30.09

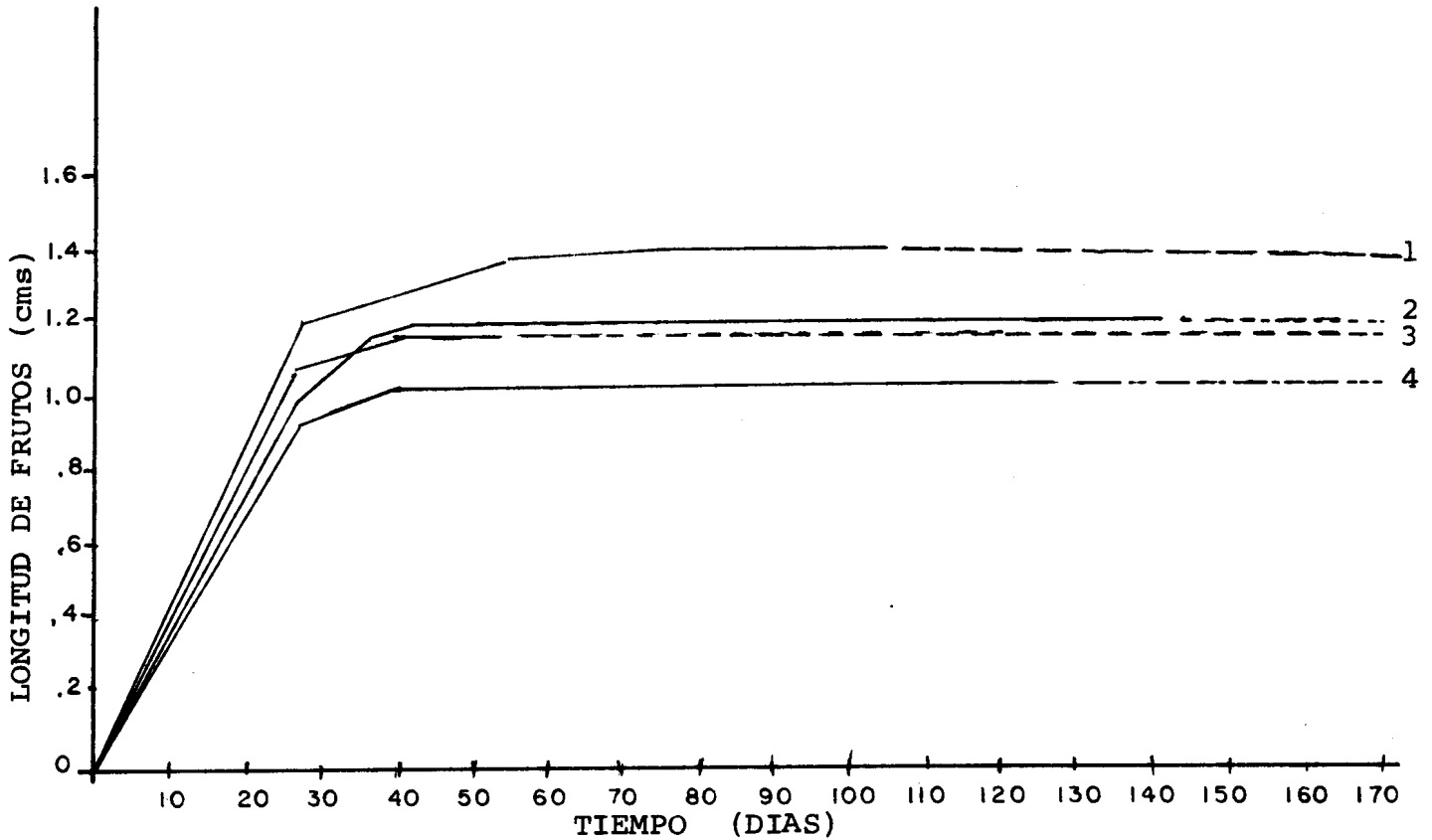
En la Gráfica 8, donde se puede observar los porcentajes de abscisión total y por tamaño de inflorescencia, tanto en el total como en las inflorescencias grandes, medianas y pequeñas, pueden observarse los más altos porcentajes de abscisión (hasta más de 90%) en las mismas épocas, o sea en los meses de enero a abril, junio a octubre, coincidiendo con altas temperaturas (hasta 30°C), altas precipitaciones (entre 30 y 40 mm diarios), baja luminosidad (4 y 5 horas luz diarias) (Gráfica 10).

En cuanto al comportamiento de los tallos, los que dieron lugar a dos inflorescencias tuvieron un 71.7% de abscisión (Cuadro 7).

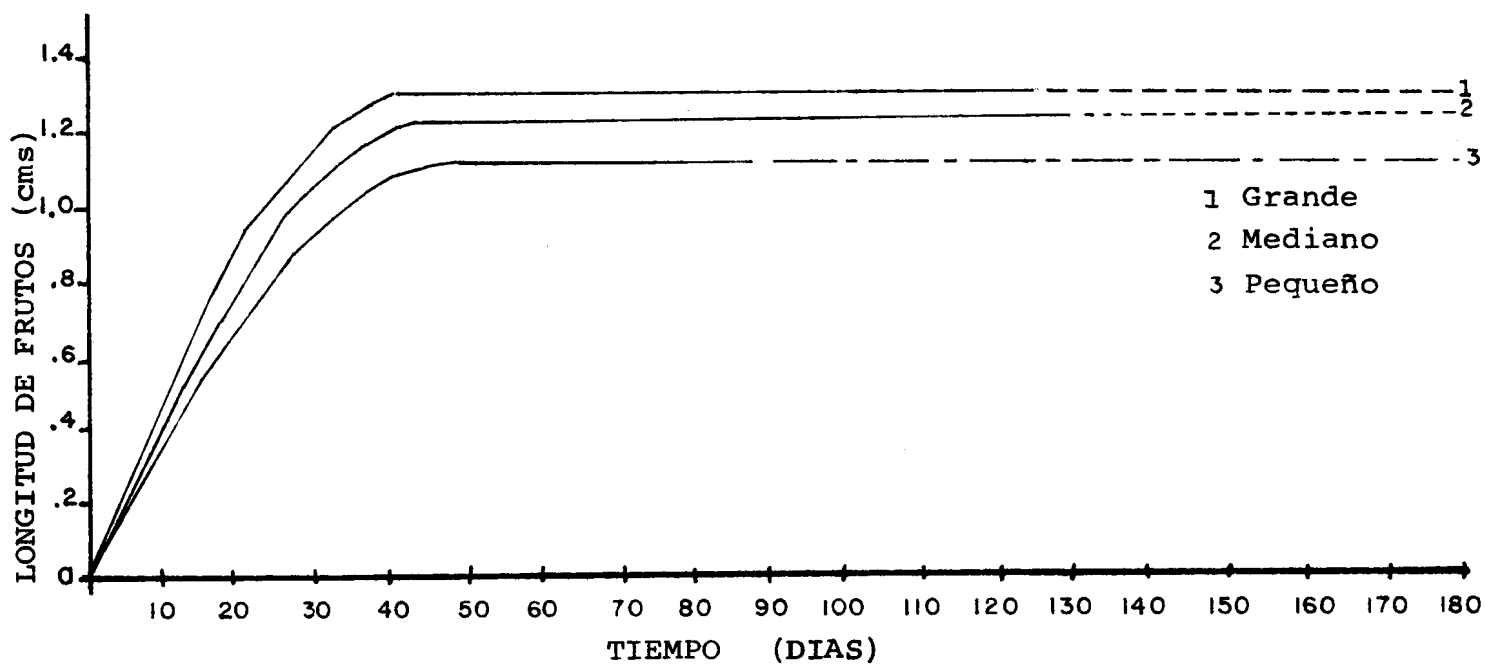
Al llevar el control de crecimiento de frutos a través de mediciones de largo y diámetro, se encontró que en los frutos que se formaron de flores que estuvieron en antesis en los meses de junio, julio y agosto tardaron 42 días en alcanzar su mayor tamaño, luego se quedaron en la planta, hasta alcanzar su punto de madurez para ser cosechados, asimismo, los frutos que se formaron en los meses de septiembre a noviembre tardaron 32 días y los frutos formados en los meses de diciembre a febrero, tardaron 28 días (Gráfica 9).



GRAFICA 8. Porcentaje de abscisión observado en el total de flores y frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum), en Santa Bárbara, Suchitepéquez, durante 1983-1984



GRAFICA 9. Velocidad de crecimiento de frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum) en cuatro épocas distintas. 1. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de junio. 2. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de octubre. 3. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de enero. 4. Frutos formados de flores que estuvieron en antesis en el mes de junio del año siguiente



GRAFICA 10. Velocidad de crecimiento de frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum) formados en inflorescencias grandes, medianas y pequeñas, durante 1983-1984

Por otro lado, al hacer una comparación entre el tiempo que dura un fruto en alcanzar su máximo tamaño en los diferentes tamaños de inflorescencias, se determinó que en las inflorescencias grandes, a los 40 días de haber sido flor en antesis, un fruto ha alcanzado un promedio de 1.3 cms de longitud; en las inflorescencias medianas a los 40 días ha alcanzado una longitud de 1.25 cm y en las pequeñas, a los 45 días, el fruto ha alcanzado una longitud promedio de 1.1 cm (Gráfica 10).

VII. CONCLUSIONES

La etapa reproductiva del cardamomo (Elettaria cardamomum (L.) Maton Grupo Minúscula Burkhill) variedad Vazhukka, bajo condiciones de Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala, presenta una curva de floración y fructificación del tipo sigmoideal doble con duración de dos años, en donde las máximas cantidades de flores y frutos ocurren entre mayo a agosto. El primer año es el significativo, ya que de las tres inflorescencias que generalmente presenta cada tallo productivo, las dos primeras en emerger contribuyen al 86% del total de frutos cosechados y son las terceras inflorescencias las que aportan la producción para el segundo año del ciclo reproductivo. Todas las inflorescencias presentan similar porcentaje de fructificación (27% del total de flores producidas).

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AMEZQUITA, M. 1978. Técnicas de producción en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomum), según tamaño de explotación agrícola en Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 57 p.
2. CANO, M. s.f. El cultivo de cardamomo. Guatemala, DIGESA. 35 p.
3. FARFAN, O. 1978. Vocación agrícola y prioridades de acción en las Verapaces. Guatemala, Universidad de San Carlos. p. 187-215.
4. FON QUER, P. 1985. Diccionario de botánica. España. La Labor, S.A. p. 486, 499.
5. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1979. El cultivo de cardamomo. Informe Económico (Gua) 26(2-3):1-40.
6. _____. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. SANIDAD VEGETAL. s.f. Cultivo de cardamomo. Guatemala. 15 p.
7. _____. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:600,000. 4 p.
8. HERRERA, M. 1983. Abscisión, fenología y fenometría en inflorescencias, flores y frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum (L) Maton Grupo Minúscula Burkhill), en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 108 p.
9. ILYAS, M. 1978. The spices of India-II. Economic Botany (32(3):263-283.
10. LANG, F. 1982. La flor, polinización del cardamomo (Elettaria cardamomum M.) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos Facultad de Agronomía. 104 p.

11. LUTTMANN, N.T. 1985. El cardamomo y su cultivo. Guatemala, Edinter. 85 p.
12. ROSENGARTEN, F. 1969. The book of spices. EE. UU., Pyramid Communications. p. 163-173.
13. SAHADEVAN, P.C. 1965. Cardamon. Trivandrum, India, s.e. 41 p.
14. SEMINARIO SOBRE EL CULTIVO DEL CARDAMOMO. (1o. 1980, Cobán). 1980. Memorias. Guatemala, Centro Universitario del Norte. 33 p.
15. STEPHENSON, A.G. s.f. Flowers and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. Annual Review of Ecology and Systematic (EE. UU.)/12:253-279.

Vo.Bo.

Rolando Barral

IX. ANEXOS

CUADRO 1. Número de flores, frutos y su porcentaje de abscisión por inflorescencias en cardamomo (*Elettaria cardamomum*) en Santa Bárbara, Suchitepéquez

Bloque	Macolla	Tallo	Tamaño de Inflorescencia	Número Flores	Número Frutos	Porcentaje Abscisión	\bar{X} ^{1/}
1	1	1	1	477	123	74.21	
1	1	2	1	546	137	74.91	
1	2	1	1	298	45	84.90	
1	2	2	1	462	118	74.46	
1	3	1	1	367	73	86.11	
1	3	2	1	245	63	73.98	
1	4	1	1	419	129	69.21	
1	4	2	1	256	115	55.08	
2	1	1	1	417	171	58.99	
2	1	2	1	237	110	53.58	
2	2	1	1	410	111	72.93	
2	2	2	1	279	73	73.84	70.4
2	3	1	1	434	175	59.68	
2	3	2	1	349	151	56.73	
2	4	1	1	336	119	64.58	
2	4	2	1	258	111	56.98	
3	1	1	1	285	67	76.49	
3	1	2	1	275	94	68.82	
3	2	1	1	323	46	86.76	
3	2	2	1	400	90	77.50	
3	3	1	1	227	97	57.27	
3	3	2	1	145	54	62.76	
3	4	1	1	516	85	83.53	
3	4	2	1	538	68	87.36	
1	1	1	2	312	67	78.53	
1	1	2	2	279	73	73.85	
1	2	1	2	191	26	86.39	
1	2	2	2	363	68	81.27	
1	3	1	2	220	34	84.55	
1	3	2	2	210	39	81.43	
1	4	1	2	250	87	65.20	
1	4	2	2	247	92	62.75	
2	1	1	2	381	75	80.31	
2	1	2	2	314	78	75.16	
2	2	1	2	228	72	68.42	
2	2	2	2	223	64	71.30	
2	3	1	2	222	88	60.36	
2	3	2	2	268	85	68.80	73.11
2	4	1	2	211	81	61.61	
2	4	2	2	199	50	74.87	
3	1	1	2	104	18	82.69	
3	1	2	2	72	17	76.39	
3	2	1	2	293	69	76.45	
3	2	2	2	89	29	67.42	
3	3	1	2	159	67	57.86	
3	3	2	2	82	31	62.20	
3	4	1	2	213	33	84.51	
3	4	2	2	134	20	85.07	
1	1	1	3	179	55	69.27	
1	1	2	3	189	58	69.31	
1	2	1	3	63	17	73.02	
1	2	2	3	132	43	67.42	
1	3	1	3	122	15	87.70	
1	3	2	3	57	8	85.96	
1	4	1	3	134	24	82.09	
1	4	2	3	79	19	75.95	
2	1	1	3	0	0	0	
2	1	2	3	0	0	0	
2	2	1	3	69	19	72.46	
2	2	2	3	207	78	62.32	
2	3	1	3	0	0	0	
2	3	2	3	173	51	70.52	75.47
2	4	1	3	79	14	82.28	
2	4	2	3	75	9	88.00	
3	1	1	3	156	49	68.59	
3	1	2	3	102	19	81.37	
3	2	1	3	118	25	78.81	
3	2	2	3	0	0	0	
3	3	1	3	133	32	75.94	
3	3	2	3	83	29	65.06	
3	4	1	3	113	25	77.88	
3	4	2	3	0	0	0	

^{1/} Promedio de porcentajes de abscisión para cada tamaño de inflorescencia.

CUADRO 3. Número de flores y frutos y su porcentaje de abscisión según tamaño de inflorescencias en cardamomo (*Elettaria cardamomum*) obtenidos en cada uno de los muestreos efectuados en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

Infloresc. Muestreos	GRANDES			MEDIANAS			PEQUEÑAS		
	f	F	% Abs.	f	F	% Abs.	f	F	% Abs.
4- 6-83	2106	587	72.13	219	49	77.63	0	0	0
3- 7-83	1293	562	56.54	483	147	69.57	0	0	0
30- 7-83	667	141	78.86	731	199	72.78	0	0	0
20- 8-83	818	153	81.30	433	121	72.06	0	0	0
3- 9-83	449	136	69.71	348	13	96.26	0	0	0
10- 9-83	438	161	63.24	355	209	41.13	0	0	0
24- 9-83	357	148	58.54	289	81	71.97	0	0	0
9-10-83	284	119	58.10	252	73	71.03	0	0	0
23-10-83	278	86	69.06	225	60	73.33	0	0	0
5-11-83	261	61	76.63	206	48	76.70	0	0	0
19-11-83	206	50	75.73	255	40	84.31	0	0	0
4-12-83	141	14	90.07	37	23	37.84	0	0	0
17-12-83	141	40	71.63	134	39	70.89	0	0	0
30-12-83	186	32	82.80	159	38	76.01	0	0	0
15- 1-84	84	28	66.67	91	29	68.13	0	0	0
28- 1-84	85	15	82.35	114	10	91.23	7	0	0
11- 2-84	71	6	91.55	73	8	89.04	11	0	0
25- 2-84	111	2	98.20	113	11	90.27	18	0	0
9- 3-84	60	2	96.67	93	12	87.10	38	8	78.95
31- 3-84	64	12	81.25	73	12	83.56	116	20	82.76
28- 4-84	76	13	82.89	161	21	86.96	193	30	84.46
12- 5-84	40	21	47.50	88	35	60.23	195	97	50.26
26- 5-84	47	8	82.97	74	18	75.68	202	72	64.36
9- 6-84	23	12	47.83	57	16	71.93	144	55	61.81
23- 6-84	65	11	83.06	68	15	77.94	308	53	82.79
7- 7-84	34	3	91.18	43	6	86.05	204	65	68.14
21- 7-84	25	1	96.00	35	6	82.86	163	29	82.21
4- 8-84	24	1	95.83	31	1	96.77	162	26	83.95
18- 8-84	21	3	85.71	27	7	74.07	166	40	75.90
1- 9-84	4	0	0.0	19	9	52.63	132	56	57.58
15- 9-84	4	0	0.0	13	7	46.15	100	34	66.00
29- 9-84	4	0	0.0	8	0	0	102	3	97.06

CUADRO 4. Número de flores y frutos de cardamomo (Elettaria cardamomum) y su porcentaje de abscisión, observados a través del tiempo de estudio

Fecha Muestreo	No. Flores	No. Frutos	% Abscisión
4- 6-83	2325	636	72.65
3- 7-83	1776	709	60.08
30- 7-83	1398	340	75.68
20- 8-83	1251	274	78.10
3- 9-83	797	145	81.81
10- 9-83	793	370	53.34
24- 9-83	646	229	64.55
9-10-83	536	192	64.18
23-10-83	503	146	70.97
5-11-83	467	109	76.66
19-11-83	461	90	80.48
4-12-83	178	37	79.21
17-12-83	275	79	71.27
30-12-83	345	70	79.71
15- 1-84	175	57	67.43
28- 1-84	206	25	87.86
11- 2-84	155	14	90.97
25- 2-84	242	13	94.63
9- 3-84	191	22	88.48
31- 3-84	253	44	82.61
28- 4-84	430	64	85.12
12- 5-84	323	153	52.63
26- 5-84	323	98	69.66
9- 6-84	224	83	62.95
23- 6-84	441	79	82.09
7- 7-84	281	74	73.67
21- 7-84	223	37	83.41
4- 8-84	217	28	87.10
18- 8-84	214	50	76.64
1- 9-84	155	65	58.06
15- 9-84	117	41	64.96
29- 9-84	114	3	97.37

CUADRO 5. Análisis de correlación simple entre el número de flores acumuladas hasta cada muestreo vrs frutos acumulados hasta cada muestreo, número de flores y frutos. Número de flores y frutos acumulados hasta cada muestreo vrs porcentaje de abscisión observados en Santa Bárbara, Subintepéquez

Fecha de Muestreo	FLORES		FRUTOS		ABSCISION		FL. vrs FR.		FL. vrs AB.		FR. vrs AB.				
	N	\bar{X}	N	\bar{X}	N	\bar{X}	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.	Prob.	Corr.			
4- 6-83	72	32.22	51.26	72	8.83	15.47	34	72.04	20.02	.0001	.85	.8465	.03	.013	-.42
3- 7-83	72	56.54	76.45	72	16.32	22.48	44	70.10	13.73	.0001	.86	.5583	.09	.013	-.37
30- 7-83	72	79.01	91.34	72	23.81	28.43	47	68.87	16.26	.0001	.85	.4075	.12	.018	-.34
20- 8-83	72	95.35	101.84	72	27.58	31.77	48	71.36	14.01	.0001	.84	.8375	-.03	.0001	-.54
3- 9-83	72	105.10	108.41	72	30.99	33.85	48	70.57	12.54	.0001	.84	.8400	.03	.0001	-.53
10- 9-83	72	117.75	115.75	72	34.90	36.60	48	70.00	12.31	.0001	.86	.7237	.05	.0002	-.51
24- 9-83	72	124.88	121.61	72	37.93	39.06	48	69.93	11.56	.0001	.87	.9668	-.01	.0001	-.56
9-10-83	72	134.25	126.30	72	40.83	41.29	48	69.76	11.37	.0001	.88	.8377	-.03	.0001	-.59
23-10-83	72	139.38	130.92	72	42.29	42.60	48	69.78	10.73	.0001	.89	.8790	-.02	.0001	-.59
5-11-83	72	145.79	135.64	72	43.83	43.68	48	69.97	10.66	.0001	.89	.9564	-.01	.0001	-.59
19-11-83	72	150.88	139.25	72	45.06	44.68	48	70.22	10.55	.0001	.89	.9112	-.02	.0001	-.61
4-12-83	72	154.72	141.63	72	45.57	45.00	48	70.72	10.32	.0001	.89	.8084	-.04	.0001	-.63
17-12-83	72	158.56	143.98	72	46.67	45.69	48	70.67	10.40	.0001	.89	.8866	-.02	.0001	-.62
30-12-83	72	163.35	147.53	72	47.64	46.45	48	70.92	10.31	.0001	.89	.8988	-.02	.0001	-.63
15- 1-84	72	165.78	149.24	72	48.43	46.94	48	70.82	10.23	.0001	.89	.9578	-.01	.0001	-.62
28- 1-84	72	169.06	151.53	72	48.78	47.17	50	72.32	11.41	.0001	.89	.1444	-.21	.0001	-.68
11- 2-84	72	170.79	151.98	72	48.99	47.33	50	72.50	11.39	.0001	.89	.1341	-.21	.0001	-.69
25- 2-84	72	174.15	154.03	72	49.15	47.38	50	72.87	11.29	.0001	.89	.9550	-.20	.0001	-.61
9- 3-84	72	176.81	154.96	72	49.46	47.29	55	72.49	13.79	.0001	.89	.6730	-.06	.0013	-.42
31- 3-84	72	180.03	153.89	72	49.97	47.16	59	74.74	11.74	.0001	.88	.0094	-.34	.0001	-.69
28- 4-84	72	185.33	152.61	72	50.89	47.01	61	74.91	11.13	.0001	.88	.0086	-.33	.0001	-.71
12- 5-84	72	189.88	150.87	72	53.07	46.01	64	71.63	10.71	.0001	.87	.6382	-.06	.0038	-.36
26- 5-84	72	194.36	149.27	72	54.43	45.36	66	72.52	11.60	.0001	.87	.5852	-.07	.0002	-.45
9- 6-84	72	198.60	147.32	72	55.58	44.97	66	72.29	10.27	.0001	.86	.7325	-.04	.0001	-.49
23- 6-84	72	203.67	145.39	72	56.68	44.57	67	72.43	10.07	.0001	.85	.7439	-.04	.0001	-.52
7- 7-84	72	207.57	143.57	72	57.71	43.91	67	72.35	9.67	.0001	.85	.8343	-.03	.0001	-.52
21- 7-84	72	210.67	142.02	72	58.21	43.63	67	72.77	9.91	.0001	.84	.5789	-.07	.0001	-.56
4- 8-84	72	213.68	140.66	72	58.60	43.39	67	72.97	9.70	.0001	.83	.5692	-.07	.0001	-.58
18- 8-84	72	216.71	139.37	72	59.31	42.93	67	72.88	9.45	.0001	.83	.7015	-.05	.0001	-.58
1- 9-84	72	218.89	138.10	72	60.18	42.57	67	72.65	9.48	.0001	.82	.8241	-.03	.0001	-.57
15- 9-84	72	220.56	137.21	72	60.75	42.25	67	72.52	9.39	.0001	.82	.9223	-.01	.0001	-.57
29- 9-84	72	222.14	136.34	72	60.79	42.21	67	72.83	9.37	.0001	.82	.7434	-.04	.0001	-.59
TOTAL	22301	161.82	143.02	23301	46.05	43.82	1758	71.82	11.36	.00	.88	.1073	-.04	.0001	-.50

N = 72 inflorescencias
 \bar{X} = Promedio de flores/inflorescencias

CUADRO 6. Porcentaje de fructificación observado en inflorescencias de cardamomo (Elettaria cardamomum) según tamaño de inflorescencia (grande, mediana y pequeña) en cada uno de los tallos estudiados

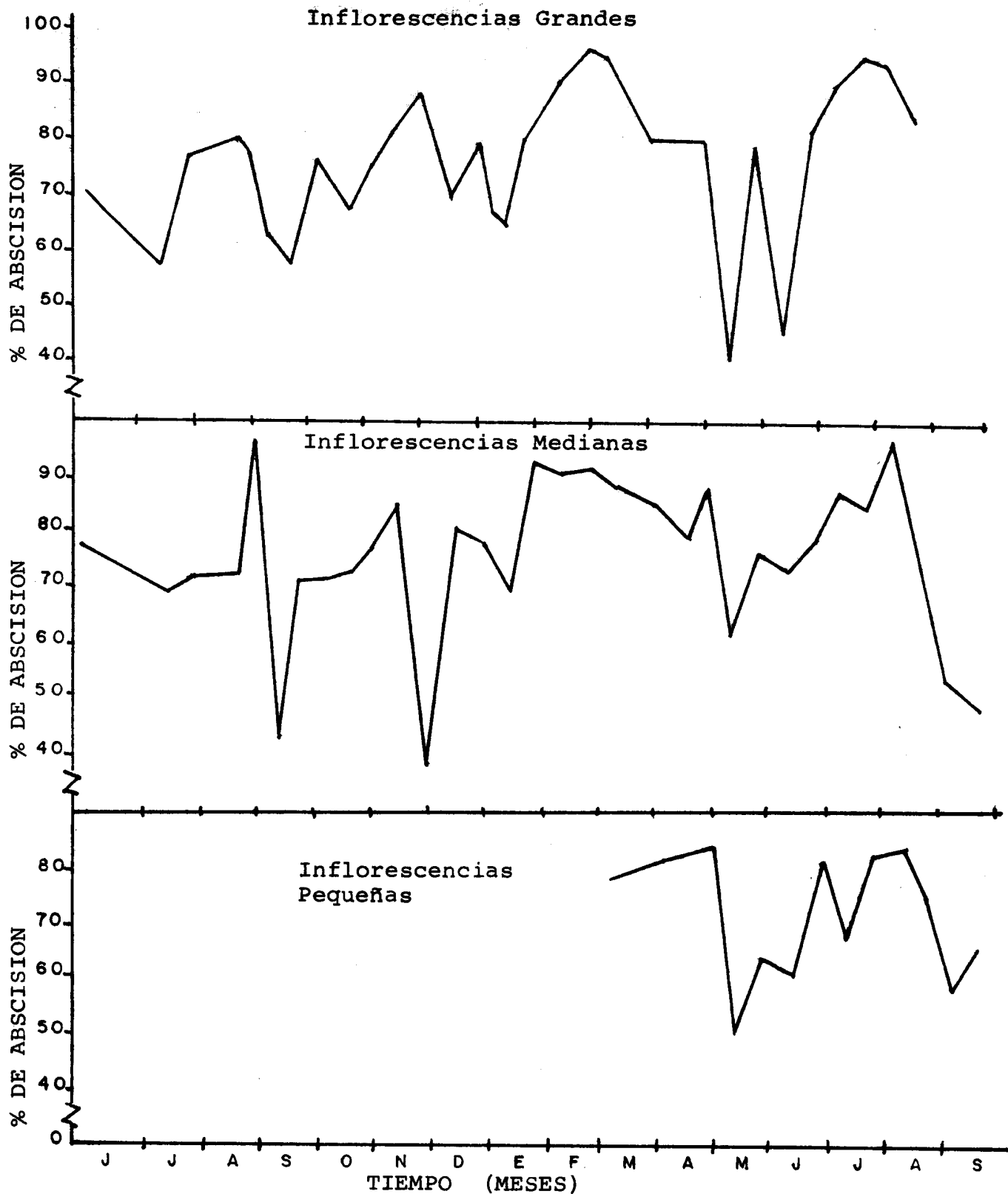
Tallo	Grandes	Medianas	Pequeñas
1-1-1	25.78	21.47	30.73
1-1-2	25.09	26.16	30.69
1-2-1	15.10	15.18	26.98
1-2-2	25.54	18.73	32.58
1-3-1	19.89	15.45	12.30
1-3-2	5.71	18.57	14.03
1-4-1	30.78	34.80	18.18
1-4-2	44.92	37.25	24.05
2-1-1	41.01	19.69	-----
2-1-2	46.51	24.84	-----
2-2-1	27.07	31.58	27.54
2-2-2	26.16	28.70	37.68
2-3-1	40.32	39.64	-----
2-3-1	43.27	31.72	29.48
2-4-1	35.42	38.39	17.72
2-4-2	43.02	25.13	12.00
3-1-1	23.51	17.30	31.41
3-1-2	34.18	23.61	18.63
3-2-1	14.24	23.55	21.19
3-2-2	22.50	32.58	-----
3-3-1	42.73	42.14	24.06
3-3-2	37.24	37.80	34.94
3-4-1	16.47	15.49	22.12
3-4-2	12.64	14.93	-----

CUADRO 7. Número de flores y frutos y su porcentaje de abscisión, observados en cada uno de los tallos de cardamomo (Elettaria cardamomum) estudiados en Santa Bárbara, Suchitepéquez

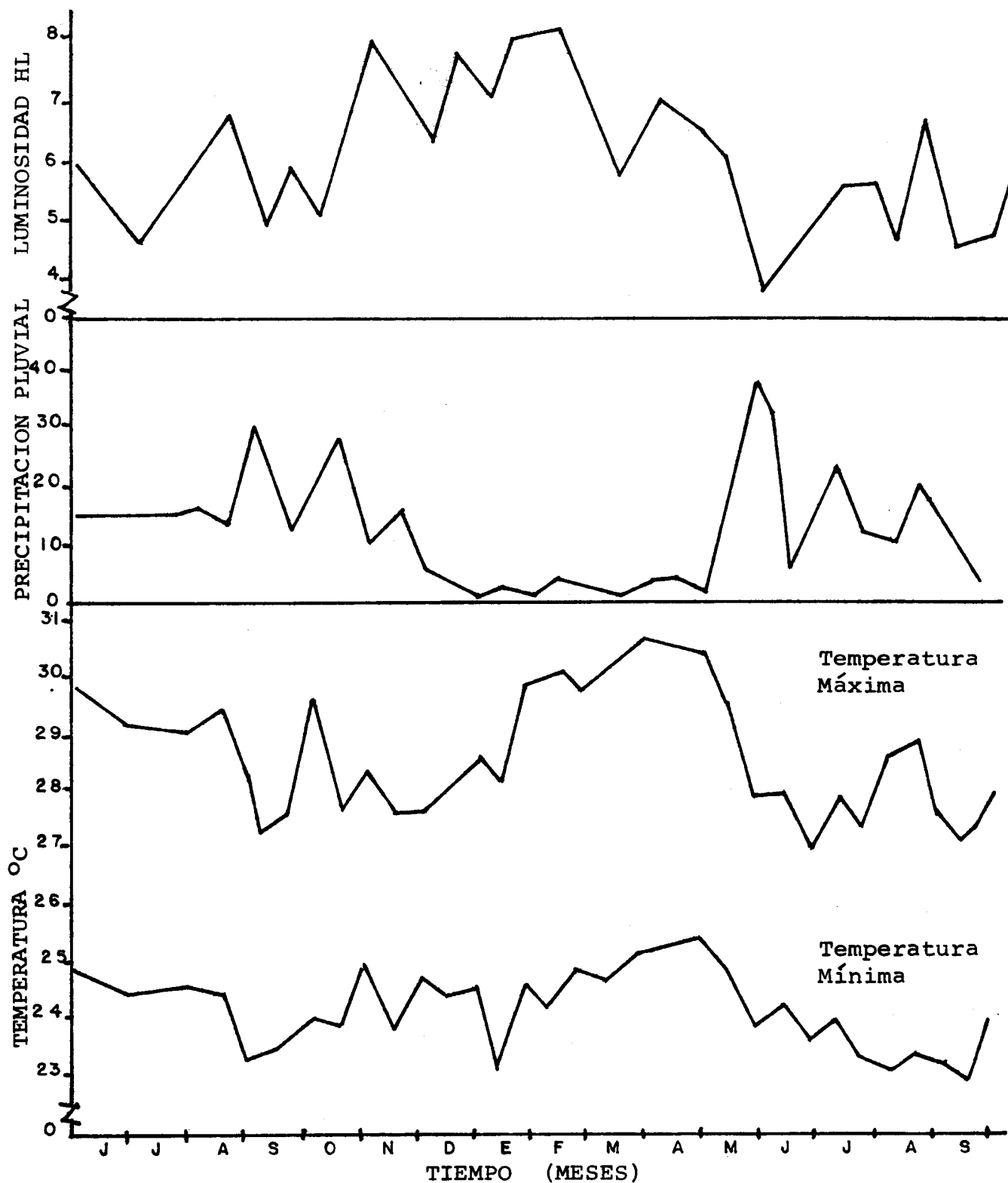
	No. Flores	No. Frutos	% Abscisión
1	968	245	74.69
2	1014	268	73.57
3	552	88	84.06
4	955	228	76.13
5	709	122	82.79
6	512	110	78.85
7	801	240	70.04
8	582	226	61.17
9	798	246	69.17
10	551	188	65.88
11	707	202	71.43
12	709	214	69.82
13	656	263	59.91
14	790	286	71.39
15	626	214	65.81
16	532	169	68.23
17	545	134	74.91
18	443	130	70.65
19	610	139	76.46
20	485	119	75.46
21	514	196	61.87
22	307	114	62.87
23	832	143	81.83
24	692	88	87.28

CUADRO 8. Coeficientes de correlación obtenidos en los modelos ecuacionales resultantes para el número de flores y frutos hasta cada muestreo y número de flores y frutos acumulados en cardamomo (*Elettaria cardamomum*) durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

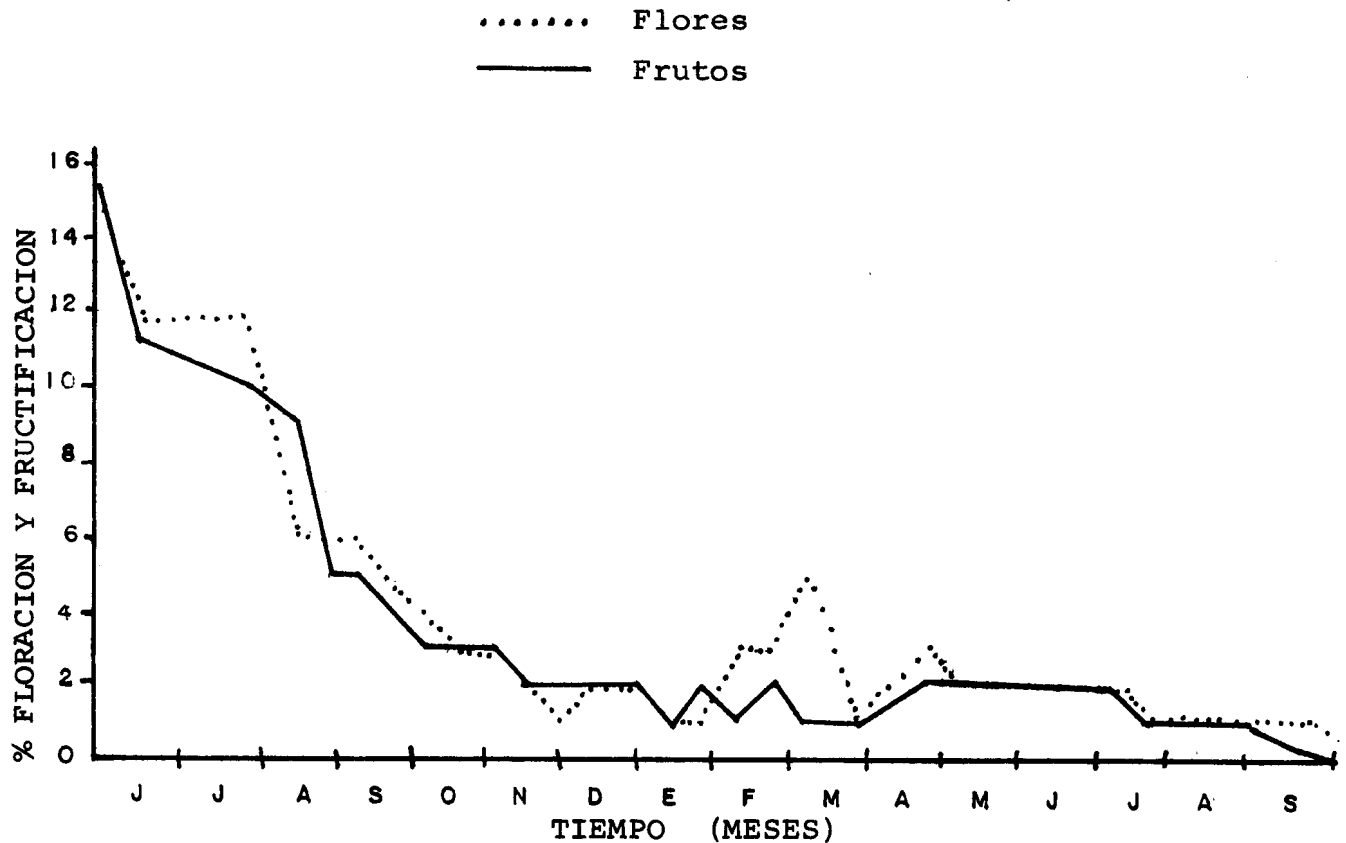
Coef. Corr. Modelo	Flores/ Mues- treo	Frutos/ Mues- treo	Flores Acumu- ladas	Frutos Acumu- lados
Lineal	0.72981	0.69303	0.95555	0.93280
Logarítmico	0.54052	0.42201	0.75653	0.79607
Geométrico	0.80143	0.68058	0.85078	0.81928
Cuadrático	0.93603	0.89480	0.98730	0.97985
Raíz Cuadrada	0.95671	0.89657	0.99145	0.98679
Gama	0.82769	0.69372	0.95031	0.95109



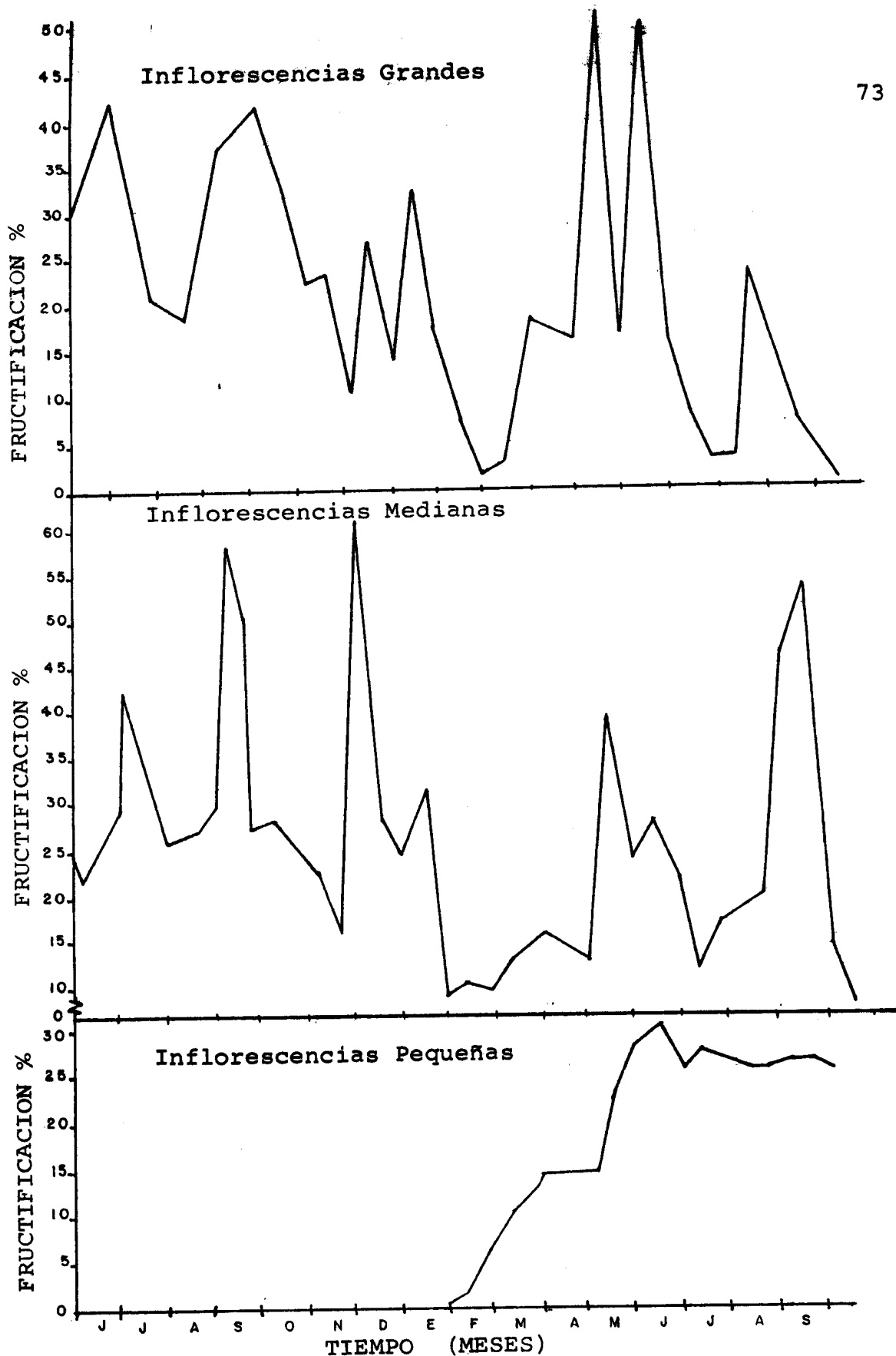
GRAFICA 1. Porcentaje de abscisión observado en flores y frutos de cardamomo (*Elettaria cardamomum*) de inflorescencias grandes, medianas y pequeñas durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala



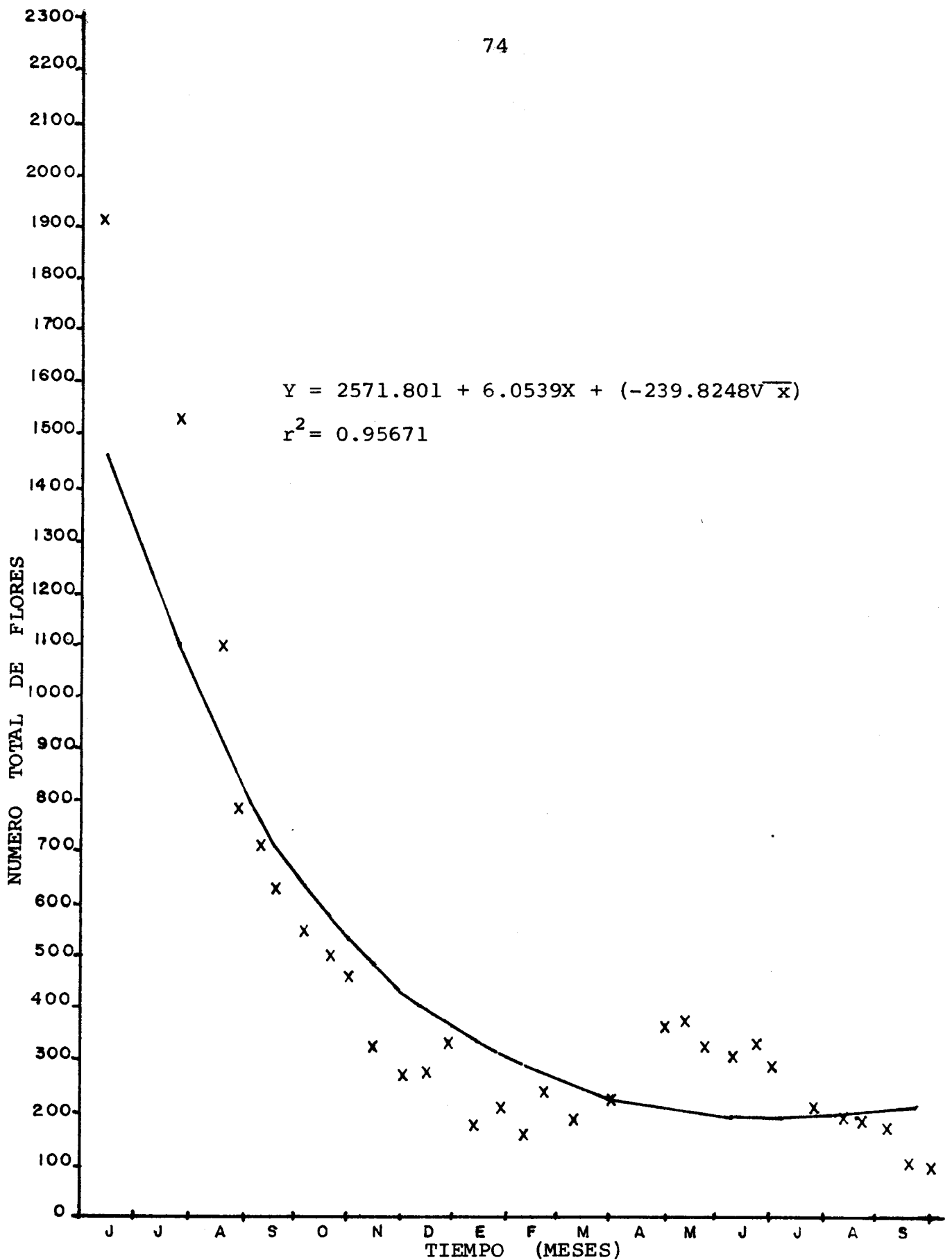
GRAFICA 2. Luminosidad promedio, precipitación pluvial promedio, temperatura máxima y mínima y media diaria observada en La Concha, Suchitepéquez, durante 1983-1984.



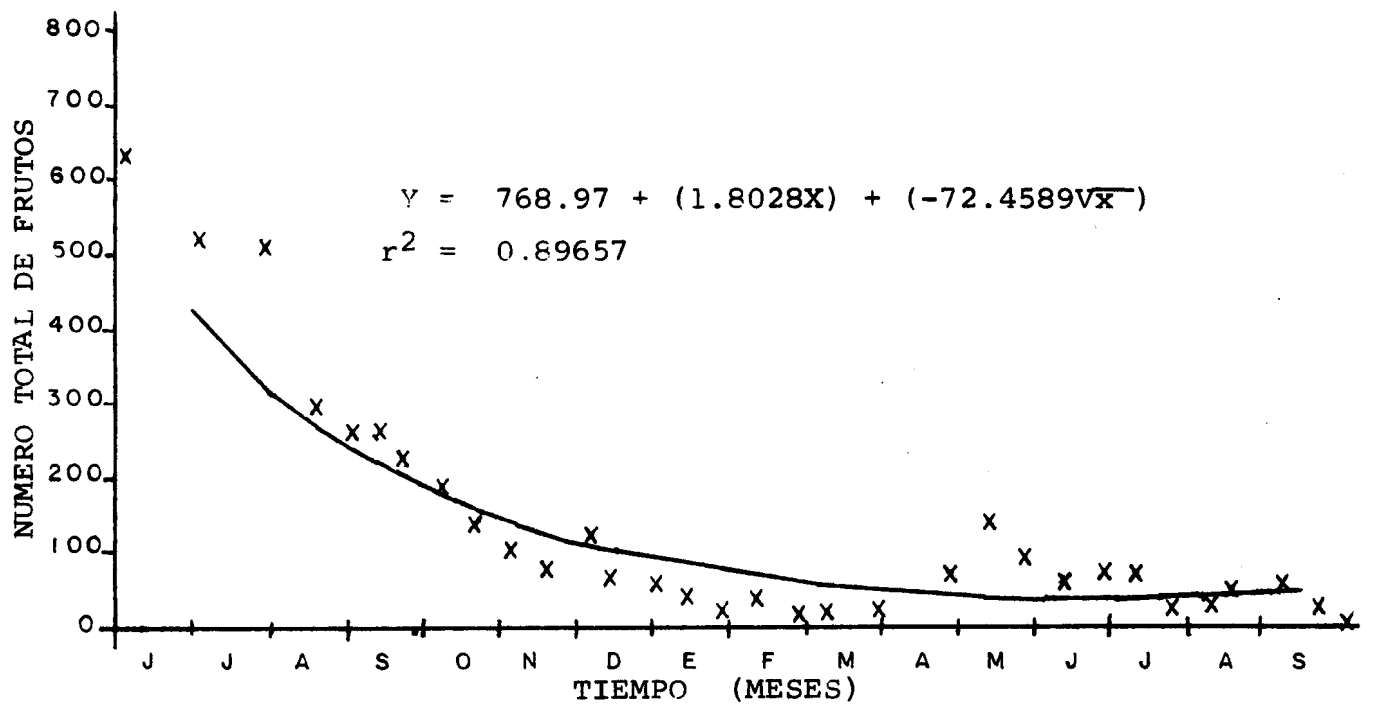
GRAFICA 3. Porcentaje relativo considerado del total de flores y frutos formados durante la etapa reproductiva del cardamomo (*Elettaria cardamomum*) durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala



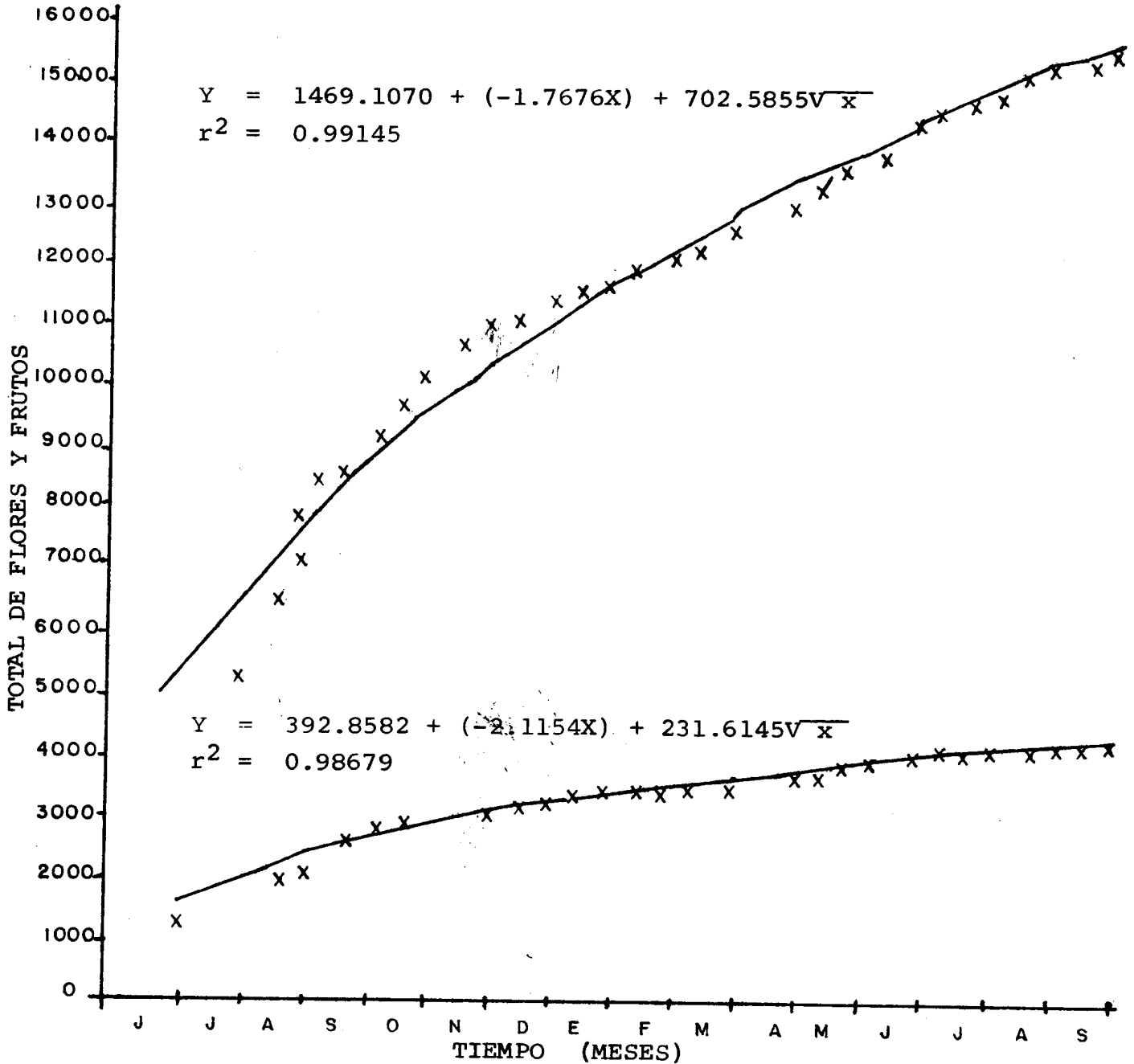
GRAFICA 4 . Porcentaje de fructificación observado en inflorescencias grandes, medianas y pequeñas de cardamomo (*Elettaria cardamomum*), durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala



GRAFICA 5. Número de flores hasta cada muestreo de cardamomo (Elettaria cardamomum) a través del tiempo de estudio durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitpéquez, Guatemala



GRAFICA 6 . Número de frutos hasta cada muestreo de cardamomo (Elettaria cardamomum), a través del tiempo de estudio durante 1983-1984 en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala



GRAFICA 7. Total de flores y frutos acumulados de cardamomo (Eleotaria cardamomum), a través del tiempo de estudio durante 1983-1984, en Santa Bárbara, Suchitepéquez, Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA




FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

9/febrero/1989

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O