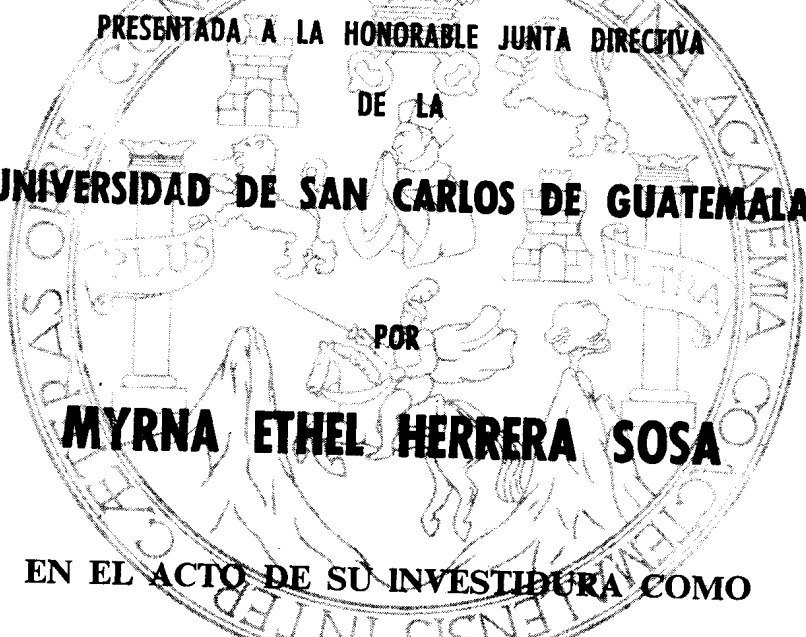


**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Agronomía**

**“ABSCISION, FENOLOGIA Y FENOMETRIA EN INFLORESCENCIAS,  
FLORES Y FRUTOS DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomun* (L)  
*Maton Grupo Minúscula Burkhill*), EN COBAN, ALTA VERAPAZ”.**



PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
POR  
**MYRNA ETHEL HERRERA SOSA**  
EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO  
**INGENIERO AGRONOMO**

EN EL GRADO ACADEMICO DE

**LICENCIADA EN CIENCIAS AGRICOLAS**

**Guatemala, noviembre de 1983.**

D.L.  
01  
T(488)  
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.	Prof. Héber Arana Quiñónez
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz N.
SECRETARIO	Ing. Agr. J. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Mario Melgar
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Jorge Sánchez
SECRETARIO a.i.:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández P.

Guatemala,  
noviembre de 1983.

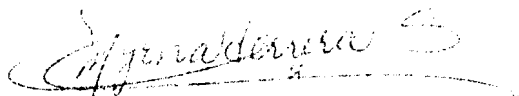
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Guatemala

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"ABSCISION, FENOLOGIA Y FENOMETRIA EN INFLORESCENCIAS, FLORES Y FRUTOS DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum (L) Maton Grupo Minuscula Burkhill), EN COBAN ALTA VERAPAZ".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciada en Ciencias Agrícolas, esperando merezca su aprobación.

Respetuosamente,



Myrna Ethel Herrera Sosa



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

28 de noviembre de 1983.

Señor Decano  
Ing. César Castañeda S.  
Facultad de Agronomía  
Guatemala.

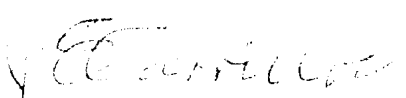
Señor Decano:

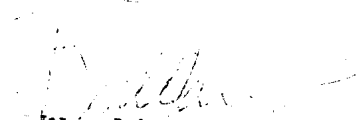
En atención a la designación que esa Decanatura nos hiciera, comunicamos a usted que hemos asesorado al estudiante Myrna Ethel Herrera Sosa, en la ejecución del trabajo de tesis titulado:

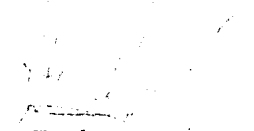
"ABSCISION, FENOLOGIA Y FENOMETRIA EN INFLORESCENCIAS, FLORES Y FRUTOS DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum (L) Marton Grupo Minuscula Burkhilli) EN COBAN, ALTA VERAPAZ"

Consideramos que dicho trabajo es un aporte sumamente importante que vendrá a enriquecer las investigaciones que en el cultivo del cardamomo son muy escasas. De esta forma, recomendamos a su persona la autorización para su impresión, ya que cumple con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente:

  
Ernesto Carrillo  
Catedrático.

  
Négli Gallardo  
Catedrático

  
Fritz Lang  
Catedrático.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente y con especial afecto, a las personas e instituciones que de una u otra forma participaron en la realización de este trabajo de tesis; son ellas:

Mis asesores: P.A. Ernesto Carrillo, Ing. Agr. Negli Gallardo e Ing. Agr. Fritz Lang Ovalle; el Licenciado Estuardo Duarte; el Dr. Romeo Martínez R. los Ings. Carlos Letona y Guillermo Méndez; el Ing. Mario Melgar. Ellos participaron ya en la concepción del fenómeno y de la metodología de estudio, en la revisión del informe o bien, en la realización del trabajo de campo.

La Señora Erlinda Alfaro; Piedad de Letona y Mayra de Méndez; Don Aroldo Wellman, propietario de la Finca "Choval A.V." y las personas que en ella nos prestaron su colaboración; Don Otto Wellman y Gumercindo Castro; el P.A. Vinicio Aguilar.

El Centro Universitario del Norte, quien colaboró en la implementación del trabajo de campo, su exdirector Ing. Rodolfo Albizúrez, el personal de campo y del área agronómica del CUNOR; el Ing. Hugo de la Cruz y su familia; Don Julio y Leonardo Xicol Yalibat; Rocaél Castellanos; la Facultad de Agronomía; el excoordinador del Área de Ciencias, Ing. Agr. César Castañeda; los estudiantes de la Facultad de Agronomía que realizaron Problemas Especiales en cardamomo, en el año de 1981; los compañeros de la Subárea de Ciencias Biológicas; Don Mario Sarg y Filadelfo Vásquez.

Carlota Hurtarte, Norma Zeledón y Elsa Vásquez, quienes colaboraron en el trabajo mecanográfico.

El Profesor Sergio González, el Ing. Luis Reyes y el personal que labora en el Centro de Procesamiento de Datos de la USAC, en especial su director; Luis Campos y Lucrecia Cortés.

Agripina Pedroza, Carmen y Mercedes Carredano, Raúl Alfaro y Bartolomé de León y quienes oportuna y efectivamente participaron en la tabulación de datos.

ACTO QUE DEDICO

AL PUEBLO DE GUATEMALA

A MIS PADRES: VICTOR M. HERRERA P.  
ETHEL DE HERRERA

A MI ABUELITA: DEMETRIA DE HERRERA

ASI COMO A: CLEMENTE HERRERA (QEPE)  
RODOLFO SOSA (QEPD)

A MIS HERMANOS: LYLLY, ALBERTO, PATRICIA Y  
FABIOLA

A CADA UNO DE MIS TIOS Y PRIMOS

A MIS PADRINOS DE GRADUACION:

ING. AGR. NEGLI GALLARDO  
ING. AGR. GUILLERMO MENDEZ  
ING. AGR. CARLOS LETONA  
ING. AGR. FRITZ LANG  
ING. AGR. MARIO MELGAR

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

TESIS QUE DEDICO

- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- AL: CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
- A: ERNESTO CARRILLO
- A: FRITZ PAUL LANG OVALLE, COAUTOR del presente  
trabajo de investigación.



## C O N T E N I D O S

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS . . . . .	i
RESUMEN . . . . .	iv
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. ANTECEDENTES . . . . .	2
III. JUSTIFICACION . . . . .	5
IV. DEFINICION DEL PROBLEMA . . . . .	7
V. HIPOTESIS . . . . .	9
VI. OBJETIVOS . . . . .	10
VII. REVISION BIBLIOGRAFICA . . . . .	11
VIII. MATERIALES Y METODOS. . . . .	39
IX. RESULTADOS. . . . .	54
X. OTROS RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS. . . . .	75
XI. CONCLUSIONES. . . . .	96
XII. RECOMENDACIONES . . . . .	.103
XIII. BIBLIOGRAFIA. . . . .	.104
ANEXO 1: Fotografías, varias.	
ANEXO 2: Datos climáticos de la estación de Cobán A.V.	
ANEXO 3: Diagramas de árbol, análisis de media y corre lación.	

LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

- Tabla 1: Promedio de flores acumuladas por inflorescencia
- Tabla 2: Promedio de frutos viables acumulados por inflorescencia
- Tabla 3: Promedio de frutos cosechados acumulados por inflorescencia
- Tabla 4: ANDEVA de la lectura 15 (totales)
- Gráfica 1: Nube de puntos de flores acumuladas por inflorescencia, en cardamomo Mysore.
- Gráfica 2: Nube de puntos de frutos viables acumulados por inflorescencia, en cardamomo Mysore
- Gráfica 3: Nube de puntos de frutos cosechados acumulados por inflorescencia de Mysore.
- Gráfica 4: Nube de puntos de flores y frutos pequeños abscisados acumulados por inflorescencia de Mysore
- Tabla 5: Análisis de regresión simple y múltiple entre flores y frutos acumulados Vrs. temperatura, horas luz y precipitación, en cardamomo Mysore.
- Tabla 6: Análisis de regresión simple y múltiple entre flores y frutos acumulados Vrs. temperatura, horas luz y precipitación en cardamomo Malabar.
- Gráfica 5: Nube de puntos de flores acumuladas por inflorescencia, en cardamomo Malabar.
- Gráfica 6: Nube de puntos de frutos viables acumulados por inflorescencia en cardamomo Malabar.
- Gráfica 7: Nube de puntos de frutos cosechados acumulados por inflorescencia en cardamomo Malabar.

- Gráfica 8: Nube de puntos de flores y frutos viables acumulados por inflorescencia en cardamomo Malabar
- Gráfica 9: Ciclo de floración, fructificación y frutos cosechados en cardamomo Mysore, tomando en cuenta inflorescencias con distinta época de emergencia.
- Gráfica 10: Ciclo de floración, fructificación y frutos cosechados en cardamomo Malabar, tomando en cuenta inflorescencias con distinta época de emergencia.
- Gráfica 11: Frutos cosechados en cardamomo Mysore, tomando en cuenta el número de frutos, tamaño de frutos y la época de emergencia de las inflorescencias de donde provienen.
- Gráfica 12: Frutos cosechados en cardamomo Malabar, tomando en cuenta el número de frutos, tamaño de frutos y la época de emergencia de las inflorescencias de donde provienen.
- Gráfica 13: Crecimiento del fruto en cardamomo Mysore y Malabar.
- Gráfica 14: Variables climáticas acumuladas, temperatura, horas luz y precipitación incidentes en el período estudiado.
- Tabla 8: Porcentaje de frutos viables y abscisión en distintas etapas reproductivas del cardamomo Mysore y Malabar
- Foto 1: Tallo reproductivo de un año y medio de edad, de la variedad Malabar; observe la inflorescencia grande y mediana, el nuevo brote vegetativo y otra yema vegetativa iniciándose.
- Foto 2: Acercamiento de la foto anterior, observe inflorescencia joven mostrando la primera flor.

- Foto 3: Inflorescencia de Malabar, con el ápice podado, observe el mayor desarrollo de las sub-inflorescencias presentes.
- Foto 4: Cardamomo de la variedad Mysore ("verde"), observe inflorescencias erectas y flexuosas.
- Foto 5: Cardamomo con características cercanas a la variedad Malabar ("pache") con inflorescencias erectas y flexuosas.
- Foto 6: Cardamomo Malabar típico, observe inflorescencias rastrojeras y decumbentes.
- Foto 7: Inflorescencias grandes, medianas y pequeñas e incipientes de la variedad Mysore.
- Foto 8: Inflorescencias de la variedad Malabar.
- Foto 9: Frutos de cardamomo Mysore ("verde"), Malabar ("pache") y "blanco", observe tamaño, aristas y lóculos.
- Foto 10: Frutos de la variedad Malabar (1) y Mysore (2), observe la diferencia en tamaño y coloración.

## R E S U M E N

En Choval, Cobán, A.V. Guatemala, localizado en una zona de vida con bosque muy húmedo sub-tropical (frío), estudiamos durante 2 ciclos reproductivos (1982-83) la fenología y fenometría del cardamomo (*Elettaria cardamomum* (L) Maton grupo *Minúscula* Bukhill), en la variedad Mysore y en la variedad cercana a Malabar; ésto con el objeto de dar respuesta al fenómeno de la abscisión en flores y frutos jóvenes.

Los diseños experimentales empleados, fueron modelos factoriales asimétricos al completo azar de  $2 \times 3^3$  y de  $15 \times 2 \times 3^3$ , ambos sin efecto de 2do. orden; éstos incluyeron en el 1er. ciclo, el estudio de 54 inflorescencias por cada variedad (18 de cada una de las distintas épocas de emergencia) y de sus respectivos tallos, localizados en 3 parcelas con 3 macollas cada una. En el segundo ciclo estudiamos 9 tallos de cada variedad, con 2 inflorescencias cada uno, localizados en las macollas y parcelas seleccionadas en el ciclo anterior. En total se realizaron 15 lecturas.

El análisis de resultados se hizo por medio del "Paquete estadístico para computadoras" (SPSS), e incluyó 3 programas: 1) diagrama de árbol, 2) análisis de varianza y de medias (por método Tukey) y 3) análisis de correlación simple y múltiple.

Dentro de cada macolla, cada tallo con sus inflorescencias se comporta como una unidad independiente. Los tallos durante su vida (2.5 años) presentan una curva de crecimiento sigmoideal doble; la segunda etapa de crecimiento rápido coincide con la máxima floración y fructificación de sus inflorescencias, que ocurre entre mayo y octubre. Los factores atmosféricos principalmente la temperatura, las horas luz y la precipitación; el suelo; la planta y los organismos patógenos determinan el potencial de producción de flores de una inflorescencia y son los efectos genéticos quienes determinan el porcentaje de fructificación efectiva. En las mejores condiciones para que esta última ocurra, Mysore y Malabar presentan respectivamente el 32% y 45% de fructificación; el resto corresponde a la abscisión de flores y a cerca del 15% de abscisión de frutos jóvenes (miden cerca de  $0.4 \times 0.7$  cm).

Además se hace una discusión amplia sobre el desarrollo de las fases fenológicas; se describe el patrón de floración y de fructificación, la incidencia de los fenómenos atmosféricos y la respuesta de la planta, y los modelos matemáticos que explican dichos fenómenos, también al final se discute la conveniencia de ciertas intervenciones culturales.

## INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación se realizó en Choval, Cobán, A.V.; éste, es un trabajo motivado por la observación de una elevada abscisión de flores y de frutos jóvenes en plantaciones de cardamomo, en Alta Vera - paz.

El campo de observación está localizado dentro de una zona de vida con Bosque muy Húmedo subtropical (frío), según Holdridge, reportado por Farfán. El objetivo del mismo es pues, estudiar el fenómeno de la abscisión de flores y frutos jóvenes de cardamomo y determinar en qué grado, las condiciones climáticas están influyendo en este tipo de abscisión.

Se estudiaron durante dos ciclos reproductivos (1980-81 y 81-82), dos variedades de cardamomo: Elettaria cardamomum (L) Maton Grupo Minúscula Burkhill Variedad Mysore y variedad con características cercanas al Malabar, ambas son reproducidas vegetativamente y tienen 5 años de edad. La variedad Malabar se encuentra sembrada bajo sombra de árboles nativos y la Mysore se encuentra a pleno sol.

La información fue obtenida haciendo observaciones y mediciones del comportamiento de la floración y de la fructificación, así como de caracteres que muestran el crecimiento y desarrollo de inflorescencias y de frutos. Los datos climáticos necesarios para establecer la relación planta-clima, fueron los registrados por la estación meteorológica de Cobán A. V.

ANTECEDENTES:

Numerosas plantaciones de cardamomo, en Alta Verapaz, muestran una elevada abscisión de flores y frutos jóvenes, la cual disminuye ostensiblemente, la producción de frutos.

Varios investigadores (2, 4, 9, 22, 32, 38) reportan que los factores que están causando dicho fenómeno son:

- 1- La gran variabilidad genética que el cardamomo manifiesta en esta región. Las plantas varían en su porte características de hojas, inflorescencias y frutos; en la resistencia a plagas y enfermedades, en su fertilidad y en la adaptación a determinadas condiciones climáticas.
- 2- Las condiciones ecológicas y edáficas en las que está establecido el cultivo. Las zonas de vida en las que hay cardamomo en Alta Verapaz son: con Bosque muy Húmedo sub-tropical cálido, con bosque muy húmedo sub-tropical frío y con Bosque Húmedo sub-tropical templado (9). Los suelos son, en general, poco profundos, formados sobre roca calcárea, son relativamente pobres en nutrientes, aunque ricos en materia orgánica, con un pH ácido y un bajo porcentaje de saturación de bases. Ello incide en que los recursos que la planta madre debe proveer para el desarrollo de los frutos, sea limitado.
- 3- La presencia de plagas como el picudo del cardamomo (Cholus sp.), de murciélagos y otros roedores y de patógenos como los que causan la mancha foliar (cuyo efecto sobre la abscisión de flores y frutos aún no se ha evaluado).

- 4- La falta de un manejo adecuado: El cultivo de variedades no adaptadas a las condiciones ecológicas de determinado lugar, causa como respuesta, la abscisión de flores y frutos. En cuanto a las prácticas culturales, no existen más que las que han ideado los agricultores; en la mayoría de plantaciones, no se hace selección del material vegetal para siembra y no hay fechas establecidas experimentalmente, para realizar podas, limpiezas, regulación de sombra, control de plagas y enfermedades, renovación de plantaciones y otros como fertilización y conservación de suelos.
  
- 5- La ausencia de polinizadores: Lang (22) comprobó que el cardamomo es una planta alógama; en un 71.5% entomófila, siendo, en la región de Cobán, Alta Verapaz, los insectos polinizadores son Himenópteros de los géneros Trigona y Bombus. El comprobó que en dicha región, la polinización no puede considerarse una causa directa de la abscisión, variando el porcentaje de frutos viables, entre el 33% y el 48% cuando la polinización es natural y también cuando las flores se autopolinizan manualmente; debido a ello, puede concluirse que la abscisión de frutos no es debida a autoincompatibilidad y sí puede deberse a las condiciones climáticas y a la habilidad de la planta materna para proveer los recursos necesarios para el desarrollo de frutos, habilidad que está de acuerdo a la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Lang (22) hace la salvedad de que la ausencia de agentes polinizadores (insectos) implica la casi ausencia de frutos viables. Hace notar que en los



meses de noviembre, diciembre y enero, en los cuales la temperatura desciende a menos de 10°C, la actividad de las abejas polinizadoras se ve muy reducida; la floración del cardamomo es mínima y el microclima que se forma dentro de las plantaciones de cardamomo es poco propicio para los polinizadores, los cuales prefieren visitar otras plantas que se encuentran en floración, especialmente árboles de sombra como Eugenia jambos L., Saurauia villosa D. y Lasianthae fructicosa L., llamados comunmente, poma rosa, palo de moco y taxiscobo, respectivamente. El descenso de la temperatura a menos de 10°C afecta el comportamiento de las flores, las cuales alargan su vida de un día a dos, la baja temperatura pues, atenúa la actividad biológica de la planta.

Ya se estudió, entonces, el papel que la polinización desempeña en la abscisión de flores y frutos y concatenadamente, la presente investigación se realizó en la misma localidad y con las mismas variedades de cardamomo para determinar cómo inciden las condiciones del clima, (tales como la temperatura, precipitación y luminosidad) así como el comportamiento de la planta, para que se produzca dicho fenómeno, que evidentemente merma o regula la producción de frutos en el cardamomo.

#### IV. JUSTIFICACION

Guatemala percibió en el año de 1982, un total de Q45,416,000.00\*, por concepto de la exportación de cardamomo; este valor equivale al 23.49% del total de divisas ingresadas al país, por la venta de productos no tradicionales. En general, con excepción de los productores-exportadores, quienes cultivan el cardamomo, especialmente los pequeños y medianos productores, no son los que perciben las mayores ganancias por quintal de cardamomo; sin embargo, en la vertiente del Océano Atlántico, en el año de 1976\*\*, había un total de 58,004 productores cultivando un área de 11,130 Mz., siendo 56,000 pequeños productores (producen de 0.25 a 5 qq de cereza de cardamomo cada uno), 2,000 medianos productores (producen de 20 a 100 qq cada uno) y solo 4 grandes productores (producen 400 qq de cereza o más). Los datos anteriores nos muestran que este cultivo permite la subsistencia, al menos en parte, de numerosas familias guatemaltecas, por lo que su importancia para el país es obvia.

La investigación que se ha realizado para caracterizar a la planta y conocer sus interrelaciones con el medio es mínima, no obstante que ello da las bases para derivar parte de la tecnología apropiada, que para dicho cultivo se debe emplear bajo nuestras condiciones ecológicas,

---

\* DIVISAS INGRESADAS al Banco de Guatemala al 31 de diciembre de 1982. Prensa Libre, Guatemala (febrero 9, 1983: 31).

\*\* Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA). s.d.e.

que permita obtener mejores rendimientos y optimizar la calidad del fruto.

Los rendimientos actuales en la vertiente del Océano Atlántico, que incluye a Alta Verapaz, son sumamente bajos (1.15 qq pergamino/Mz\*\*) si se comparan con el promedio de producción nacional (3.00 qq/Mz) y más aún si se comparan con los mejores rendimientos nacionales, que son de aproximadamente 12 qq pergamino/Mz (22). Hemos observado que una de las causas de tan baja producción, es la elevada abscisión de flores y frutos, por lo que este trabajo pretende, entre otros, determinar en qué grado las condiciones climáticas influyen en este tipo de abscisión.

## V. DEFINICION DEL PROBLEMA

Las plantaciones de Cardamomo (Elettaria cardamomum (L) Maton grupo Minúscula Burkhil) localizadas en Alta Verapaz presentan en general, una baja producción de frutos viables en relación al número de flores que se producen por inflorescencia; lo anterior se debe al fenómeno de la abscisión de flores y frutos jóvenes, los cuales, luego de tornarse amarillos, se necrosan, permaneciendo adheridos a sus pedúnculos y pedicelillos, respectivamente. Según Lang (22) los frutos de cardamomo abscisan - hasta los 42 días después de la antesis floral.

Hay variedades de cardamomo, como Mysore y Malabar, que se encuentran plantadas en la región de Alta Verapaz tanto en zonas de vida con bosque muy húmedo subtropical frío como en zonas de vida con bosque muy húmedo subtropical cálido; la adaptación de esas variedades, a estas zonas, varía y con ello también la producción de frutos viables.

Es de hacer notar que, en ambas zonas de vida y en las distintas variedades, la abscisión de flores y frutos es considerablemente alta si se compara con la que ocurre en las plantaciones localizadas en la costa sur, en las que dicha abscisión es notoriamente menor.

En las zonas de vida con bosque muy húmedo subtropical frío, la abscisión ocurre en forma continua a lo largo del año, incrementándose en los meses de noviembre, diciembre y enero. Esto y lo expuesto en el párrafo ante

rior, hacen suponer que las condiciones ambientales, es  
pecialmente las condiciones climáticas bajo las que la  
planta se desarrolla, constituyen un factor determinan-  
te en la abscisión de flores y frutos jóvenes.

### III. HIPOTESIS

1. El clima es uno de los factores que condicionan la abscisión de flores y frutos jóvenes en las variedades de cardamomo Mysore y Malabar que se cultivan en la zona de vida con bosque muy húmedo subtropical (frío), de - Alta Verapaz.
2. La fenología de la inflorescencia, de la flor y del - fruto, es similar en las variedades de cardamomo Mysore y Malabar, en las condiciones ecológicas que pre - senta una zona de vida con bosque muy húmedo subtropi - cal (frío).

## II. OBJETIVOS

### Objetivo General

Estudiar el efecto de las variables climáticas (temperatura, precipitación y luminosidad) sobre el desarrollo de la inflorescencia, de la flor y del fruto, de las variedades de cardamomo Mysore y Malabar (?), en una zona de vida con bosque muy húmedo subtropical (frío) de Alta Verapaz y, establecer la fenología de ambas variedades para recomendar, conjuntamente con los resultados de otro estudio, el momento más adecuado para la realización de trabajos culturales que afectan la producción de frutos.

### Objetivos Específicos

1. Establecer la fenología y fenomentría de las variedades Mysore y Malabar (?), en cuanto a inflorescencias flores y frutos.
2. Determinar la relación entre el clima y la incidencia de la abscisión de flores y frutos jóvenes, bajo las condiciones estudiadas.
3. Determinar si existe variación en la producción de flores y de frutos viables que presentan las inflorescencias de emergencia temprana, intermedia y tardía.
4. Recopilación bibliográfica sobre la descripción botánica del cardamomo.

## VI. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1. Sistemática del Cardamomo (5,6)

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embryobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Subclase	:	Zingiberidae
Orden	:	Zingiberales
Familia	:	Zingiberaceae
Género	:	Elettaria
Especie	:	<u>E. cardamomum</u> (L) Maton

### 2. Origen

El cardamomo es originario del sur de la India y de la Isla de Ceylán (Sry Lanka) (19,35).

### 3. Descripción Botánica del Cardamomo (E. cardamomum (L) Maton.

E. cardamomum (L) M. es una planta herbacea, perenne, amacolladora, posee rizomas fuertes, suculentos y cubiertos por una corteza corchosa, son ramificados, uniendo a los distintos tallos de la misma macolla (rizomas indeterminados), se encuentran dispuestos horizontalmente, generalmente bajo la superficie



del suelo; a partir de estos crece el sistema radicular, el cual es fibroso y está formado por raíces - que miden de 0.70-0.75 mts de longitud y aún 1.5 mts con un grosor de 4 a 6 mm, las cuales se extienden - generalmente en forma horizontal, encontrándose en su mayoría entre los 0.15 y 0.20 mts de profundidad dentro del suelo, aunque también se forman raíces aéreas en el pseudobulbo. (19,24,25,35 y 36).

Las estructuras aéreas que emergen de los rizomas y sostienen a las hojas constituyen cada una, un tallo simple, formado por una caña suave, erecta, que está envuelta por las vainas de las hojas (22,24,26, 35,36).

Los tallos alcanzan alturas de 2.0 a 5.5 mts, dependiendo de la variedad. El número de tallos por macolla varía según la variedad, la edad de la planta y la fertilidad del suelo; Ramírez (32) encontró que en plantaciones de 4 años de edad, el número de tallos maduros (que se reconocen porque sostienen inflorescencias, su color es amarillento y su textura fibrosa) por macolla varía entre 14 y 60, con un promedio de - 38. Ilyas (19) asevera que plantaciones de 7 años de edad presentan macollas que tienen desde 20 hasta 55 tallos, si se da un manejo adecuado a la plantación. Luttmann (25) y Sahadevan (35) ubican el promedio de tallos por macolla entre 40 y 50, sin mencionar la edad de las mismas. Samarawira (36) afirma que un rizoma puede dar origen a un grupo de 8-12 tallos.

Los tallos tienen un ciclo de vida de aproximadamente 2 años, distribuidos en 14 meses de desarrollo vegetativo y 16 de desarrollo reproductivo, que se inicia con la emergencia de las inflorescencias, que se originan en la base de los tallos (o sea en el pseudobulbo); existe, de acuerdo a información de los agricultores, un traslape de 6 meses entre ambos ciclos. La etapa vegetativa se inicia en marzo y la reproductiva en noviembre, ocurriendo el traslape en tre noviembre y marzo del siguiente año (32).

Un tallo esta formado por 15 a 20 hojas (35), - cuyas láminas poseen largos pecíolos con vainas peciolares que encierran al tallo (36); su filotaxia es alterna dística, su forma es lanceolada y su borde es ondulado (24,35). En cuanto a las medidas de las láminas foliares, mencionaremos los valores extremos a que se hace referencia en la literatura (19,32,35 y 36), siendo para la longitud de la base al ápice de 30 a 90 cms y para el ancho (en su parte más amplia) de 7.6 a 15.0 cms. El color de las hojas es verde osuro; pueden presentar pubescencia o ser glabras, de acuerdo a la variedad (36).

La inflorescencia es un escapo que emerge del pseudobulbo y está conformada por un raquis principal del cual emergen 20 a 23 racimos según Sahadevan (35) y un promedio de 30 según Luttman (25); en cada racimo pueden formarse apretada y alternadamente sobre un lado de la raquilla, hasta 18 flores, en las cuales o

curre antes en sucesión desde la base hacia el á pice de los racimos. (19,25). Las inflorescencias brotan de la base del tallo (19) que es un pseudobulbo que posee yemas caulinare y florales; dicha brotación ocurre por primera vez en las plantas de 2 a 3 años de edad; según Ramírez (32) en Alta Verapaz, Guatemala, ésta se inicia en noviembre y según Ilyas (19) en la India, se inicia en enero o más tarde. De acuerdo al ángulo que se forma entre inflorescencias y tallo, éstas pueden ser erectas, decumbentes (semierectas) o procumbentes, lo cual es determinado por la variedad, la que a la vez determina la longitud de las mismas, que oscila entre 0.5 y 1.4 mts. (19,24 y 36).

Según Ilyas (19), en la India la floración se inicia en abril y continúa hasta agosto o septiembre y aún después, ocurriendo el pico de floración en los meses de mayo y junio; en Alta Verapaz, agricultores e investigadores (1/,2/,32) concuerdan al aseverar - que la floración se inicia en los meses de marzo-abril, concluyendo un año más tarde, por lo cual se producen flores durante todo el año, aunque el pico de la floración, al igual que en la India, ocurre en los meses de mayo-junio.

---

1/ R. Martínez, con pers.

2/ V. Aguilar, con. pers.

Generalmente, 1 o 2 flores están en antesis al mismo tiempo, en cada inflorescencia. Las flores miden de 3.5 a 4.00 cms. de largo y 1.7 cms de ancho (19). Lang (22) las describe, morfológicamente, expresando que las mismas cumplen con el plan trímero de las Liliopsidas, con zigomórficas, estando protegidas al igual que los racimos, por bracteas foliosas; el cáliz es de color verde, gamosépalo, dividido en su extremo superior en 2 cortos dientes, está a menudo partido por un lado; la corola es gamopétala, tubular, posee tres pétalos de color verde, libres en su segunda mitad para formar 3 lóbulos similares y angostos que miden 1 cm. de largo, el androceo está formado por 5 estambres, de los cuales, sólo uno es fértil, 2 están fusionados para formar el labelo o estaminodio petaloide y los 2 estambres restantes, son estaminodios filiformes, que constituyen o aparentan ser un par de glándulas nectaríferas. El estambre fértil está colocado en medio de la flor, mientras que el par lateral de estaminodios junto con el labelo, abrazan al estambre; el labelo es vistoso, espatulado, con los bordes ondulados, es de color blanco y presenta líneas purpureas al centro, las cuales pueden variar de tonalidad o no estar presentes dependiendo del material genético, se encuentra opuesto al estambre fértil. El gineceo está formado por un solo pistilo cuyo estilo es filiforme y largo, colocado a lo largo del canal del filamento; el estigma es capitado, húmedo, con prolongaciones papilosas y, sobresale de la antera, tiene capacidad de

almacenar 60 granos de polen; Lang (22), León (24) y Cronquist (7), describen al ovario como tricarpelar, trilocular, ínfero y con placentación axial, con 5 a 12 óvulos por lóculo, con nectarios septales, la epidermis fuerte y lustrosa, el mesocarpio y endocarpio carnosos, constituidos ambos por parénquima con numerosos cristales de oxalato de calcio; los óvulos son anátropos, bitégmicos, crassinucelados, con endospermo. Según Bailey (3), el fruto es una cápsula de dehiscencia loculicida a menudo tardía, que (19,26, 35,36) mide 10.0 a 20.0 mm de largo y 5.0 a 10.0 mm de ancho, tiene forma fusiforme u ovoide, con 3 lados más o menos marcados; madura en 3 o 4 meses, tornándose entonces su color, de verde a amarillo, por lo que debe cortarse cuando aún conserva su color verde, en el punto de madurez comercial, que ocurre cuando el fruto se desprende fácilmente al ejercer presión con los dedos entre el pedúnculo y éste, según observaciones; el número de semillas que contiene el fruto es de 15 a 20 (19,36) o de 4 a 30 y aún 36 según Lang (22). Las semillas son angulosas, piramidales, miden 3 a 4 mm de largo; su testa es de color café oscuro o negro, es dura, toscamente zapada y estríada, con un surco a lo largo, cubierta por un arilo mucilaginoso formado de 3 capas de parénquima; debajo de la epidermis, está la capa de células grandes que contienen aceites amarillos (cineol, terpineol, terpineno, limoneno y sabineno), los cuales hacen del 6 al 8% del peso de las semillas (19,24,26 y 36).

El pico de la maduración de los frutos y por lo mismo la cosecha de éstos, ocurre en la India en los meses de octubre y noviembre, por lo que se cosechan frutos a intervalos de 7 a 10 días; a finales de marzo, la maduración ya es irregular, por lo que se cosechan a intervalos de 30 a 40 días, en dicho país, hay estados en los cuales la cosecha ocurre de septiembre a febrero, en otros, de agosto a diciembre (19).

En Alta Verapaz, la maduración y cosecha de los frutos varía de acuerdo principalmente a la altura - sobre el nivel del mar en que se encuentran las plantaciones, aunque la cosecha pico, en la mayoría de éstas, ocurre en los meses de octubre a enero, hay una cosecha mínima e irregular el resto del año, en plantaciones situadas en regiones con clima cálido.- (2,32,38). Para la costa sur, Luttmann (25) afirma que la época de cosecha comienza en los meses de julio a agosto y termina en los meses de marzo a abril por lo que la duración de la cosecha de frutos es de 9 a 10 meses.

Dos grandes Grupos de E. cardamomum (L) M. han sido reconocidos en la India: el Grupo Major Thwaites y el Grupo Minuscula Burkhill.

E. cardamomum (L) M. Grupo Major Thwaites se - distingue del Grupo Minuscula, especialmente porque

sus frutos son de mayor tamaño, está constituido principalmente por las variedades indígenas salvajes; Samarawira (36) y Maistre (26) incluyen dentro de este grupo a la variedad Ceylán. Ilyas (19) considera que de este grupo pudo originarse el Grupo Minuscula.

E. Cardamomun (L) M. Grupo Minuscula Burkhill está constituido principalmente por las variedades cultivadas, tal como las siguientes: Mysore y Malabar - (ambas predominantemente cultivadas), Kanni-elam, Munzerabad, Bijapur y Nadan (cultivadas en pequeñas áreas) así como un supuesto híbrido, llamado Vazhukka. (35).

Descripción de las principales variedades cultivadas en la India:

Variedad Ceylán:

Es llamada también E. major; es originaria de la isla de Ceylán (Sry Lanka). Se cultiva en pequeña escala.

Las plantas de esta variedad son robustas, con tallos cortos y hojas tan anchas como las de las variedades Mysore y Malabar. Un carácter distintivo de la misma, es la pigmentación de antocianina que presenta en los tallos (especialmente en la base), pecíolos y vainas de las hojas, los cuales son ligeramente rosados. La inflorescencia es erecta, las cápsulas son de color verde amarillento en la madurez, delgadas, más largas y menos anguladas que las de las otras variedades; las semillas son numerosas pero poco aromáticas (19,24,26,28,35 y 36).

Variedad Mysore:

Las plantas de esta variedad son robustas, con tallos que miden de 3 a 4 mts. de alto y hasta 5.5 mt; sus hojas son grandes y gruesas, de color verde obscuro, miden de 0.30 a 0.90 mts de longitud, son glabras en el as y el envés; la inflorescencia mide de 0.60 a 0.90 mts. de longitud, son erectas, flexuosas, doblándose por el peso de las cápsulas; son poco productoras y florecen por 2 a 3 años; las cápsulas son grandes, fusiformes, anguladas, con tres aristas bien definidas, su color es verde intenso en el punto de madurez comercial, punto que alcanzan en 3.5-4 meses. La producción de frutos se inicia en agosto y finaliza en abril; ésta varía entre 56.25 y 112.50 Kgs. de cápsulas secas/Ha. (19,35,36). En cada racimo se producen de 5 a 7 frutos.

Variedad Malabar:

Las plantas de esta variedad son de porte medio, con tallos que miden de 2 a 3 mts de alto, sus hojas miden de 0.30 a 0.45 mts de longitud, son glabras en el as y pubescentes en el envés; las inflorescencias miden de 0.50 a 0.90 mts de longitud, son decumbentes y se arrastran por el suelo, floreciendo solamente durante una estación, luego de la cual mueren. Las cápsulas son pequeñas, se producen en cada racimo de 2 a 3, su forma es ovoide o son casi redondos, ligeramente acostillados, por lo que sus aristas son poco definidas, siendo éstas, 3; el color de las cápsulas



es verde tornándose verde pálido en el punto de madurez comercial, punto que alcanzan en 3-3.5 meses. La producción de frutos se inicia en agosto y finaliza en enero; se mantiene constante entre uno y otro año (lo cual es alterno en la variedad Mysore), obteniéndose entre 56.25 y 92.5 Kgs. de cápsulas secas/Ha. (19,35,36). Hay considerable variación en el tamaño y forma de las cápsulas (34).

Vazhukka:

Se considera un híbrido entre las variedades Malabar y Mysore, ya que presenta características de - ambas o intermedias; las plantas son robustas, sus - hojas son de color verde oscuro; las inflorescencias son decumbentes y las cápsulas son grandes y robustas; y presentan pubescencia en el envés de las hojas (35).

La variedad Nadan presenta características similares a las de Malabar, sin embargo, se diferencia de ésta, pues aunque sus inflorescencias son rastreras, las cápsulas son vigorosas, grandes y con costillas bien marcadas. La variedad Kanni-elam es similar a la Malabar, pero está adaptada a bajas elevaciones - (600-750 mts s.n.m) mientras que la Malabar lo está a elevaciones de 900 a 1200 mts s.n.m. (35).

Todas las variedades y tipos de cardamomo, tanto cultivados como salvajes, son interfértiles, ésto da lugar a una gran variabilidad genética por la cual,

las clasificaciones varietales son muy difíciles de hacer. (35).

La descripción botánica de las variedades estudiadas en Alta Verapaz, Guatemala, es como sigue:

Cardamomo verde (Clon VA 2-79)

Las plantas de esta variedad son robustas; los tallos son altos, miden de 4.0 a 5.5 mts de altura; las hojas son glabras tanto en el as como en el envés, su color es verde oscuro; las inflorescencias son erectas y miden en promedio de 0.6 a 1.18 mts. de longitud, sostienen aproximadamente de 25 a 30 racimos; las cápsulas son fusiformes, grandes, con 3 ángulos que forman claramente 3 costillas, miden 2.0 cms. de largo por 1.0 de ancho, su ápice es puntiagudo, su color es verde oscuro, el cual no disminuye al llegar a la madurez comercial, pero si al pasar este momento; la cantidad promedio de semillas por cápsula es de 20 a 25; pero se encuentran frutos que presentan de 3 hasta 36 semillas. Produce en promedio 11 Kgs de cápsulas/macolla. (2, 22, 32, 38).

Comercialmente es considerada como la mejor variedad en cuanto a calidad, por el tamaño, color y aroma de los frutos, aunque se le considera susceptible a enfermedades. Su promedio de vida comercial rentable es de 14 años. (2,32,38).

Cardamomo Pache (Clon VA 4-79):

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

En cuanto a las características que presenta el Clon VA 4-79, éstas son las siguientes: las plantas son de porte medio, los tallos miden alrededor de 3 mts. de altura, las hojas son pubescentes en el envés y glabras en el as, su coloración es menos intensa que en el cardamomo Verde (Clon VA 2-79) y son - más pequeñas, las inflorescencias son erectas o semierectas (procumbentes) y miden en promedio de 0.32 a 0.65 mts de longitud, sostienen aproximadamente 14 a 25 racimos; las cápsulas son grandes, de forma oblongo triangulares, sin costillas bien definidas, - su color disminuye solo ligeramente al llegar a la madurez comercial; la cantidad promedio de semillas por cápsula es de 20 a 25; sin embargo, pueden encontrarse frutos que poseen de 3 a 36 semillas.

A los 4 años, las macollas bien desarrolladas eses

tán formadas por aproximadamente 29 tallos maduros que sostienen a 54 inflorescencias (2 por tallo) y a 53 tallos jóvenes (2 por tallo); en conjunto una macolla produce alrededor de 3.31 Kgs. de cápsulas. Ensayo a los 3 años y se encuentra en producción - óptima a los 5; su promedio de vida comercial es de 10 años.

Los agricultores de la región consideran que - es buena productora y resistente a las enfermedades. (3,32,38).

#### Condiciones Ecológicas en las que se desarrolla el Cardamomo:

Las condiciones microclimáticas óptimas para - el desarrollo de E. cardamomum (L) M., se presentan según Sahadevan (35), en áreas que poseen: bosques húmedos, siempre verdes (latifoliados), que proporcionan una sombra fresca; frecuentes lloviznas y neblina; suelos con buena capacidad de retención de humedad, bien drenados, ricos en mantillo vegetal y humus. Las plantas crecen exuberantes en las márgenes de hondonadas y de corrientes de agua, mientras que, en áreas planas, éstas pueden crecer exitosamente pero a menudo con tallos débiles y baja producción de frutos.

En Guatemala, las zonas de vida adecuadas para la instalación de plantaciones de cardamomo, han si-

do las montañosas, con bosque muy húmedo subtropical cálido, templado y frío y con bosque pluvial montano bajo (2,4,9,22), preferentemente no disturbadas, en las que se elimina el sotobosque y se regula la sombra proporcionada por los árboles del estrato superior.

Las características ecológicas de las áreas donde el cardamomo es cultivado, son las siguientes:

#### Latitud

El sudeste de la India, en el cual el cardamomo crece, silvestre y es cultivado en gran escala (9,-35), está situado entre los 6° y 15° latitud norte (7); los datos de clima en la India, a los que se hace referencia en este trabajo, están enmarcados en dicho intervalo latitudinal. En Guatemala, el área cultivada con cardamomo, está localizada entre los 14° y 16° latitud norte (7).

#### Altitud

El rango altitudinal al que se adapta el cardamo mo oscila entre los 600 - 1500 mts. sobre el nivel del mar. En la India prospera mejor, según Ilyas y Sahadevan (36,35) entre los 900 a 1300 mts s.n.m.; Luttman (25) y Ochoa (31), coinciden en que en Guatemala la altura mínima óptima está alrededor de los 700 m.s.n.m. y la máxima óptima entre 1,100-1,220 m. s.n.m.; sin embargo, en Alta Verapaz hay plantaciones

a 60 m.s.n.m.

Según agricultores de Alta Verapaz (38), el rendimiento depende principalmente de la altura, manejo y variedad, siendo que: entre los 244 - 305 m.s.n.m. en suelos fértiles o vírgenes, el rendimiento es de 64 a 96 qq de cardamomo en cereza/Mz. con un 50% de la producción, de primera calidad; a 1,066 m.s.n.m., en suelos fértiles o fertilizados, las plantaciones de 4 años de edad tienen un rendimiento de 64 qq cardamomo cereza/Mz. siendo el 85 - 90% de la producción de primera calidad. El ciclo de vida de la planta en las bajas altitudes, es según los mismos agricultores más corta, debido a su alto rendimiento. En contraposición a la aseveración anterior, Sahadevan, para la India y Luttman para Guatemala (35,25) concuerdan en que a bajas altitudes las plantas tienden a ser -decíduas, menos prolíficas en crecimiento y producción, presentando una floración acelerada y reducida a pocos meses; Sahadevan (35) observa que si los suelos son ricos en materia orgánica y retienen bastante humedad, es posible obtener buenas cosechas. Sahadevan (35) e Ilyas (19) reportan para la India la adaptación de diferentes variedades de cardamomo a distintas altitudes, así:

Variedad	Altura
Mysore	Se adapta a altas elevaciones, arriba de 1,200 mts. s.n.m.
Malabar	Se adapta a elevaciones medias y bajas 900-1,200 mts s.n.m. o a 600-1,350 mts. s.n.m.

Variedad	Altura
Vazhukka, Kannielam, Munzerabad Bijapur, Nadan	Adaptadas a bajas elevaciones: 600-900 mts. s.n.m.

### Temperatura

El cardamomo se adapta a un rango de temperatura de 10 a 35°C (4,19,22,31,32,35), siendo la temperatura media óptima de 22°C. Sahadevan (35) reporta que en el sudeste de la India, principal área de cultivo del cardamomo, la temperatura media máxima oscila entre los 19.1°C y los 25°C, con un promedio de 22.2°C y la media mínima oscila entre los 7.4°C y 15.3°C con un promedio de 12.1°C.

Varios investigadores y agricultores han observado en regiones con alta temperatura media (21° a 25°C) (ejemplo: Finca Dolores, en Cubilguitz y finca Siquijá en el valle del Polochic, Panzós, A.V., ambas en zonas de vida con bosque muy húmedo, subtropical cálido), - que aunque aparentemente la floración es normal, la - abscisión de flores y/o frutos es muy elevada.

### Precipitación

El cardamomo crece bien en regiones cuya precipitación anual oscila entre los 1,500 y 5,700 mm (35). La mayoría de autores asevera que la precipitación anual promedio debe ser de 3,000 a 3,500 mm (22,25,26,35) y la misma debe estar bien distribuida en el año, y especialmente en la época de máxima floración.

Luttman (25) reporta que la humedad relativa excesiva, favorece el desarrollo de patógenos que afectan al cardamomo.

### Luminosidad

Según Sahadevan (35), la variedad Mysore es muy sensitiva a los rayos solares y la Malabar lo es menos, siendo la "sombra" necesaria para regular la intensidad de luz y la humedad relativa así como para proteger a las plantas de cardamomo, de los vientos fuertes, que le dañan.

### Condiciones edáficas

El suelo adecuado para el buen desarrollo de la planta, es el que presenta una gruesa capa de limo forestal, abajo de una capa profunda de humus y sobreponiéndose a un sub-estrato pedregoso. Sobre el suelo debe haber una capa de mantillo vegetal (35).

La planta puede crecer en suelos no muy profundos, si estos son fértiles y de textura fina. Es necesario un buen drenaje y la adecuada capacidad de retencción de humedad (35); Ilyas (19) considera que en suelos anegados se dificulta el desarrollo de las plantas, sin embargo, Maistre (26), informa que es cultivado en suelos pantanosos o fangosos, sin mencionar qué rendimientos se obtienen.



El pH del suelo debe ser de 6.00 (19) , aunque Ramírez (31) reporta que el pH en suelos con cardamomo, en Alta Verapaz, es de 4.6 a 5.3. La textura adecuada es la franco-arcillo-limosa (22).

### Aspectos Generales relacionados con el contenido de este trabajo

#### A. Fenología y Fenometría

El clima es uno de los factores del ecosistema que más influencia tiene, tanto en el desarrollo como en el crecimiento de las plantas y de animales - (17).

El crecimiento consiste en el aumento, de materia (tamaño o volumen) a través del tiempo y, es objeto de estudio de la Fenometría. Ejemplo de mediciones fenométricas son las siguientes: altura de planta con hoja extendida; ancho y largo de las hojas; índice del área foliar; conteos del número de hojas en crecimiento, del número de nudos del tallo, del número de flores, del número de frutos en maduración o maduros o bien determinaciones del contenido de materia seca de los diferentes órganos vegetales a lo largo de los ciclos vegetativo y reproductivo.

El desarrollo es el paso por las distintas fases o estados hasta concluir el ciclo reproductivo de un organismo, por ejemplo la brotación, la foliación, la floración, la maduración de los frutos, la abscisión de las hojas, son fases secuenciales en los vegetales indicadoras de cambios en los procesos fisiológicos y en la distribución de los productos de la fotosíntesis. Las observaciones biológicas de dichas fases, las proporciona la Fenología Botánica o Fitofenología. (17 - 27).

La fenología (forma contracta de Fenomenología), se define como la ciencia que estudia el desarrollo de los organismos con respecto al clima del lugar y al tiempo atmosférico, a lo largo del año (17,27).

La Fenología de una especie, depende de su genotipo y del ciclo de dinamismo del medio, sobre todo, del ciclo climático. De la fenología se pueden sacar conclusiones relativas al clima del lugar y sobre todo del microclima, cuando ni uno ni otro se conocen (10). Para fijar las fases fitofenológicas, se determina la velocidad relativa del crecimiento de los diferentes órganos vegetales, ya sea por medios ópticos o métricos. (17).

Al realizar estudios fenológicos, se debe seleccionar los elementos meteorológicos que se supone, tienen una influencia determinante, ya sea en la consecu-

ción de una o más fases de desarrollo. Los elementos del clima se pueden elegir al azar pero, se ahorra tiempo si ya se conoce la reacción de la planta a determinado elemento y su posible influencia en el comportamiento de la misma. Los datos meteorológicos necesarios para establecer las relaciones planta - clima pueden ser obtenidos en las estaciones climatológicas del área, no obstante; es necesario comprender y cuantificar las notables diferencias entre los datos observados en el abrigo meteorológico y aquellos que caracterizan al microclima del cultivo y que pueden ser decisivos para la actividad fisiológica de la planta. También es necesario concentrar la atención en aquellos elementos de importancia fisiológica o que intervienen en períodos críticos. En los estudios fitofenológicos se toman en cuenta, generalmente, un representante del balance hídrico, uno del balance de calor y uno del balance de radiación. (17).

El efecto del tiempo meteorológico sobre las plantas, se va sumando a lo largo del ciclo vegetativo y, para que éstas alcancen un determinado estado de crecimiento o desarrollo, es necesario que acumulen cierta cantidad de energía; estas consideraciones dieron lugar al empleo de sumas de temperatura, sin embargo; debido a que las plantas se desarrollan óptimamente en determinado rango de temperatura, las sumas tienen que ser corregidas considerando los umbrales máximos y mínimos. Este método de sumatorias, se ha utilizado también con elementos como la radiación, la precipitación efectiva

y las unidades fototérmicas ( 17 ); dichas sumatorias se correlacionan con los datos cuantificados de la varia- ción del crecimiento de la planta y de su desarrollo, ob teniendo así la relación clima - planta.

## 5.2. Floración y Fructificación:

El inicio de la floración está determinada por el genotipo de las plantas y mientras que, en algunas de ellas, este factor parece ser el único determinante, de modo que la floración se inicia cuando las plantas al canzan cierta etapa de desarrollo vegetativo, en otras, el genotipo interactúa con condiciones ambientales espe cíficas, especialmente de temperatura e iluminación; es tos factores, inducen a la formación de hormonas que ti- enen una participación importante en el desarrollo de la floración ( 40 ).

Fertilización y Desarrollo del Fruto: El fruto es un o- vario maduro con o sin partes asociados. El ovario no se desarrolla después de antesis, a menos que se prod- uca la fertilización ó se inicie la partenocarpia; en mu chas especies, si al culminar su vida, la flor no ha si do polinizada, ésta se desprende completamente, sin em- bargo, en otras los ovarios permanecen adheridos a la pl- anta, aunque la polinización no ocurra. Los ovarios no polinizados, dejan de crecer un día después de cul- mi- nar la vida de la flor.

La presencia de un ovario en una planta, es un re- quisito previo y no la causa del "amarre" del fruto y -

crecimiento. El "amarre" del fruto se define como el crecimiento rápido del ovario que sigue por lo común a la polinización y fertilización; usualmente se producen simultáneamente otros cambios, como el marchitamiento de pétalos y estambres. En numerosas especies de plantas, el "amarre" del fruto conlleva la abscisión de muchas otras flores y frutos ( 41 ).

Factores que limitan la Producción de Frutos: El límite máximo de frutos que pueden ser producidos 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 del 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, bajo el límite máximo ( 40 ).

A continuación se presenta un breve resumen de la influencia de cada uno de los factores limitantes del "amarre" de frutos: ( 40, 41 ):

- 1- Polinización: Con excepción de los frutos producidos por partenogénesis, todos deben ser polinizados para poder cuajar o amarrarse, 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 ó 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 aborto o abortamiento de flores y frutos, tienen inflorescencias que desarrollan acrópetamente (basal a terminal ); en éstas, los frutos de flores basales tienen ventaja especial y temporal sobre los otros.

- 2- 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 racionales son elevados o el nivel de polinización es bajo.
- 3- Predación de Frutos: La planta tiende a abortar selectivamente, a los frutos dañados; de manera que - 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 éstos pueden penetrar, causando infecciones secundarias que causan la abscisión de los frutos.

- 4- Condiciones del Clima: Factores ambientales adversos, tal es como heladas, tormentas de granizo, temperaturas elevadas (arriba de 30°C) en períodos largos de tiempo, sequía, vientos fuertes y otros, dañan los frutos y promueven la abscisión de los mismos.
- 5- 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 frutos y semillas - que es capaz de soportar, de acuerdo con los recursos disponibles, sobre un amplio rango de condiciones ambientales.

Los nutrimentos 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 se eliminan, mientras que las que tienen mayor inversión, son preservadas. Sin embargo, las - ventajas espaciales y 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, defoliación 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.

Crecimiento del Fruto: Los grandes aumentos de volumen, son característicos del crecimiento de los - frutos. Por lo común, entre el inicio y maduración de los mismos, hay un intervalo de varios meses en



los que el crecimiento de los frutos ocurre tanto por división como por expansión celular. ( 41 ).

Cuando se grafica una medida del crecimiento de los frutos, como el peso en seco o en fresco, el volumen ó 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 ó doble ( 40, 41 ).

La curva sigmoidal simple presenta 3 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 la pigmentación.

La curva sigmoidal doble, presenta dos fases de crecimiento rápido, separadas por una fase de crecimiento lento. Hay pues, 3 fases de crecimiento: La fase I es un período de división celular, en el que el ovario y su contenido crecen rápidamente, con excepción del embrión y el endospermo. La fase II se caracteriza porque el incremento en volumen del fruto es lento o casi nulo, sin embargo, o-

curre crecimiento rápido del embrión y del endospermo, hay lignificación del endocarpio y crecimiento leve de las paredes del ovario. En la fase III, se produce el crecimiento rápido del mesocarpio, provocando el hinchamiento final de fruto, que va seguido por la maduración ( 41 ).

Muchos frutos con crecimiento sigmoidal simple, abscisan en el período previo a la fase II y los que presentan curva de crecimiento sigmoidal doble, previo a la fase III, sin embargo; hay especies que presentan 2 períodos de abscisión ó 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 ( 40 ).

## VII MATERIALES Y METODOS

- 1- Ubicación del Sitio Experimental: El estudio se realizó en plantaciones de cardamomo de la finca "Choval A. W.", Cobán, Alta Verapaz; la misma se encuentra en el Km. 12 de la ruta Cobán-Cubilgúitz-Chisec. Los registros climáticos fueron obtenidos en la estación meteorológica Cobán P.H.C. (tipo A), ubicada en la ciudad de Cobán.

Localización Geográfica: Choval se encuentra localizado a  $15^{\circ} 32' 11''$  de Latitud Norte y a  $90^{\circ} 23' 33''$  de Longitud Oeste a una altura sobre el nivel del mar de 1200 mts. La estación meteorológica Cobán P.H.C. se encuentra a  $15^{\circ} 28' 03''$  Latitud Norte y a  $90^{\circ} 24' 23''$  Longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1328 mts. ( 14 ).

Condiciones Ecológicas: Tanto Choval como Cobán poseen un clima típico de una zona de Vida con Bosque muy Húmedo subtropical frío (9), caracterizado porque la precipitación pluvial anual es de 3,500 mm; la temperatura media anual es de  $23^{\circ}\text{C}$ ; la biotemperatura es de  $19.5^{\circ}\text{C}$  y la relación de evapotranspiración potencial estimada es de 0.50 (9). La topografía del terreno es ondulada. Los suelos se han formado sobre roca caliza, son poco profundos, de color pardo-oscuro, bien drenados, de textura franco-arcillosa; su contenido de materia orgánica es alto (9.16 a 11.5 por ciento); poseen una alta Capacidad de Intercambio Catiónico; bajo porcentaje de Saturación de Bases; alta concentración de cationes de

acidez cambiabile (Al, Fe, H); baja concentración de cationes básicos (Ca, Mg, Na y K); baja disponibilidad de macro-elementos minerales (N,P,K,) y un pH ligeramente ácido, con valores de 4.6. a 5.3 (32).

#### Material Vegetal y Condiciones de la Plantación:

El estudio se realizó en dos clones de cardamomo: Elettaria cardamomum (L) Maton grupo Minuscula Burkhill variedad Mysore ("Verde" o VA 2-79) y E. cardamomum (L) Maton grupo Minuscula Burkhill variedad con características cercanas al Malabar ("Pache" o VA 4-79).

Las plantaciones de los cardamomos "Verde" y Pache" son de origen clonal; ambas tienen 5 años de edad y se encuentran separadas por aproximadamente 200 mts. El clon "Verde" se encuentra a pleno sol, ubicado en laderas y áreas planas siendo las distancias de siembra de 3.0 X 3.0 Mts. entre plantas. El clon "Pache" se encuentra bajo la sombra de Eugenia jambos L. (Poma - Rosa), la cual es podada en el mes de julio - - está ubicado en laderas solamente, siendo sus distancias de siembra de 0.86 X 2.58 Mts. (1 X 3 varas). - Ambas plantaciones son fertilizadas con 140 Lbs. de Nitrógeno/Mz, 90 lbs/Mz de Fósforo y 140 Lbs/Mz de Potasio, que se aplican anualmente, con la siguiente distribución: 1era. Aplicación: a fines de febrero - 4qq/Mz de 13-13-21. 2da. Aplicación: a fines de junio - 122/Mz de Urea. 3era. Aplicación: a fines de octubre 4qq/Mz de 13-13-21.

En el año se realizaron simultáneamente 2 podas y 2 limpiezas, la primera en agosto y la segunda en noviembre; en la primera, las inflorescencias secas se eliminaron y los tallos secos o dañados se cortaron a 1 Mt. de altura; en la segunda poda, dichos tallos se eliminaron completamente. Todo el material vegetal podado, fue colocado en medio de las calles.

3- Selección del Area de Estudio y Distribución Experimental:

En cada clon (material genético) se establecieron 3 parcelas localizadas en áreas disímiles en cuanto a condiciones, pendiente y exposición al sol; cada parcela estuvo formada por 20 macollas colocadas en dos hileras adyacentes y con igual pendiente de las cuales, se seleccionaron 3 macollas al azar. En cada macolla se estudiaron 6 inflorescencias, habiendo 2 repeticiones por cada uno de 3 distintos tamaños de inflorescencia, los cuales varían de acuerdo a la época de emergencia de la misma. A partir de agosto de 1981 se estudiaron 108 inflorescencias, siendo 54 de cada material genético; el diseño experimental empleado fue un Modelo Factorial Asimétrico al Completo Azar de  $2 \times 3$  al cubo, que incluyó: 2 materiales genéticos  $\times$  3 parcelas/ material genético  $\times$  3 macollas/parcela  $\times$  3 tamaños de inflorescencia (época de emergencia)/ macolla  $\times$  2 repeticiones/tamaño de inflorescencia = 108 inflorescencias.

El tamaño de inflorescencia se determinó por el número de sub-inflorescencias que ésta presentaba al momento de iniciar el estudio, estableciéndose los siguientes rangos:

Inflorescencias Grandes (Epoca de Emergencia 1): Presentaban de 30 a 45 sub-inflorescencias. Emergen en los meses de octubre y noviembre.

Inflorescencias Medianas (Epoca de Emergencia 2): Presentaban de 15 a 29 sub-inflorescencias. Emergen en los meses de diciembre y enero.

Inflorescencias Pequeñas (Epoca de Emergencia 3): Presentaban de 0 a 14 sub-inflorescencias. Emergen en los meses de junio y julio.

Un segundo ciclo fenométrico y fenológico fue estudiado en tallos e inflorescencias que emergieron entre noviembre 1981 y enero 1982. En total se estudiaron 14 inflorescencias correspondientes a 7 tallos, en cada variedad de cardamomo.

4- Materiales:

- a- Etiquetas de plástico, de color blanco.
- b- Cintas de plástico (nylon) de 3 X 60 cms., de los colores azul, rojo y amarillo.
- c- Tiras de lana de 20 cms de largo, de los colores amarillo, verde y anaranjado.
- d- Cinta métrica de material plástico.
- e- Calibrador de Vernier (con aproximación a mm).
- f- 1 Cuadernillo de papel con cuadrícula de 5 mm para cada una de las inflorescencias.
- g- Lápiz, sacapuntas, borrador.
- h- Grabadora portátil.
- i- Cassettes de 90 minutos.

- j- Termómetro ambiental.
- k- Fotómetro (candelas/pie).
- i- Altimetro.
- m- Termógrafo.
- n- Termómetro de Máximos y Mínimos
- ñ- Pluviógrafo.
- o- Evaporímetro de Tanque.
- p- Pluviómetro.
- q- Higrógrafo de Cabello.
- r- Heliógrafo.

Los aparatos mencionados de el inciso "m" al "r" se encuentran en la Estación Meteorológica Cobán P.H. C. (Tipo A).

5- Marcaje de Macollas e Identificación de Inflorescencias:

El marcaje de macollas lo hicimos con cintas plásticas (nylon), utilizando un color distinto para cada parcela; colocamos dichas cintas a 1.5 mts del suelo, sujetándolas a tallos jóvenes. Cada macolla fue cerca da con lana verde, la cual colocamos a 0.30 mts del suelo, para que pudiera ser distinguida por las personas que cosechan los frutos, sin interferir con la actividad de los polinizadores.

Identificamos las inflorescencias con etiquetas de plástico, sujetándoselas al raquis con lana de color distinto, de acuerdo a su época de emergencia.

6- Evaluación:

El estudio fenológico y fenométrico se inició en el mes de agosto de 1981, continuando en intervalos hasta septiembre de 1982, sin embargo; los datos de temperatura efectiva, precipitación y horas-luz se acumularon desde noviembre de 1980, mes en el que finalizó el período de latencia de las yemas que originaron a la mayoría de inflorescencias evaluadas.

Los intervalos, de tiempo entre lecturas y los días acumulados hasta cada lectura, son los siguientes:

<u>No. de Lectura</u>	<u>Fecha</u>	<u>Intervalo de Tiempo entre Lecturas ( días )</u>	<u>Días Acumulados</u>
0	1 - 11 - 80	0	0
1	1 - 8 - 81	273	273
2	23 - 8 - 81	22	295
3	7 - 9 - 81	15	310
4	21 - 9 - 81	14	324
5	4 - 10 - 81	12	336
6	18 - 10 - 81	14	350
7	1 - 11 - 81	14	364
8	18 - 11 - 81	17	381
9	6 - 12 - 81	18	399
10	16 - 1 - 82	40	439
11	6 - 2 - 82	21	460
12	13 - 3 - 82	35	495
13	24 - 4 - 82	42	537
14	25 - 6 - 82	61	598
15	9 - 9 - 82	77	675



En cada inflorescencia se tomaron datos generales, datos a nivel de sub-inflorescencia y datos a nivel de posición floral.

1. Los datos a nivel general son los siguientes:
  - 1.1. Longitud de la inflorescencia.
  - 1.2. Número de sub-inflorescencias/inflorescencia.
  - 1.3. Situación fitosanitaria del raquis de la inflorescencia en cuanto a:
    - Presencia ó ausencia de daño por picudo - del cardamomo.
    - Presencia ó ausencia de necrosis.
    - Presencia ó ausencia de daños de otro tipo.
  - 1.4. Flores y frutos viables formados entre cada lectura.
  - 1.5. Botones necrosados ó deformados formados entre cada lectura.
  - 1.6. Frutos cosechados entre cada lectura, clasificados en 3 tamaños.
  - 1.7. Flores y/o frutos jóvenes abscisados entre cada lectura.
  - 1.8. Frutos dañados por picudo del cardamomo entre cada lectura.
  - 1.9. Frutos dañados por mancha aceitosa.
2. A nivel Posición Floral se evaluó la situación que cada una de éstas presentaba en la inflorescencia,

utilizando para su descripción, la siguiente nomenclatura:

- v = Botón floral incipiente. El cáliz aún protege completamente a los pétalos.
- b = Botón floral a 2 días de antesis; su longitud es de aproximadamente 2.5 cms y su forma es lanceolada. Los pétalos se encuentran parcialmente protegidos por el cáliz.
- B = Botón floral a 1 día de antesis; su longitud es mayor que 2.5 cms y su forma es espatulada; al androceo y gineceo sólo los cubren los pétalos, por lo que a través de éstos, se observa claramente la ornamentación del labelo.
- F = Flor en antesis.
- Fa = Flor que estuvo en antesis el día anterior.
- P = Fruto Verde Pequeño ( 2 - 5.5 mm de diámetro X 3 - 9 mm de largo).
- P<sub>1</sub> = Fruto Verde Pequeño<sub>1</sub> (  $\theta$  = 0 - 4 mm; Largo = 3 - 6 mm. ).
- P<sub>2</sub> = Fruto Verde Pequeño<sub>2</sub> (  $\theta$  = 4 - 5.5 mm; Largo = 6.1 - 9.0 mm ).
- M = Fruto Verde Mediano (  $\theta$  = 5.5-8.0 mm. Largo = 9.1 - 15.0 mm. ).
- M<sub>1</sub> = Fruto Verde Mediano<sub>1</sub> (  $\theta$  = 5.5 - 6.5 mm. Largo = 9.1 - 12.0 mm. ).
- M<sub>2</sub> = Fruto Verde Mediano<sub>2</sub> (  $\theta$  = 6.5 - 8.0 mm. Largo = 12.1 - 15.0 mm ).
- G = Fruto Verde Grande (  $\theta$  = 8.0 - 13 mm. Largo = 15.1 - 25.0 mm ).

- $G_1$  = Fruto Verde Grande<sub>1</sub> (  $\theta$  = 8.0 - 10.0 mm.  
Largo = 15.1 - 19.9 mm ).
- $G_2$  = Fruto Verde Grande<sub>2</sub> (  $\theta$  = 10.1 - 13.0 mm.  
Largo = 20.0 - 25.0 mm ).
- $\theta$  = Fruto a punto de cosecha.
- A = Fruto amarillo; Ejemplo: AP<sub>1</sub> = Fruto amarillo pequeño<sub>1</sub>.
- Pic = daño causado por el Picudo del Cardamomo.
- t = Mancha aceitosa del fruto.
- vd = Botón deformado.
- vn = Botón necrosado.
- = Cicatriz debida a abscisión de la flor o del fruto en estado inmaduro.
- $\otimes$  = Cicatriz debido a abscisión o cosecha del fruto maduro.

Con el objeto de tener un panorama global sobre lo que ocurrió en cada inflorescencia, a través de su crecimiento y desarrollo, su situación a nivel general, de sub-inflorescencia y de posición floral, fue registrada en cada lectura, en cuadernillo

Con el objeto de conocer: 1o) la Curva de Crecimiento de los frutos; 2o) el tamaño promedio en que frutos jóvenes y ovarios de flores se tornan de color amarillo y 3o) el tamaño promedio de los frutos cosechados; se midieron en cada lectura utilizando un calibrador de Vernier, la longitud y el ancho de los frutos y de los ovarios de las flores en anthesis, pertenecientes a 3 inflorescencias ( 1 de cada tamaño ) por -

parcela, lo que implicó el estudio detallado de 9 inflorescencias/material genético. Para cumplir con los 2 primeros incisos, se seleccionaron los frutos y ovarios provenientes de flores que se encontraban en anthesis al momento de hacer las lecturas.

Los tallos que sostienen a las inflorescencias se evaluaron en los meses de noviembre de 1981 y marzo y septiembre de 1982, en lo que se refiere a:

1. Longitud (en mts.).
2. Número de hojas fotosintéticas.
3. Número de inflorescencias y de tallos jóvenes que sostienen la asociación tallo-rizoma.
4. Edad.
5. Presencia o ausencia de daño, especificando, en caso de darse, los siguientes fenómenos:
  - 6.1. Dobla o caída del tallo.
  - 6.2. Poda del tallo.
  - 6.3. Necrosis.

A partir de noviembre de 1981, se tomaron los siguientes datos climáticos.

- \_\_\_ Temperatura media, máxima y mínima (en grados centígrados).
- \_\_\_ Precipitación (en mm).
- \_\_\_ Número de Horas-Luz.
- \_\_\_ Porcentaje de Humedad Relativa Promedio

Datos que fueron registrados por la estación meteorológica Cobán P.H.C. (tipo A), cuya zona de vida, localización geográfica y elevación sobre

el nivel del mar es similar a la de Choval.

La temperatura efectiva diaria se determinó restando  $10^{\circ}\text{C}$  a la temperatura media, así como los grados centígrados que estuvieron arriba de  $30^{\circ}\text{C}$ , ésto considerando que a  $10^{\circ}\text{C}$  o menos o bien a temperaturas superiores a  $30^{\circ}\text{C}$ , la planta de cardamomo sufre trastornos fisiológicos.

Con el objeto de establecer posibles variaciones por efecto del microclima y de corregirlas, en caso de darse, en cada visita a Choval se hizo una descripción general de las condiciones climáticas, que incluyó: Presencia ó ausencia de lluvias e intensidad de las mismas, temperatura ambiental (haciendo énfasis en la determinación de la temperatura mínima) y luminosidad en campo abierto y dentro de la plantación (en candelas/pie).

#### 7- Estimación de Resultados:

Debido a la complejidad determinada por el número de variables y el volumen de los datos, parte de la información fue sometida al análisis estadístico por medio del programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), el cual es un sistema integrado de computación que fue inicialmente diseñado para el análisis de datos en las Ciencias Sociales, pero puede aplicarse en las Ciencias Biológicas. La computadora que ejecutó -

los programas es marca IBM, modelo 3-70

El Archivo de Datos para análisis en SPSS se denominó "MHS"; el mismo está conformado por 1620 registros de las variables siguientes:

$V_1$  = Lectura;  $V_2$  = Material Genético;  $V_3$  = Parcela;  
 $V_4$  = Macolla;  $V_5$  = Epoca de Emergencia;  $V_6$  = Repetición de la Epoca de Emergencia;  $V_7$  = Número de Flores Acumuladas/inflorescencia hasta la lectura x;  $V_8$  = Número de Frutos Viabiles Acumulados/inflorescencia hasta la lectura x;  $V_9$  = Flores/inflorescencia formadas en cada lectura;  $V_{10}$  = Frutos viables/inflorescencia formados/lectura;  $V_{11}$  = Frutos Cosechados/inflorescencia por lectura;  $V_{12}$  = Días entre lecturas;  $V_{13}$  = Días acumulados hasta la lectura;  $V_{14}$  = Temperatura Acumulada hasta cada lectura;  $V_{15}$  = Horas-Luz Acumuladas hasta cada lectura;  $V_{16}$  = Precipitación Acumulada;  $V_{17}$  = Frutos Cosechados Acumulados hasta cada lectura.

Utilizando los datos del Archivo "MHS" se hicieron 3 distintos programas en SPSS: El MEHS, el MEHS 1 y el MEHS 21-22.

- 1- El programa MEHS construyó tablas de Medias, a manera de Diagramas de Arbol para las variables  $V_7$ ,  $V_8$ ,  $V_9$ ,  $V_{10}$ ,  $V_{11}$ , y  $V_{17}$  en función del Material Genético, de la Epoca de Emergencia y de la Lectura.
- 2- El programa MEHS1 realizó los Análisis de Varianza para establecer si existen diferencias significati-

vas en la producción de flores, de frutos viables y de frutos jóvenes y/o flores abscisadas, debido al efecto de el Material Genético, de la Época de Emergencia de la inflorescencia, de la época de formación de las flores y frutos, de las parcelas y de las macollas como efectos principales, así como también al efecto de 2do grado debido a las interacciones material genético-lectura y época de emergencia-lectura; material genético - época de emergencia.

Base para los Análisis de Varianza realizados es el Diseño Experimental empleado, el cual fue principalmente un Modelo Factorial Asimétrico al Completo - Azar de 2 X 3 al cubo, sin considerar efectos de interacciones de 3er. grado. Su modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + D_k + E_l + (BC)_{kj} + (BI)_{ik} + (BE)_{il} + (CD)_{jk} + (CE)_{jl} + (DE)_{kl} + \xi_{ijkl}$$

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3$$

$$l = 1, 2, 3$$

En donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable Respuesta observada en el material genético  $i$ , parcela  $j$ , macolla  $k$  e inflorescencia cuya época de emergencia es  $l$ .

$\mu$  = Efecto de la Media general.

- $B_i$  = Efecto del material genético i.  
 $C_j$  = Efecto de la parcela j.  
 $D_k$  = Efecto de la k-esima macolla.  
 $E_l$  = Efecto de la l-esima época de emergencia.  
 $(BC)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor B con el j-ésimo nivel del factor C.  
 $(BD)_{ik}$  = Interacción del i-ésimo nivel del factor B y k-ésimo nivel del factor D.  
 $(BE)_{il}$  = Interacción del i-ésimo nivel del factor B y el l-ésimo nivel del factor E.  
 $(CD)_{jk}$  = Interacción del j-ésimo nivel del factor C y el k-ésimo nivel del factor D.  
 $(CE)_{jl}$  = Interacción del j-ésimo nivel del factor C y el l-ésimo nivel del factor E.  
 $(DE)_{kl}$  = Interacción del k-ésimo nivel del factor D y el l-ésimo nivel del factor E.  
 $Eijkl$  = Error experimental.

Al considerar las lecturas como una variable; el diseño se transformó en un Modelo Factorial Asimétrico al Completo Azar de 15 X 2 X 3 al cubo, sin considerar efectos de interacciones de 3er. grado.

- 3- El programa MEHS2 se dividió en 2 partes para ajustarse a la capacidad de memoria de la computadora, siendo denominadas la parte 1 MEHS21 y la parte 2 MEHS22; dicho programa ejecutó los Análisis de Regresión y de Correlación entre las variables biológicas (dependientes) y las variables climáticas, (independientes) para tratar de establecer si estas últimas, ya sea en forma individual o en conjunto,



afectan la floración y fructificación del cardamomo.

Las variables independientes tomadas en cuenta, están constituidas por registros que fueron acumulados desde el mes de noviembre de 1980, siendo éstas las siguientes: Tiempo en días, temperatura efectiva, Horas-Luz/día y Precipitación. Las variables dependientes también están constituidas por registros acumulados desde la formación de las inflorescencias, siendo éstas, las siguientes: - Flores Formadas, Frutos Viabiles Formados, Flores y/o Frutos Abscisados y Frutos Cosechados.

Tanto las variables Dependientes como las Independientes, fueron transformadas, de acuerdo al modelo ecuacional, a su forma logarítmica, para tratar de encontrar cuál de 4 modelos distintos: - El Lineal, el Logarítmico, el Geométrico ó el Semi-Logarítmico, explica en mejor forma la relación entre cada una de las variables climáticas, además del tiempo y las variables biológicas, en caso de existir correlación entre éstas.





CUADRO 3

FILE MENS (CREATION DATE = 25/10/83) RELACION CLINA PLANTA

DESCRIPTION OF SUBPOPULATIONS
CRITERION VARIABLE V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM.
BROKEN DOWN BY V2 MATERIAL GENETICO.
BY V5 EPOCA DE EMERGENCIA
BY V1 LECTURA

Table with columns: VARIABLE, CODE, VALUE LABEL, SUM, MEAN, STD DEV, VARIANCE, and N. Rows include categories like MYSCRE, MEDIANA, CHICA, MALABAK, and CHICA with sub-rows for months and years.

CUADRO 4

ANDEVA DE LA LECTURA 15

..... ANALYSIS OF VARIANCE .....  
 BY V2 MATERIAL GENETICO X INF.  
 V3 PARCELA  
 V4 PACLLA  
 V5 EPCCA DE EMERGENCIA  
 .....

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	SIGNIF OF F
MAIN EFFECTS	469310.938	7	67044.375	29.032	0.000
V2	7466.703	1	7466.703	3.233	0.076 NS
V3	11882.719	2	5941.359	2.573	0.082 NS
V4	14778.387	2	7389.191	3.200	0.042 NS
V5	435183.125	2	217591.563	94.223	0.000 NS
2-WAY INTERACTIONS	84497.875	18	4705.438	2.038	0.014 NS
V2 V3	22630.352	2	11315.176	4.900	0.010 NS
V2 V4	34941.793	2	17470.895	7.565	0.001 NS
V2 V5	10042.238	2	5021.117	2.174	0.120 NS
V3 V4	6904.051	4	1726.013	0.747	0.563 NS
V3 V5	8891.109	4	2222.777	0.963	0.432 NS
V4 V5	1288.278	4	322.070	0.139	0.967 NS
EXPLAINED	554008.813	25	22160.352	9.996	0.000
RESIDUAL	189366.750	82	2309.326		
TOTAL	743373.563	107	6947.414		

FENOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERNERA

FILE MENS1 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA

..... ANALYSIS OF VARIANCE .....  
 BY V2 FRLTOS VIABL. ACUM. X INF.  
 V3 MATERIAL GENETICO  
 V4 PARCELA  
 V5 PACLLA  
 EPCCA DE EMERGENCIA  
 .....

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	SIGNIF OF F
MAIN EFFECTS	89559.813	7	12794.258	42.203	0.000
V2	9595.590	1	9595.590	31.652	0.000 NS
V3	399.129	2	199.565	0.658	0.520 NS
V4	2520.125	2	1260.063	4.156	0.019 NS
V5	77044.938	2	38522.469	127.069	0.000 NS
2-WAY INTERACTIONS	8312.250	18	461.792	1.523	0.103 NS
V2 V3	2327.352	2	1163.676	3.838	0.025 NS
V2 V4	810.574	2	405.287	1.337	0.268 NS
V2 V5	2666.741	2	1333.370	4.398	0.015 NS
V3 V4	456.371	4	114.093	0.376	0.825 NS
V3 V5	1175.536	4	293.684	0.969	0.425 NS
V4 V5	975.703	4	218.926	0.722	0.574 NS
EXPLAINED	97972.063	25	3914.882	12.914	0.000
RESIDUAL	24859.250	82	303.161		
TOTAL	122731.313	107	1147.021		

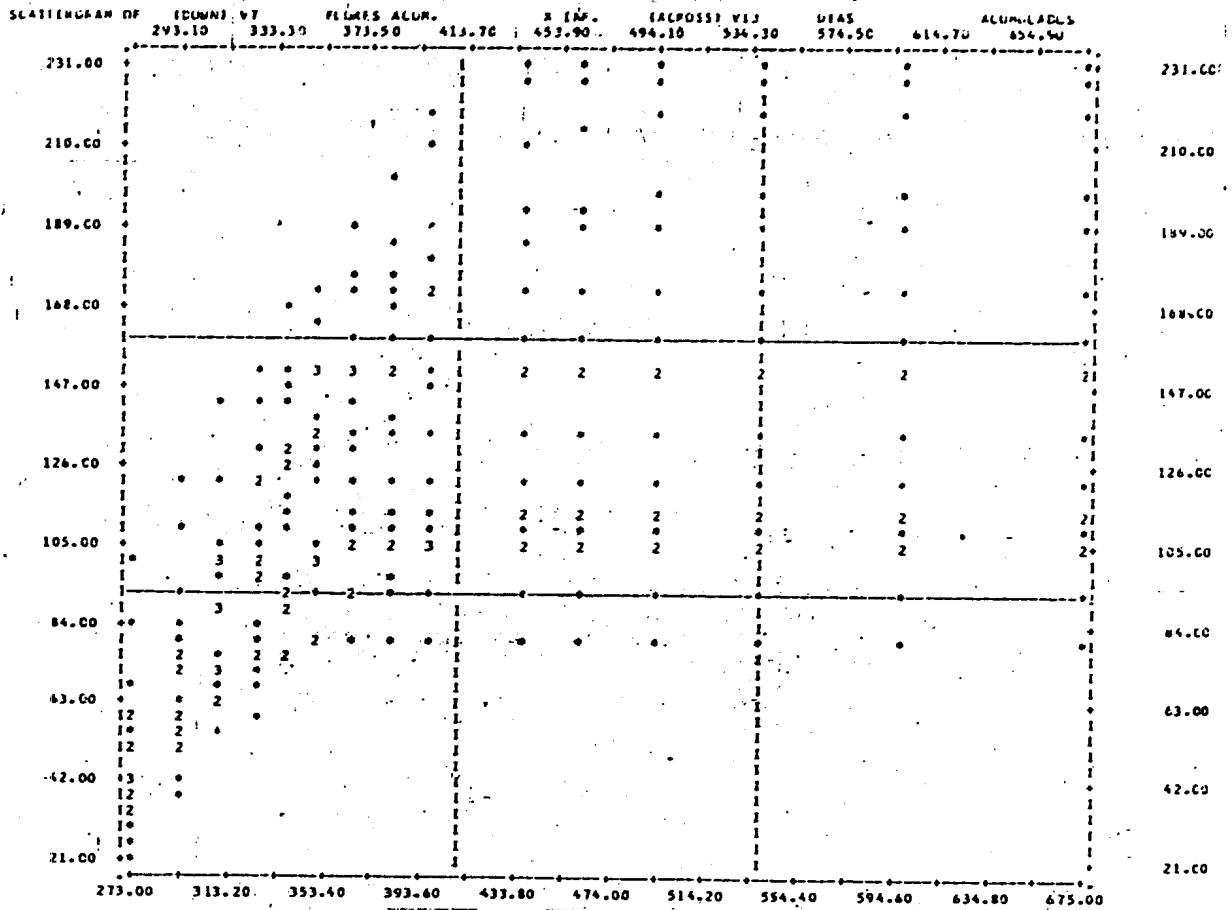
FENOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERNERA

FILE MENS1 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA

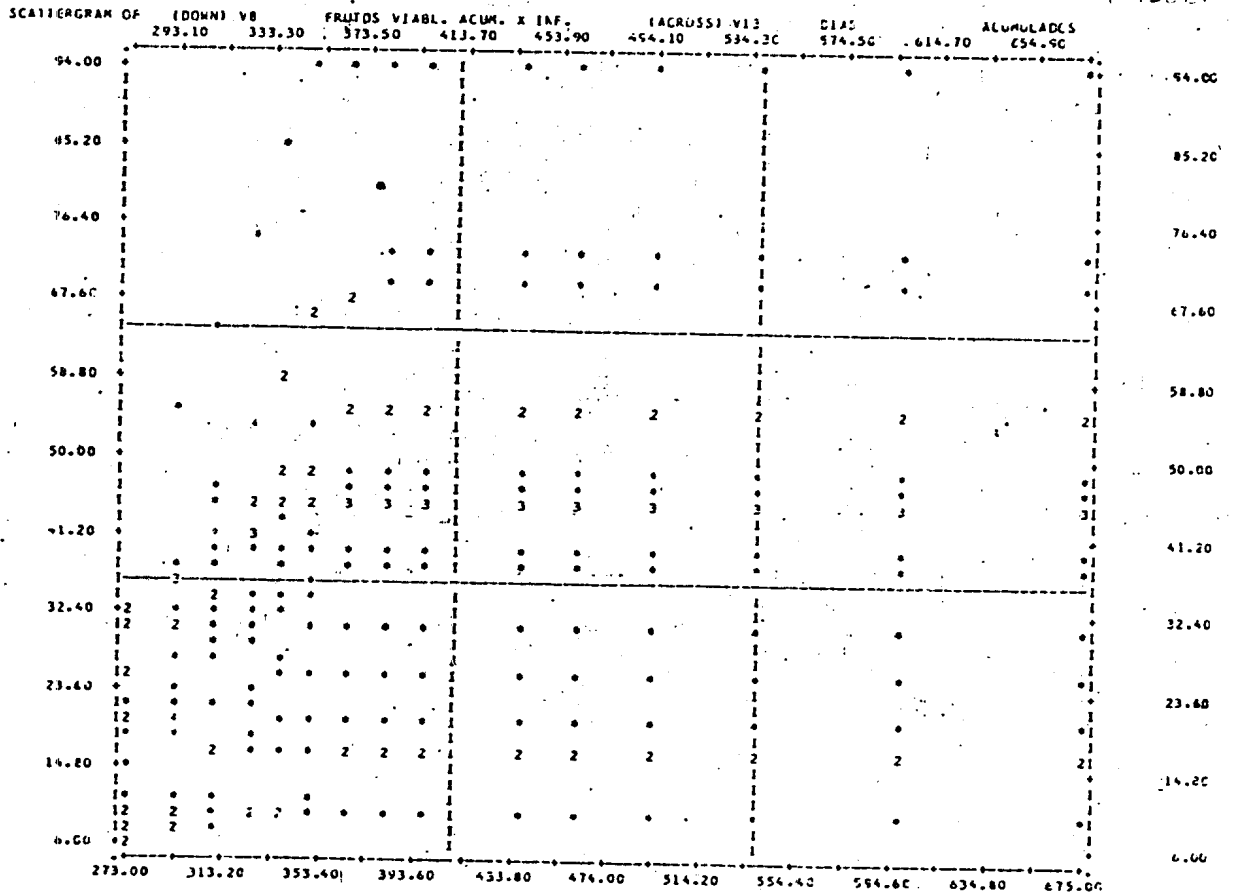
..... ANALYSIS OF VARIANCE .....  
 BY V2 FRLTOS VIABL. ACUM. X INF.  
 V3 MATERIAL GENETICO  
 V4 PARCELA  
 V5 PACLLA  
 EPCCA DE EMERGENCIA  
 .....

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	SIGNIF OF F
MAIN EFFECTS	202774.750	7	28967.820	15.614	0.000
V2	33991.258	1	33991.258	18.322	0.000 NS
V3	13380.906	2	6690.453	3.606	0.032 NS
V4	5656.906	2	2828.453	1.523	0.224 NS
V5	149745.625	2	74872.813	40.357	0.000 NS
2-WAY INTERACTIONS	77382.063	18	4299.000	2.317	0.006 NS
V2 V3	12416.906	2	6208.453	3.454	0.036 NS
V2 V4	27109.570	2	13554.785	7.306	0.001 NS
V2 V5	16135.570	2	8067.785	4.349	0.016 NS
V3 V4	8195.867	4	2048.967	1.104	0.360 NS
V3 V5	10934.918	4	2733.729	1.474	0.217 NS
V4 V5	2189.250	4	547.314	0.295	0.880 NS
EXPLAINED	280156.813	25	11206.270	6.040	0.000
RESIDUAL	152129.813	82	1855.241		
TOTAL	432286.625	107	4040.062		

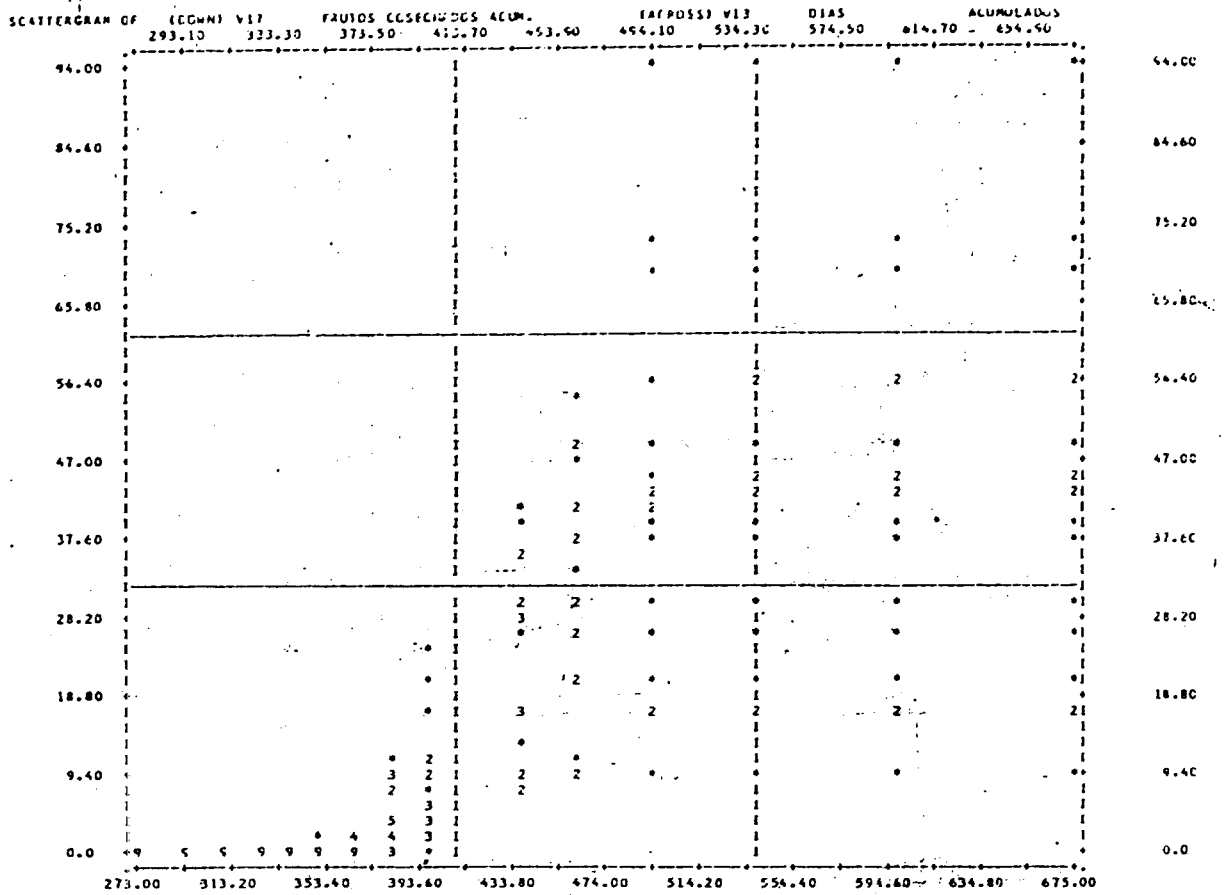
GRAFICA 1: Nube de puntos en inflorescencias medianas en Mysore



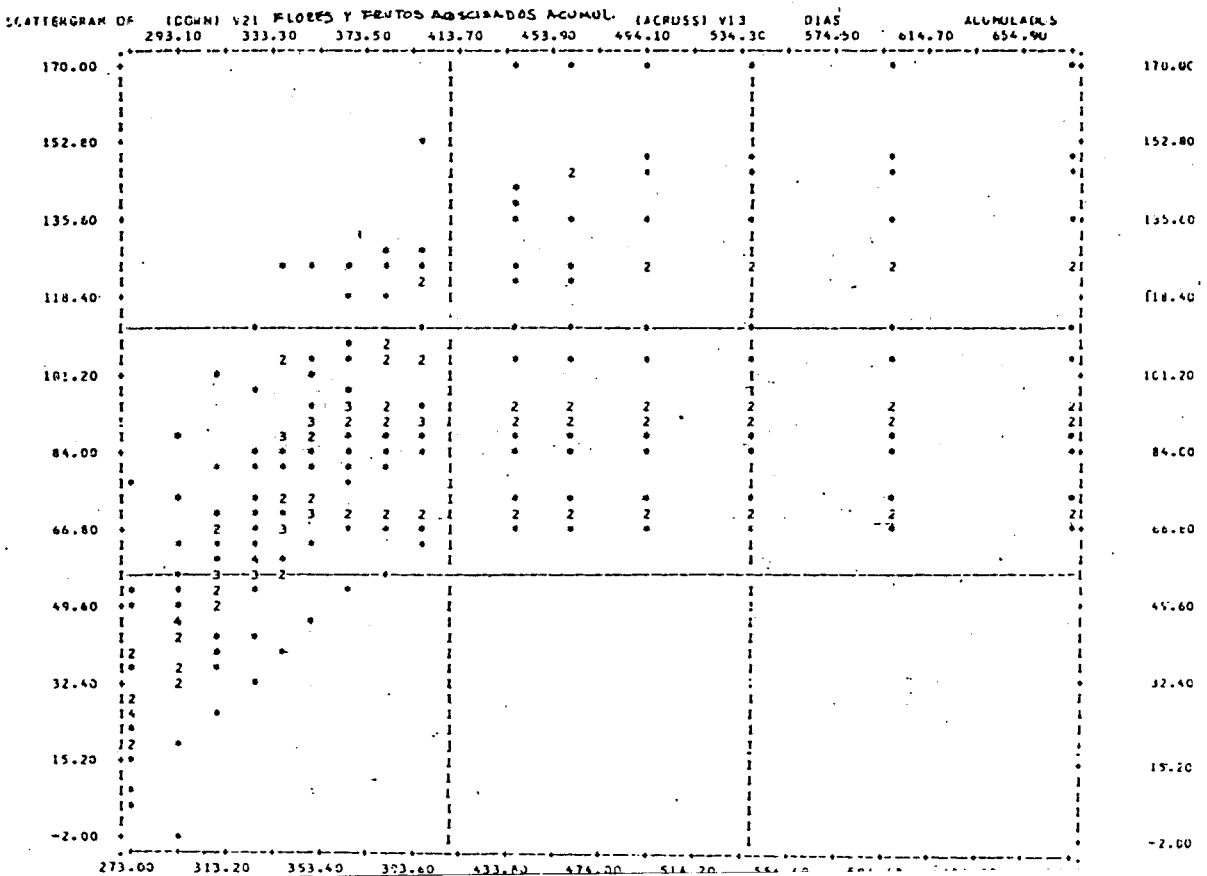
GRAFICA 2: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Mysore



GRAFICA 3: Nube de puntos en inflorescencias medianas de lysore



GRAFICA 4: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Mysore



CUADRO 5: Analisis de regresión multiple y simple entre flores y frutos acumulados Vrs. temperatura, horas luz y precipitación en cardamono Mysore.

FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 ..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 REGRESSION LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF.  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V14 TEMPERATURA ACUM.  
 MULTIPLE R 0.30645 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09391 REGRESSION 1. 1006923.94259 1006923.94259 167.64399  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09335 RESIDUAL 1616. 9715322.96812 6004.52212  
 STANDARD ERROR 17.48892

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V14 (CONSTANT)	0.26949220-01 35.98973	0.30645	0.00268	167.694	V15	-0.35838	-0.54546	0.00711	
					V16	0.06653	0.02331	0.13005	
								0.879	

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V15 HORAS LUZ ACUM.  
 MULTIPLE R 0.31004 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09413 REGRESSION 2. 1030695.08475 515347.54238 15.96377  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09201 RESIDUAL 1617. 9691361.82636 5993.54472  
 STANDARD ERROR 17.41759

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V14	0.75379040-01	0.86254	0.02466	9.470	V16	0.03538	0.01469	0.12567	
V15 (CONSTANT)	-0.70316640-01 34.17650	-0.55638	0.03531	3.968				0.349	

FENOLOGIA DEL CARDAMONO MYRNA HERRERA 25/11/83 PAGE 304  
 FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 ..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 REGRESSION LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF.  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3.. V16 PRECIPITACION ACUM.

MULTIPLE R 0.31036 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09464 REGRESSION 3. 1032787.75055 344262.58496 17.41577  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09464 RESIDUAL 1616. 9689469.12016 5995.55661  
 STANDARD ERROR 17.43356

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V14	0.70002270-01	0.79601	0.02459	6.930					
V15	-0.66512800-01	-0.52818	0.03590	3.433					
V16 (CONSTANT)	0.49288400-02 36.05416	0.03938	0.00834	0.349					

MAXIMUM STEP REACHED  
 STATISTICS WHICH CANNOT BE COMPUTED ARE PRINTED AS ALL NINES.

FENOLOGIA DEL CARDAMONO MYRNA HERRERA 25/11/83 PAGE 305  
 FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 ..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 REGRESSION LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF.

SUMMARY TABLE

VARIABLE	MULTIPLE R	R SQUARE	RSD CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
V14 TEMPERATURA ACUM.	0.30645	0.09391	0.05351	0.30645	0.70002270-01	0.79601
V15 HORAS LUZ ACUM.	0.31004	0.09413	0.00272	0.30139	-0.66512800-01	-0.52818
V16 PRECIPITACION ACUM.	0.31036	0.09464	0.00020	0.29383	0.49288400-02	0.03938
(CONSTANT)					36.05416	



- 62 -  
CUADRO 5

FILE MMS2 (CATION DATE = 25/10/83) RELACION CLIMA PLANTA

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V8 FRUTOS VIABLE ACUM. X INF. REGRESSION LIST 2  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V14 TEMPERATURA ACUM.

MULTIPLE R	0.16679	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.02782	REGRESSION	1.	50042.91305	50042.91305	44.30121
ADJUSTED R SQUARE	0.02722	RESIDUAL	1618.	1749453.08448	1081.24418	
STANDARD ERROR	32.88228					

VARIABLES IN THE EQUATION				VARIABLES NOT IN THE EQUATION					
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V14	0.60096520-02	0.16679	0.00088	46.301	V15	-0.81262	-0.06550	0.00711	7.940
(CONSTANT)	28.56581				V16	0.03838	0.01404	0.13065	0.319

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V8 FRUTOS VIABLE ACUM. X INF. REGRESSION LIST 2  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V15 HORAS LUZ ACUM.

MULTIPLE R	0.18032	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.03252	REGRESSION	2.	56512.32253	28256.16146	27.17239
ADJUSTED R SQUARE	0.03132	RESIDUAL	1617.	1741003.67460	1076.48745	
STANDARD ERROR	32.81292					

VARIABLES IN THE EQUATION				VARIABLES NOT IN THE EQUATION					
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V14	0.35180760-01	0.97652	0.01045	11.332	V16	0.00445	0.00160	0.12587	0.004
V15	-0.41522410-01	-0.81262	0.01457	7.848					
(CONSTANT)	27.28477								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V8 FRUTOS VIABLE ACUM. X INF. REGRESSION LIST 2

SUMMARY TABLE

VARIABLE		MULTIPLE R	R SQUARE	MSO CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
V14	TEMPERATURA ACUM.	0.16679	0.02782	0.02762	0.16679	0.35180760-01	0.97652
V15	HORAS LUZ ACUM.	0.18032	0.03252	0.00470	0.16042	-0.41522410-01	-0.81262
(CONSTANT)						27.28477	

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM. REGRESSION LIST 3  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V15 HORAS LUZ ACUM.

MULTIPLE R	0.47033	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.44934	REGRESSION	1.	71023.45910	71023.45910	1320.31036
ADJUSTED R SQUARE	0.44900	RESIDUAL	1618.	870526.35765	538.02766	
STANDARD ERROR	23.19542					

VARIABLES IN THE EQUATION				VARIABLES NOT IN THE EQUATION					
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V15	0.32413290-01	0.67033	0.00089	1320.310	V14	-1.56805	-0.22364	0.00711	95.131
(CONSTANT)	-49.48214				V16	-0.09095	-0.04685	0.14635	3.562

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM. REGRESSION LIST 3  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V14 TEMPERATURA ACUM.

MULTIPLE R	0.59057	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.47888	REGRESSION	2.	753462.20270	376731.10135	737.04627
ADJUSTED R SQUARE	0.47624	RESIDUAL	1617.	826996.05410	511.43474	
STANDARD ERROR	22.61492					

VARIABLES IN THE EQUATION				VARIABLES NOT IN THE EQUATION					
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V15	0.3272379	2.63137	0.01048	152.187	V16	0.08291	0.04068	0.12587	2.679
V14	-0.66456260-01	-1.96805	0.00720	85.131					
(CONSTANT)	-45.54007								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM. REGRESSION LIST 3  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3.. V16 PRECIPITACION ACUM.

MULTIPLE R	0.69115	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.47775	REGRESSION	3.	755270.70812	251756.90271	452.76712
ADJUSTED R SQUARE	0.47678	RESIDUAL	1616.	825621.54667	510.60442	
STANDARD ERROR	22.60315					

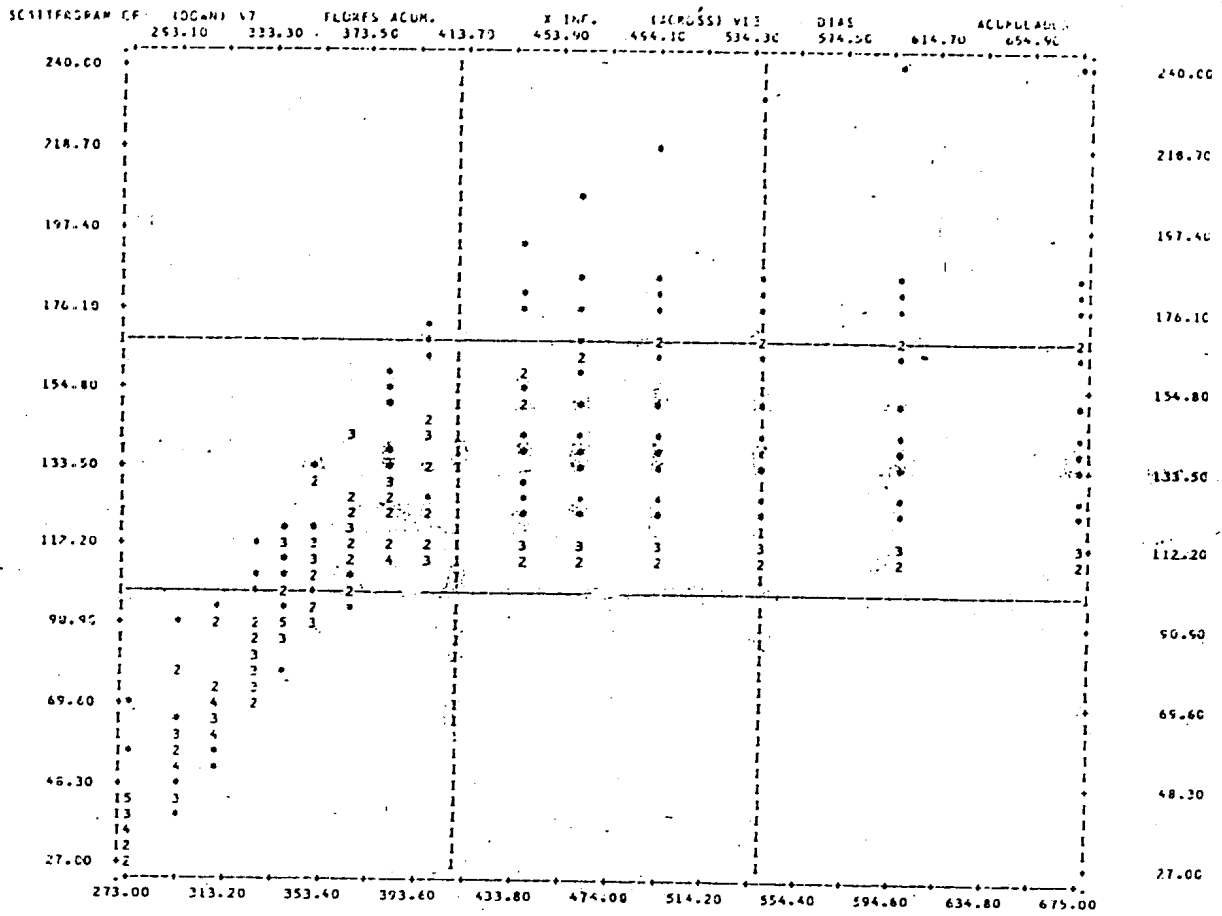
VARIABLES IN THE EQUATION				VARIABLES NOT IN THE EQUATION					
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL TOLERANCE	F	
V15	0.1303140	2.65499	0.01048	154.659	V16	-0.71208610-01	-2.10879	0.00776	64.152
V14	-0.71208610-01	-2.10879	0.00776	64.152					
V16	0.39857850-02	0.08291	0.00244	2.679					
(CONSTANT)	-44.02167								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM. REGRESSION LIST 3

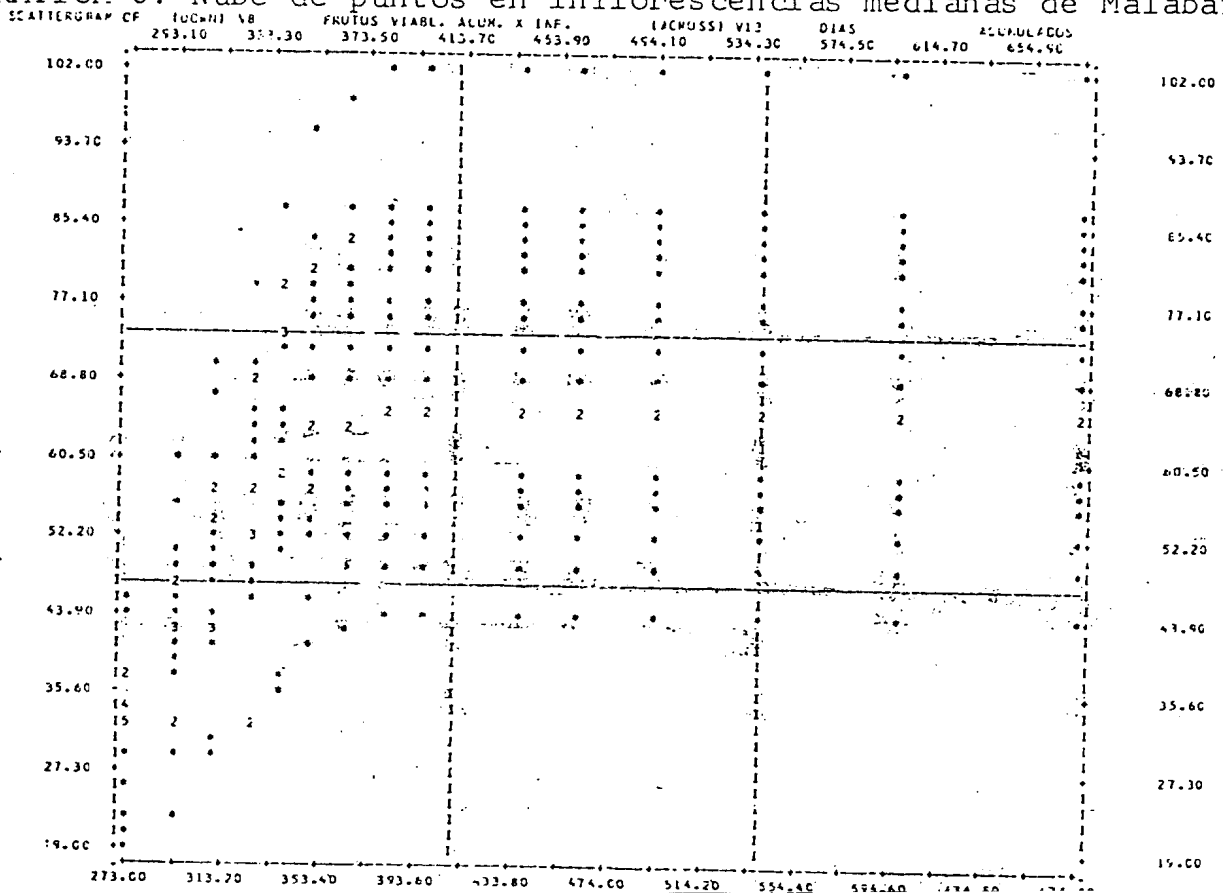
SUMMARY TABLE

VARIABLE		MULTIPLE R	R SQUARE	MSO CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
----------	--	------------	----------	------------	----------	---	------

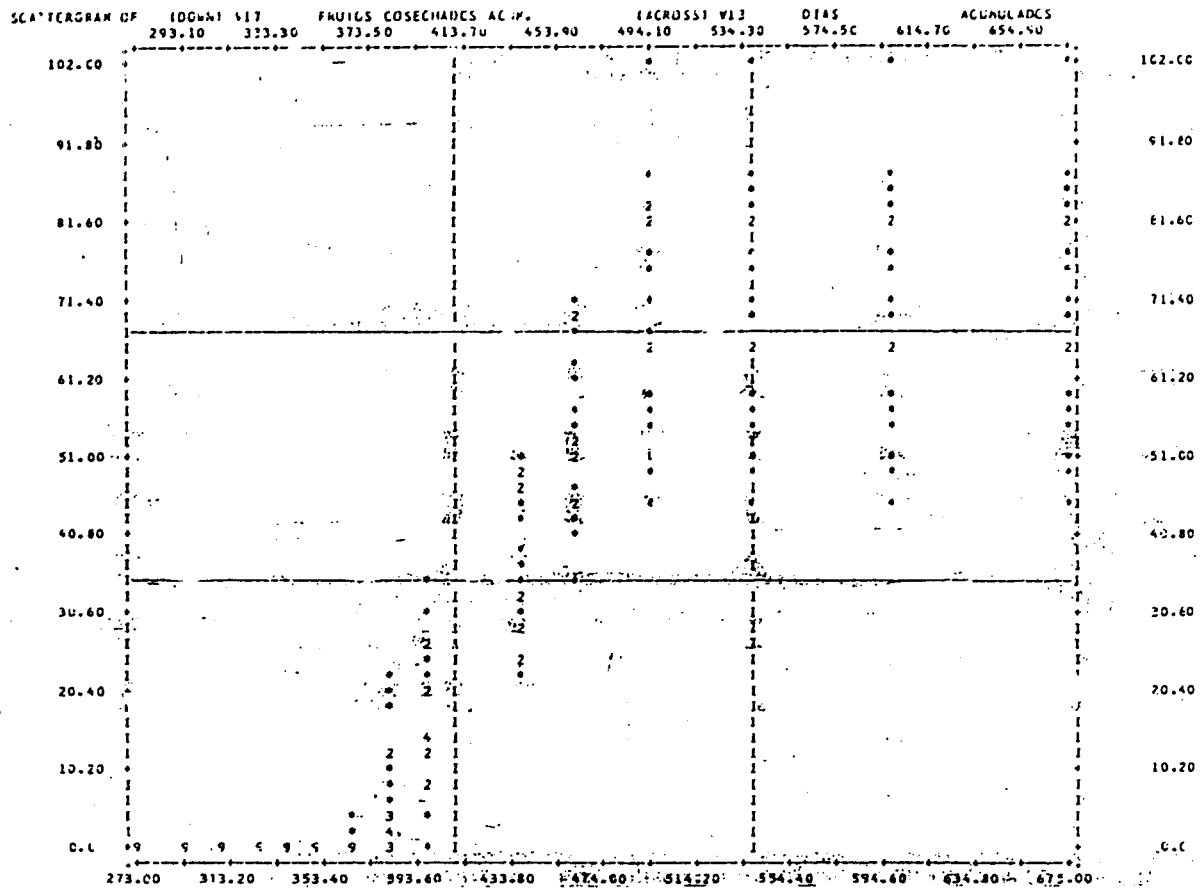
GRAFICA 5: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Malabar



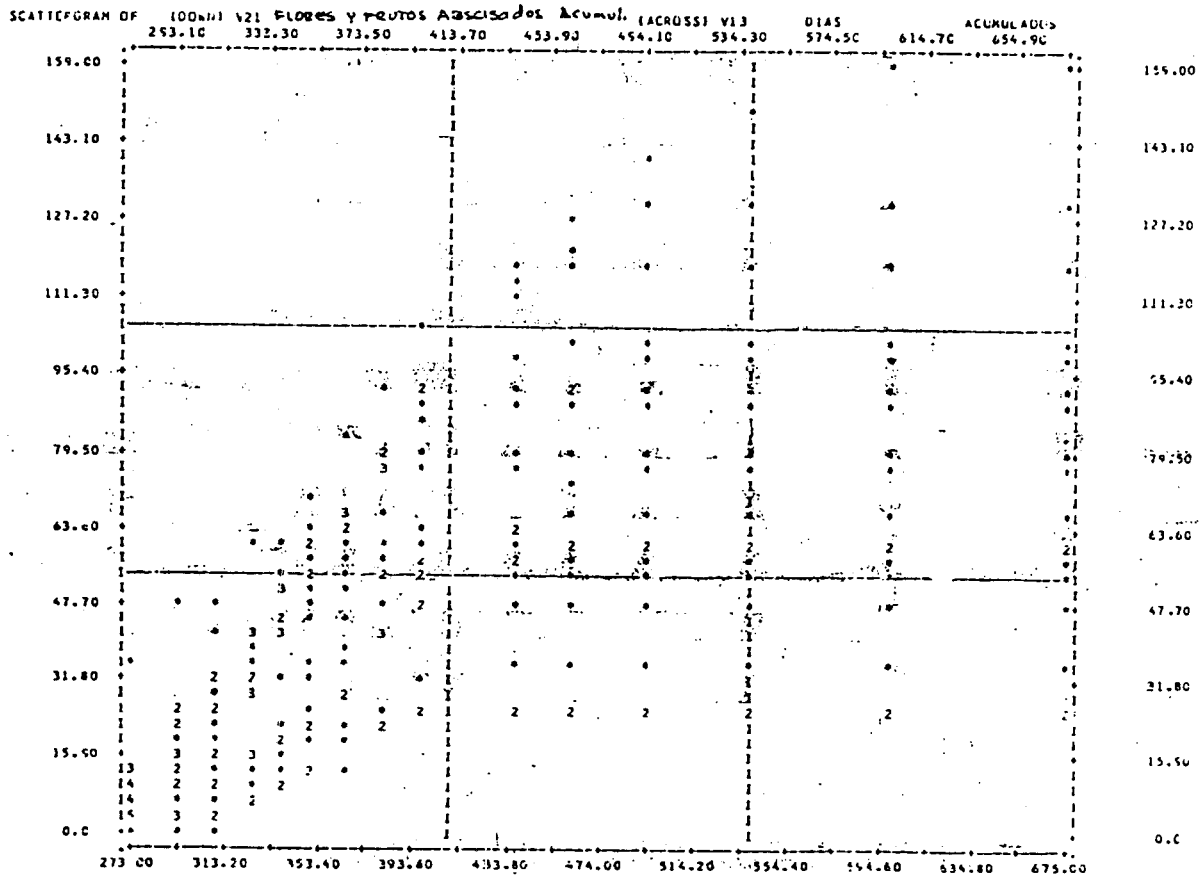
GRAFICA 6: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Malabar



GRAFICA 7: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Malabar.



GRAFICA 8: Nube de puntos en inflorescencias medianas de Malabar



CUADRO 6: Análisis de regresión simple y múltiple entre flores y frutos acumulados Vrs. temperatura, horas luz y precipitación, en cardamomo Malabar.

TECNOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERRERA 25/11/83 PAGE 1002  
 FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 \* \* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \* \* VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF. REGRESSION LIST 1  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V14 TEMPERATURA ACUM.  
 MULTIPLE R 0.30645 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09291 REGRESSION 1. 1006923.54259 1006923.54259 167.65355  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09335 RESIDUAL 1616. 9715222.96812 6004.52212  
 STANDARD ERROR 77.48892

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V14 (CONSTANT)	0.26545220-01 35.98973	0.30645	0.00208	167.694	V15	-0.55838	-0.04946	0.00711	3.566
					V16	0.06153	0.02331	0.13905	0.879

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V15 HORAS LUZ ACUM.  
 MULTIPLE R 0.31004 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09213 REGRESSION 2. 1030695.06475 515347.53238 55.56377  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09501 RESIDUAL 1617. 9691561.82836 5995.54473  
 STANDARD ERROR 77.41795

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V14	0.75879040-01	0.86284	0.02466	9.470	V16	0.03938	0.01464	0.12507	0.346
V15 (CONSTANT)	-0.70316640-01 34.17650	-0.55838	0.03531	3.966					

TECNOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERRERA 25/11/83 PAGE 1002  
 FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 \* \* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \* \* VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF. REGRESSION LIST 1  
 VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3.. V16 PRECIPITACION ACUM.  
 MULTIPLE R 0.31036 ANALYSIS OF VARIANCE DF SUM OF SQUARES MEAN SQUARE F  
 R SQUARE 0.09632 REGRESSION 3. 1032787.75055 344262.58352 57.41577  
 ADJUSTED R SQUARE 0.09464 RESIDUAL 1616. 9689469.12016 5995.95861  
 STANDARD ERROR 77.43358

VARIABLES IN THE EQUATION					VARIABLES NOT IN THE EQUATION				
VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V14	0.70002270-01	0.79601	0.02659	6.930					
V15	-0.66512800-01	-0.52818	0.03590	3.433					
V16 (CONSTANT)	0.49280400-02 36.05416	0.03938	0.00834	0.349					

TECNOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERRERA 25/11/83 PAGE 1004  
 FILE MEHS2 (CREATION DATE = 25/11/83) RELACION CLIMA PLANTA  
 \* \* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \* \* VARIABLE LIST 1  
 DEPENDENT VARIABLE.. V7 FLORES ACUM. X INF. REGRESSION LIST 1

SUMMARY TABLE

VARIABLE		MULTIPLE R	R SQUARE	RSQ CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
V14	TEMPERATURA ACUM.	0.30645	0.09291	0.05251	0.30645	0.70002270-01	0.79601
V15	HORAS LUZ ACUM.	0.31004	0.09213	0.00222	0.30139	-0.66512800-01	-0.52818
V16	PRECIPITACION ACUM.	0.31036	0.09632	0.00020	0.25383	0.49280400-02	0.03938
(CONSTANT)							

CUADRO 6

FILE NENSZ (CREATION DATE = 25/11/83) MELACIA OLIVA PLANTA

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. V8 FRUTOS VIABL. ACUM. X INF.

REGRESSION LIST 2

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V14 TEMPERATURA ACUM.

MULTIPLE R	0.16675	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.02782	REGRESSION	1.	5062.91305	5062.91305	44.30121
ADJUSTED R SQUARE	0.02722	RESIDUAL	1618.	174553.06448	1061.24418	
STANDARD ERROR	32.88228					

----- VARIABLES IN THE EQUATION ----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V14	0.60990520-02	0.16679	0.00088	44.301	V15	-0.81262	-0.06950	0.00711	7.84895
(CONSTANT)	78.96581				V16	0.03838	0.01404	0.13005	9.315

.....  
VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V15 HORAS LUZ ACUM.

MULTIPLE R	0.18032	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.03252	REGRESSION	2.	5822.32293	2911.16146	27.17224
ADJUSTED R SQUARE	0.03132	RESIDUAL	1617.	174109.67460	1076.68745	
STANDARD ERROR	32.81292					

----- VARIABLES IN THE EQUATION ----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V14	0.35180760-01	0.97652	0.01045	11.332	V16	0.00445	0.00160	0.12587	0.004
V15	-0.41922410-01	-0.81262	0.01497	7.848					
(CONSTANT)	27.88477								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. V8 FRUTOS VIABL. ACUM. X INF.

REGRESSION LIST 2

SUMMARY TABLE

VARIABLE	MULTIPLE R	R SQUARE	RSQ CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
V14	TEMPERATURA ACUM.	0.16679	0.02782	0.02782	0.35180760-01	0.97652
V15	HORAS LUZ ACUM.	0.18032	0.03252	0.00470	-0.41922410-01	-0.81262
(CONSTANT)				0.16642	27.88477	

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM.

REGRESSION LIST 3

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1.. V15 HORAS LUZ ACUM.

MULTIPLE R	0.67033	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.44934	REGRESSION	1.	71032.45910	71032.45910	1320.31036
ADJUSTED R SQUARE	0.44500	RESIDUAL	1618.	870528.75769	538.02768	
STANDARD ERROR	23.19542					

----- VARIABLES IN THE EQUATION ----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V15	0.32413290-01	0.67033	0.00089	1320.310	V14	-1.96805	-0.22364	0.00711	85.131
(CONSTANT)	-49.48218				V16	-0.69095	-0.04639	0.14635	3.582

.....  
VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2.. V14 TEMPERATURA ACUM.

MULTIPLE R	0.69057	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.47688	REGRESSION	2.	75392.20270	37696.10135	737.04627
ADJUSTED R SQUARE	0.47224	RESIDUAL	1617.	826950.05410	511.43475	
STANDARD ERROR	22.61452					

----- VARIABLES IN THE EQUATION ----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V15	0.1272379	2.63137	0.01031	152.187	V16	0.00293	0.00408	0.12587	2.678
V14	-0.66456260-01	-1.96805	0.00720	85.131					
(CONSTANT)	-46.54607								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM.

REGRESSION LIST 3

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3.. V16 PRELIFITACION ACUM.

MULTIPLE R	0.69119	ANALYSIS OF VARIANCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F
R SQUARE	0.47775	REGRESSION	3.	75710.70972	25236.90274	452.70712
ADJUSTED R SQUARE	0.47678	RESIDUAL	1616.	82521.54867	510.63442	
STANDARD ERROR	22.60316					

----- VARIABLES IN THE EQUATION ----- VARIABLES NOT IN THE EQUATION -----

VARIABLE	B	BETA	STD ERROR B	F	VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	TOLERANCE	F
V15	0.1303140	2.65499	0.01048	154.659	V16	0.00293	0.00408	0.12587	2.678
V14	-0.71206180-01	-2.10079	0.06776	24.152					
V16	0.39857850-02	0.08293	0.00244	2.679					
(CONSTANT)	-44.02167								

..... MULTIPLE REGRESSION ..... VARIABLE LIST 1

DEPENDENT VARIABLE.. V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM.

REGRESSION LIST 3

SUMMARY TABLE

VARIABLE	MULTIPLE R	R SQUARE	RSQ CHANGE	SIMPLE R	B	BETA
V15	HORAS LUZ ACUM.	0.67033	0.44934	0.44934	0.1303140	2.65499
V14	TEMPERATURA ACUM.	0.69057	0.47688	0.02754	-0.71206180-01	-2.10079

CUADRO 7

Resultados del Análisis de Varianza, tomando en cuenta la floración acumulada por inflorescencias y las diferentes fuentes de variación.

FUENTE DE VARIACION	Lecturas Individuales															Considerando el total de lecturas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Lectura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
Material genético	NS	**	**	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Parcela	NS	**	*	NS	NS	*	**	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Macolla	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Epoca de emergencia	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS	*	**	**	NS	*	**	**
Lectura-material genético	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-parcela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-macolla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-época emergencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
Material genético-parcela	NS	NS	NS	NS	*	**	**	**	NS	**	*	NS	NS	NS	**	**
Material genético-macolla	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	**	**	**	NS	NS	NS	NS	**	**
Material genético-época emergencia	NS	**	NS	NS	**	**	**	**	**	NS	*	NS	NS	NS	NS	**
Parcela-macolla	8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Parcela-época de emergencia	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Macolla-época de emergencia	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

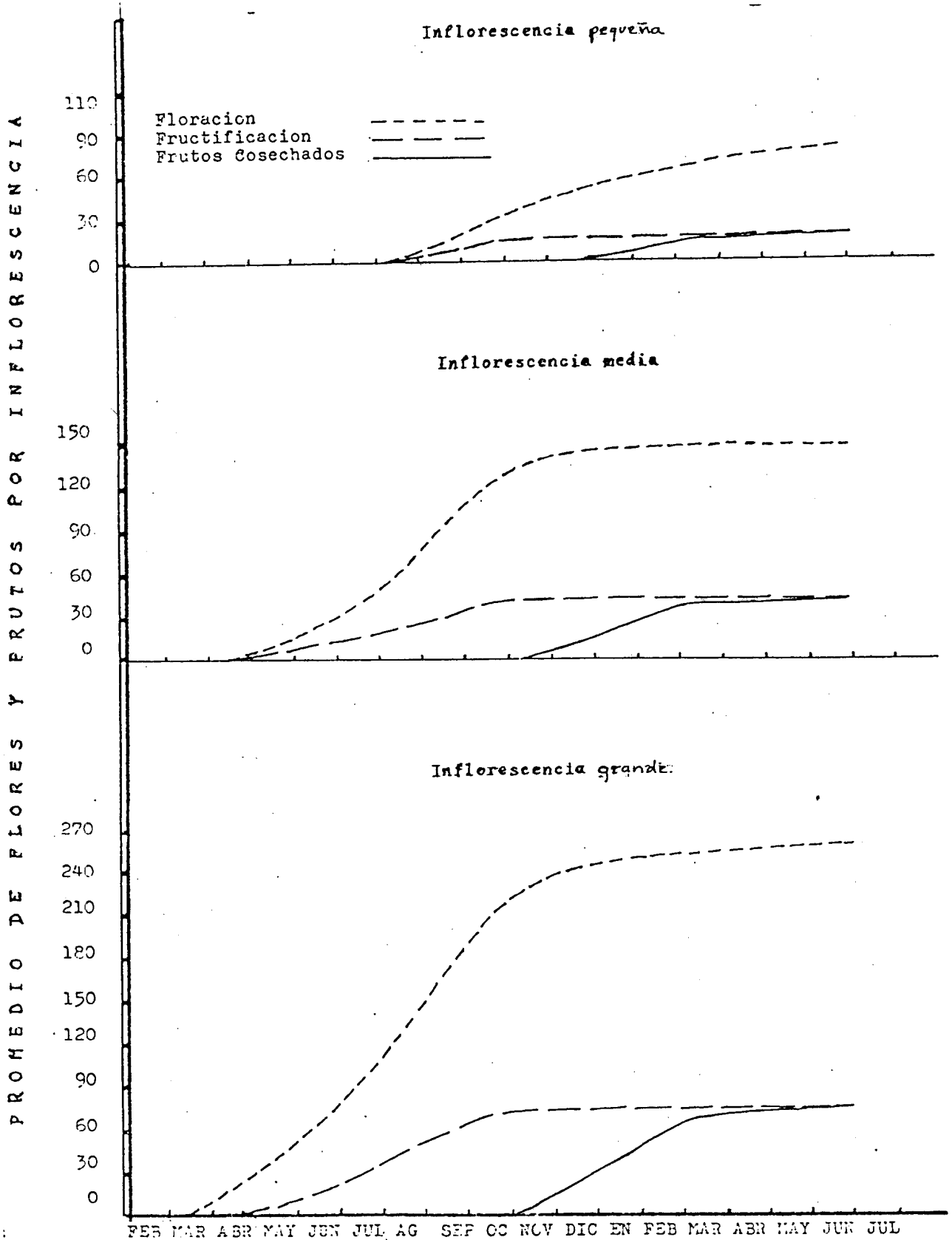
Resultados del Análisis de Varianza, tomando en cuenta la fructificación acumulada por inflorescencia y las diferentes fuentes de variación

FUENTES DE VARIACION	Lecturas Individuales															Considerando el total de lecturas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Lectura																**
Material genético	**	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
Parcela	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Macolla	NS	NS	NS	*	NS	**	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	**
Epoca de emergencia	**	**	**	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
Lectura-material genético	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-parcela	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-macolla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Lectura-época de emergencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NS
Material genético-parcela	**	NS	NS	*	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Material genético-macolla	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Material genético-época emergencia	NS	*	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	**
Parcela-macolla	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Parcela-época de emergencia	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Macolla-época de emergencia	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**

\* Diferencias significativas al 5%  
 \*\* Diferencias significativas al 1%  
 NS No significativo

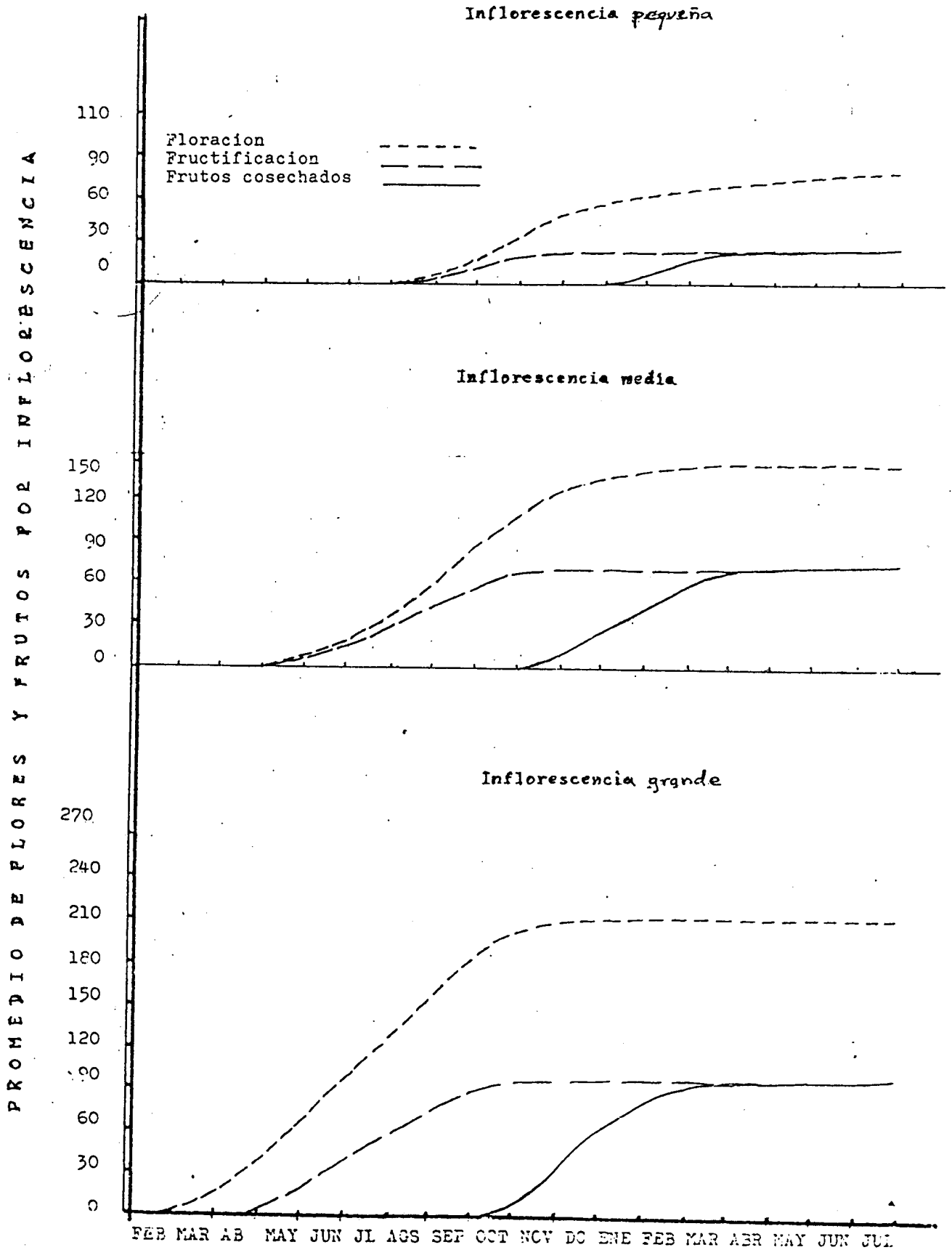
GRAFICA 9

CICLO DE FLORACION, FRUCTIFICACION Y FRUTOS COSECHADOS DEL  
CARDAMOMO MYSORE, TOMANDO EN CUENTA INFLORESCENCIAS CON -  
DISTINTAS EPOCAS DE EMERGENCIA



GRAFICA. 10

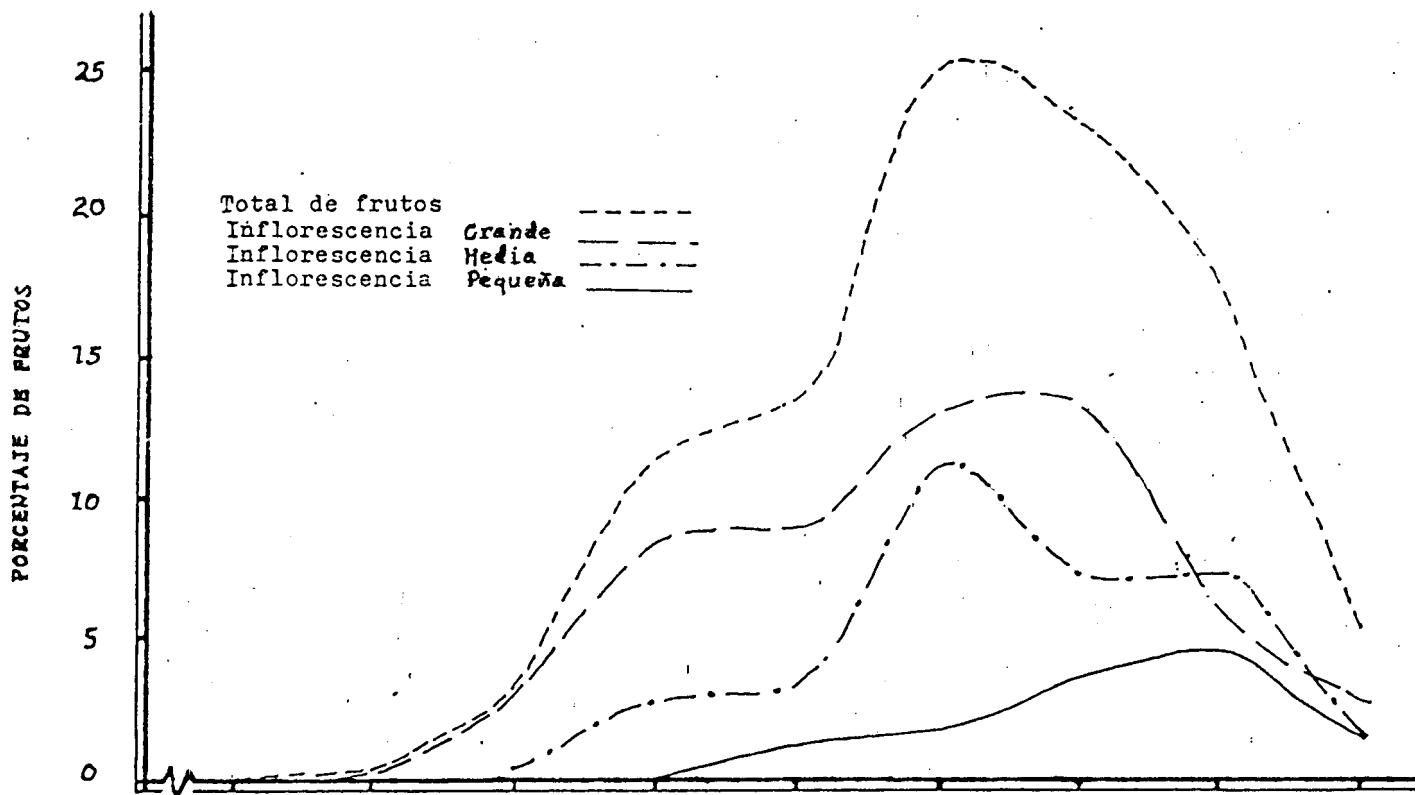
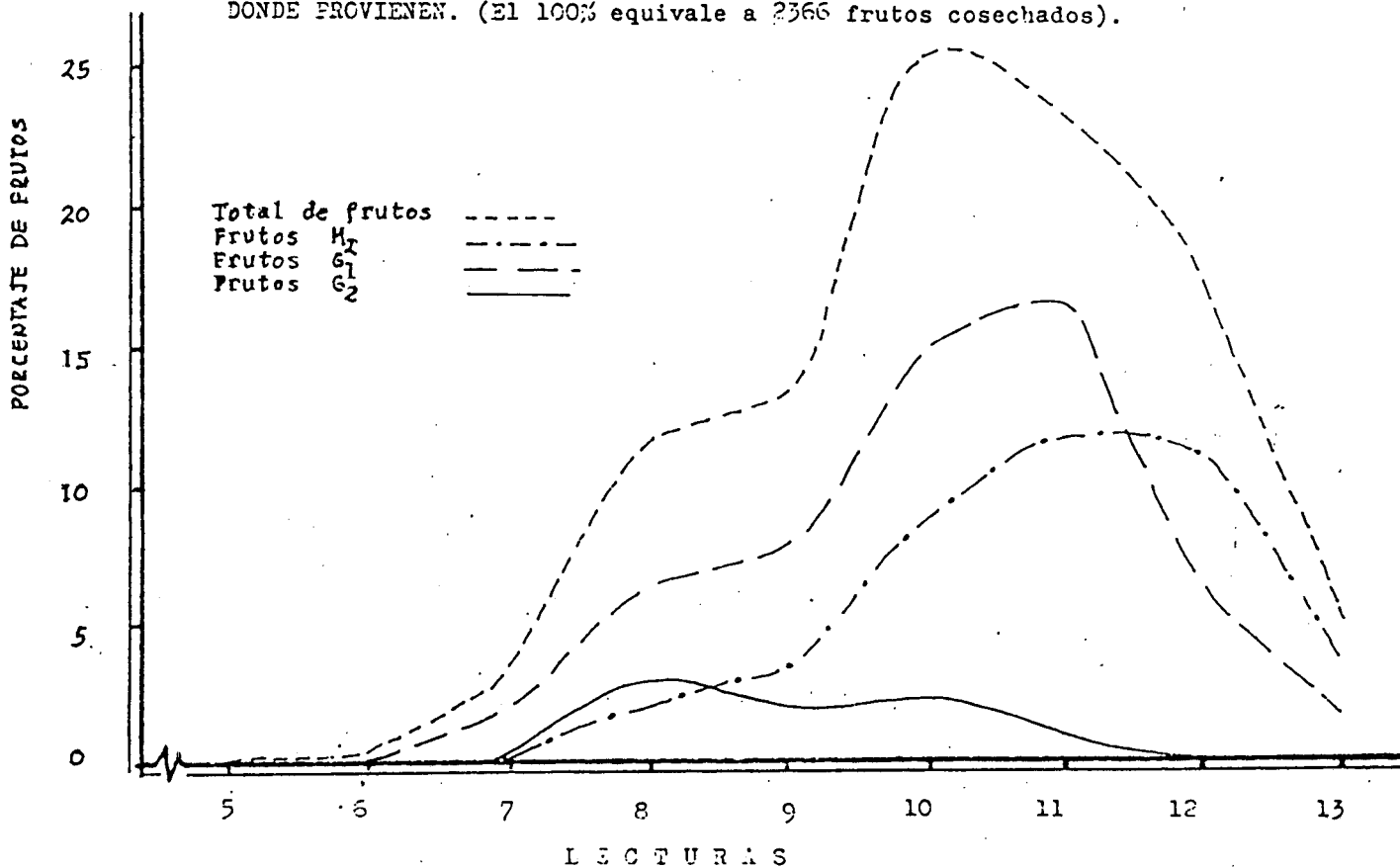
CICLO DE FLORACION, FRUCTIFICACION Y FRUTOS COSECHADOS DEL  
CARDAMOMO MALABAR, TOMANDO EN CUENTA INFLORESCENCIAS CON -  
DISTINTAS EPOCAS DE EMERGENCIA





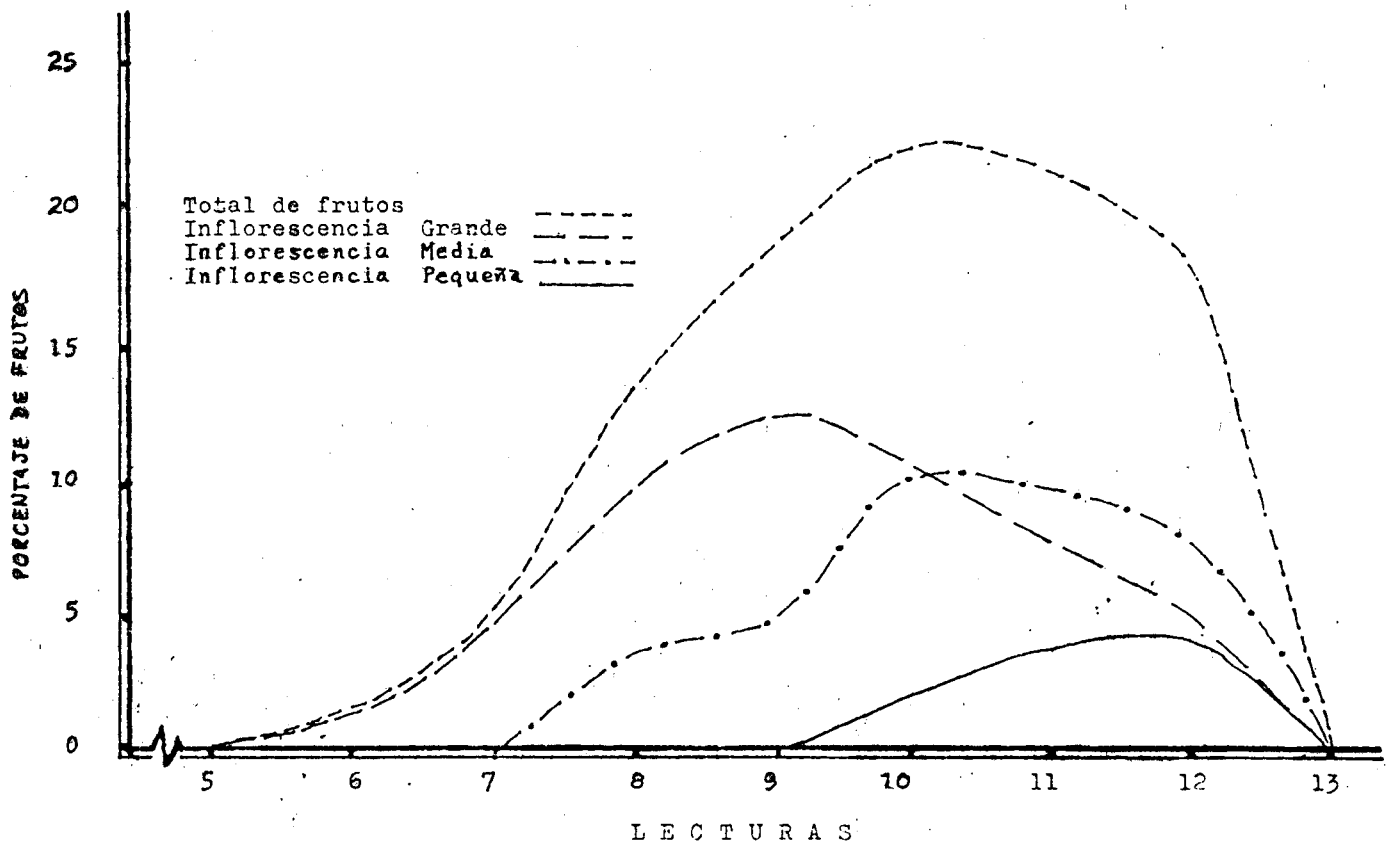
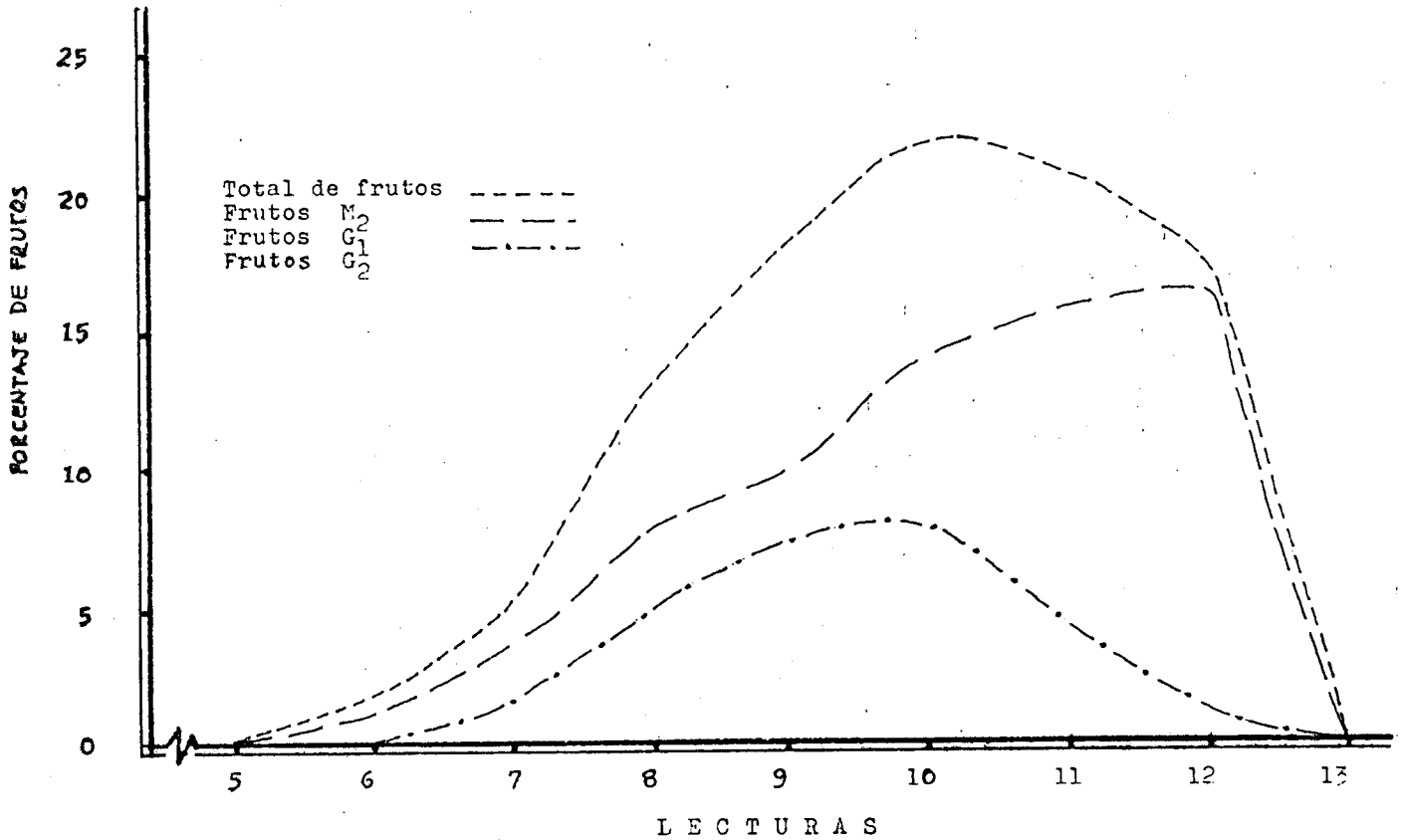
GRAFICA 11

FRUTOS COSECHADOS EN CARDAMOMO MYSORE, TOMANDO EN CUENTA EL NUMERO DE FRUTOS, TAMANO DE FRUTOS Y LA EPOCA DE EMERGENCIA DE LAS INFLORESCENCIAS DE DONDE PROVIENEN. (El 100% equivale a 2366 frutos cosechados).

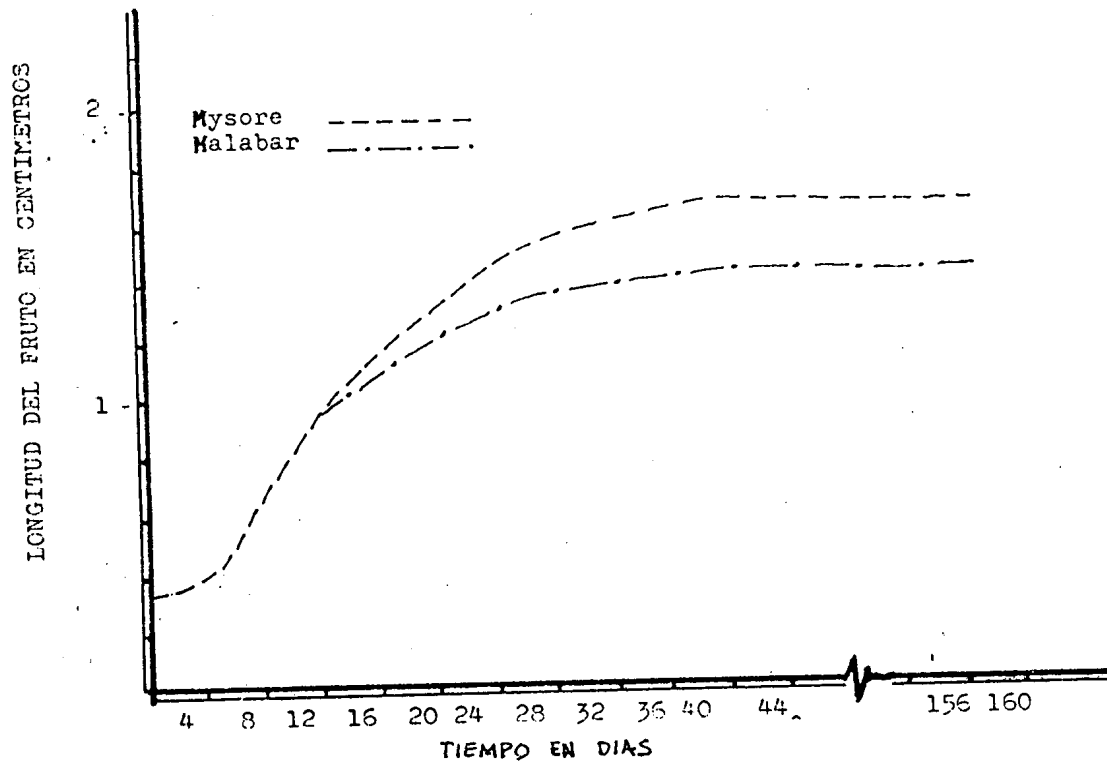


GRAFICA 12

FRUTOS COSECHADOS EN CARDAMOMO MALABAR, TOMANDO EN CUENTA EL NUMERO DE FRUTOS, TAMAÑO DE FRUTOS Y LA EPOCA DE EMERGENCIA DE LAS INFLORESCENCIAS DE DONDE PROVIENEN. (El 100% equivale a 3377 frutos cosechados).

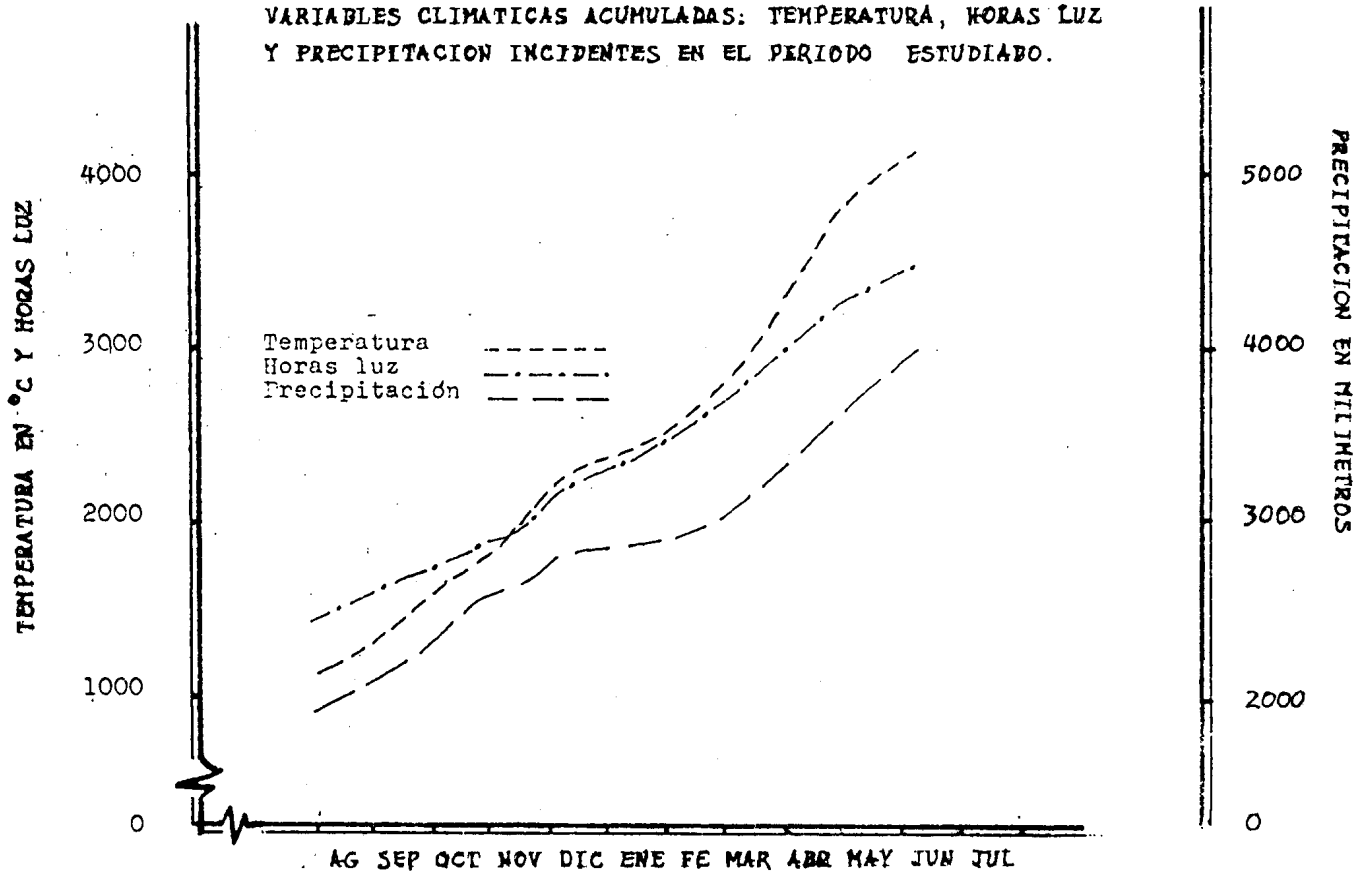


CRECIMIENTO DEL FRUTO EN CARDAMOMO HYSORE Y MALABAR



GRAFICA 14

VARIABLES CLIMATICAS ACUMULADAS: TEMPERATURA, HORAS LUZ Y PRECIPITACION INCIDENTES EN EL PERIODO ESTUDIADO.



CUADRO 8

PORCENTAJE DE FRUTOS VIABLES Y ABSCISION EN DISTINTAS ETAPAS REPRODUCTIVAS DEL CARDAMOMO MYSORE Y MALABAR.

FECHA	CARDAMOMO	MYSORE	CARDAMOMO	MALABAR
	% de frutos	% abscisión	% de frutos	% abscisión
15-3-1981	0.0	100.0	0.0	100.0
23-4-1981	3	96	5	95
24-6-1981	27	73	40	60
22-8-1981	37	63	46	54
6-9-1981	36	64	49	51
20-9-1981	31	69	47	53
3-10-1981	35	65	45	55
17-10-1981	39	61	42	58
31-10-1981	18	82	28	72
17-11-1981	6	94	8	92
5-12-1981	1	98	0	100
15-1 -1982	0	100	0	100

## OTROS RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las variedades de cardamomo estudiadas tienen similitud a MYSORE y MALABAR. Ilyas (19), Sahadevan (35) y Samarawira (36) mencionan para Mysore algunas características como son: plantas robustas, tallos de 3 a 4 mts. - de alto y hasta 5.5 mts.; hojas con el envés glabro, inflorescencias de 0.6 a 0.9 mts., erectas, flexuosas, poco productoras y que florecen por 2 a 3 años; los frutos son grandes, fusiformes, de color verde oscuro; la madurez comercial la alcanzan en 3.5 a 4 meses; se obtienen de 5 a 7 frutos por racimo.

De acuerdo al presente estudio, dichas plantas presentan similitud a las características descritas para la variedad Mysore, en lo siguiente: las plantas son robustas, los tallos miden en promedio 3.9 mts. de altura, - con rangos que oscilan entre los 2.7 y 5.5 mts.; las hojas son glabras, sin embargo; existen discrepancias en algunas características: las inflorescencias miden de - 0.6 a 1.6 mts.; cada inflorescencia presenta 27 a 32 racimos, los racimos basales presentan un promedio de 2 a 3 frutos cada uno; las inflorescencias que emergieron en octubre - noviembre tienen un período de floración de 12 meses, que se inicia en marzo de un año y finaliza en - abril del siguiente y, las que emergieron en diciembre-enero tienen un período de floración de 9.5 meses, que - transcurre entre mediados de abril de un año hasta enero del siguiente; los frutos tardan cerca de 160 días (5 meses) en llegar a su madurez comercial, (ver fotos 4 y 7).

Los mismos autores mencionan que la variedad Malabar presenta plantas de porte bajo; tallos de 2 a 3 mts. de altura; hojas pubescentes en el envés; enflorescencias - de 0.5 a 0.9 mts. de alto, decumbentes o rastreras y -

florece solamente durante una estación, luego mueren. - Es buena productora, sus frutos son ovoides, redondos, - de color verde pálido; la madurez comercial la alcanzan en 3 a 3.5. meses; la producción de frutos es constante año con año a diferencia de Mysore; cada racimo presenta de 2 a 3 frutos.

Según este estudio, las plantas presentan similitud a las características descritas para la variedad Malabar, en cuanto a: porte de plantas; altura de tallos (aunque el promedio de altura de tallos es de 3.3 mts., los rangos varían entre 2.35 y 5.5 mts.); pubescencia de hojas; color de fruto, tamaño de inflorescencias y período de floración, el cual es de 11 meses, que en las inflorescencias que emergen en octubre - noviembre está comprendida entre marzo y diciembre y en las que emergen en diciembre - enero, en los meses de mayo de un año a marzo del siguiente; algunas discrepancias son: las inflorescencias presentan de 25 a 31 racimos y son procumbentes; los racimos basales presentan un promedio de 5 frutos cada uno; los frutos alcanzan su madurez comercial en 160 días, existiendo igualdad con el período de maduración de los frutos de Mysore, (ver fotos 1, 2, 3, 5):

A diferencia de los descrito en la bibliografía, - existe una alternancia de la producción anual en ambas - variedades, siendo el segundo año más productivo, para - Mysore en 28% y 16% y para Malabar en 14% y 9% respectivamente para floración y fructificación, en ambas variedades. La variedad Mysore presenta mayor floración y menor fructificación si se compara con Malabar; sin embargo, la alternancia de la producción se manifiesta más notoriamente en Mysore.

Del Análisis de Varianza entre lecturas deducimos -

que las variedades Mysore y Malabar presentan similitud en cuanto al número de flores producidas en cada inflorescencia, y que existe diferencia en la producción de frutos por inflorescencia. Si comparamos el promedio general de flores y frutos, por medio de Tukey, notamos lo siguiente: (ver cuadro 7).

---

PROMEDIO GENERAL DE FLORES Y FRUTOS  
DE MYSORE Y MALABAR

No. de lectura	Promedio de flores acumuladas/ inflorescencia	Promedio de frutos acumulados/inflorescencia
1	56	27
2	71	33
3	85	38
4	95	43
5	108	48
6	118	51
7	125	53
8	131	53
9	137	53
10	143	53
11	146	53
12	148	53
13	150	53
14 y 15	153	53

---

Desde la lectura 1 a la 6ta., que corresponde hasta mediados del mes de octubre, existen diferencias entre lecturas en la producción de flores y frutos, después de este tiempo, aunque la floración continúa ya no existe incremento significativo para los frutos; este período coincide con el inicio de la cosecha, es decir la floración y la fructificación efectiva ocurre hasta antes del inicio de las cosechas.

Del Análisis de Varianza de la producción total (lectura 15), deducimos lo siguiente: Respecto al total de flores por inflorescencia, no existen diferencias significativas entre variedades de cardamomo, solamente entre inflorescencias con distinta época de emergencia, sin embargo; sí existen efectos interactivos entre variedad - macolla y variedad - parcela (ver cuadro No. 4); este resultado, es el reflejo de que cada macolla y en si cada inflorescencia, se comporta de manera independiente. El comportamiento de la inflorescencia está en función del estado del tallo del cual depende y, la situación de los tallos, está condicionada por el efecto del medio, como por ejemplo: el clima y los efectos bióticos y abióticos del suelo; a medida que cada tallo productivo cumpla 2.5 años de edad y exista mucha insolación, falta de humedad, temperaturas bajas y además ataque de insectos y microorganismos, ocurre la muerte de hojas, que conlleva la reducción del área fotosintética de cada tallo y posteriormente, la necrosis descendente de estos últimos. Como lo reporta Ramírez (32), las macollas sembradas en pequeñas ondulaciones y con una tolerable cantidad de nemátodos fitopatógenos, desarrollan mejor, debido a que allí se acumula abundante materia orgánica.

Respecto a la cantidad de frutos viables formados por inflorescencia, sí existen diferencias entre variedades de cardamomo y entre inflorescencias con distinta época de emergencia. Llama la atención observar que casi no existen efectos interactivos de segundo orden entre variedades, parcelas y macollas (ver cuadro No. 7); por lo anterior deducimos que las inflorescencias que producen mayor cantidad de frutos, son las que emergieron en octubre - noviembre, esto es debido a una mayor producción de flores, ya que la proporción flores:frutos viables, es similar en todas las inflorescencias, aunque su



época de emergencia sea distinta.

El promedio de producción de flores por inflorescencia para las dos variedades es de 234 flores por inflorescencia grande (emergen entre octubre y noviembre), - 147 flores por inflorescencia mediana (emergen entre diciembre y enero) y 78 flores por inflorescencia pequeña (emergen entre junio y julio) (ver tabla No. 1). Proporcionalmente se forman 3:2:1 flores para inflorescencias Grandes, Medianas y Pequeñas, respectivamente. Las inflorescencias que contribuyen al grueso de la producción son las grandes y las medianas, pues son las que se encuentran en mayor y similar número (generalmente hay una inflorescencia grande y una mediana por cada tallo).

El promedio de frutos por inflorescencia es:

En Cardamomo Mysore: 66, 38 y 13 frutos; en Cardamomo Malabar: 91, 63 y 17 frutos, respectivamente para inflorescencias grandes, medianas y pequeñas (ver cuadro No. 2). Al comparar las medias de frutos, se forman los siguientes grupos: 91 66 63 38 17 13; notamos que Malabar es la más productora y que son las inflorescencias grandes y medianas las que más contribuyen a esa producción. El cardamomo Malabar, para finales del mes de julio, ya presentaba cerca de un 11% más de frutos que Mysore; ambas variedades para esta época ya habían formado el 43 y 54% de su producción, respectivamente. Como más adelante se discute, la variedad Malabar presenta un ciclo de floración más corto, aunque el de fructificación es similar en ambas variedades.

La producción de flores está condicionada por los efectos del medio, sin embargo esos efectos poco alteran la posterior proporcional formación de frutos (ver cuadro No. 2 y gráficas Nos. 1, 2, 5 y 6); observe que en

la formación de flores, hasta finales de septiembre, las dos variedades se comportan en forma casi uniforme, después de esa fecha, se hacen marcados los efectos interactivos de segundo orden, entre los factores variedad, macolla y parcela,; esta gran inestabilidad, es reflejo de la acción de los factores ambientales y el estado de desarrollo de la macolla.

Al analizar el comportamiento de la floración a lo largo del ciclo reproductivo, notamos lo siguiente (ver gráficas Nos. 9 y 10): desde mayo a finales de septiembre se observa un marcado incremento en la velocidad de floración, la cual continúa, aunque con una progresiva disminución de su velocidad hasta finales de noviembre; siempre, aunque en mínima cantidad, se encuentran flores en los meses de diciembre a abril, principalmente en las inflorescencias pequeñas, ya que éstas terminan su ciclo vital en este último mes.

Al comparar la floración entre las inflorescencias Grandes de las dos variedades, se nota que de finales de septiembre en adelante, Mysore continúa con la misma velocidad de floración (hasta octubre) mientras que en Malabar, esta disminuye progresivamente; este período coincide con el inicio de la cosecha (ver gráficas Nos. 9 y 10).

Tomando en cuenta los promedios de floración y fructificación por inflorescencias grandes y medianas, para cada variedad, tenemos:

Mysore: 201 flores y 57 frutos por inflorescencia  
Malabar: 179 flores y 83 frutos por inflorescencia.

Observamos que Malabar produce menos flores y -

presenta un mayor número de frutos viables, siendo la relación flores:frutos viables de 3.53:1 para Mysore y de 2.2:1 para Malabar. La mayor producción de frutos de Malabar, está dado por características genéticas, ya que en una misma época, cuando las variedades presentan similitud en la velocidad de floración (desde mayo hasta finales de septiembre) la fructificación es mayor para Malabar. Ambas variedades presentan rasgos adaptativos distintos para las condiciones ambientales estudiadas, ya que Malabar energéticamente es más eficiente, pues su mayor floración coincide con el período de mayor fructificación.

Al comparar las gráficas de frutificación (ver gráficas Nos. 9 y 10) para las dos variedades, notamos que todas las inflorescencias manifiestan igual comportamiento, excepto porque Malabar presenta en promedio mayor cantidad de frutos.

Al comparar la curva de frutos cosechados, también existe igualdad para ambas variedades, en cuanto a que la época de mayor cosecha es la misma, nótese que la curva de frutos cosechados mantiene igual tendencia que la curva de fructificación (ver gráficas Nos. 3, 7, 9 y 10), ya que todos los frutos, tanto en Mysore como en Malabar, tardan aproximadamente el mismo tiempo en llegar a su punto de madurez comercial; que cuando empiezan las primeras cosechas, lo cual ocurre en la segunda quincena de octubre, ya casi no existe fructificación, sin embargo la floración todavía continúa; aunque la velocidad de la misma va siendo cada vez menor y el porcentaje de abscisión es de cerca del 94% en noviembre y ya del 100% en enero (ver cuadro No. 8).

Después del inicio de la cosecha, desde noviembre

hasta enero, solamente existe en promedio, cerca del 6% de fructificación de las pocas flores formadas (14% de la fructificación total).

Si promediamos los valores de fructificación ocurridos en ambas variedades, observamos que la fructificación efectiva ocurre de mayo hasta octubre, promediando durante este período, para Mysore en 31.8% y para Malabar en 45% de formación de frutos viables; estos datos coinciden con lo reportado por Lang (22) quien encontró el 33% y 48% de fructificación para las variedades Mysore y cercana a la Malabar, respectivamente (ver cuadro No. 7).

Del total de flores y frutos producidos por las inflorescencias estudiadas, el 82% de las flores se formaron entre los meses de marzo a octubre y 89% hasta enero; el 98% de los frutos se formaron entre los meses de mayo a octubre.

En el período agosto - octubre, las inflorescencias Grandes producen cerca de la mitad de sus flores, las Medianas producen cerca de las tres cuartas partes de sus flores y las pequeñas producen la totalidad de flores en el período de agosto a junio del año siguiente.

Las inflorescencias de las dos variedades, emergen en su gran mayoría en los meses de octubre a enero; se desarrollan vegetativamente hasta marzo - mayo, meses en los que se inicia la floración, y detienen su crecimiento así como la formación de subinflorescencia, durante el mes de agosto e inicios de septiembre; necrosándose a finales de marzo del año siguiente, cuando la mayor parte de sus frutos ha madurado.

Las inflorescencias que emergen entre octubre y -

noviembre principalmente de Mysore, inician su floración a finales de marzo e inicios de abril, sin embargo, debido a las bajas temperaturas (menos de  $10^{\circ}\text{C}$ ) y al bajo nivel de precipitación durante esta época (ver gráfica No. 14), la abscisión de frutos jóvenes y flores es de 98%. Estas inflorescencias terminan su ciclo de floración entre octubre y abril en Mysore y entre octubre y enero en Malabar.

Las inflorescencias que emergen en diciembre y enero inician su floración a partir de mayo y la culminan entre noviembre y abril.

La fructificación efectiva ocurre al mismo tiempo - en todas las inflorescencias, estando comprendida entre mediados de mayo y finales de octubre.

Las inflorescencias que emergen entre junio y julio florecen entre agosto de un año y junio del siguiente y la fructificación ocurre entre agosto y octubre, sin embargo; estas inflorescencias se encuentran en cantidades mínimas dentro de la plantación, por lo que la producción de frutos de las mismas, es despreciable.

En Choval, Cobán, A. V., el cardamomo presenta sus ciclos vegetativo y reproductivo bien definidos; inicianse ambos entre los meses de noviembre a enero, principalmente, durante los cuales, la temperatura ambiental - desciende a menos de  $10^{\circ}\text{C}$  y ésto causa el fin de la dormancia de las yemas foliares y florales; dichas yemas se encuentran en tallos de un año de edad, que tienen en promedio, de 8 a 12 pares de hojas fotosintéticas y una altura de 3.0 mts.. Los tallos reproductivos culminan su ciclo vital entre marzo y abril, a los 2.5 años de haber emergido y también lo hacen las inflorescencias; ambos -

se necrosan en forma descendente; durante el proceso de necrosis, las flores formadas y frutos pequeños abscisan y, los frutos ya desarrollados apresuran su ciclo de madurez.

A pesar de que los rizomas están interconectados, cuando se quiebra o poda un tallo reproductivo, sus inflorescencias responden necrosándose, es decir, que éstas no toman los recursos almacenados en otros rizomas sino solamente del que las sostiene.

En las gráficas 11 y 12 observamos que las inflorescencias que contribuyen en mayor grado a la producción son las Grandes, luego las Medianas y son las Pequeñas las que menos aportan; estas se diferencian también por la época de emergencia y por la época en que aportan la cosecha; las Grandes se cosechan en octubre y noviembre; Las Medianas de noviembre a enero y las Pequeñas de enero a febrero. En las mismas gráficas observamos que el cardamomo Mysore presenta los frutos de mayor tamaño (en promedio miden 1.3 cms. de largo X 0.9 cms. de ancho) comparados con los de Malabar (en promedio miden 1.5 X 0.8 cms.); el tamaño de frutos es entonces debido a factores genéticos principalmente; ya que, las primeras cosechas (noviembre - diciembre) son las que aportan los frutos de mejor calidad, pues es cuando se colectan los de mayor tamaño. En Cobán, el período de cosecha está bien delimitada y ocurre de noviembre a marzo.

Los primeros frutos formados (mayo - junio) en la inflorescencia, son los de mayor tamaño y los que se forman posteriormente, van siendo paulatinamente más pequeños; de acuerdo con Stephenson, este fenómeno es debido a la competencia interfrutos que se establece por la adquisición de nutrientes. Según Lang (22), ese menor

tamaño de los frutos formados posteriormente, está relacionado con un menor número de óvulos viables y de consiguiente con un menor número de semillas, que sin embargo no son debidos a una "mala" polinización sino al número de óvulos formados por fruto.

A todo lo largo del ciclo reproductivo, se manifiestan frutos manchados; los mayores valores de incidencia (76%) se observan durante los meses de octubre y noviembre, período en que gran cantidad de frutos se encuentran en proceso de maduración, siendo Mysore quien presenta mayor ataque, posiblemente porque el color de sus frutos es obscuro y la mancha se detecta mejor y/o porque Malabar presenta cierta resistencia al patógeno causal de la mancha del fruto.

En el campo se observa que cuando los frutos inician su crecimiento, ya se presentan manchados, siendo los síntomas como pequeñas manchas redondas de color verde olivo y aspecto aceitoso; conforme los frutos van madurando dichas manchas se tornan necróticas, causando daño, porque los frutos infectados son de baja calidad, ya que durante el beneficiado, las manchas se asentúan. Mysore presenta el 82% de frutos maduros manchados y Malabar el 70%; debido a este porcentaje tan alto de frutos manchados pero maduros, inferimos que el agente causal de dicha mancha no es el responsable de la abscisión de flores y frutos jóvenes.

Existe ataque de picudo del cardamomo (Cholus sp.), a todo lo largo del ciclo reproductivo, hasta el mes de diciembre, en el cual es controlado por la cosecha de los frutos, ya que; este insecto se alimenta del músculo de los frutos y de las semillas tiernas, el picudo también carcome el raquis de las inflorescencias y luego

deposita en ese lugar, un huevecillo del cual emerge una larva que avanza por toda la médula de la inflorescencia hasta llegar al rizoma, en donde empupa. Al ser atacado el raquis de la inflorescencia, ocurre en éstas, necrosis descendente y abscisión de las flores y frutos presentes.

En las condiciones estudiadas, el picudo causa poco problema a los frutos, ya que sólo el 4.5% de éstos se manifiesta atacado; es importante hacer notar, que el máximo ataque de picudo ocurre en los meses de septiembre a diciembre, que coincide con la época en que hay mayor cantidad de frutos jóvenes; aunque mínimamente, se encontraron frutos atacados durante todo el ciclo de fructificación. El mayor daño es causado por el picudo en estado larvario, ya que al penetrar a un rizoma permite la infección de éste y de los adyacentes, situación que implica la muerte descendente de tallos e inflorescencias antes de concluir su ciclo. Pareciera que las hembras ponen huevos durante los meses de agosto a diciembre y que el picudo atravieza por los estados larvario y pupal hasta los meses de junio y julio. Las dos variedades de cardamomo presentan igual susceptibilidad al ataque del picudo.

Siempre se encuentran botones florales necrosados, sin embargo, su número aumenta durante los meses de noviembre a mayo, período en que la temperatura mínima desciende a menos de  $10^{\circ}\text{C}$  y los botones no tienen la fuerza de turgencia necesaria para llegar a antesis, por lo que se necrosan.

Desde finales del mes de octubre en adelante la floración disminuye significativamente, porque los meristemos activos de las subinflorescencias paulatinamente van necrosándose, deteniéndose de esta forma el - - -



crecimiento de las mismas. La muerte de dichos meristemos se manifiesta por la presencia de un botón deformado que posteriormente se necrosa, en el ápice de cada subinflorescencia.

De la gráfica 13 deducimos que el tiempo promedio para el crecimiento de los frutos es de 160 días (5.3 meses), desde flor hasta punto de cosecha; no existe influencia significativa de la época de emergencia de la inflorescencia, de la época de antesis floral, de la mayor o menor competencia entre frutos (número de frutos por subinflorescencia), ni de la variedad del cardamomo en el ciclo de crecimiento y maduración de los frutos. Aparentemente algunos de los primeros frutos que se forman tardan más tiempo en llegar a su madurez comercial, en Mysore tardan hasta 200 días y en Malabar hasta 187 días; sin embargo, en el período de mayor fructificación pueden encontrarse frutos que utilizan, en Mysore 110 días (3.5 meses) y en Malabar 86 días (3 meses) para llegar a su madurez comercial.

El crecimiento en longitud de los frutos, presenta una curva del tipo sigmoide simple; a los 14 días después de antesis éstos han aumentado en un 46% de longitud total, a los 26 días alcanzan cerca del 92% de su longitud total y a los 40 días alcanzan su mayor tamaño; utilizando el resto del tiempo, solamente para madurar. Las dos variedades de cardamomo presentan el mismo comportamiento en lo que a la curva del crecimiento de los frutos se refiere.

En los meses de agosto a octubre seleccionamos una muestra de 9 inflorescencias de Mysore y 5 inflorescencias de Malabar, los resultados de floración - fructificación - abscisión fueron:

	Malabar		Mysore	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Flores formadas	1594	100	715	100
Frutos viables	636	40	202	28
Frutos abscisados	224	14	219	17
Flores abscisados	734	46	394	55

El cuadro anterior muestra que en Malabar hay una mayor fructificación que en Mysore, debido a que presenta - su mayor floración cuando existen las mejores condiciones climáticas para la formación de frutos. Para ambas variedades existe similar porcentaje de frutos abscisados - - (14-17% del total de flores), éstos abscisan de distintos tamaños, siendo la media de 0.7 X 0.4 cms.. El porcentaje de flores abscisadas es en un 9% menor en Malabar que en Mysore, lo que da por resultado, que en Malabar haya significativamente, mayor cantidad de frutos viables, - Equivaliendo la sumatoria de flores y frutos jóvenes abscisados, a 60% en Malabar y a 72% en Mysore.

Ilyas (19) reporta que en la India, la floración se inicia en el mes de abril y continúa hasta agosto o septiembre; en Cobán, ésta mantiene un comportamiento similar. Ilyas también reporta, que existe en la India un - intervalo de máxima floración entre mayo y junio, durante el cual se encuentra de 2 a 3 flores por inflorescencia; en Cobán, la floración máxima ocurre también durante dicho período, habiendo al igual que en la India, de 1 a 3

flores por inflorescencia diariamente. Comprobamos que en las inflorescencias existe un patrón de floración cíclico, que se presente en orden ascendente, es decir, - que la antesis se inicia en las subinflorescencias basales y continúa sucesivamente en las siguientes, hasta el ápice; con intervalos de tiempo entre la antesis de flores que se encuentran en subinflorescencias sucesivas, - que varían de acuerdo a las condiciones climáticas, entre un día en los meses de mayo - junio y 30 días o más como ocurre de diciembre a abril. El efecto del clima también es notorio en el hecho de que, en una misma subinflorescencia, la antesis de dos flores adyacentes ocurre con intervalo de 15 días en los meses de mayo - junio, de 30 días en octubre y hasta de 50 días de noviembre a abril.

Típicamente las primeras inflorescencias en emerger, que corresponden a las más grandes y productoras, no presentan frutos en las primeras posiciones florales de las subinflorescencias basales debido a que, cuando éstas comienzan a florecer, lo cual sucede en marzo - abril, todas las flores formadas abscisan, por efectos mecánicos ocasionados por la presión ejercida por las brácteas que cubren a las subinflorescencias, pero principalmente abscisan por efecto de las bajas temperaturas y porque en esta época ocurre un período de sequía; tampoco presentan frutos en las últimas posiciones florales de las subinflorescencias, principalmente en las apicalas, pues además - de existir traslape en el ciclo reproductivo de las inflorescencias, las flores de dichas posiciones entran en antesis cuando las temperaturas son mínimas, en los meses de noviembre - enero, cuando emergen las nuevas inflorescencias. (ver gráfica No. 14).

Luttman (25) reporta que en la Costa Sur de Guatemala mala, la cosecha ocurre durante 9 a 10 meses; en Cobán, A.V., específicamente en Choval, el período de cosecha es más corto, ocurriendo durante los meses de noviembre a marzo. Se observó que en las partes más calurosas, como en Cubilgüitz, que está localizado en una zona de vida con bosque muy húmedo sub-tropical cálido, la cosecha se inicia en el mes de septiembre; posiblemente ello sea porque los frutos presentan un ciclo de crecimiento y maduración (hasta el punto comercial) más corto (de 3.5 a 4 meses, que está de acuerdo a lo reportado por Ilyas (19), Sahadevan (35) y Samarawira (36)). Luttman (25) y Sahadevan (35), también reportan que a bajas elevaciones las plantas son más deciduas, menos prolíficas y la floración es más acelerada y además reducida a pocos meses; Ochoa (31) reporta que la sequía de enero a abril, ocasiona una abscisión del 50 - 60% de las flores, esto para la Costa Sur del país; en Cobán, la duración de las flores es de un día en los meses de mayo a octubre, dándose la antesis a las 6:00 horas y la vida de la flor se prolonga a dos días en los meses de noviembre a abril, ocurriendo la antesis entre las 10:00 y las 14:00 horas. Por lo anterior, deducimos que el cardamomo es una planta muy sensible a los factores atmosféricos, específicamente a temperaturas superiores a los 25°C o menores de 10°C y a la falta de humedad; esa sensibilidad se manifiesta en la velocidad de floración y mayormente en la fructificación, ya que una gran cantidad de las flores formadas bajo esas condiciones, abscisan. En resumen, los elementos que más influyen en el ciclo de floración son: la longitud del día y la temperatura y, los elementos que influyen sobre el ciclo de fructificación son la temperatura y

la precipitación.

Según Sahadevan (35), la variedad Mysore es sensible a los rayos solares, mientras que Malabar los resiste; - en las condiciones estudiadas, Mysore carece de sombra y Malabar se encuentra bajo ésta; a pesar de que no se han seguido las especificaciones de sombra reportadas en la bibliografía, las respuestas fisiológicas de cada una de las variedades, tales como el inicio de diferentes fases fenológicas y el porcentaje de fructificación, es similar a lo reportado en la India; deducimos que en Choval, el cardamomo responde de igual forma si está con ó sin sombra, posiblemente por un mayor rango de adaptabilidad de éste, a los requerimientos de luz y/o porque allí la - iluminosidad es baja, debido a que la nubosidad y las - lluvias son constantes. Sin embargo, el papel que juega la sombra es indispensable, principalmente porque crea - un microambiente que regula el viento la humedad y la temperatura, cuando estos factores son adversos.

Las plantas de cardamomo fueron afectadas severamente, cuando en los meses de diciembre de 1980 a febrero de - 1981, la temperatura mínima descendió a menos de 5°C, pues to que la mayoría de las hojas pertenecientes a tallos de 1 y 2 años de edad fueron "quemadas por la helada", necrosándose, con lo que se redujo el área fotosintética de dichas plantas; este fenómeno mermó evidentemente la floración y la fructificación de las inflorescencias que fueron productivas en 1981 - 82 y se demuestra con el hecho de - que entre diciembre de 1981 y febrero de 1982 las temperaturas mínimas, aunque fueron las más bajas del ciclo re - productivo 82 - 83, no descendieron a menos de 5°C y, - -

tanto la floración como la fructificación, presentaron valores más elevados que en el ciclo anterior, ya que, en Mysore la floración fue mayor en un 28% y en Malabar en un 14% y la fructificación fue mayor, en Mysore en un 16% y en Malabar en un 9%. El promedio de altura de tallos productivos, también fue mayor en el segundo ciclo estudiado, ya que en Mysore éstos midieron 5 mts. contra 3.4 mts. en el ciclo anterior y en Malabar los tallos midieron 4.8 mts. en el segundo ciclo contra 3.1 mts. en el ciclo anterior. Consideramos pues, que aunque la alternancia de la producción entre un año y otro es debida a factores genéticos, el clima es también un factor decisivo en ésta.

Las principales fases fenológicas estudiadas fueron:

- 1) Brotación o inicio de yemas reproductivas y vegetativas, que ocurre en los meses de octubre a enero;
- 2) El crecimiento de inflorescencias, que ocurre entre octubre de un año y septiembre del siguiente;
- 3) El crecimiento de los tallos, que ocurre durante 2.5 años, de la siguiente manera: crecimiento rápido durante sus primeros 12 meses de vida (de septiembre a septiembre), luego una etapa en que el crecimiento vegetativo es lento, durante los meses de octubre a marzo, período que coincide con la brotación de nuevos tallos e inflorescencias en la base de estos tallos, que ya tienen un año de vida; luego estos últimos reanudan su crecimiento acelerado hasta cumplir dos años en septiembre, a partir de octubre, con el inicio de las cosechas, los tallos detienen su crecimiento y, en el mes de marzo, cuando la cosecha de frutos ha concluido, tanto éstos como las inflorescencias, se encuentran necrosados.

- 4) La floración, que ocurre entre los meses de marzo de un año a abril del siguiente;
- 5) La fructificación, que ocurre durante los meses de mayo a septiembre y,
- 6) La maduración comercial de los frutos o cosecha que ocurre entre los meses de noviembre a marzo.

Wellman (42) nos informó que en la plantación de cardamomo de la finca Choval, se practican 3 fertilizaciones al año: la primera a finales de febrero (o hasta el inicio de las lluvias), con fertilizante completo; - la segunda a finales de junio con urea y, la tercera a finales de octubre, con fertilizante completo. Además realizan una poda y una limpia en los meses de agosto y noviembre, respectivamente. En agosto los tallos que han finalizado su ciclo reproductivo así como los dañados, se podan a 1 metro de altura y las inflorescencias y hojas necrosadas se eliminan de las macollas; en noviembre, durante la limpia, los restos de tallos y las hojas necrosadas se eliminan completamente de las macollas y se colocan en medio de las calles.

De acuerdo a la ocurrencia de las fases fenológicas y tomando en cuenta el manejo que se le da a la plantación en estudio, deducimos que aunque la limpia realizada en noviembre es correcta, pues hace espacio para el crecimiento de nuevos brotes y permite realizar la cosecha con facilidad; la poda que se hace en agosto, afecta a la floración al dañar mecánicamente a las flores y a tallos productivos, por lo que, ésta es más aconsejable en los meses de abril - mayo, al iniciarse las lluvias ya que antes de este tiempo (noviembre - marzo) los brotes foliares al sol, se resienten por la sequía y/o las heladas y después de este tiempo, da inicio la floración efectiva.

De acuerdo al presente estudio, las épocas en que se aplican fertilizantes son correctas, pues coinciden con las distintas respuestas fisiológicas del cardamomo (1- Inicio del desarrollo vegetativo acelerado; 2- Inicio de la floración efectiva; 3- Inicio de la brotación de yemas).

De los cuadros 5 y 6 deducimos lo siguiente: sí existe una alta correlación entre los factores climáticos: temperatura, horas-luz/día y precipitación y los fenómenos de la floración y fructificación en el cardamomo. El modelo matemático que mejor se adapta para explicar la correlación simple entre estos fenómenos y los factores climáticos mencionados, es el de regresión logarítmica, cuya función es  $T = b_0 + X^{b_1}$

El factor climático que más correlacionado está con el comportamiento floral es la temperatura, el segundo factor en importancia es el de horas-luz, siendo la precipitación el factor menos influyente, pero también de efecto significativo. En Cobán se establece un efecto interactivo solamente entre la temperatura y horas-luz y la variable de respuestas floración; el modelo de regresión múltiple que explica este fenómeno es el siguiente:

$$Y = 36.05416 + 0.07 (\text{temperatura}) + -0.0665128 (\text{horas luz})$$

El comportamiento de la fructificación está altamente correlacionado con la temperatura; también influyen en ésta significativamente, las horas-luz recibidas diariamente por la planta. Sí existe interacción entre ambos factores climáticos y la variable-respuesta fructificación; siendo el modelo de regresión múltiple que explica dicho fenómeno, el cual se representa de la forma siguiente:

$$Y = 27.88477 + 0.3518076 (\text{temperatura}) + -0.0419224 (\text{horas luz})$$



El comportamiento del ciclo de frutos cosechados, está altamente correlacionado con la variable horas-luz está en segundo lugar, correlacionado con la temperatura y finalmente con la precipitación. Solamente existe

un efecto interactivo entre hora-luz y temperatura y el ciclo de frutos cosechados; siendo el modelo de regresión múltiple que explica dicho fenómeno, el siguiente:

$$Y = -44.02167 + 0.01303140 (\text{horas luz}) + -0.0712086 (\text{temperatura})$$

De acuerdo a los resultados discutidos en secciones anteriores y según el análisis estadístico, determinamos que las dos variedades de cardamomo presentan el mismo comportamiento en lo que a la respuesta de los factores atmosféricos se refiere.

### CONCLUSIONES

- 1- El cardamomo "verde" o "VA 2-79" presenta características de la variedad Mysore; el cardamomo "pache" o "VA 4-79", presenta características cercanas a la variedad Malabar.
- 2- Las fases fenológicas en ambas variedades, ocurren de la manera siguiente:
  - a) Brotación de yemas reproductivas y vegetativas, en los meses de septiembre a enero.
  - b) Crecimiento de tallos; se da durante 2.5 años, desde septiembre de un año, hasta el mes de marzo del tercer año, cuando ha concluido la cosecha.
  - c) Crecimiento de las inflorescencias durante los meses de octubre de un año y septiembre del siguiente año.
  - d) Floración; ocurre desde marzo de un año a abril del siguiente.
  - e) Fructificación; durante los meses de mayo a octubre.
  - f) Cosecha de frutos; está comprendida entre noviembre y marzo.
- 3) El ciclo de vida de los tallos aéreos tiene una duración de 2.5 años y presenta una curva de crecimiento del tipo sigmoide doble; que transcurren así: la fase de brotación está comprendida entre septiembre y noviembre principalmente; luego se inicia una fase de crecimiento rápido, que finaliza en septiembre del año siguiente; de ésta fecha (coincide con el inicio de nuevas yemas) hasta marzo, el crecimiento vegetativo es lento, luego durante la etapa de máxima floración y fructificación, éste se acelera hasta que los tallos cumplen 2 años en septiembre; de octubre en adelante, con el inicio de las cosechas, dichos tallos merman su crecimiento y en el

mes de marzo cuando la cosecha de frutos ha concluído los mismos se presentan en proceso de necrosis - descendente o completamente deshidratados.

- 4- El ciclo de vida de la inflorescencias tiene una duración aproximada de 1 año con 4 meses. Generalmente emergen, en forma sucesiva, 3 inflorescencias de la base de cada tallo, raramente emerge una tercera. La primera inflorescencia emerge entre octubre y noviembre (inflorescencia grande), la segunda lo hace entre diciembre y enero (inflorescencia mediana), - la tercera emerge en junio y julio (inflorescencia pequeña); éstas se desarrollan vegetativamente, la primera hasta marzo, la segunda hasta mayo y la - tercera hasta agosto, luego se inicia la formación de flores, continuando el crecimiento de las inflorescencias, hasta el mes de septiembre; a partir de entonces, el crecimiento se detiene y en el mes de marzo del siguiente año, al igual y en estricta dependencia de los tallos, las inflorescencias se necrosan en forma descendente.
- 5- Las dos variedades de cardamomo (Mysore y cerca de la Malabar), presentan un promedio similar de flores por inflorescencia, siendo éste de 234 flores - en inflorescencias que emergen entre octubre y noviembre; 147 flores en inflorescencias que emergen entre diciembre y enero y, 78 flores en inflorescencias pequeñas.
- 6- La producción de frutos es diferente para cada variedad y para inflorescencias con distinta época de emergencia; Mysore presenta 66, 38 y 13 frutos; Malabar presenta 91, 63 y 17 frutos respectivamente para inflorescencias grandes, medianas y pequeñas.
- 7- Las inflorescencias que emergen de octubre a enero (grandes y medianas) son las que contribuyen, a la

mayor producción de flores y frutos; pues las pequeñas no solo producen muy pocos frutos sino porque son muy escasas.

- 8- Las inflorescencias con distinta época de emergencia presentan similar proporción de flores Vrs. frutos viables, pues en todas ellas el período de mayor floración coincide con el de mayor fructificación que ocurre entre mayo y octubre. El 80% de las flores y el 98% de los frutos viables se forman dentro de dicho período, en el cual Mysore y Malabar presentan en promedio, el 32% y 45% de fructificación respectivamente. El mayor porcentaje de abscisión del cardamomo Mysore se debe a características genéticas y a que su período de floración (13 meses) es mayor que el de Malabar (11 meses).
- 9- Las inflorescencias presentan un patrón de floración cíclico en forma ascendente y sucesiva, iniciándose la antesis desde las subinflorescencias basales hacia las apicales; en la época de mayor floración, entre subinflorescencias, la antesis ocurre a intervalos de un día, y dentro de una subinflorescencia, la antesis de 2 flores adyacentes ocurre a intervalos de 15 días; durante dicho período, pueden presentarse diariamente de 1-3 flores por inflorescencias.
- 10- Las inflorescencias presentan un patrón de fructificación que está determinado por las condiciones atmosféricas imperantes en el momento de antesis floral. Las inflorescencias grandes no presentan frutos en las primeras posiciones florales de las subinflorescencias basales, tanto en las inflorescencias grandes como en las medianas y pequeñas, no se forman frutos en las últimas posiciones de las subinflorescencias apicales.

- 11- Las variedades Mysore y Malabar presentan el 15% de frutos jóvenes abscisados (miden 0.4 X 0.7 cms) con respecto al total de flores formados/inflorescencia; esta abscisión es ocasionada por efectos genéticos.
- 12- Las inflorescencias de la variedad Mysore presentan las siguientes características: miden 0.6 - 1.6 mts. de longitud, son erectas y flexuosas; poseen en promedio 30 subinflorescencias; en cada una de las inflorescencias basales se forman 9 flores y 3 frutos. En el cardamomo Malabar las inflorescencias miden 0.5 - 0.9 mts. de longitud, son erectos y flexuosas, poseen en promedio 28 subinflorescencias; cada una de las subinflorescencias basales poseen 9 flores y 5 frutos.
- 13- Dentro de una macolla existe corrección inter-tallos, sin embargo; cada tallo con sus inflorescencias se comporta como una unidad independiente.
- 14- Las primeras cosechas aportan los frutos más grandes y de consiguiente, de mejor calidad sin embargo, no existe influencia significativa de la época de emergencia de la inflorescencia, de la época de anthesis floral, de la mayor o menor competencia entre frutos ni de la variedad de cardamomo, en el ciclo de crecimiento y maduración de los frutos.
- 15- Durante todo el periodo de fructificación y cosecha, el 82% de los frutos en Mysore y el 70% de los frutos en Malabar se encontraron con manchas que inicialmente eran de color verde olivo y luego se tornaron de color café; su agente causal aún no ha sido identificado. El 4.5% del total de frutos de Mysore y Malabar fueron perforados por el adulto del picudo del cardamomo (Cholus sp.), sin embargo; ambos no son causales de la abscisión de flores y frutos jóvenes aunque, en la etapa larvaria, el picudo sí causa la abscisión de todas las flores y

frutos jóvenes aunque ; en la etapa larvaria, el picudo sí causa la abscisión de todas las flores y frutos de las inflorescencias que ataca , pues destruye la médula y el sistema vascular de éstas, además de permitir el ingreso de agentes patógenos que posteriormente necrosan gran parte de la macolla.

- 16- Tanto en Mysore como en Malabar se presenta alternancia en la producción de flores y frutos entre un año y otro; ya que, en Mysore la floración fue mayor en un 28% y en Malabar en un 14% y la fructificación fue mayor en Mysore en un 16% y en Malabar en un 9%. Esta alternancia se debe a características genéticas y al clima, principalmente si ocurre heladas (temperaturas menores de 5°C y escasez de humedad).
- 17- La sombra no influye directamente sobre la fisiología del cardamomo, expresada en sus distintas etapas fenológicas, excepto porque indirectamente protege a las plantas, de las inclemencias atmosféricas.
- 18- Dentro de una macolla existe conexión inter-tallos, sin embargo; cada tallo con sus inflorescencias, se comporta como una unidad independiente.
- 19- El clima, el suelo, la planta y la flora y fauna que la rodean, determinan el potencial de producción de flores en el cardamomo, sin embargo; aunque aumente el número de flores por inflorescencia, el porcentaje de fructificación se mantiene constante, ya que es una característica genética de cada variedad.
- 20- El cardamomo es sensible a los factores atmosféricos, específicamente a temperaturas menores de 10°C

y a la falta de humedad, ya que, al ocurrir estos fenómenos, disminuye el crecimiento de las plantas, se reduce la velocidad de floración y de fructificación; la abscisión de flores y frutos jóvenes se eleva y una gran cantidad de botones florales se necrosan debido a la falta de la presión de turgencia necesaria para la antesis normal.

- 21- En la época de mayor fructificación se presentan los siguientes valores climáticos: de 14 a 27°C (promedios de máximas y mínimas) y una temperatura media de 19°C. 20 días de lluvia por mes, con una precipitación media mensual de cerca de 234 mm; un promedio de 5.5 horas-luz y la humedad ambiental superior al 83%.
- 22- La temperatura, la precipitación y el número de horas-luz, son factores que condicionan y modifican significativamente tanto los ciclos de floración y de fructificación como la abscisión de flores y frutos jóvenes. El modelo matemático que mejor se adapta para explicar la correlación simple entre la floración, la fructificación y la cosecha de frutos Vrs. los factores climáticos, es el de regresión logarítmica.
- 23- Para que se inicie la brotación de yemas vegetativas y reproductivas, es necesario que se acumulen a partir de noviembre (inicio del ciclo), un total de 1558 mm de precipitación; 1864 horas-luz y 2813°C; para completar el ciclo de producción se necesitan acumular en total, 2050 mm de precipitación, 2566 horas-luz y 3657°C (los grados centígrados se obtienen sumando las temperaturas superiores a 10°C y menores de 30°C). Para que se inicie la floración, es necesario que se acumulen: 492 mm de precipitación, 702 horas-luz y 844°C, a partir del momento de emer-

gencia de las inflorescencias y aproximadamente deben acumularse, para que de inicio la fructificación, un total de 1110 mm de precipitación, de 1059 horas-luz y de 1256°C.

- 24- Las variedades de cardamomo Mysore y cercana a la Malabar, presentan una respuesta fenológica similar, a los factores atmosféricos.

Los modelos matemáticos que expresan la correlación múltiple que existe entre las variables climáticas que interactúan entre sí, modificando la floración, la fructificación y la cosecha de frutos, son los siguientes:

Para la variable Floración, el modelo de correlación múltiple lineal que expresa la interacción entre la temperatura y las horas-luz y dicha variable respuesta, es el siguiente:

$$Y = 36.05416 + 0.07 (\text{temperatura}) + (- 0.06651 (\text{horas-luz})).$$

Para la variable respuesta fructificación, el modelo de regresión múltiple lineal es el siguiente:

$$Y = 27.88477 + 0.3518 (\text{temperatura}) + (- 0.04192 (\text{horas-luz})).$$

Para la variable respuesta "frutos cosechados", el modelo de regresión múltiple lineal es el siguiente:

$$Y = - 44.02167 + 0.01303 (\text{horas-luz}) + (- 0.07121 (\text{temperatura}))$$

Aunque sin efecto interactivo, la precipitación también influye tanto en la floración como en la fructificación y en la abscisión de flores y frutos jóvenes; los modelos matemáticos que mejor explican la correlación simple que existe entre las variables dependientes e independientes mencionadas, son en todos los casos logarítmicos.



Para la floración Vrs. la precipitación:

$$Y = 0.0051095 X^{20.358979}$$

Para la variable dependiente fructificación:

$$Y = 0.0846056 X^{6.3427749}$$

Para la variable dependiente "flores y frutos jóvenes abscisados" el modelo es el siguiente:

$$Y = 0.0002459 X^{43.260845}$$

## RECOMENDACIONES

1- Para Choval, Cobán A.V.; de acuerdo a la ocurrencia de las fases fenológicas, de las variedades de cardamomo Mysore y cercana a la Malabar, las intervenciones culturales deberán realizarse en las siguientes épocas:

Fertilización: la primera fertilización debe hacerse en febrero (esperando el inicio de las lluvias), pues en este mes existe desarrollo de inflorescencias y nuevos tallos; la segunda deberá efectuarse en el mes de junio, ya que en éste ocurre la mayor floración efectiva y a la vez con la reactivación del crecimiento de los tallos productivos; la tercera fertilización es recomendable se realice en octubre, ya que en este mes se inicia la brotación de yemas vegetativas y reproductivas. La anterior información deber ser comprobada con experimentación.

Podas y limpiezas: la poda parcial (a un metro de altura) de los tallos y la de las inflorescencias que han finalizado su ciclo reproductivo, deberá realizarse al inicio de las lluvias y antes de que ocurra la floración efectiva; el momento más adecuado es a inicios de mayo. Deberá evitarse el dañar tallos productivos, pues la poda de éstos, implica la necrosis de las inflorescencias que sostiene. La limpia o extracción del resto de tallos necrosados, debe realizarse en el mes de octubre, antes de que se inicie la cosecha y la brotación de los renuevos.

2- Realizar estudios fenológicos para el cardamomo, en zonas de vida con bosque muy húmedo sub-tropical cálido y con bosque húmedo sub-tropical templado, tanto en el norte como en el sur del país.

3- Determinar el agente causal de la mancha foliar y del fruto y su relación con la respuesta del cardamomo.

LITERATURA CONSULTADA

- 1- AGUIRRE, A. Curso de climatología. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979.
- 2- 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.
- 3- BAILEY, L. H. Manuel of cultivated plants. New York, Macmillan, 1977. pp 287-288.
- 4- CANO, M. El cultivo del cardamomo. Guatemala, DIGESA, s.f. 35 pp.
- 5- CRONQUIST, A. The evolution and clasification of flowering plants. New York, Botanical Garden, 1978. pp. 348-349.
- 6- \_\_\_\_\_. An integrated system of clasification of flowering plants. New York, Columbia University Press, 1980. pp. 1167-1159.
- 7- DICCIONARIO ENCICLOPEDICO Océano; Atlas mundial. Barcelona, Océano, 1982 ( Vol. III ). pp 12.
- 8- EDMOND, J. B., SENN, T. L. Y ANDREWS, F. S. Principios de horticultura. México, CECSA, 1976. pp. 67-133.
- 9- FARFAN, O. Vocación agrícola y prioridades de acción en las Verapaces. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1978. pp. 187-215.
- 10- FONT QUER. Diccionario de botánica. Barcelona Labor, 1979. pp. 461.
- 11- GONZALEZ, E. El cultivo del cardamomo. Guatemala, DIGESA, 1977. 16 pp.

- 12- GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. El cultivo del cardamomo. Informe Económico, Vol 26, Abr-Sept. 1979. 40 pp.
- 13- \_\_\_\_\_. Boletín estadístico Oct-Dic. 1982. pp. 35.
- 14- \_\_\_\_\_. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Datos meteorológicos, 1981, 1982. pp. 1.
- 15- \_\_\_\_\_. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS. CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE Y AREA DE CIENCIAS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA. Plan general de investigaciones sobre el cultivo del cardamomo en el Depto. de Alta Verapaz. Guatemala, 1981. 10 p.
- 16- \_\_\_\_\_. FACULTAD DE AGRONOMIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. Guía y normas para la planificación, ejecución y presentación de la investigación de tesis en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. Guatemala, 1981. p.
- 17- GUZMAN, G. T. Conferencias técnicas de agrometeorología. El Salvador, Servicio Meteorológico de El Salvador, 1979 ?. 52 pp.
- 18- HARDY, F. Suelos tropicales: pedología tropical con énfasis en América. México, Herrero, 1970. pp. 14-56, 320-329.
- 10- ILYAS, M. The spices of India-II, Economic Botany, 32 (3): 238-263. 1978.
- 20- INFORPRESS CENTROAMERICANA. Centro América 1982; análisis económicos y políticos sobre la región. - Guatemala, 1982 pp 1-44.
- 21- KURUVINA, S. and MOHAMED, S. Collection and maintenance of cardamom germoplasm. Plant Breeding Abs -

- tracts, 51(1): 110, 114-118. 1981
- 22- LANG, F. La flor, polinización y polinizadores del cardamomo (Elettaria cardamomun M.) en Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 104 p.
- 23- LAURENCE, G. H. Taxonomy of vascular plantas. New York, Macmillan, 1951. pp. 427-428.
- 24- LEON, G. Botánica de los cultivos tropicales. Costa Rica, IICA, 1968. pp. 124-125.
- 25- LUTTMANN, N. T. El cardamomo; consideraciones sobre su cultivo en Guatemala. Guatemala, Centro Universitario Ciudad Vieja, s.f. p. irr.
- 26- MAISTRE, J. Las plantas de especies. Trad por Asunción Carmona. Barcelona, Blume, 1969. pp. 223-224.
- 27- MARTINEZ, M.Y TICO, L. Agricultura práctica. Barcelona, Sopena, 1974. pp. 201-227.
- 28- MEDINA, E. Susceptibilidad de los bosques de coníferas al gorgojo (Dendroctonus sp. ) en función de la composición, edad y densidad de los mismos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. pp. 37-44 y apéndice.
- 29- MORTON, J. and ZALLINGER, J. Herbs and spices. New York, Golden Press, 1976. pp. 99-103.
- 30- MUKHERJI, D. E. Large cardamom. World crops West Bengal. 25: 31-33. 1973.
- 31- OCHOA, G. El cultivo del cardamomo. (inédito).
- 32- RAMIREZ, G. Análisis preliminar de la producción del cardamomo (Elettaria cardamomum) en base al con-

- tenido de nutrimentos minerales en la planta y su relación con los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 82 p.
- 33- REYES, L. Aplicación de los programas del sistema EPSS en la investigación. Guatemala, Universidad de San Carlos, IIME, 1983. 27 p.
- 34- ROSENGARTEN, F. The book of spices. United States, - Pyramid Communications, 1969. pp. 163-173.
- 35- SAHADEVAN, P. C. Cardamom. Trivandrum, India, s.e., 1965. 41 p.
- 36- SAMARAWIRA, I. Cardamom. World Crops. 24: 76-78, - 1972.
- 37- SANCHEZ, J. Plan agrometeorológico para Guatemala. - Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 99 p.
- 38- SEMINARIO SOBRE EL CULTIVO DEL CARDAMOMO. lo., Cobán - 1980. Memorias. Cobán, Universidad de San Carlos, CUNOR, 1980. 33 p..
- 39- STANDLEY, P. and STEYERMARK, J. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Vol 24, part III: 191-192. 1952.
- 40- STEPHENSON, A. G. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. Annual Review of Ecology and Systematics. United States. 12: 253-279.
- 41- WEAVER, R. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas, 1976. pp. 205-414.
- 42- WELLMAN, H. Experimentación sobre la siembra y culti-

vo del cardamomo durante 29 años (1954-1983) llevada a cabo por el agricultor Haroldo Wellman - Christ en la Finca Choval, Cobán, Alta Verapaz. Cobán, Universidad de San Carlos de Guatemala, - Centro Universitario del Norte, 1983. 2 p. Trabajo presentado al 2o. Seminario sobre el cultivo del cardamomo.



*Dr. Ramirez*

**A N E X O 1**





1



2



3

FOTO 1: Tallo reproductivo de año y medio de edad, de la variedad Malabar; observe la inflorescencia grande y mediana, el nuevo brote vegetativo y otra yema vegetativa iniciándose. FOTO 2: Acercamiento de la foto anterior; observe inflorescencia joven mostrando la primera flor. FOTO 3: Inflorescencia de Malabar, con el ápice podado, observe el mayor desarrollo de las subinflorescencias presentes.



4

FOTO 4: Cardamomo de la variedad Mysore ("verde"), observe inflorescencias erectas y flexuosas.

FOTO 5: Cardamomo con características cercanas a la variedad Malabar ("pache") con inflorescencias erectas y flexuosas.

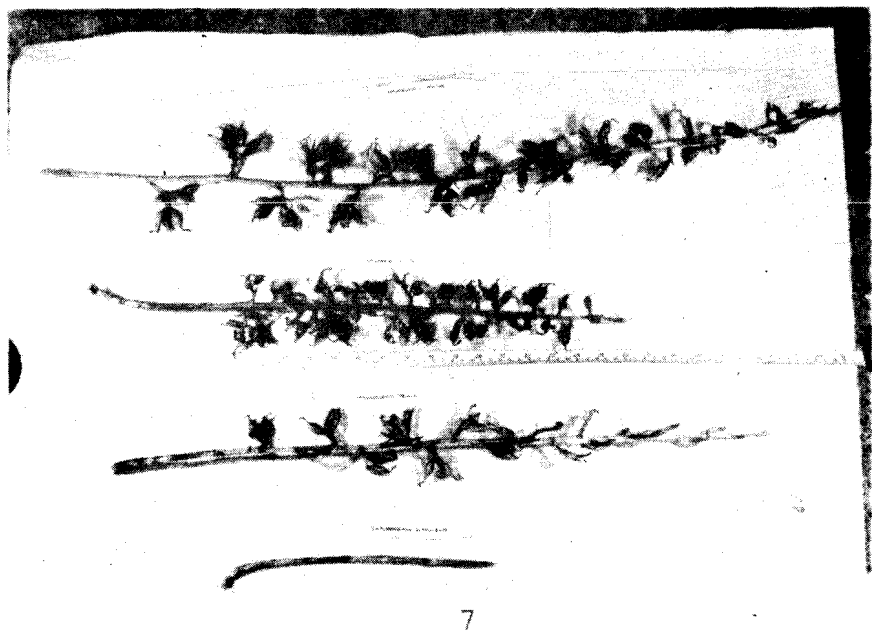
FOTO 6: Cardamomo Malabar típico, observe inflorescencias rastreas decumbentes.



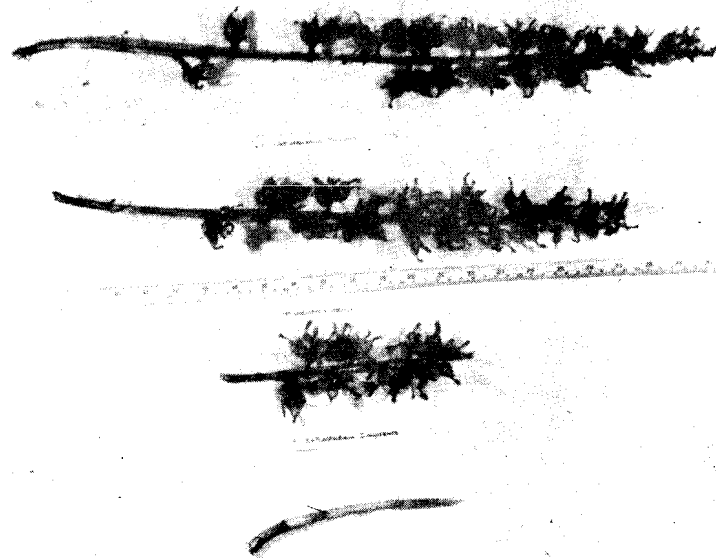
5



6



7

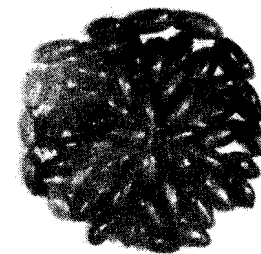
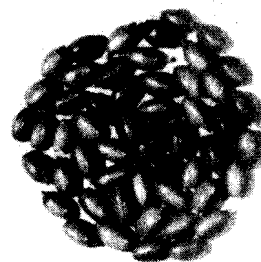


8



9

barra = 1 cm



10

FOTO 7: Inflorescencias grandes, medianas, pequeñas e incipientes de la variedad Mysore. FOTO 8: Inflorescencias de la variedad Malabar. FOTO 9: Frutos del cardamomo Mysore ("verde"), Malabar ("pache") y ? ("blanco"), observe tamaño, aristas y lóculos. FOTO 10: Frutos de la variedad Malabar (1) y Mysore (2) observe la diferencia en tamaño y coloración.

**A N E X O 2**

ESTACION No. 1.1.0. INSIVUMEH, TARJETA No. \_\_\_\_\_  
 NOMBRE COBAN LAT. 15o.23' LONG. 90o.22' ELEV. 1316.91 ms.  
 DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ MUNICIPIO COBAN CORREO \_\_\_\_\_  
 PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_ DATOS DE TEMPERATURAS ABSOLUTAS  
 MAXIMAS Y MINIMAS o.C. FECHA EN QUE INICIO OPERACIONES Septiembre de 1970  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

LOCALIZACION													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1980	28.2	29.2	31.3	31.3	32.3	26.9	27.1	28.8	26.3	27.2	27.5	27.1	32.2
	04.2	04.7	04.6	07.5	09.7	11.0	11.0	12.2	12.3	11.0	08.0	04.0	04.0
1981	28.5	29.4	30.0	30.2	31.6	30.0	26.8	30.9	29.8	26.2	28.0	28.4	32.0
	02.0	04.6	06.4	08.2	07.8	14.3	12.2	18.0	17.0	14.0	09.4	06.0	08.0
1982	28.3	28.7	28.9	30.7	31.2	31.6	31.6	27.0	30.5	28.8	28.2	29.8	32.3
	06.0	06.0	07.0	08.0	10.3	12.4	12.4	10.0	10.0	10.2	07.0	06.0	06.0
1983	32.0	30.3	23.6	24.2	32.4	32.6	30.6	30.7	29.7				
	06.0	06.8	08.4	09.0	09.4	11.3	09.4	11.8	11.6				

ESTACION No. \_\_\_\_\_ INSIVUMEH, TARJETA No. \_\_\_\_\_  
 NOMBRE COBAN PHC. LAT. 15o.23' LONG. 90o.22' ELEV. 1328 Mts.  
 DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ MUNICIPIO \_\_\_\_\_ CORREO \_\_\_\_\_  
 PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_ DATOS DE TEMPERATURAS PROMEDIOS  
 MAXIMAS Y MINIMAS en 9C. FECHA EN QUE INICIO OPERACIONES Septiembre 1970  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

LOCALIZACION													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1980	22.9	21.9	25.5	24.7	28.5	25.4	24.7	25.4	24.6	23.7	22.1	19.5	24.0
	10.4	10.2	11.0	13.0	14.3	14.0	14.3	14.5	10.8	14.3	13.1	11.7	13.0
1981	20.4	21.4	25.1	24.6	28.5	26.8	25.2	26.6	26.1	24.8	22.3	24.7	24.5
	10.1	11.4	11.9	12.4	13.3	16.2	14.9	15.5	15.5	15.5	18.1	14.3	13.4
1982	23.2	23.6	26.0	27.6	26.9	27.1	27.0	25.1	25.6	24.0	22.8	23.8	25.8
	11.6	11.7	11.4	12.6	14.2	15.4	15.4	14.5	15.6	14.9	12.7	13.2	13.6
1983	22.4	23.8	27.4	28.4	28.6	27.7	25.0	25.1	25.8				
	12.7	12.8	11.9	14.4	13.6	15.1	15.1	14.7	14.9				

ESTACION No. 1.1.0 INSIVUMEH, TARJETA No. \_\_\_\_\_  
 NOMBRE COBAN PHC. LAT. 15o.23' LONG. 90o.24' ELEV. 1328 Mts.  
 DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ MUNICIPIO COBAN CORREO \_\_\_\_\_  
 PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_ DATOS DE TEMPERATURA MEDIA OC  
 FECHA EN QUE INICIO OPERACIONES SEPTIEMBRE DE 1970  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

LOCALIZACION													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1980	16.3	15.1	17.4	17.7	20.1	18.5	18.1	18.7	18.4	18.1	16.5	14.5	17.5
1981	14.1	15.7	18.0	17.8	19.8	19.9	19.2	19.4	19.2	18.5	16.1	16.4	17.8
1982	16.2	16.6	18.5	20.3	19.7	20.6	18.9	18.9	19.3	18.3	17.6	18.2	18.6
1983	16.8	17.0	19.6	20.3	19.2	20.0	18.9	18.9	18.9				
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
DECADA													



ESTACION No. 1.1.8 INSIVUMEH, TARJETA No. \_\_\_\_\_  
 NOMBRE COBAN PHC LAT. 15o.28' LONG. 90o.22' ELEV. 1328 Mt.  
 DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ MUNICIPIO COBAN CORREO 07<sup>o</sup> 20  
 PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_ DATOS DE INSOLACION HORAS Y DE-  
 CIMOS TOTALES MENSUALES. FECHA EN QUE INICIO OPERACIONES SEPTIEMBRE 70  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

LOCALIZACION

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1980	187.2	156.5	239.0	154.0	232.4	139.8	172.9	161.0	130.0	107.9	112.5	087.5	1889.7
1981	155.2	129.5	212.4	104.6	229.7	131.0	159.2	170.7	157.0	134.5	147.8	148.0	1961.1
1982	183.9	161.1	233.1	229.7	192.4	159.5	123.7	168.9	115.2	112.6	134.5	163.0	1978.2
1983	112.9	121.2	190.7	197.0	229.8	166.1	142.9	165.0	134.3				

ESTACION No. 1.1.8 INSIVUMEH, TARJETA No. \_\_\_\_\_  
 NOMBRE COBAN PHC LAT. 15o.28' LONG. 90o.24' ELEV. 1328  
 DEPARTAMENTO ALTA VERAPAZ MUNICIPIO COBAN CORREO 07<sup>o</sup> 25  
 PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_ DATOS DE INSOLACION PROMEDIOS  
 MENSUALES. FECHA EN QUE INICIO OPERACIONES Septiembre 1970  
 OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

LOCALIZACION

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1980	6.0	5.4	7.6	5.1	7.5	4.7	5.8	5.2	4.4	3.5	3.7	2.8	05.1
1981	5.0	4.6	6.8	6.1	7.4	4.4	5.2	5.5	5.3	4.3	4.9	4.8	05.4
1982	5.9	5.8	7.5	7.7	6.2	5.2	4.0	5.4	3.8	3.6	4.5	5.3	05.4
1983	4.3	4.7	6.4	6.6	7.7	5.5	4.6	5.3	4.3				
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
DECADA													

ESTACION No. 1.1.8 NOMBRE COBAN PHC ORDEN 2 TARJETA No. \_\_\_\_\_

**A N E X O 3**



DEFAULT SPACE ALLOCATION.. WORKSPACE 350528 BYTES TRANSSPACE 50072 BYTES ALLOWS FOR.. 500 TRANSFORMATIONS 2003 RECORD VALUES + LAG VARIABLES 8012 IF/COMPUTE OPERATIONS

1 RUN NAME FENOLOGIA DEL CARDAMOMO MYRNA HERRERA
2 FILE NAME MEHS RELACION CLIMA PLANTA
3 PAGE SIZE 45
4 INPUT MEDIUM TAPE (80,8000)
5 DATA LIST FIXED(1)/1 V1 1-2, V2 3, V3 4, V4 5, V5 6, V6 7, V7 8-10, V8 11-13, V9 14-16, V10 17-18, V11 19-20, V12 21-23, V13 24-26, V14 27-30, V15 31-34, V16 35-38, V17 39-41/

THE DATA LIST PROVIDES FOR 17 VARIABLES AND 1 RECORDS ('CARDS') PER CASE. A MAXIMUM OF 41 COLUMNS ARE USED (41 COLUMNS).

LIST OF THE CONSTRUCTED FORMAT STATEMENT.. (F2.0,5F1.0,3F3.0,2F2.0,2F3.0,3F4.0,F3.0)

8 VAR LABELS V1 LECTURA/ V2 MATERIAL GENETICO/ V3 PARCELA/ V4 MACOLLA/
9-10 V5 EPCCA DE EMERGENCIA/ V6 REPETICION/ V7 FLORES ACUM.
11 X INF./ V8 FRUTOS VIABL. ACUM. X INF./ V9 FLORES X INF.
12 X LECT./ V10 FRUTOS VIABL. X INF. X LFC./ V11 FRUTOS
13 COSECHADOS X LFC./ V12 DIAS ENTRE LECTURAS/ V13 DIAS
14 ACUMULADOS/ V14 TEMPERATURA ACUM./ V15 HORAS LUZ ACUM./
15 VALUE LABELS V1 (1)31-07-81 (2)22-08-81 (3)06-09-81 (4)2C-09-81
16 (5)03-10-81 (6)17-10-81 (7)31-10-81 (8)17-11-81
17 (9)05-12-81 (10)15-01-82 (11)05-02-82 (12)12-03-82
18 (13)23-04-82 (14)24-06-82 (15)09-09-82/
19 V2 (1)MYSURE (2)MALABAR/
20 V3 (1)GRANDE (2)MEDIANA (3)CHICA/
21 COMPUTE V25=LG10 (V7)
22 COMMENT V18 ES FLORES POR DIA
23 COMMENT V19 ES FRUTOS VIABLES POR DIA
24 COMMENT V20 PORCENTAJE FRUTOS VIABLES POR LECTURA
25 COMMENT V21 FRUTOS ABSCISADOS ACUMULADOS
26 COMPUTE V24=LG10 (V8)
27 COMPUTE V25=LG10 (V13)
28 COMPUTE V26=LG10 (V14)
29 COMPUTE V27=LG10 (V15)
30 COMPUTE V28=LG10 (V16)
31 COMPUTE V21=V7-V8
32 COMPUTE V18=V9/V12
33 COMPUTE V19=V10/V12
34 COMPUTE V20=V10/V9\*100
35 COMPUTE V22=V21/V9\*100
36 COMMENT V22 ES PORCENTAJE DE FRUTOS ABSCISADOS PER LECTURA
37 COMPUTE V30=V9-V10
38 COMMENT V30 FRUTOS ABSCISADOS POR LECTURA
39 COMPUTE V29=LG10 (V21)
40 COMPUTE V31=V12/V9
41 COMMENT V31 DIAS ENTRE FLORES
42 COMPUTE V12=V12/V10
43 COMMENT V32 DIAS ENTRE FRUTOS VIABLES
44 COMPUTE V33=V11/V12
45 COMMENT V33 DIAS ENTRE FRUTOS COSECHADOS
46 BREAKDOWN TABLES=V7 TO V11, V17 TO V22, V30 BY V2 BY V5 BY V1/
47 V7 TO V11, V17 TO V22, V30 BY V2 BY V1/
48 V31, V32, V33 BY V2 BY V5 BY V1/
49 STATISTICS ALL

\*\*\*\* GIVEN WORKSPACE ALLOWS FOR 9735 CELLS AND 3 DIMENSIONS FOR SUBPROGRAM BREAKDOWN \*\*\*\*

50 READ INPUT DATA
47 ONEWAY V1, V8, V21, V31, V32 BY V11(1,15)/
48 RANGES=TUKEY/
49
55 \*SELECT IF (V2=1)
70 ONEWAY V9, V10, V30, V31, V32 BY V11(1,15)/
71 RANGES=TUKEY/
72 \*SELECT IF (V2=2)
73 ONEWAY V9, V10, V30, V31, V32 BY V11(1,15)/
74 RANGES=TUKEY/

NOTE: IN ORDER: ONEWAY V9, V10, V30, V31, V32 BY V2 (1,15)/ RANGES=TUKEY/

Se repitio 6 veces, utilizando Los siguientes \* Select if:
\* Select if (V2=1 and V5=1)
\* Select if (V2=1 and V5=2)
\* Select if (V2=1 and V5=3)
\* Select if (V2=2 and V5=1)
\* Select if (V2=2 and V5=2)
\* Select if (V2=2 and V5=3)

FINISH

2 FILE NAME MEHS2 RELACION CLIMA PLANTA  
 3 PAGESIZE NUJECT  
 4 INPUT MEDIUM TAPE (80,8000)  
 5 DATA LIST FIXED(11/1 V1 1-2, V2 3, V3 4, V4 5, V5 6, V6 7, V7 8-10,  
 6 V8 11-13, V9 14-16, V10 17-18, V11 19-20, V12 21-23,  
 7 V13 24-26, V14 27-30, V15 31-34, V16 35-38, V17 39-41/

PROGRAMA MEHS-21,22: ANALISIS DE CORRELACION

(F2.0.5F1.0,3F3.0,2F2.0,2F3.0,3F4.0,F3.0)

```

8 VAR LABELS V1 LECTURA/ V2 MATERIAL GENETICO/ V3 PARCELA/ V4 MACUYA/
9 V5 EPCCA DE EMERGENCIA/ V6 REPETICION/ V7 FLCRES ACUM.
10 X INF./ V8 FRUTOS VIABL. ACUM. X INF./ V9 FLCRES X INF.
11 X LECT./ V10 FRUTOS VIABL. X INF. X LEC./ V11 FRUTOS
12 COSECHADOS X LEC./ V12 DIAS ENIKE LECTURAS/ V13 DIAS
13 ACUMJLADOS/ V14 TEMPERATURA ACUM./ V15 HORAS LUZ ACUM./
14 V16 PRECIPITACION ACUM./ V17 FRUTOS COSECHADOS ACUM./
15 VALUE LABELS V1 (1)31-07-81 (2)22-08-81 (3)06-09-81 (4)20-09-81
16 (5)03-10-81 (6)17-10-81 (7)31-10-81 (8)17-11-81
17 (9)05-12-81 (10)15-01-82 (11)05-02-82 (12)12-03-82
18 (13)23-04-82 (14)24-06-82 (15)05-09-82/
19 V2 (1)MYSORE (2)MALABAR/
20 V5 (1)GRANDE (2)MEDIANA (3)CHICA/
21 COMPUTE V23=LG10 (V7)
22 COMPUTE V24=LG10 (V8)
23 COMPUTE V25=LG10 (V13)
24 COMPUTE V26=LG10 (V14)
25 COMPUTE V27=LG10 (V15)
26 COMPUTE V28=LG10 (V16)
27 COMPUTE V21=V7-V8
28 COMPUTE V19=V5/V12
29 COMPUTE V19=V10/V12
30 COMPUTE V20=V10/V9*100
31 COMPUTE V22=V21/V9*100
32 COMPUTE V30=V9-V10
33 COMPUTE V29=LG10 (V21)
34 *SELECT IF (V2=1 AND V5=1)
35 COMMENT MODELO LINEAL
36 SCATTERGRAM V7, V8, V17, V18, V19, V21 WITH V1, V13/
37 STATISTICS ALL

168 SCATTERGRAM V7, V8, V17, V18, V19, V21 WITH V14 TC V16/
169 STATISTICS ALL
170 COMMENT MODELO LOGARITMICO
171 REGRESSION VARIABLES=V23, V24, V29, V25 TO V28/
172 REGRESSION=V23 WITH V25/
173 REGRESSION=V23 WITH V26/
174 REGRESSION=V23 WITH V27/
175 REGRESSION=V23 WITH V28/
176 REGRESSION=V24 WITH V25/
177 REGRESSION=V24 WITH V26/
178 REGRESSION=V24 WITH V27/
179 REGRESSION=V24 WITH V28/
180 REGRESSION=V29 WITH V25/
181 REGRESSION=V29 WITH V26/
182 REGRESSION=V29 WITH V27/
183 REGRESSION=V29 WITH V28/
184 STATISTICS ALL
185 COMMENT VAR DEP. LINEAL E INDEP. LOGARITMICA
186 REGRESSION VARIABLES=V7, V8, V17, V21, V25, V26, V27, V28/
187 REGRESSION=V7 WITH V25/
188 REGRESSION=V7 WITH V26/
189 REGRESSION=V7 WITH V27/
190 REGRESSION=V7 WITH V28/
191 REGRESSION=V8 WITH V25/
192 REGRESSION=V8 WITH V26/
193 REGRESSION=V8 WITH V27/
194 REGRESSION=V8 WITH V28/
195 REGRESSION=V17 WITH V25/
196 REGRESSION=V17 WITH V26/
197 REGRESSION=V17 WITH V27/
198 REGRESSION=V17 WITH V28/
199 REGRESSION=V21 WITH V25/
200 REGRESSION=V21 WITH V26/
201 REGRESSION=V21 WITH V27/
202 REGRESSION=V21 WITH V28/
203 STATISTICS ALL
204 COMMENT VAR. DEP. LOGARITMICA E IND. LINEAL

205 REGRESSION VARIABLES=V23, V24, V29, V1, V13, V14, V15, V16/
206 REGRESSION=V23 WITH V1/
207 REGRESSION=V23 WITH V13/
208 REGRESSION=V23 WITH V14/
209 REGRESSION=V23 WITH V15/
210 REGRESSION=V23 WITH V16/
211 REGRESSION=V24 WITH V1/
212 REGRESSION=V24 WITH V13/
213 REGRESSION=V24 WITH V14/
214 REGRESSION=V24 WITH V15/
215 REGRESSION=V24 WITH V16/
216 REGRESSION=V29 WITH V1/
217 REGRESSION=V29 WITH V13/
218 REGRESSION=V29 WITH V14/
219 REGRESSION=V29 WITH V15/
220 REGRESSION=V29 WITH V16/
221 STATISTICS ALL
222 REGRESSION VARIABLES= V7, V8, V17, V18, V19, V14, V15, V16/
223 REGRESSION=V7 WITH V14 TO V16/
224
  
```

NOTA: EL GRUPO COMPARENDIDO ENTRE LAS LINEAS Nos. 34 a la 327 se  
 Refirió por 6 veces, vaciándose solo el selector de

100 \*SELECT IF (V2=1 AND V5=2)  
 164 \*SELECT IF (V2=1 AND V5=3)  
 228 \*SELECT IF (V2=2 AND V5=1)  
 292 \*SELECT IF (V2=2 AND V5=2)  
 356 \*SELECT IF (V2=2 AND V5=3)

420 FINISH

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA  
D E C A N O