

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA DE 15 CULTIVARES DE ACHIOTE

(Bixa orellana L.) EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL

"BULBUXYA", SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA.



Guatemala, octubre de 1990

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA CENTRAL

DL  
01  
T(1130)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECAÑO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Efraín Medina G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO:	P. Agr. Alfredo Itzep M.
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Marco Tulio Santos
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alécio

Guatemala,  
Octubre de 1990

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Presente

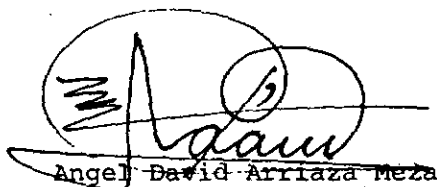
Respetables Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, constituye para mi un alto honor, someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLOGICA DE 15 CULTIVARES DE ACHIOTE (Bixa orellana L.) EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL "BULBUXYA", SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA".

Requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me suscribo de ustedes.

Respetuosamente,



Angel David Arriaza Meza

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Creador del Universo, fuente de  
sabiduría e inteligencia.

A MIS PADRES:

Angel Cindulfo Arriaza De León  
Vicenta Meza de Arriaza  
Sea esta recompensa de sus múlti-  
ples sacrificios.

A MIS HERMANOS:

Francis Esuardo  
Claudia Vicenta

A MIS ABUELOS:

Nicolás Arriaza A. (Q.E.P.D.)  
María Luisa De León (Q.E.P.D.)  
Secundino Meza S.  
Angelina Domínguez (Q.E.P.D.)

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS EN GENERAL

BOGOTÁ  
COLOMBIA  
1988

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

A: MAZATENANGO, LINDO

A: ESCUELA NACIONAL MIXTA "FLOR DEL CAFE"  
INSTITUTO EXPERIMENTAL "LIC. JULIO CESAR MENDEZ M."

A: EL GLORIOSO INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: LOS AGRICULTORES GUATEMALTECOS

## AGRADECIMIENTOS

- A:           Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito  
              Ing. Agr. Julio Roberto Contreras García  
              Por su asesoría y orientación durante la realiza-  
              ción del presente trabajo de tesis.
- A:           El Personal de Campo del Centro de Agricultura -  
              Tropical "BULBUXYA", por su colaboración en la  
              realización del trabajo de campo.
- A:           El Instituto de Nutrición para Centro América y  
              Panamá (INCAP), por su colaboración en la realiza-  
              ción de los análisis de laboratorio.
- A:           Ing. Agr. Josué Iván Morales Dardón, por su cola-  
              boración en el análisis estadístico.

## INDICE GENERAL

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	2
III REVISION DE LITERATURA	3
1. Origen y distribución geográfica	3
2. Sistemática	3
3. Anatomía y morfología	4
4. Enfermedades y plagas	7
5. Caracterización morfológica	9
6. Observación de características y toma de datos	10
7. Caracterización morfológica de <u>Bixa orellana</u> L.	12
IV METODOLOGIA	15
1. Descripción del área experimental	15
2. Descripción de la investigación	15
3. Registro de la información	20
4. Descriptor utilizado en la caracterización	20
5. Metodología de análisis para la determinación de bixina y pigmentos totales	25
6. Análisis de la información	27
V RESULTADOS Y DISCUSION	29
1. Generalidades sobre variabilidad morfológica y agronómica	29
2. Asociación entre variables cuantitativas	43
3. Similitud entre cultivares	48

	PAGINA
VI CONCLUSIONES	52
VII RECOMENDACIONES	53
VIII BIBLIOGRAFIA	54
IX APENDICE	56



## INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Datos de entrada de 70 plantas, correspondientes a 15 cultivares de achiote ( <u>Bixa orellana</u> L.)	16
2	Resumen de la caracterización agromorfológica de 15 - cultivares de achiote ( <u>Bixa orellana</u> L.)	30
3	Promedios, desviaciones estandar, coeficientes de variación, observaciones mínima y máxima de 17 características cuantitativas	33
4	Distribución de frecuencias y porcentajes de 14 variables cualitativas	39
5	Correlaciones significativas entre variables cuantitativas	45
6	Comportamiento de la temperatura y precipitación pluvial en el CATBUL	57
7	Resultados del análisis del suelo donde se llevó a cabo la caracterización	58
8	Código de colores de las flores de achiote, según <u>Munsell Book of Color</u>	59
9	Código de colores de los frutos de achiote, según <u>Munsell Book of Color</u>	61

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1	Plano de ubicación de 28 plantas, correspondientes a 6 cultivares de achiote caracterizados	18
2	Plano de ubicación de 42 plantas, correspondientes a 9 cultivares de achiote caracterizados	19
3	Fenograma de 15 cultivares de achiote caracterizados en el CATBUL	49
4	Estados de la espinosidad de los frutos	63
5	Estados de la longitud de las espinas de los frutos	63
6	Estados de la forma del ápice de los frutos	64
7	Estados de la forma de la base de los frutos	64

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA DE 15 CULTIVARES DE ACHIOTE

(Bixa orellana L.) EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL  
"BULBUXYA", SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

AGROMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF 15 CULTIVARS OF ANNATTO

(Bixa orellana L.) AT THE CENTER OF TROPICAL AGRICULTURE "BULBUXYA"  
SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

R E S U M E N

El presente trabajo forma parte del programa de investigación en el cultivo de achiote, que actualmente está desarrollando la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), en el Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá", San Miguel Panán, Suchitepéquez.

El objetivo general fué caracterizar morfológica y agronómicamente 15 cultivares de achiote (Bixa orellana L.), colectados en los países de Guatemala, El Salvador y Costa Rica por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); mientras que los objetivos específicos fueron: estudiar la variabilidad agromorfológica, el grado de asociación de las variables cuantitativas y el grado de similitud existente entre los cultivares.

En la caracterización se utilizó el descriptor para plantas de achiote elaborado por Jorge A. Arce Portuguese. El trabajo se desarrolló de diciembre de 1988 a septiembre de 1989.

En el análisis de la información, se utilizó estadística descriptiva, análisis de correlación y análisis de agrupamiento (Cluster Analysis).

Se encontró una alta variabilidad en los cultivares estudiados, principalmente en las variables cualitativas y en las cuantitativas relacionadas con los componentes primarios del rendimiento.

Las correlaciones efectuadas manifestaron la tendencia de una estrecha a sociación entre las variables primarias del rendimiento. Asimismo, se observó una relación directa del porcentaje de bixina entre el porcentaje de pigmentos totales, el número de semillas/fruto y la relación grosor/ancho de los frutos.

El análisis de agrupamiento distribuyó a los cultivares en tres grupos, entre los coeficientes de distancia de 0.8 y 0.88; quedando dos cultivares sin constituir grupo. Las variables que determinaron la formación de los grupos fueron: el número de frutos/panícula, el ancho de los frutos, el grosor de los frutos, el número de semillas/fruto y el rendimiento de semilla.

Finalmente se recomienda considerar en futuros trabajos de evaluación agronómica a los cultivares 12886 y 12891 procedentes de Cartago, Costa Rica, por sus características de alto rendimiento de semilla y alto contenido de bi xina.

## I. INTRODUCCION

Entre las plantas cultivadas para la producción industrial de colorantes, el achiote (Bixa orellana L.) es el cultivo que presenta excelentes posibilidades para diversificar la agricultura del país, debido a su amplia adaptación a diferentes condiciones climáticas y edáficas.

Actualmente la demanda de achiote ha aumentado en el mercado internacional, principalmente por los países desarrollados, debido a la prohibición en el uso de colorantes artificiales en la elaboración de alimentos, por creerse que producen cáncer en los humanos.

En Guatemala, producto del fenómeno antes mencionado, el área cultivada con achiote también ha aumentado, pero el manejo del cultivo ha sido deficiente; por tal motivo la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), creó el programa de investigación en el cultivo de achiote.

En 1982 el Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá" (CATBUL), introdujo quince cultivares de achiote procedentes del Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica; quien los recolectó en Guatemala, El Salvador y Costa Rica. Considerando que dichos materiales de achiote han iniciado su fructificación, se diseñó el presente trabajo con el propósito de caracterizarlos morfológica y agronómicamente; y poder de esta manera identificar cultivares promisorios con alto potencial de rendimiento. Asimismo, el conocimiento de las características agromorfológicas juega un papel importante en la selección de genotipos deseables, puesto que éstos pueden ser utilizados en programas de mejoramiento genético.

## II. OBJETIVOS

### 1. GENERAL

Realizar la caracterización morfológica y agronómica de quince cultivares de achiote (Bixa orellana L.).

### 2. ESPECIFICOS

2.1 Estudiar la variabilidad agromorfológica de quince cultivares de achiote.

2.2 Estudiar el grado de asociación de las variables cuantitativas.

2.3 Determinar el grado de similitud existente entre quince cultivares de achiote.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 1. ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El achiote (Bixa orellana L.) es una planta nativa de la América Tropical. Su lugar de origen posiblemente sea la cuenca amazónica, ya que en ese lugar se encuentra creciendo silvestres otras especies del género (1).

Antes de la conquista de América por los españoles, el achiote crecía desde México hasta Brasil. Con el correr del tiempo, la planta fue introducida a algunos países asiáticos y africanos en donde actualmente se le cultiva y explota comercialmente. Esta fue una de las primeras plantas americanas que fue introducida y naturalizada en el sur de Asia y Africa Tropical (1).

#### 2. SISTEMATICA

El achiote conocido también con los nombres de onoto, acote, achote, bija y onato se clasifica de la siguiente manera (5):

Reino:	Plantae
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Dilleniidae
Orden:	Violales
Familia:	Bixaceae
Género:	<u>Bixa</u>
Especies:	<u>B. orellana</u> L.; <u>B. excelsa</u> G. et. K.; <u>B. platycarpa</u> R. et. P.; <u>B. arborea</u> H.; <u>B. urucurana</u> W.

Según Baer y Morto, citado por Arce (1), mencionan la existencia de Bixa orellana forma Leiocarpa, conocida también como Orellana americana var. Leiocarpa y de Bixa odorata R. et. P.

Standley & Williams (17), mencionan la existencia de dos variedades en Guatemala, siendo ellas: Bixa orellana var. urucurana (Willd). Observándose en forma silvestre, aunque también viéndose bajo cultivo; caracterizándose por la forma del fruto, el cual es globoso o aplanado-globoso, - variable en tamaño y densamente cubierto de espinas largas y flexibles. Bixa orellana var. leiocarpa (Kuntze). Frecuentemente vista en cultivo en Guatemala; y se distingue fácilmente por el fruto, el cual es liso y sin espinas (fruto glabro).

Según Morton, citado por Arce (1), el nombre de orellana fue dado en honor al célebre descubridor del Amazonas don Francisco Orellana, y el término Bixa se deriva de la lengua Taino, de la palabra "bixa" que los indígenas pronunciaban "bisha".

### 3. ANATOMIA Y MORFOLOGIA

#### 3.1 Descripción de la Planta:

La planta de achiote es un arbusto que mide entre 2 y 5 m de altura dependiendo de las condiciones ecológicas en que se encuentre creciendo. En ocasiones puede medir 10 o más metros de altura. Sin embargo, su tamaño dependerá básicamente del manejo, el tipo y la densidad de la plantación (15).

#### 3.2 La Raíz:

Es pivotante y posee numerosas raíces secundarias y terciarias. Cuando adulta, la planta posee un sistema radical bien desarrollado. Hasta la fecha no se tiene conocimiento de la raíz de plantas adultas propagadas vegetativamente (5).



### 3.3 El Tallo:

Presenta ramificación dicotómica desde su base y de su corteza brota un látex rojizo. Su corteza es parda y la forma que presenta el árbol es muy variada. Su diámetro, en la base, puede medir desde 20 hasta 30 cm o más (5).

### 3.4 Las Ramas:

Por lo general son delgadas y con el tiempo tienden a ser leñosas. Enríquez y Salazar afirman que su coloración puede variar del verde al morado y que su crecimiento no es bien determinado. En Turrialba, Costa Rica, el achiote produce gran cantidad de brotes ortotrópicos, tanto en el tronco como en las ramas primarias, ya sea antes o durante el período de floración, los que posteriormente florecerán produciendo numerosas cápsulas (5).

### 3.5 Las Hojas:

Simples, alternas, estipuladas, acorazonadas en la base y punteadas en el ápice, de color verde oscuro cuando maduras y lisas en ambos lados. En la madurez se tornan algo coriáceas y su envés es de un ligero color plateado. Según Morton, citado por Arce (1), las hojas pueden medir desde 5 hasta 14 cm de ancho, su longitud puede variar entre 7 y 20 cm, y la longitud del pecíolo puede alcanzar hasta 5 cm. Las hojas son caducifolias especialmente durante la época seca.

### 3.6 Las Flores:

Son actinomorfas, pentámeras, con numerosos estambres y ovario súpero unilocular de 2 carpelos, hermafroditas, aparecen en panículas terminales (5).

Las flores varían en su color desde el blanco hasta el rosado y su tamaño es ligeramente variable.

Rodríguez y Enríquez (16), indican que la flor tiene estambres pequeños con pedúnculos cortos dispuestos alrededor del pistilo, y que su número puede variar entre 350 y 400 por flor. Indican también que el pistilo tiene un estigma en forma de "boca abierta", su estilo es largo y erecto y cuando madura tiene una forma similar a la "S". Al mismo tiempo aseguran que la floración es escalonada, pues las flores de la parte superior son las que abren primero, mientras que las de la parte inferior lo hacen posteriormente. Por otra parte, afirman que la antera contiene 8 sacos embrionarios que producen abundante polen, que la viabilidad es de aproximadamente 9 a 11 horas y que la receptibilidad del pistilo puede durar 9 días en flores emasculadas y no fecundadas.

El ovario que tiene forma elipsoidal y está rodeado por numerosos pelos glandulares, posee 2 valvas (en ocasiones 3) y en sus costados se localizan numerosos óvulos. Los pétalos, que pueden ser redondeados u ovalados, son caducos (1).

### 3.7 Los Frutos:

Son cápsulas dehiscentes de formas, tamaños y colores muy variables. Están cubiertos por numerosas espinas de diferentes tamaños y dureza. También existen frutos glabros (1).

La cápsula consiste generalmente de 2 valvas cuyas paredes son delgadas. En el interior de cada valva se encuentra una placenta que se prolonga en una membrana blanca y que en la mayoría de los frutos está adherida a la pared. En ocasiones es posible encontrar frutos con 3 valvas, característica que sería deseable incrementar a fin de aumentar la producción por árbol (1).

Hart citado por Arce (1), en Papua Nueva Guinea, encontró las siguientes formas de cápsulas: elongadas, esféricas y ovadas. Determinó que las semillas de cápsulas de forma esférica poseían los más altos contenidos de bixina (5.3 por ciento), las de cápsulas elonga-

das tenían de 3.4 a 4.6 por ciento y las de cápsulas ovadas solamente poseían contenidos de bixina que oscilaban entre 1.6 y 1.9 por ciento.

Enríquez y Salazar (5), afirman que existen algunas variedades que tienen fruto indehisciente, y que tanto su forma como su textura y color varía mucho entre cultivares, pudiéndose utilizar estas características para identificar genotipos y clones en forma segura.

### 3.8 Las Semillas:

Están unidas a la placenta por medio de apéndices de contextura algo dura y su número puede variar entre 10 y 60 por cápsula. Son pequeñas, livianas, de forma y tamaños muy variables. Están recubiertas por una membrana fina debajo de la cual se encuentra el colorante (5).

Enríquez y Salazar (5), aseguran que la variabilidad en peso y tamaño de las semillas dentro de un mismo árbol es muy grande, dependiendo principalmente del tipo.

El colorante principal presente en las semillas es la bixina, un carotenoide carboxílico con estructura química similar a la del caroteno. También existen, aunque en menos proporción, otros colorantes de naturaleza carotenoide. Además, contienen cantidades variables de aceite. La bixina tiende a degradarse rápidamente en presencia de luz y temperaturas mayores de 70°C. El almacenamiento prolongado de las semillas también afecta desfavorablemente el contenido de bixina (1).

## 4. ENFERMEDADES Y PLAGAS

Arce, J. (1), menciona las siguientes enfermedades y plagas como las de mayor importancia:

- a. Oidium bixae Viegas. Ataca principalmente hojas, brotes jóvenes, - flores y cápsulas. Se caracteriza por producir un polvo blancuzco que cubre las partes afectadas. En ataques tempranos puede producirle serios daños a las plantas. Es de distribución universal y - quizás una de las enfermedades más limitantes que posee el cultivo.
- b. Cercospora bixae A. et. N. Ataca principalmente las hojas viejas de árboles que se encuentran creciendo bajo sombra. Se caracteriza por producir manchas de color café rodeadas de un halo amarillento. En ataques severos puede producir completa defoliación del árbol.
- c. Corticium salmonicolor Berk. et. Br. Es común en áreas que corres-- ponden al trópico húmedo bajo. En las áreas atacadas se desarrolla un micelio de color rosado. Produce defoliación y la muerte de ra-- mas.
- d. Cephaleuros virescens Kunze. Su ataque se produce especialmente a las hojas pudiendo llegar a defoliar la planta cuando éste es seve-- ro. En Brasil esta es una enfermedad de mucha importancia. Es cau-- sada por algas.

Otras enfermedades de importancia, pero no registradas en Costa Rica, son las causadas por Ovularia bixae, Phyllosticta bixina, Sclerotium botati-- cola y Uredo bixae.

Entre las plagas que con mayor frecuencia atacan el achiote se cuentan:

- a. Atta spp. (hormigas). Destruyen las hojas tiernas provocando defo-- liación parcial o total de la planta.
- b. Leptoglossus zonatus Dallas. Hemíptero que perfora las cápsulas - provocando la pronta invasión de otros insectos y hongos. En Tu-- rrialba, Costa Rica, ésta es una plaga importante.
- c. Trigona spp. Himenóptero que ataca los brotes nuevos y las hojas -

tiernas, produciendo defoliación parcial.

- d. Gusano de la cápsula (Lepidóptero). Larva no identificada que ataca las semillas dentro del fruto produciéndoles serios daños. Es bastante móvil.

Otras plagas de interés son: Scleothrips rubrocinetus, Tetranychus spp. y Pseudococcus spp.

## 5. CARACTERIZACION MORFOLOGICA

La caracterización de los materiales considerados como "Potenciales Fitogenéticos" en un banco de germoplasma, juega un papel muy importante, puesto que permite la selección y posterior utilización de los materiales en programas de mejoramiento genético o de otra naturaleza. De acuerdo con el Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR) la caracterización consiste en registrar aquellas características que son altamente heredables, que pueden ser fácilmente vistas y que son expresadas en todos los ambientes (1).

Shetler et al, citados por Arce (1), consideran que la caracterización debe y tiene que ser clara, en términos positivos de acuerdo con los atributos morfológicos que la planta posee. De ninguna manera se debe describir una planta comparándola con otra, o expresar el resultado de la descripción en forma negativa.

Chang, citado por Arce (1), afirma que los objetivos que se persiguen al describir una colección de plantas de determinada especie o grupo de especies, son los siguientes:

- a. Identificar líneas para el mejoramiento;
- b. Diferenciar entre varias entradas con nombres semejantes o idénticos;
- c. Identificar entradas con características deseables;

- d. Clasificar variedades, clones y otros, tomando en cuenta criterios relevantes;
- e. Establecer afinidades entre las características de un cultivo y entre grupos geográficos de variedades;
- f. Hacer una estimación del grado de variación dentro de una colección varietal.

Engels, citado por Arce (1), recomienda que para aumentar el valor relativo de una descripción, se incluyan, junto con los datos morfológicos, agronómicos, etc, datos acerca de las prácticas culturales, condiciones climáticas y de suelo, fecha de siembra y otros. Además asegura que es fundamental que toda la colección que se va a describir crezca bajo condiciones uniformes, de manera que las diferencias registradas sean típicas de las variedades bajo esas circunstancias. La información generada y debidamente almacenada en el proceso de caracterización, sirve para lo calizar fácilmente cualquier dato acumulado, establecer correlaciones y determinar los grados de diferencia entre las características de los cul tivares.

Enríquez, citado por Arce (1), asegura que para hacer una descripción de cultivares es preciso conocer las características útiles para describir-las, la variación de cada característica dentro de un mismo cultivar, así como el tamaño apropiado de la muestra que se debe tomar para estimar correctamente la característica. Trabajando con flores de cacao, este autor encontró que para distinguir clones se pueden tomar en cuenta, entre otras, las siguientes características cualitativas: color del pedúnculo floral, color del sépalo, color del estaminoide, coloración de la lígula, coloración de la base del estilo, color del botón y presencia de pelos glandulares en los sépalos.

## 6. OBSERVACION DE CARACTERISTICAS Y TOMA DE DATOS

Según Astorga y Seidewitz, citado por Arce (1), un descriptor es el nombre que se le da a una característica, o bien, es la denominación asigna

da a un fenómeno que se presenta en una determinada planta, el cual se quiere medir. Además, en el contenido de los descriptores y sus respectivos estados, se debe reconocer lo siguiente:

- a. Los descriptores son nociones para llamar a las características, para evaluar la diversidad genética. Por tanto, resulta ilógico hablar de una evaluación de descriptores.
- b. El descriptor se compone de uno o más términos, pero en sí estos términos se refieren a una característica evaluable en un momento determinado.

Los descriptores se deben presentar en forma gramatical correcta, utilizando para ello los genitivos partitivos y las preposiciones necesarias a fin de darles un sentido gramatical estricto.

Según Engels, una característica es un atributo de un organismo y es el producto de la interacción de uno o más genes con el ambiente. A su vez, las características se dividen en cualitativas y cuantitativas (1).

A cada característica se le asigna una escala de valores que se conoce con el nombre de "Grados de la Característica". Así, si el descriptor se refiere a una característica cuantitativa como la longitud del fruto o el rendimiento, el estado del descriptor se debe expresar en la unidad de medida, o bien, la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos. Cuando el descriptor se refiere a una característica cualitativa como el color o la forma, los respectivos estados se pueden expresar basándose en un estándar de colores o en definiciones geométricas respectivamente.

La selección de un conjunto de características es un trabajo largo y laborioso, dado que hay que considerar todas las posibles aplicaciones futuras. De ahí que previamente a la elaboración de las listas de características sea necesario consultar la literatura, la opinión de expertos y estudiar la variabilidad existente en el campo. Seguidamente, cada ca-

racterística debe ser sometida a prueba con el propósito de observar si suministra la información deseada.

Según Engels, citado por Arce (1), la elaboración de listas de características por cultivo o grupos de cultivos relacionados son importantes, porque ayudan a uniformizar y estandarizar la caracterización, facilitan y posibilitan la caracterización, y, además, permiten intensificar el intercambio de datos entre instituciones nacionales e internacionales.

#### 7. CARACTERIZACION MORFOLOGICA DE Bixa orellana L.

Rivera, citado por Arce (1), en El Salvador, después de 2 años de trabajo realizó 4 selecciones tomando en cuenta el tamaño de la cápsula, la cantidad y longitud de las espinas, el número promedio de semillas por cápsula, el color del pigmento, el tamaño de la semilla y el porcentaje de pigmento en peso en relación con la semilla. Afirma que la cantidad y longitud de las espinas son características muy importantes, ya que influyen en la susceptibilidad de las cápsulas a ser atacadas por el hongo Oidium bixae V. al retenerse la humedad entre las espinas. Este mismo autor clasificó los diferentes tipos de árboles de acuerdo con las siguientes características:

- a. Color de la flor y de la cápsula;
- b. Forma de la cápsula;
- c. Cantidad de espinas de la cápsula;
- d. Promedio de semillas por cápsula;
- e. Color del pigmento.

Al mismo tiempo, asegura que el número de semillas por cápsula es muy variable aún en frutos procedentes de un mismo árbol, pero que para cada árbol se puede determinar un promedio representativo de la cantidad de semillas que contiene cada uno de los frutos (de 30 a 60 semillas por fruto).

Rodríguez y Enríquez (16) en Turrialba, Costa Rica, afirman que el desa-



rrollo de ramas parece estar condicionado a los ciclos de producción, - que las enfermedades destruyen muchos brotes que potencialmente podrían terminar en inflorescencias, y que el tiempo transcurrido desde la aparición de los botones florales hasta la apertura de la flor parece estar afectado por el ambiente o por variación genética. Los mismos autores, estudiando la biología floral, encontraron que el número de botones florales por panícula puede variar entre 10 y 20 según el tipo, que desde el inicio de la formación de botones florales hasta la apertura de la primera flor pueden transcurrir de 15 a 30 días y que desde la floración hasta la cosecha pueden pasar de 60 a 80 días.

Enríquez y Salazar (5) en Turrialba, Costa Rica, estudiaron 13 variedades de achote procedentes de diferentes localidades durante 2 años consecutivos; caracterizaron los árboles de acuerdo a su rendimiento, las características de las cápsulas y la presencia de plagas y enfermedades. Encontraron que la variabilidad de la característica rendimiento es muy alta entre plantas y que, al ser muy variable la producción de un año a otro, no se puede hacer una evaluación adecuada de esta característica en corto tiempo. Por tanto, recomendaron la realización de ensayos de adaptación por períodos largos, a fin de determinar estadísticamente el número de años necesarios para hacer una evaluación confiable. Al estudiar las cápsulas encontraron que el número promedio de semillas por cápsula oscilaba entre 20 y 42, el peso húmedo promedio de 100 semillas iba desde 2.85 hasta 5.58 gr, en tanto que el peso seco promedio de 100 semillas presentaba un rango entre 1.62 y 3.16 gr. Desde el punto de vista del tamaño y de la forma de las semillas, encontraron que estas características son altamente variables. En relación con plagas y enfermedades, aseguran que juegan un papel importante en el rendimiento, ya que destruyen los brotes terminales que son las áreas potenciales de fructificación.

Enríquez y Mora (4) en Turrialba, Costa Rica, realizaron selecciones a partir de 13 cultivares de achote utilizando el método de "escores" o índices de selección, tomando en consideración las siguientes características:

- a. Rendimiento fresco en peso total de cápsula fresca;
- b. Peso fresco de semillas de 100 cápsulas y número de semillas por cápsula;
- c. Peso seco de las semillas.

De los 3 componentes del rendimiento anteriormente citados, consideran - que el número de semillas por cápsula es quizás uno de los más críticos, puesto que depende del número de óvulos que contenga cada ovario y de la eficiencia de la polinización.

#### IV. METODOLOGIA

##### 1. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

La caracterización de los cultivares de achiote se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), ubicado en el municipio de San Miguel Panán, departamento de Suchitepéquez; el cual se encuentra a una altitud promedio de 325 m.s.n.m., con una precipitación media anual de 4,000 mm y una temperatura promedio anual de 26.0°C (11). Geográficamente el Centro se encuentra ubicado a 14°34'39" Latitud Norte y 91°22'00" Longitud Oeste. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, se encuentra en el Bosque Sub-tropical Húmedo (6). Los suelos del Centro según la clasificación de Simmons pertenecen a las series Panán y Cutzán (11).

##### 2. DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION

###### 2.1 Material Experimental:

Los 15 cultivares estudiados fueron colectados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica en los países de Guatemala, El Salvador y Costa Rica; siendo enviados posteriormente en el año de 1983 al CATBUL. Se caracterizaron 5 plantas por cultivar, excepto en el cultivar 6191 donde se caracterizaron solamente 2 plantas y en el cultivar 6209 que fueron 3 plantas.

En el cuadro 1 se aprecia el listado de los materiales caracterizados durante el presente estudio, con su respectivo número de orden, número de cultivar, número de identificación (introducción) y lugar de procedencia.

Cuadro 1. Datos de entrada de 70 plantas, correspondientes a 15 cultivares de achiote (Bixa orellana L.).

No. DE ORDEN	No. DE CULTIVAR	No. DE IDENTIFICACION	LUGAR DE PROCEDENCIA
1	1	6191-1	Suchitepéquez, Guatemala
2		6191-3	" "
3		6192-1	" "
4	2	6192-2	" "
5		6192-3	" "
6		6192-4	" "
7		6192-5	" "
8		6206-1	" "
9	3	6206-2	" "
10		6206-3	" "
11		6206-4	" "
12	4	6206-5	" "
13		6209-1	Retalhuleu, Guatemala
14		6209-4	" "
15	5	6209-5	" "
16		7850-1	Santa Cruz, El Salvador
17		7850-2	" "
18		7850-3	" "
19		7850-4	" "
20	6	7850-5	" "
21		8079-1	Alta Verapaz, Guatemala
22		8079-2	" "
23		8079-3	" "
24		8079-4	" "
25	7	8079-5	" "
26		11549-1	Petén, Guatemala
27		11549-2	" "
28		11549-3	" "
29		11549-4	" "
30	8	11549-5	" "
31		11550-1	" "
32		11550-2	" "
33		11550-3	" "
34		11550-4	" "
35	9	11550-5	" "
36		11630-1	" "
37		11630-2	" "
38		11630-3	" "
39		11630-4	" "
40	10	11630-5	" "
41		11758-1	" "
42		11758-2	" "
43		11758-3	" "
44		11758-4	" "
45		11758-5	" "

Continúa...

Continuación Cuadro 1.

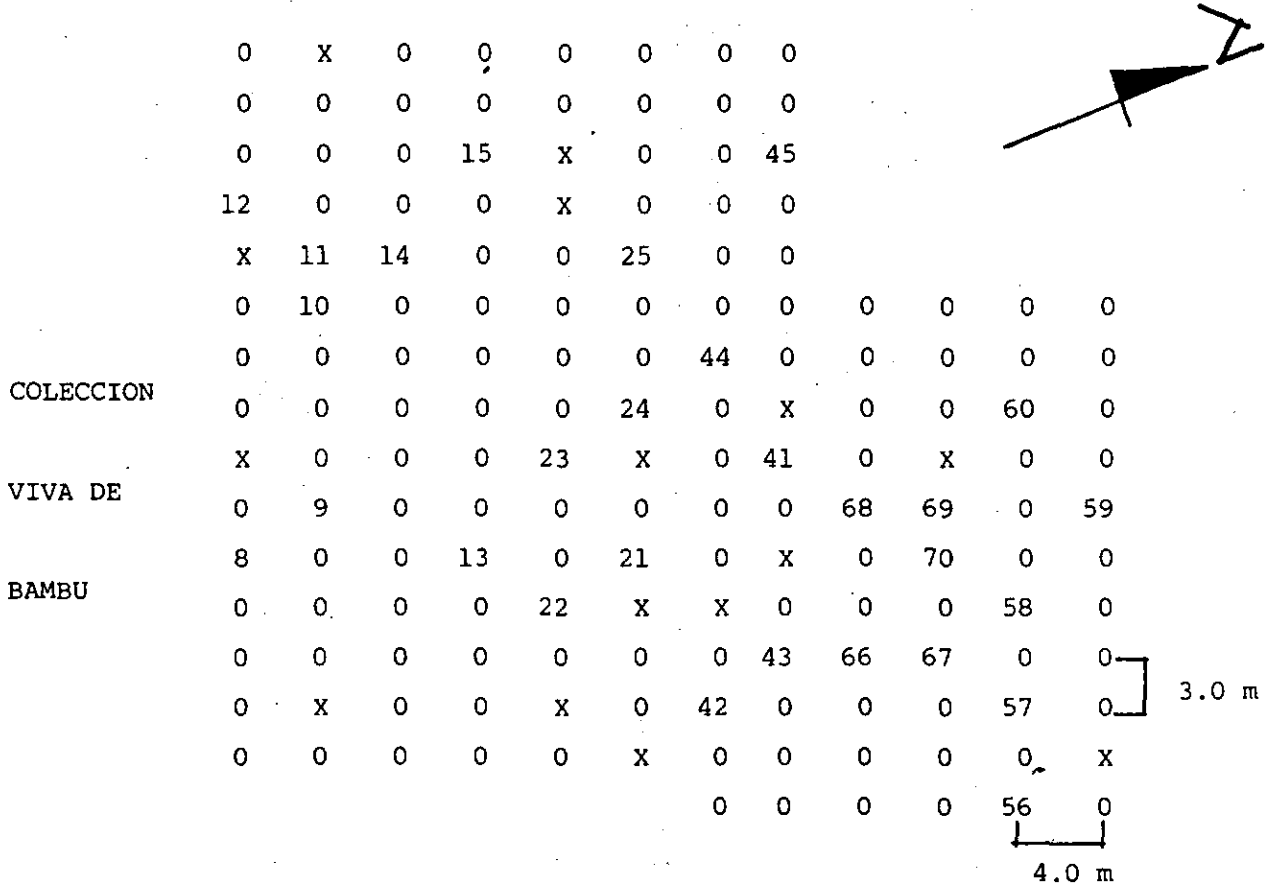
No. DE ORDEN	No. DE CULTIVAR	No. DE IDENTIFICACION	LUGAR DE PROCEDENCIA
46		11948-1	Sin identificación
47		11948-2	" "
48	11	11948-3	" "
49		11948-4	" "
50		11948-5	" "
51		12300-1	Retalhuleu, Guatemala
52		12300-2	" "
53	12	12300-3	" "
54		12300-4	" "
55		12300-5	" "
56		12886-1	Cartago, Costa Rica
57		12886-2	" " "
58	13	12886-3	" " "
59		12886-4	" " "
60		12886-5	" " "
61		12887-1	" " "
62		12887-2	" " "
63	14	12887-3	" " "
64		12887-4	" " "
65		12887-5	" " "
66		12891-1	" " "
67		12891-2	" " "
68	15	12891-3	" " "
69		12891-4	" " "
70		12891-5	" " "

FUENTE: Libro de campo del CATBUL.

2.2 Técnicas de Campo:

2.2.1 Establecimiento:

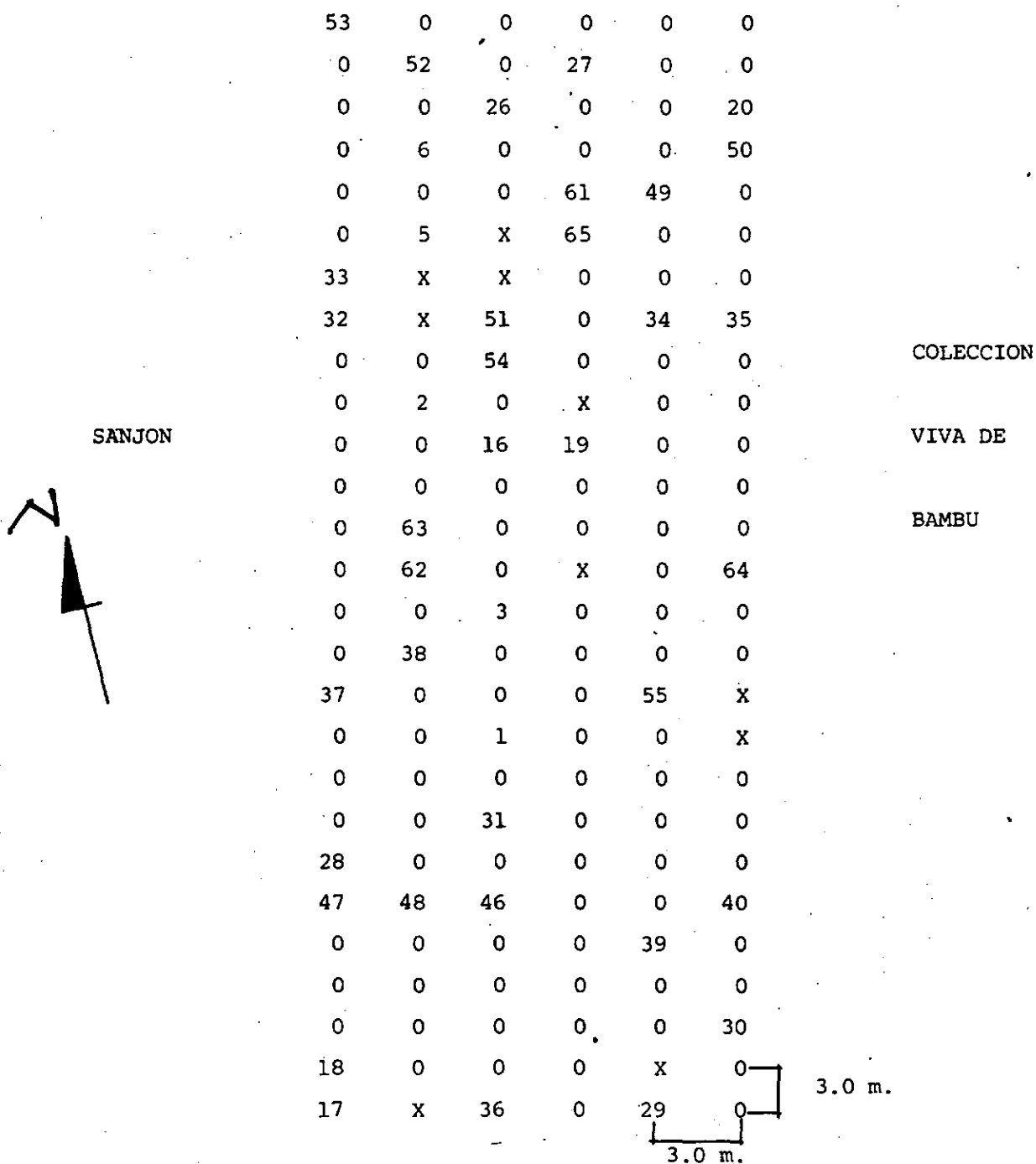
Las plantas pertenecientes a los cultivares 6206, 6209, 8079, 11758, 12886 y 12891, fueron sembradas en el campo, en mayo de 1983 a una distancia de siembra de 4.0 x 3.0 m (figura 1). Y las plantas pertenecientes a los cultivares 6191, 6192, -- 7850, 11549, 11550, 11630, 11948, 12300 y 12887, se sembraron en julio de 1984 a una distancia de siembra de 3.0 x 3.0 m - (figura 2).



SANJON

REFERENCIAS: 0 = Plantas de achiote  
 X = Plantas faltantes  
 Números = Corresponden a las plantas caracterizadas, según el orden del cuadro 1.

Figura 1. Plano de ubicación de 28 plantas, correspondientes a 6 cultivares de achiote caracterizados en el CATBUL, San Miguel Panán, Suchitepéquez.



REFERENCIAS: 0 = Plantas de achiote

X = Plantas faltantes

Números = Corresponden a las plantas caracterizadas, según el orden del cuadro 1.

Figura 2. Plano de ubicación de 42 plantas, correspondientes a 9 cultivares de achiote caracterizados en el CATBUL, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

### 2.2.2 Manejo del Experimento:

Cada una de las plantas pertenecientes a los cultivares caracterizados recibieron una poda de mantenimiento, posterior a la cosecha 87/88; y durante el mes de agosto de 1988, se les aplicó fertilizante completo 15-15-15, a razón de 200 gr /planta.

El control de malezas se hizo necesario, pues compiten con el cultivo, son focos de plagas y enfermedades y a la vez dificultan la toma de datos en el campo; se llevó a cabo periódicamente un control en forma manual, con intervalos aproximadamente de un mes.

El control de plagas y enfermedades no se efectuó, debido a que el estudio de caracterización comprendió observar la ausencia o presencia de ellas, en las plantas.

## 3. REGISTRO DE LA INFORMACION

Para realizar esta actividad se utilizó el descriptor para plantas de áchote (Bixa orellana L.), elaborado por Arce Portuguez, J.A. (1). Utilizándose para el efecto boletas conteniendo el total de variables morfológicas y agronómicas a medir.

Con relación a la caracterización de plagas y enfermedades, se efectuó en dos fechas: la primera en enero y la segunda en mayo de 1989.

## 4. DESCRIPTOR UTILIZADO EN LA CARACTERIZACION DE LOS CULTIVARES

4.1 Altura de plantas: es la altura de la planta medida en metros al momento de la cosecha.

4.2 Tiempo de madurez: es el tiempo que duran los frutos para madurar y



ser cosechados.

- 1 = Precoz
- 2 = Intermedia
- 3 = Tardía

4.3 Ataque de mal rosado (Corticium salmonicolor) en el tallo: se expresa de acuerdo con la presencia o ausencia del hongo en el tallo.

- 0 = Ausente
- 1 = Presente

4.4 Ataque de mildiu (Oidium bixae) en hojas y frutos: se expresa de acuerdo con la presencia o ausencia del hongo en los órganos de la planta.

- 0 = Ausente
- 1 = Presente

4.5 Ataque de Cercospora bixae en hojas: es la presencia del hongo en las hojas, se expresa así:

- 0 = Ausente
- 1 = Presente

4.6 Ataque de larva del insecto al fruto: es el ataque al interior del fruto por parte de este insecto.

- 0 = Ausente
- 1 = Presente

4.7 Exposición de las panículas: es el grado de visibilidad que presentan las panículas en la planta y se expresa así:

- 3 = Bajo
- 5 = Intermedio
- 7 = Alto

4.8 Color de las flores: es el color de la flor en antesis; utilizándose para su determinación el estandar Munsell book of color (código)

- 1 = Blanco
- 2 = Rosado
- 3 = Violeta

4.9 Color de los frutos: es el color del fruto maduro, utilizándose para su caracterización el estandar Munsell book of color (código).

- 1 = Café
- 2 = Verde
- 3 = Rojo

4.10 Espinosidad del fruto: se refiere a la presencia o ausencia de espinas en el fruto (Ver figura 4 en apéndice) y se expresa así:

- 0 = Sin espinas (glabro)
- 1 = Muy bajo
- 3 = Bajo
- 7 = Alto
- 9 = Muy alto

4.11 Longitud de las espinas: se refiere a la longitud de las espinas que presenta el fruto (Ver figura 5 en apéndice) se registra así:

- 1 = Muy cortas
- 3 = Cortas
- 7 = Largas
- 9 = Muy largas

4.12 Dehiscencia del fruto seco: es la apertura del fruto seco en dos valvas, registrándose así:

- 0 = Indehiscente
- 1 = Dehiscente

4.13 Forma del ápice del futo: se expresa en cuatro estados, según código (Ver figura 6 en apéndice).

- 1 = Redondeada
- 2 = Obtusa
- 3 = Aguda
- 4 = Puntiguda

4.14 Forma de la base del fruto: se expresa en tres estados, según código (Ver figura 7 en apéndice).

- 1 = Redondeada
- 2 = Plana
- 3 = Semi-ondulada

4.15 Número total de panículas: se refiere al total de panículas recolectadas por planta y por año.

4.16 Número de panículas con 1 cápsula: se refiere al total de panículas recolectadas con solo una cápsula por planta y por año.

4.17 Número de panículas con 2 cápsulas: se refiere al total de panículas recolectadas con solo dos cápsulas por planta y por año.

4.18 Número total de frutos: es el número total de frutos recolectados por planta en un año.

4.19 Número de frutos por panícula: es el total de frutos recolectados en una planta dividido entre el total de panículas de la misma planta.

4.20 Longitud del fruto: en 25 frutos maduros de cada planta se midió la longitud en cm para obtener el promedio.

- 4.21 Ancho del fruto: se midió en 25 frutos maduros el ancho, expresado en cm, para luego obtener el promedio.
- 4.22 Grosor del fruto: se refiere a la medición del grosor de 25 frutos maduros, para obtener el promedio expresado en cm.
- 4.23 Longitud de la parte más amplia del fruto: es la longitud promedio de 25 frutos maduros medidos en cm desde la base hasta la parte más amplia de ellos.
- 4.24 Relación longitud de la parte más amplia (P+A)/longitud del fruto: la longitud promedio de la parte más amplia del fruto se dividió - entre la longitud promedio del fruto.
- 4.25 Relación grosor/ancho del fruto: es el resultado de la división - del grosor del fruto entre el ancho del fruto.
- 4.26 Número de semillas por fruto: se tomaron 25 frutos maduros, a los - cuales se les contó las semillas y luego se obtuvo el promedio por fruto.
- 4.27 Peso seco de 100 semillas: se trabajó con muestras duplicadas, colo - cándose 100 semillas en una cajuela de metal y sometiendo luego en el horno al vacío durante 24 horas, a una temperatura de 110°C; pa - ra luego obtener el peso de cada una de las muestras.
- 4.28 Rendimiento de semilla seca: se expresó en kilogramos por planta, a una humedad del 8%.
- 4.29 Porcentaje de bixina: es la cantidad del pigmento bixina contenida en la muestra extraída de cada material y expresado en porcentaje. La determinación se realizó de acuerdo con la metodología que se de - talla en el numeral 5.
- 4.30 Porcentaje de pigmentos totales: es la cantidad de pigmentos tota--

les contenidos en la muestra extraída de cada material y expresado en porcentaje.

## 5. METODOLOGIA DE ANALISIS PARA LA DETERMINACION DE BIXINA Y PIGMENTOS TOTALES

### 5.1 Pruebas para definir la metodología de análisis:

Inicialmente se llevó a cabo pruebas preliminares para definir la metodología a utilizar en las determinaciones de bixina y pigmentos totales, las cuales fueron:

- a. Determinación del número de extracciones y el volumen de extractante (cloroformo), para realizar una extracción completa.
- b. Determinación del peso de la muestra (semilla de achiote) adecuada por volumen de extractante.
- c. Determinación del tiempo de agitación para obtener máxima extracción.

### 5.2 Metodología de análisis utilizada:

De cada una de las muestras de semilla de achiote obtenidas durante la cosecha, se tomaron dos semillas al azar y se obtuvo el peso inicial de éstas, colocándose posteriormente en un erlenmeyer de 25 ml con tapa y agregándosele cloroformo, para llevar a cabo tres extracciones de 15 ml cada una; a las 24, 32 y 48 horas; lo cual totalizó un volumen final de 45 ml de cloroformo conteniendo los pigmentos extraídos en las dos semillas, y posteriormente se aforó en un balón de 50 ml. Durante todo el proceso las muestras se mantuvieron en un agitador mecánico, completamente cubiertas para evitar la exposición a la luz del colorante.

Al final las dos semillas de cada una de las muestras fueron pesadas y la diferencia de peso obtenida (peso inicial - peso final) relacionada con el peso inicial de las semillas proporcionó el porcentaje de pigmentos totales solubles en cloroformo.

Del balón aforado a 50 ml se tomó una alícuota de 1 ml y se colocó en un balón de 25 ml, el cual se aforó con cloroformo; luego se tomó una alícuota de la presente dilución y se determinó el porcentaje de transmitancia en un colorímetro SPECTRONIC 20 (Bausch & Lomb) a una longitud de onda de 500 nm; ya que según la literatura revisada y el espectro obtenido en las pruebas preliminares, a esta longitud de onda se determina el contenido de bixina.

### 5.3 Obtención de bixina purificada:

Para obtener una muestra purificada de bixina se extrajeron pigmentos de una muestra aleatoria de semillas de achiote en la siguiente relación: 1.3 mg peso de semillas/1 ml de cloroformo; este proceso se repitió tres veces a temperatura ambiente y evitando exposición a la luz, para evitar degradación de la bixina. El extracto obtenido se concentró a presión reducida a una temperatura aproximada de 40°C; se tomó una porción de los sólidos residuales disueltos en un mínimo de volumen de cloroformo y se evaluó en dos fases móviles de cromatografía en capa fina utilizando placas Merck de silica gel, - de 20 x 20 y 0.25 mm de espesor. Los solventes evaluados fueron: - cloroformo : etanol absoluto : ácido acético glacial (96:3:1) y cloroformo : acetona : ácido acético glacial (50:50:1), brindando la mejor resolución el primer solvente evaluado.

Posteriormente se tomó una alícuota de la solución concentrada y se inyectó en un sistema de cromatografía preparativa utilizando una columna de silica gel 60, de tamaño B (Lobar Merck) y como solvente cloroformo : etanol absoluto : ácido acético glacial (96:3:1); trabajando con una bomba peristáltica P-1 (Pharmacia) y con un tubo de fluoro-caucho de 3.1 mm de diámetro y con un flujo aproximado de 0.34 ml/minuto. Las fracciones fueron colectadas en un colector

Frac-100 (Pharmacia) y se aisló aquella que contenía la bixina; se secó, se pesó el residuo y se preparó una solución de concentración conocida de bixina (1 miligramo/25 ml cloroformo) y se llevaron a cabo trece diluciones diferentes para leerlas en el colorímetro -- SPECTRONIC 20 (Bausch & Lomb) a una longitud de onda de 500 mm; y así conocer los porcentajes de transmitancia y realizar la curva de calibración.

## 6. ANALISIS DE LA INFORMACION

### 6.1 Determinación de la variabilidad agromorfológica:

A las variables cualitativas se les analizó por sus frecuencias, porcentajes y moda; y debido al origen sexual de los cultivares y al comportamiento alógamo de las plantas de achiote se obtuvo una variabilidad intra-cultivar en las características cualitativas estudiadas, por tal motivo para presentar los resultados de estas variables se estudiaron individualmente las 70 plantas correspondientes a los 15 cultivares. Las características cuantitativas se analizaron a través de su media aritmética, desviación estandar, coeficiente de variación y rango de distribución.

### 6.2 Determinación del grado de asociación:

Mediante el análisis de correlación lineal simple se conoció el grado de asociación entre las 17 variables cuantitativas, tanto morfológicas como agronómicas.

### 6.3 Determinación del grado de similitud, mediante el análisis de agrupamiento:

Mediante el análisis de grupos (Cluster Analysis) se determinó el grado de similitud existente entre los 15 cultivares de achiote caracterizados. Analizándose para el efecto 17 variables cuantitativas agromorfológicas.

El grado de similitud entre dos o más cultivares se cuantificó aplicando un coeficiente de distancia; interpretándose mediante la relación, que al existir una mayor distancia habrá menor similitud, siendo cero la máxima similitud.

Con la matriz de similitud se elaboró el fenograma, el cual estableció los diferentes grupos de cultivares de acuerdo con la semejanza entre sus características.



## V. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2 se presenta la matriz básica de datos, correspondiente a la caracterización morfológica y agronómica de 15 cultivares de achote estudiados, la cual representa la base para la discusión de los resultados.

### 1. GENERALIDADES SOBRE VARIABILIDAD MORFOLOGICA Y AGRONOMICA

#### 1.1 Variables Cuantitativas:

Dentro del total de variables estudiadas, 17 son cuantitativas, las cuales se detallan en el cuadro 3, con su correspondiente media aritmética, desviación estandar, coeficiente de variación y su lectura mínima y máxima. Asimismo a continuación se presenta la discusión de cada una de las variables cuantitativas analizadas.

##### 1.1.1 Altura de planta:

La media general entre los 15 cultivares estudiados fue de 4.05 m; el cultivar 6192 presentó la altura mínima de 3.56 m, siendo originario de Suchitepéquez. Y el cultivar 12886 presentó la altura máxima de 4.84 m, originario de Cartago. El coeficiente de variación fue de 8.78% y la desviación estandar de 0.35.

##### 1.1.2 Número de panículas por planta:

El mayor número de panículas por planta lo manifestó el cultivar 6206 procedente de Suchitepéquez, con un valor de 131; mientras que el cultivar 6191 originario también de Suchitepéquez presentó únicamente 31 panículas, siendo este valor el mínimo observado. El número de panículas por planta promedio fue de 94, la desviación estandar de 27.22 y con un coeficiente de variación de 28.98%.

Cuadro 2. Resumen de la caracterización agromorfológica de 70 plantas, correspondientes a 15 cultivares de achiote (Bixa orellana L.), en el Centro de Agricultura Tropical -- Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

VARIABLES	6191-1 6191-3		6192-1 6192-2 6192-3 6192-4 6192-5					6206-1 6206-2 6206-3			6206-4 6206-5		6209-1 6209-4 6209-5			7850-1 7850-2 7850-3 7850-4 7850-5					8079-1 8079-2 8079-3			
	3.6	4.5	3.6	3.5	4	3.7	3	4.6	4.4	3.8	4.5	3.5	3.8	4.4	3.5	4	4	4.3	4.5	5.2	3.8	3.5	3.5	
INCIDENCIA	Ataque <u>Coritium salmonicolor</u> (tallo)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ataque <u>Oidium bixae</u> (hojas)	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
	Ataque <u>Cercospora bixae</u> (hojas)	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	Ataque <u>Oidium bixae</u> (fruto)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ataque de insectos (fruto)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
FLOR	Color de las flores		2	2	3	1	2	3	1	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
PANTICULA	Número total de paniculas	16	46	110	79	140	96	47	149	118	149	155	83	59	99	65	106	88	100	114	110	93	104	106
	Número de paniculas 1 cápsula	3	13	2	2	2	2	1	3	4	2	4	0	2	9	4	3	4	7	3	19	0	2	5
	Número de paniculas 2 cápsulas	5	6	3	0	2	3	0	3	3	3	3	2	1	3	2	8	4	4	3	15	0	3	8
	Exposición de las paniculas	3	3	7	7	7	7	7	5	7	7	5	7	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5	7
FRUTOS	Madurez del fruto	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	1	3	3	3	2	3	3	3	3
	Número total de frutos	103	211	1180	848	1432	1247	553	1416	1269	1526	1603	1660	1443	1558	765	838	964	916	1145	920	1344	1117	993
	Frutos/panicula (promedio)	6	4	10	10	10	13	11	9	11	10	10	20	16	15	11	8	11	9	11	8	14	10	9
	Longitud de los frutos (cm)	3.6	4.8	4.7	3.5	4.2	4	3.9	3.8	3.7	4.1	4.2	3.9	4.1	4.1	4.3	4.9	4.7	5.3	5.5	5.1	5.6	5.4	5.6
	Ancho de los frutos (cm)	2.5	2.6	2.6	3.2	2.9	3	3.3	2.4	2.2	3	2.3	2.6	2.6	2.6	2.9	2.6	2.4	2.3	2.5	2.6	2	2.3	2.4
	Grosor de los frutos (cm)	1.2	1.2	2	2.3	2	1.6	1.9	2	1.7	1.7	1.9	1.7	1.5	1.7	2.2	1.2	1.1	1.7	1.7	1.2	1.4	1.8	1.8
	Longitud P+A del fruto (cm)	1.5	2.2	2.2	1.7	1.9	1.6	1.5	1.7	1.7	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	2	2.1	2.1	2.3	2.3	2.3
	Relación Long P+A/Long. del fruto	0.41	0.46	0.47	0.48	0.45	0.4	0.38	0.45	0.46	0.46	0.43	0.46	0.44	0.44	0.39	0.35	0.36	0.38	0.38	0.41	0.41	0.42	0.41
	Relación grosor/ancho del fruto	0.48	0.46	0.77	0.72	0.69	0.53	0.57	0.83	0.77	0.57	0.83	0.65	0.58	0.65	0.76	0.46	0.46	0.74	0.68	0.46	0.7	0.78	0.75
	Color de los frutos	2	1	3	1	2	3	2	3	3	1	1	3	1	1	2	2	2	2	1	3	2	1	3
	Espinocidad	3	1	7	9	7	9	7	7	9	7	7	7	7	3	7	7	7	3	7	7	3	7	7
	Longitud de las espinas	3	1	3	7	9	7	9	9	9	7	9	9	9	3	7	9	3	3	3	7	3	3	3
	Dehiscencia del fruto seco	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
	Forma del ápice del fruto	3	4	3	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Forma de la base del fruto	2	1	1	2	3	2	3	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
SEMILLAS	Número de semillas/fruto (promedio)	25	25	21	37	34	35	36	21	30	33	32	30	35	28	31	15	10	22	39	22	31	33	36
	Fendimiento de semilla (kg)	0.065	0.113	0.94	0.841	1.345	1.173	0.316	0.756	0.611	1.291	1.222	1.229	1.197	1.095	0.578	0.427	0.355	0.617	1.212	0.529	1.26	0.948	0.912
	Peso seco de 100 semillas (gr)	2.415	2.571	2.571	2.703	3.187	2.93	2.538	3.185	2.541	2.729	2.884	3.063	2.204	2.516	2.259	2.149	2.33	2.561	2.663	2.548	2.572	2.456	2.205
	Porcentaje de bixina	3.26	2.35	5.43	5.68	6.12	5.98	4.65	4.62	5.13	7	4.86	3.07	4.13	6.61	5.49	6.1	6.53	5.57	5.53	5.31	5.77	6.54	7.58
Porcentaje de pigmentos totales	8.26	9.37	7.93	9.88	10.97	11.58	8.97	12.13	9.78	8.84	9.78	10.01	8.87	7.54	11.82	8.37	8.96	9.93	9.05	9.03	11.7	10.76	14.64	

Continuación Cuadro 2.

VARIABLES		8079-4 8079-5		11549-1 11549-2		11549-3 11549-4		11549-5		11550-1 11550-2		11550-3 11550-4		11550-5		11630-1 11630-2		11630-3 11630-4		11630-5		11758-1 11758-2		11758-3 11758-4		11758-5		11940-1	
ALTURA DE PLANTA (m)		3.5	4	3.6	3.8	3.6	4	3.5		3.5	3.7	4.1	4.4	4.5		4.6	4.6	4.6	4.4	4.5		3	4	3.3	4.1	4.8		3.5	
INCIDENCIA	Ataque <i>Corticium salmonicolor</i> (tallo)	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0	
	Ataque <i>Didym Bixae</i> (hojas)	1	1	1	1	1	1	1		1	0	1	1	1		1	1	1	1	1		0	1	1	1	1		1	
	Ataque <i>Cercospora Bixae</i> (hojas)	0	1	0	0	0	1	1		0	1	0	0	1		1	1	0	1	1		0	0	0	1	1		1	
	Ataque <i>Didym Bixae</i> (fruto)	0	0	1	1	0	0	0		0	0	0	1	0		1	1	1	0	1		0	1	0	1	1		0	
	Ataque de insectos (fruto)	0	1	1	0	0	1	1		1	1	0	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	1	1		1	
PLOR	Color de las flores	3	3	2	1	2	1	2		2	3	2	2	2		2	3	3	3	2		1	2	1	2	2		2	
PANICULA	Número total de panículas	69	137	197	129	93	86	97		63	95	80	150	189		97	150	106	107	96		88	64	99	90	139		73	
	Número de panículas 1 cápsula	1	4	36	25	16	0	9		0	2	10	4	10		4	3	2	5	7		14	3	6	0	9		0	
	Número de panículas 2 cápsulas	0	5	29	27	22	4	10		1	4	4	1	15		4	2	4	7	8		10	0	10	2	6		3	
	Exposición de las panículas	7	7	5	5	5	7	7		7	7	7	7	5		7	5	7	7	5		3	5	5	7	5		5	
FRUTOS	Madurez del fruto	3	3	3	3	3	3	3		2	1	2	2	3		3	3	3	3	3		2	2	2	2	2		2	
	Número total de frutos	742	1475	834	753	304	947	585		785	1369	860	1770	1331		839	1763	976	1112	668		552	1343	853	1251	1427		1158	
	Frutos/panícula (promedio)	10	10	4	5	3	11	6		12	14	10	11	7		8	11	9	10	7		6	21	8	14	10		15	
	Longitud de los frutos (cm)	4.6	5.1	4.3	4.4	4.3	4.3	4.4		4.1	3.2	3.4	3.7	4.7		5.5	5.1	5.4	5	5		2.3	4	2.8	3.7	3.9		3.5	
	Ancho de los frutos (cm)	2.2	2.3	2	2	2.1	3	2.1		2.9	3.1	2.8	3.3	2.7		3	2.6	2.7	2.6	2.6		2.7	3.2	3.2	3.2	3.1		3.1	
	Grosor de los frutos (cm)	1.6	1.5	1.3	1.4	1.4	2.2	1.4		2	2.2	1.6	1.9	2.5		1.8	1.6	1.7	1.9	2		1.7	2.1	1.8	2	2		1.6	
	Longitud P/A del fruto (cm)	1.9	2.1	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9		1.8	1.4	1.6	1.9	2.3		2.4	2.1	2.4	2.1	2.1		1.4	1.9	1.5	1.8	1.7		1.8	
	Relación Long P/A/Long. del fruto	0.41	0.41	0.44	0.41	0.39	0.44	0.43		0.44	0.44	0.47	0.51	0.49		0.44	0.41	0.44	0.42	0.42		0.61	0.47	0.53	0.49	0.43		0.51	
	Relación grosor/ancho del fruto	0.73	0.65	0.65	0.7	0.67	0.73	0.67		0.69	0.71	0.57	0.57	0.92		0.6	0.61	0.63	0.73	0.77		0.63	0.66	0.56	0.62	0.64		0.52	
	Color de los frutos	1	2	3	1	3	3	3		3	1	1	1	1		1	1	1	3	1		2	2	2	2	2		2	
	Espinosidad	9	7	7	7	7	9	7		9	9	7	9	9		7	3	3	7	7		3	7	1	7	7		3	
	Longitud de las espinas	7	7	3	3	3	7	3		9	9	7	9	7		7	3	3	7	3		9	9	9	9	9		9	
	Dehiscencia del fruto seco	0	0	0	0	0	1	0		1	1	1	1	0		0	0	0	1	0		1	1	1	1	1		1	
	Forma del ápice del fruto	3	4	4	4	4	3	4		4	1	4	4	3		4	4	4	4	4		1	2	1	2	2		2	
	Forma de la base del fruto	1	1	1	2	1	1	1		2	2	1	2	2		1	2	2	1	1		2	1	3	1	1		1	
	SEMILLAS	Número de semillas/fruto (promedio)	41	36	35	32	30	33	34		37	22	35	23	28		34	22	16	25	27		16	24	24	18	19		42
Rendimiento de semilla (kg)		0.779	1.495	0.708	0.540	0.210	0.921	0.437		0.677	0.573	0.73	1.116	0.928		0.777	0.928	0.462	0.982	0.419		0.253	0.677	0.516	0.708	0.676		0.944	
Peso seco de 100 semillas (gr)		2.348	2.521	2.948	2.529	2.742	2.935	2.423		2.539	2.498	2.426	2.294	2.048		2.849	2.292	2.683	2.68	2.653		2.225	3.042	2.21	3.237	2.864		2.288	
Porcentaje de bixina		5.08	7.37	5.89	6.2	5.72	5.40	5.90		6.80	6.17	5.52	6.78	5.99		4.73	5.64	4.04	6.12	4.51		3.46	5.32	3.5	4.78	5.19		4.22	
Porcentaje de pigmentos totales	11.78	15.02	12.36	11.45	11.54	10.75	13.03		10.24	13.07	9.49	9.9	8.76		8.61	11.53	8.8	9.21	9.08		6.5	9.2	6.94	11.74	9.64		7.69		

Continuación Cuadro 2.

VARIABLES		11948-2	11948-3	11948-4	11948-5	12300-1	12300-2	12300-3	12300-4	12300-5	12886-1	12886-2	12886-3	12886-4	12886-5	12887-1	12887-2	12887-3	12887-4	12887-5	12891-1	12891-2	12891-3	12891-4	12891-5		
ALTURA DE PLANTA (m)		4.2	3.6	4	3.6	4.1	3.7	4.3	4.4	3.4	4.7	5.2	5	4.5	4.8	4.3	4.5	4.7	4.3	4.2	3.6	4.6	3.4	4.5	4		
INCIDENCIA	Ataque <i>Cercarial dermatitis</i> (tallo)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ataque <i>Cercarial dermatitis</i> (hojas)	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ataque <i>Cercarial dermatitis</i> (fruto)	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ataque de insectos (fruto)	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ataque de insectos (fruto)	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Color de las flores		2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
PANICULA	Número total de panículas	50	76	72	103	74	80	136	64	71	99	162	110	131	145	63	57	18	31	123	35	112	53	90	78		
	Número de panículas 1 cápsula	4	0	1	2	1	0	3	1	2	0	2	6	1	4	0	2	1	4	0	1	5	5	1	1		
	Número de panículas 2 cápsulas	2	1	3	2	2	0	1	1	2	1	7	7	3	3	0	2	1	5	0	1	3	5	1	2		
	Deposición de las panículas	5	7	5	7	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	
FRUTOS	Madurez del fruto	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2		
	Número total de frutos	618	1559	1000	1818	1144	1287	2378	936	602	1511	1720	1910	1975	1858	1070	820	138	312	1611	589	1648	861	1474	1400		
	Frutos/panícula (promedio)	12	20	13	17	15	16	17	14	8	15	10	17	15	12	17	14	7	10	13	16	14	16	16	18		
	Longitud de los frutos (cm)	4.8	3.8	4.5	4.8	4.2	4.6	4.4	4.9	4.3	5.1	5.1	4.8	5	5.6	4.6	5.2	5.7	5.1	5.1	4.7	5.1	4.2	4.5	4.5		
	Ancho de los frutos (cm)	3.3	3	2.6	2.7	2.6	2.4	2.6	2.6	2.3	3.3	3.4	3.2	2.8	3.6	3.1	4.2	3.3	3	3	3.4	3.6	4.2	3.1	3.5		
	Grosor de los frutos (cm)	1.5	1.7	1.8	1	1	1.5	1.3	2	1.2	2.2	2.2	2.6	2.4	2.2	2.3	2.6	2.6	2.4	2.7	2.7	2.3	1.9	1.8	1.9		
	Longitud P+A del fruto (cm)	2.3	1.7	1.4	2	1.9	2.1	1.9	2.1	1.9	2	2.2	2.1	1.9	2.3	2	2.4	2.2	1.8	2.1	2	2.2	1.7	1.8	1.9		
	Relación Long P+A/Long. del fruto	0.48	0.45	0.31	0.42	0.45	0.46	0.43	0.43	0.44	0.39	0.43	0.44	0.38	0.41	0.43	0.46	0.38	0.35	0.41	0.42	0.43	0.4	0.4	0.42		
	Relación grosor/ancho del fruto	0.45	0.57	0.69	0.37	0.38	0.62	0.5	0.77	0.52	0.67	0.65	0.81	0.86	0.61	0.74	0.62	0.79	0.8	0.9	0.79	0.64	0.45	0.58	0.54		
	Color de los frutos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	1	3	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	2	2	
	Espinesidad	9	9	3	7	7	3	7	9	3	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	9	9	9	7	7	9	
	Longitud de las espinas	7	9	7	7	7	7	7	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	Dehiscencia del fruto seco	1	1	1	1	1	1	1	7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Forma del ápice del fruto	2	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	2	2	2	3	3	2	4	4	4	4	
	Forma de la base del fruto	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	1	1	2	3	
SEMILLAS	Número de semillas/fruto (promedio)	33	32	23	35	27	29	28	33	21	42	33	33	41	37	32	35	30	35	25	35	46	44	35	39		
	Rendimiento de semilla (kg)	0.539	1.225	0.701	1.321	0.712	0.894	1.414	0.791	0.347	1.618	1.251	1.467	1.818	1.827	0.909	0.827	0.129	0.276	1.688	2.676	2.816	2.466	2.882	2.623		
	Peso seco de 100 semillas (gr)	2.577	2.68	2.774	2.739	2.275	2.899	3.073	2.765	2.174	2.617	3.263	2.192	2.634	2.894	2.598	2.456	2.753	2.535	2.408	4.71	8.43	5.43	7.21	7.38		
	Porcentaje de bixina	4.15	4.71	4.66	4.1	3.12	3.07	3.68	4.74	3.75	5.78	4.89	4.91	5.4	4.97	4.74	4.23	6.93	5.73	4.83	13.17	12.71	11.28	10.56	12.26		
	Porcentaje de pigmentos totales	6.25	9.18	8.57	9.67	6.4	6.41	7.39	8.83	6.58	8.76	9.24	8.9	7.9	9.66	8.26	10.35	10.7	8.2	8.92	13.17	12.71	11.28	10.56	12.26		

Cuadro 3. Promedios, desviaciones estandar, coeficiente de variación, observaciones mínima y máxima de 17 características cuantitativas estudiadas en quince cultivares de achiote.

CARACTERISTICAS	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE VARIACION	OBSERVACIONES		RANGO
				MINIMA	MAXIMA	
1. Altura de plantas en m	4.05	0.35	8.78	3.56	4.84	1.28
2. Panículas por planta	94	27.22	28.98	31	131	100
3. Panículas con 1 cápsula	4	4.08	90.13	1	17	16
4. Panículas con 2 cápsulas	4	4.14	92.64	1	18	17
5. Frutos por planta	1096	369.36	33.7	157	1795	1638
6. Frutos por panícula	11	3.13	27.5	5	16	11
7. Longitud del fruto en cm	4.5	0.58	13.1	3.3	5.2	1.9
8. Ancho del fruto en cm	2.8	0.4	14.2	2.2	3.5	1.3
9. Grosor del fruto en cm	1.8	0.36	20.3	1.2	2.5	1.3
10. Long. P+A fruto en cm	1.9	0.16	8.68	1.6	2.2	0.6
11. Relac. Long. P+A/Long.	0.43	0.03	6.98	0.37	0.5	0.13
12. Relac. grosor/ancho	0.64	0.08	13.32	0.47	0.77	0.3
13. Semillas por fruto	30	5.23	17.47	20	40	20
14. Rend. semilla por planta (kg)	0.844	0.33	39.36	0.089	1.596	1.507
15. Peso seco de 100 semillas (gr)	2.61	0.17	6.6	2.326	2.96	0.634
16. Porcentaje de bixina	5.18	1.04	20.15	2.8	6.65	3.85
17. Porcentaje de pigmentos	9.74	1.5	15.37	7.12	12.78	5.66

1.1.3 Número de panículas con una cápsula:

Los cultivares 12300 y 12887 procedentes de Retalhuleu y Cartago respectivamente, presentaron la lectura mínima de 1 panícula con 1 cápsula; mientras que el cultivar 11549 originario de Petén presentó 17 panículas con 1 cápsula. La media general fue de 4 panículas con 1 cápsula, con una desviación estandar de 4.08 y un coeficiente de variación alto de 90.13 %.

1.1.4 Número de panículas con dos cápsulas:

El menor número de panículas con 2 cápsulas fue de 1 por el cultivar 12300 procedente de Retalhuleu; mientras que el mayor número de panículas con 2 cápsulas fue de 18 por el cultivar 11549 de Petén. El promedio fue de 4 panículas con 2 cápsulas, con una desviación estandar de 4.14 y un coeficiente de variación alto de 92.64%.

1.1.5 Número de frutos por planta:

El promedio de frutos por planta obtenido fue de 1,096; el cultivar 12886 originario de Cartago, fue el que presentó el mayor número de frutos, siendo éste de 1,795; a la vez el menor número de frutos fue de 157, presentado por el cultivar 6191 originario de Suchitepéquez. Entre los cultivares estudiados por la presente variable se obtuvo una desviación estandar de 369.36 y un coeficiente de variación de 33.7%.

1.1.6 Número de frutos por panícula:

El promedio de frutos por panícula más bajo fue de 5, manifestado por el cultivar 6191 procedente de Suchitepéquez; mientras que el promedio más alto de frutos por panícula fue de 16, presentado por el cultivar 12891 procedente de Cartago. La media general de frutos por panícula fue de 11, la desviación estandar presentó un valor de 3.13 y con un coeficiente de variación de 27.5%.

1.1.7 Longitud del fruto:

La longitud de los frutos se distribuyó en un rango de 1.9 - cm; presentando el cultivar 11758 procedente de Petén, la mínima de 3.3 cm; mientras que la máxima fue de 5.2 cm manifestado en el cultivar 8079 de Alta Verapaz. Dentro de los 15 cultivares caracterizados la longitud de los frutos presentó una media general de 4.5 cm, con una desviación estandar de 0.58 y un coeficiente de variación de 13.1%.

1.1.8 Ancho del fruto:

El ancho mínimo del fruto lo presentaron los cultivares 8079 de Alta Verapaz y 11549 de Petén, el cual fue de 2.2 cm; y - el ancho máximo de 3.5 cm lo manifestó el cultivar 12891 de Cartago. Entre los cultivares se presentó una media general de 2.8 cm, una desviación estandar de 0.4 y un coeficiente - de variación de 14.2%.

1.1.9 Grosor del fruto:

El promedio general del grosor del fruto entre los cultiva- res estudiados fue de 1.8 cm; siendo el cultivar 6191 origi- nario de Suchitepéquez el que manifestó el mínimo grosor de 1.2 cm; mientras que el cultivar 12887 de Cartago presentó - el máximo grosor de 2.5 cm. Se obtuvo una desviación estan- dar de 0.36 y un coeficiente de variación de 20.31%.

1.1.10 Longitud de la parte más amplia del fruto:

La menor longitud de la parte más amplia del fruto fue de - 1.6 cm presentado por el cultivar 11758 originario de Petén; a la vez el cultivar 11630 de Petén manifestó la mayor longi- tud de 2.2 cm. El promedio general de la longitud de la par- te más amplia del fruto fue de 1.9 cm; observándose una des- viación estandar de 0.16 y un coeficiente de variación de - 8.68%.

1.1.11 Relación longitud de la parte más amplia/longitud del fruto:

La media general de la presente relación fue de 0.43; siendo el cultivar 7850 originario de Santa Cruz el que manifestó la mínima relación de 0.37 y el cultivar 11758 de Petén el que manifestó la máxima relación de 0.50. Se observó entre los cultivares una desviación estandar de 0.03 y un coeficiente de variación de 6.98%.

1.1.12 Relación grosor/ancho del fruto:

El promedio general de la presente relación fue de 0.64; siendo el cultivar 6191 procedente de Suchitepéquez, el que presentó la mínima relación de 0.47 y el cultivar 12887 de Cartago, el que manifestó la máxima relación de 0.77. Entre los cultivares se presentó una desviación estandar de 0.08 y un coeficiente de variación de 13.32%.

1.1.13 Número de semillas por fruto:

El mínimo encontrado fue de 20 semillas por fruto en el cultivar 11758 originario de Petén; y el máximo de 40 semillas por fruto se encontró en el cultivar 12891 de Cartago. La media general fue de 30 semillas por fruto, presentándose una desviación estandar de 5.23 y un coeficiente de variación de 17.47%.

1.1.14 Rendimiento de semilla por planta:

La mayor producción de semilla (kg/planta) se obtuvo con el cultivar 12886 procedente de Cartago, siendo ésta de 1.596 kg, mientras que la menor producción fue de 0.089 kg por el cultivar 6191 de Suchitepéquez. La media general obtenida entre los 15 cultivares caracterizados fue de 0.844 kg de semilla de achiote por planta; de las características estudiadas el rendimiento presentó una alta variabilidad, con una desviación estandar de 0.33 y un coeficiente de variación de 39.36%.



1.1.15 Peso seco de 100 semillas:

Entre los cultivares estudiados se obtuvo una media general de 2.61 gr; siendo el mayor peso seco de 100 semillas 2.96 gr, obtenido por el cultivar 6206 originario de Suchitepéquez; y el menor peso lo manifestó el cultivar 6209 de Retalhuelu con un valor de 2.326 gr. Esta variable presentó una desviación estandar de 0.17 y un coeficiente de variación de 6.6%.

1.1.16 Porcentaje de bixina:

El componente de calidad más importante en las semillas lo constituye la bixina, que es el pigmento de donde se deriva el género del achiote; y entre mayor sea su contenido, mayor será su valor económico en el mercado. Actualmente en los mercados internacionales se consideran aceptables solamente aquellas muestras que contengan más de 2.5% de bixina. El porcentaje más alto lo manifestó el cultivar 12891 originario de Cartago, con un valor de 6.65%; mientras que el porcentaje mínimo lo presentó el cultivar 6191 de Suchitepéquez siendo de 2.8%. El promedio general de bixina obtenido entre los cultivares estudiados fue 5.18% y se presentó una desviación estandar de 1.04 y un coeficiente de variación de 20.15%.

1.1.17 Porcentaje de pigmentos totales:

La media general obtenida entre los 15 cultivares caracterizados fue de 9.74%; obteniéndose el mayor porcentaje de pigmentos totales con el cultivar 8079 de Alta Verapaz, siendo éste de 12.78%; mientras que el menor porcentaje lo presentó el cultivar 12300 de Retalhuleu, el cual fue de 7.12%. Con la presente variable se obtuvo una desviación estandar de 1.5 y un coeficiente de variación de 15.37%.

## 1.2 Variables Cualitativas:

En el cuadro 4 se detalla la distribución de frecuencias y porcentajes de cada una de las variables cualitativas estudiadas, presentándose a continuación su discusión.

### 1.2.1 Tiempo de madurez:

Con relación a esta variable el 34% de las plantas maduraron precozmente, 39% presentaron el estado de madurez intermedio y el 27% fueron tardías para madurar.

### 1.2.2 Exposición de las panículas:

El grado de visibilidad que presentan las panículas es importante tomarlo en cuenta, especialmente en el momento de la cosecha. Del total de plantas caracterizadas el 54% mostraron un alto grado de exposición, un 42% presentaron un grado intermedio de visibilidad, mientras que solamente un 4% mostraron un grado bajo.

### 1.2.3 Color de las flores:

La determinación de los colores de las flores de achiote se realizó con la ayuda del libro de colores Munsell (Munsell - Book of Color). Las flores de color rosado se presentaron en el 50% de las plantas caracterizadas, el color violeta en las flores se registró en un 40% y finalmente el color blanco solamente se manifestó en un 10%.

### 1.2.4 Color de los frutos:

Al igual que en las flores, el color de los frutos de achiote se determinaron en el libro de colores Munsell (Munsell Book of Color). Del total de plantas caracterizadas, el 41% presentaron el color café, un 36% registraron el color verde y finalmente un 23% manifestaron el color rojo.

Cuadro 4. Distribución de frecuencias y porcentajes de las variables cualitativas de 70 plantas pertenecientes a los 15 cultivares de achiote.

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<u>Tiempo de Madurez</u>		
1 = Precoz	24	34.3
2 = Intermedia	27	38.6
3 = Tardía	19	27.1
<u>Corticium s. en Tallo</u>		
0 = Ausente	65	92.9
1 = Presente	5	7.1
<u>Oidium bixae en Hojas</u>		
0 = Ausente	16	22.9
1 = Presente	54	77.1
<u>Cercospora bixae en Hojas</u>		
0 = Ausente	30	42.9
1 = Presente	40	57.1
<u>Oidium bixae en Frutos</u>		
0 = Ausente	43	61.4
1 = Presente	27	38.6
<u>Ataque de Insecto al Fruto</u>		
0 = Ausente	10	14.3
1 = Presente	60	85.7
<u>Exposición de las Panículas</u>		
3 = Baja	3	4.3
5 = Intermedia	29	41.4
7 = Alta	38	54.3

Continuación Cuadro 4.

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<u>Color de las Flores</u>		
1 = Blanco	7	10.0
2 = Rosado	35	50.0
3 = Violeta	28	40.0
<u>Color de Frutos</u>		
1 = Café	29	41.4
2 = Verde	25	35.7
3 = Rojo	16	22.9
<u>Espinosidad del Fruto</u>		
0 = Sin espinas (glabro)	0	0.0
1 = Muy bajo	3	4.3
3 = Bajo	11	15.7
7 = Alto	32	45.7
9 = Muy alto	24	34.3
<u>Longitud de espinas del Fruto</u>		
1 = Muy corto	1	1.4
3 = Corto	17	24.3
7 = Largo	20	28.6
9 = Muy largo	32	45.7
<u>Forma ápice del Fruto</u>		
1 = Redondeada	3	4.3
2 = Obtusa	13	18.6
3 = Aguda	13	18.6
4 = Puntiguda	41	58.6
<u>Forma base del Fruto</u>		
1 = Redondeada	42	60.0
2 = Plana	21	30.0
3 = Semi-ondulada	7	10.0

Continuación Cuadro 4.

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<u>Dehiscencia del Fruto Seco</u>		
0 = Indehiscente	19	27.1
1 = Dehiscente	51	72.9

1.2.5 Espinosidad del fruto:

La variable espinosidad se presentó en cuatro estados dentro de las 70 plantas caracterizadas. El 34% de las plantas manifestaron el estado muy alto, el 46% presentaron el estado alto, el 16% el estado bajo y solamente un 4% el estado muy bajo de espinosidad. Los frutos sin espinas (glabro) no se observaron en ninguna planta.

1.2.6 Longitud de las espinas:

La presente característica se manifestó en la población estudiada, en la siguiente proporción: 46% de las plantas presentaron espinas muy largas, 29% el estado largo, 24% el estado corto y solamente el 1% se manifestaron muy cortas.

1.2.7 Forma del ápice del fruto:

Dentro del presente estudio predominaron los frutos de forma puntiaguda, registrándose en un 58% de las plantas, mientras que los frutos de forma aguda y obtusa se presentaron en igual porcentaje cada uno, siendo éste de 19% y solamente en un 4% de las plantas se observó el ápice redondeado.

1.2.8 Forma de la base del fruto:

Esta característica se manifestó en tres estados: siendo la forma redondeada la que predominó en un 60%, le siguió la forma plana en un 30% de las plantas y finalmente la forma semi-ondulada únicamente manifestándose en el 10% de la población estudiada.

1.2.9 Dehiscencia del fruto seco:

La dehiscencia de los frutos secos se manifestó en el 73% de la población caracterizada, mientras que el 27% de las plantas restantes se reportaron como indehiscentes. Esta característica es importante desde el punto de vista del rendimiento, ya que los frutos al abrir sus valvas exponen el colorante a la acción de la luz solar, provocando su de-

gradación; y además exponen las semillas al ataque de hongos e insectos.

1.2.10 Incidencia de Corticium salmonicolor en el tallo:

Dentro de las enfermedades que atacan el tallo de las plantas de achiote, el Mal Rosado (Corticium salmonicolor) se presentó únicamente en el 7% de las plantas estudiadas.

1.2.11 Incidencia de Oidium bixae en hojas y frutos:

La presente enfermedad es la que mayor daño causa al follaje atacando principalmente las hojas tiernas y produciendo en ellas enrollamiento; registrándose el ataque de Oidium al follaje en un 77% de las plantas; mientras que el ataque de Oidium al fruto fue de solamente un 39%; presentándose mediante un polvo blancuzco cubriendo la parte afectada del fruto.

1.2.12 Incidencia de Cercospora bixae en hojas:

Esta enfermedad se manifestó generalmente en las hojas viejas de los árboles; y el daño causado se observó en el 57% de la plantación estudiada.

1.2.13 Ataque del insecto al fruto:

Este insecto corresponde a una larva del orden Lepidóptero, cuyo género y especie no ha sido posible identificar. Dentro de las 70 plantas caracterizadas el 86% resultaron con sus frutos dañados por la larva del insecto.

2. ASOCIACION ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS, ANALISIS DE CORRELACION

Para determinar el grado de asociación de las variables cuantitativas, se realizaron las correlaciones; tomándose como significativos los valores iguales o mayores a 0.509 con un número de datos por variable de 15 y a un nivel de significancia de 0.05.

Cuadro 5. Correlaciones significativas entre variables cuantitativas de 15 cultivares de achiote (Bixa orellana L.) caracterizados en el Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá", San Miguel Panán, Suchitepéquez.

VARIABLES	$r^2$	SIGNIFICANCIA
Frutos/panícula X <sup>1/</sup> ancho fruto	0.58239	0.0227
" " X total frutos	0.74923	0.0013
" " X panículas 1 cápsula	-0.7037	0.0034
" " X panícula 2 cápsulas	-0.66511	0.0068
Rend. semilla X total frutos	0.89107	0.0001
" " X frutos/panícula	0.74955	0.0013
" " X grosor fruto	0.56303	0.0289
" " X No. semillas/fruto	0.59665	0.0189
% Bixina X Relac. grosor/ancho	0.57871	0.0138
" X No. semillas/fruto	0.5444	0.0359
" X % pigmentos totales	0.76427	0.0009
Altura plantas X longitud fruto	0.52701	0.0435
" " X longitud P+A fruto	0.51572	0.0491
Total panícula X total frutos	0.65935	0.0075
" " X Relac. grosor/ancho	0.56159	0.0294
Longitud fruto X Long. P+A fruto	0.92035	0.0001
" " X Relac. Long. P+A/Long.	-0.83953	0.0001
Grosor fruto X ancho fruto	0.77399	0.0007
" " X Relac. grosor/ancho	0.71216	0.0029
Semillas/fruto X % pigmentos totales	0.57259	0.0257
Pan. 1 cápsula X panículas 2 cápsulas	0.94741	0.0001

1/ La letra X, significa "por"



2.1 Correlaciones de la variable número de frutos/panícula:

Frutos/panícula	X	Ancho del fruto	0.58239
"	"	X Total frutos	0.74923
"	"	X Panículas una cápsula	-0.7037
"	"	X Panículas dos cápsulas	-0.66511

Analizando las correlaciones anteriores, se deduce que al incrementarse el número de frutos/panícula, aumenta el ancho del fruto, así como el número de frutos; lo anterior queda de manifiesto al observar los datos de los cultivares 12886 y 12891 (cuadro 2). Asimismo, se obtuvieron dos correlaciones inversas, las cuales explican que al existir un incremento en el número de panículas con una y dos cápsulas se reduce el número promedio de frutos/panícula.

2.2 Correlaciones de la variable rendimiento de semilla:

Rendimiento semilla	X	Total de frutos	0.89107
"	"	X Frutos/panícula	0.74955
"	"	X Grosor del fruto	0.56303
"	"	X No. semillas/fruto	0.59665

El número de frutos, el promedio de frutos/panícula, el grosor del fruto y el número de semillas/fruto correlacionaron en una forma directa con el rendimiento de semilla de achiote por planta; lo cual se comprueba al observar los datos de los cultivares 12886 y 12891 (cuadro 2).

2.3 Correlaciones de la variable porcentaje de bixina

Porcentaje de bixina	X	Relac. grosor/ancho	0.57871
"	"	X No. semillas/fruto	0.5444
"	"	X % pigmentos totales	0.76427

El contenido de bixina en las semillas de achiote es un factor determinante en la calidad y comercialización, ya que a mayor porcen-

taje de bixina en las semillas, mayor será su aceptación en el mercado y por ende el precio será mayor. La bixina representa aproximadamente el 50% de los pigmentos totales de la semilla, por lo que si aumenta el contenido de pigmentos aumentará la concentración de bixina, los cuales están correlacionados positivamente. Asimismo, en las correlaciones anteriores se observa que al aumentar la relación grosor/ancho del fruto y el número de semillas/fruto aumenta directamente el porcentaje de bixina; observándose este comportamiento en los cultivares 8079 y 12891 (cuadro 2).

2.4 Correlaciones de la variable altura de planta:

Altura de planta	X	longitud fruto	0.52701
"	"	X longitud P+A fruto	0.51572

En las presentes correlaciones se observa que a una mayor altura en las plantas de achiote, se obtiene en los frutos (cápsulas) una mayor longitud general y una mayor longitud de la parte más amplia; quedando de manifiesto al observar los datos de los cultivares 11630 y 12886 (cuadro 2).

2.5 Correlaciones de la variable número total de panículas

Total de panículas	X	total de frutos	0.65935
"	"	X Relac. grosor/ancho	0.56159

Un aumento en el número total de panículas llevó consigo un aumento en el número total de frutos y en la relación grosor/ancho del fruto; lo cual se puede observar en los cultivares 6206 y 12886 (cuadro 2).

2.6 Correlaciones de la variable longitud del fruto:

Longitud del fruto	X	Long. P+A/Long.	0.92035
"	"	X Relac. Long. P+A/Long.	-0.83953

La longitud del fruto correlacionó directamente con la longitud de la parte más amplia del fruto, y a la vez correlacionó inversamente con la relación de la longitud de la parte más amplia/longitud del fruto; comprobándose al observar los datos de los cultivares - 8079 y 12887.

2.7 Correlaciones de la variable grosor del fruto:

Grosor del fruto	X	Ancho del fruto	0.77399
"	"	X Relac. grosor/ancho	0.71216

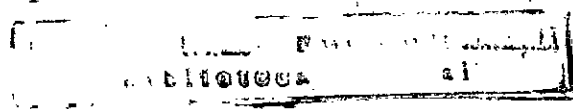
Las correlaciones anteriores indican que al aumentar el grosor de los frutos paralelamente aumentará el ancho y la relación grosor/ancho de los frutos; manifestándose lo dicho anteriormente en los cultivares 12887 y 12891 (cuadro 2).

2.8 Otras correlaciones significativas:

El incremento del número de semillas/fruto aumenta el porcentaje de pigmentos totales (0.57259), lo cual podemos observar en los cultivares 8079 y 12891 (cuadro 2). Asimismo el número de panículas con 1 cápsula correlacionó directamente con el número de panículas con 2 cápsulas (0.94741).

En síntesis puede decirse que las variables número total de frutos, número de frutos/panícula, número de semillas/fruto y grosor del fruto presentaron una relación directa con el rendimiento de semilla de achiote por planta. Asimismo el número de frutos/panícula (promedio) se encuentra asociado directamente con el número total de frutos y con el ancho de los frutos e inversamente con el número de panículas de 1 y 2 cápsulas.

Siendo la bixina, el pigmento que le proporciona el valor comercial al achiote, puede observarse que las variables número de semillas/fruto, porcentaje de pigmentos totales y la relación grosor/ancho del fruto presentaron correlación positiva con el porcentaje de bi-



xina, característica muy importante en la calidad del achiote.

### 3. SIMILITUD ENTRE CULTIVARES (CLUSTER ANALYSIS)

#### 3.1 Descripción del Fenograma:

Como resultado del análisis de agrupamiento de los 15 cultivares de achiote, se obtuvo el fenograma correspondiente (figura 3); en el cual se constituyeron tres grupos entre los coeficientes de distancia de 0.8 y 0.88; y 2 cultivares quedaron sin constituir grupo, si no hasta llegar a coeficientes de distancia de 1.24 y 1.28.

Los grupos en el fenograma quedaron conformados de la siguiente manera:

Grupo 1: Por los cultivares 6192, 6206, 6209, 11550, 11948, 12300 y 11758.

Grupo 2: Por los cultivares 7850, 11630 y 8079.

Grupo 3: Por los cultivares 12886, 12887 y 12891.

Y los cultivares que no constituyeron grupo fueron el 11549 y 6191.

El nivel más bajo de similitud del fenograma corresponde al coeficiente de distancia de 1.28 en el cual se une el cultivar 6191 al resto de cultivares estudiados; y el nivel más alto de similitud se encuentra a un coeficiente de distancia de 0.39, que corresponde al núcleo en donde se unen los cultivares 11948 y 12300.

#### 3.2 Descripción de los grupos de cultivares de achiote determinados por el fenograma:

Grupo 1: Constituido por siete cultivares a un coeficiente de dis-

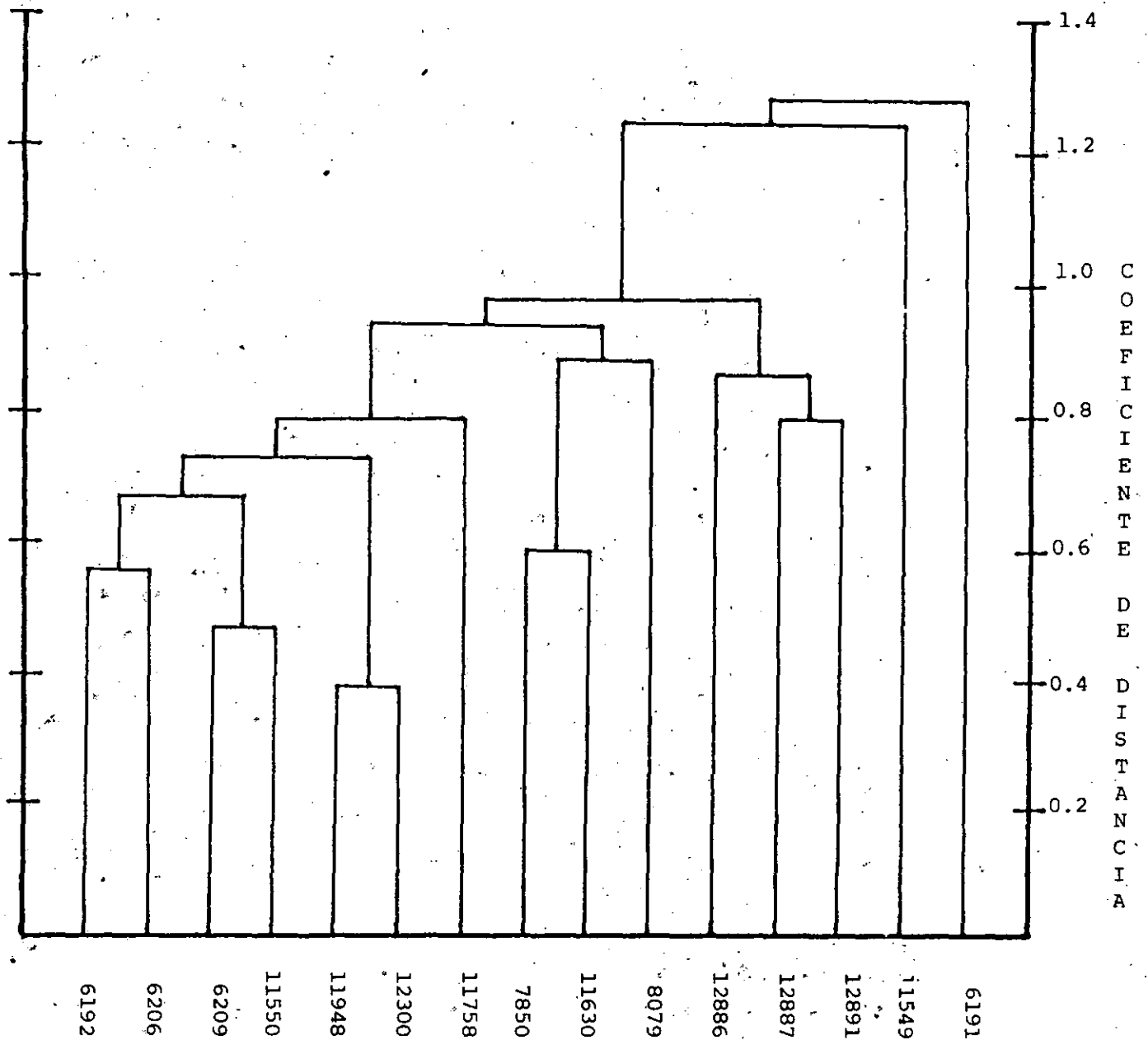


Figura 3. Fenograma de 15 cultivares de achiote (*Bixa orellana* L.) caracterizados en el Centro de Agricultura Tropical "Bulbuxyá" San Miguel Panán, Suchitepéquez.

tancia de 0.8, los cuales son: 6192, 6206 procedentes de Suchitepéquez; 6209, 12300 de Retalhuleu; 11550, 11758 de Petén y el 11948 sin identificación de procedencia; manifestando las siguientes características en común: bajo número de panículas con una y dos cápsulas (1-6), medio el número de frutos/planta (1052-1501), medio el número de frutos/panícula (11-15), ancho medio de los frutos (2.5-3.08 cm), grosor medio de los frutos (1.4-2.04 cm), baja la longitud de la parte más amplia de los frutos (1.66-1.98 cm) medio el número de semillas/fruto (20-33) y medio el rendimiento de semilla de achiote (0.606-1.024 kg).

Grupo 2: Compuesto por tres cultivares a un coeficiente de distancia de 0.88, siendo éstos el 7850 originario de Santa Cruz, 11630 de Petén y 8079 de Alta Verapaz. Los cuales presentaron siete características en común, tales como alto número de panículas/planta (102-111), medio el número de frutos/planta (997-1134), medio el número de frutos/panícula (9-11), longitud alta de los frutos (5.1 -- 5.26 cm), ancho bajo de los frutos (2.24-2.7 cm), medio el rendimiento de semilla (0.626-1.079 kg) y alto el porcentaje de bixina (5.0 - 6.47 %).

Grupo 3: A un coeficiente de distancia de 0.87 se constituyó el presente grupo, compuesto por tres cultivares; siendo el 12886, 12887 y 12891 procedentes de Cartago; caracterizándose por poseer en común un bajo número de panículas de una y dos cápsulas (1-4), alto número de frutos/panícula (12-16), longitud alta de los frutos (4.6-5.14 cm) alto el ancho de los frutos (3.26-3.56 cm), alto el grosor de los frutos (2.12-2.52 cm), relación baja de la longitud de la parte más amplia/longitud de los frutos (0.406-0.414), alto el número de semillas/fruto (31-40), medio el peso seco de 100 semillas (2.55-2.72 gr) y alto el porcentaje de bixina (5.19-6.65).

### 3.3 Descripción de los cultivares de achiote que no constituyeron grupo:

El cultivar 11549 procedente de Petén, se caracterizó por un alto número de panículas de una y dos cápsulas (17-18 respectivamente),

bajo número de frutos/planta (685), bajo número de frutos/panícula (6), bajo el ancho de los frutos (2.24 cm) y bajo el rendimiento de semilla (0.566 kg). Y el cultivar 6191 originario de Suchitepéquez, se identificó por un bajo número de panículas/planta (31), - bajo número de frutos/planta (157), bajo número de frutos/panícula (5), bajo grosor de los frutos (1.2 cm), relación baja del grosor/ancho de los frutos (0.47), bajo el rendimiento de semilla (0.089 kg) y bajo el porcentaje de bixina (2.8 %).

## VI. CONCLUSIONES

1. Existe una alta variabilidad en las características agromorfológicas de los quince cultivares de achiote; principalmente en las variables cuantitativas y en las cuantitativas relacionadas con los componentes primarios del rendimiento. *forma de los frutos orgánicos*
2. Se estableció que existe asociación entre las variables cuantitativas. Por las tendencias observadas, se concluye que características referentes a producción (número de frutos, número de frutos/panícula, número de semillas/fruto) influyen en el rendimiento de semilla de achiote. Asimismo se observó una relación directa entre el porcentaje de bixina y las variables porcentaje de pigmentos totales, número de semillas/fruto y la relación grosor/ancho de los frutos.
3. El análisis de grupos representado en el fenograma, expresa que entre los coeficientes de distancia de 0.8 y 0.88 se distribuyeron los cultivares en tres grupos, y dos cultivares quedaron sin constituir grupo. Siendo el número de frutos/panícula, el ancho de los frutos, el grosor de los frutos, el número de semillas/fruto y el rendimiento de semilla, las variables determinantes para su formación.
4. Los cultivares que presentaron características sobresalientes en cuanto a rendimiento de semilla y contenido de bixina (en fase de caracterización) fueron: 12886 y 12891; ambos procedentes de Cartago, Costa Rica.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Para futuros trabajos de evaluación agronómica y mejoramiento genético, considerar las variables cualitativas y las cuantitativas relacionadas con los componentes primarios del rendimiento; por ser características altamente variables.
2. Realizar estudios sobre protección de plantas, haciendo énfasis en el control de mildiu (Oidium bixae V.) y en la identificación del insecto que daña el fruto.
3. Considerar en futuros trabajos de evaluación agronómica a los cultivares 12886 y 12891, procedentes de Cartago, Costa Rica; por sus características de alto rendimiento de semilla y alto contenido de bixina.

### VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ARCE PORTUGUEZ, J.A. 1984. Caracterización de 81 plantas de achiote - (Bixa orellana L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala, y propagación vegetativa por estacas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 149 p.
2. CRISCI, J.V.; LOPEZ, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 132 p.
3. DENDY, D.A. 1966. The assay of annatto preparations by thin-layer -- chromatography. J. Sci. Fd. Agric. 17:75-76.
4. ENRIQUEZ, G.; MORA, A. 1983. Selecciones en F<sub>1</sub> a partir de 13 cultivares de achiote en Turrialba, Costa Rica. In Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Editado por Jorge Arce. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 103-121.
5. ENRIQUEZ, G.; SALAZAR, L. 1983. Variabilidad genética del rendimiento y algunas otras características del achiote (Bixa orellana L.). In Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Editado por Jorge Arce. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 77-102.
6. HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
7. McKEOWN, G.G. 1961. Paper chromatography of bixin and related compounds. J. of the A.O.A.C. 44:347-351.
8. \_\_\_\_\_. 1963. Composition of oil-soluble annatto food colors. 2. -- Thermal degradation of bixin. J. of the A.O.A.C. 46:790-796.
9. \_\_\_\_\_. 1965. Composition of oil-soluble annatto food colors. 3. -- Structure of the yellow pigment formed by the thermal degradation of bixin. J. of the A.O.A.C. 48:835-837.
10. \_\_\_\_\_; MARK, E. 1962. The composition of oil-soluble annatto food colors. J. of the A.O.A.C. 45:761-766.
11. ORTIZ AGUILAR, S.E. 1985. Diagnóstico general de la finca Bulbuxyá. - E.P.S., Diagnóstico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 18 p.
12. \_\_\_\_\_. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 26 cultivares de chilacayote (Cucurbita ficifolia Baouché) nativos, en el valle de La Ermita, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.

13. OTZOY ROSALES, M.R. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 18 cultivares nativos de pepitoria (Cucurbita mixta Pang) - del norte y sur de Guatemala, en el valle de San Jerónimo, Baja Vera paz. Tesis Ing. Agr. Guatemala; Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 90 p.
14. REITH, J.F.; GIELEN, J.W. 1971. Properties of bixin and norbixin and the composition of annatto extracts. Journal of Food Science. 36: 861-864.
15. RIVERA DE LEON, S. 1980. El cultivo del achiote. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 16 p.
16. RODRIGUEZ, G.; ENRIQUEZ, G. 1983. Estudio preliminar del desarrollo de ramas y la biología floral en Bixa orellana L. In Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Editado por Jorge Arce. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 58-76.
17. STANDLEY, P.; WILLIAMS, L.O. 1961. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, pt. 7, No. 1, p. 65-67.

Vo. Co.  
Petualle



**IX. APENDICE**

Cuadro 6. Comportamiento de la temperatura y precipitación pluvial, en el Centro donde se llevó a cabo la caracterización de los 15 cultivos de achiote (Bixa orellana L.)

AÑO	MES	TEMPERATURA			PRECIPITACION	
		MAXIMA	MINIMA	MEDIA	DIAS	MILIMETROS
	JULIO	33.13	19.45	26.29	27	701.2
1	AGOSTO	33.14	18.94	26.04	30	1407.3
9	SEPTIEMBRE	34.6	19.5	27.05	27	1035.2
8	OCTUBRE	34.41	19.03	26.72	15	486.2
8	NOVIEMBRE	32.6	19.2	25.9	12	520.3
	DICIEMBRE	34.87	17.45	26.16	3	66.6
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
	ENERO	33.64	16.77	25.2	4	31.7
1	FEBRERO	34.46	15.82	25.14	5	24.2
9	MARZO	33.03	12.9	22.96	3	65.1
8	ABRIL	37.06	18.1	27.28	7	74.4
9	MAYO	35.74	19.9	27.82	23	488.0
	JUNIO	34.4	20.46	27.43	24	335.5

FUENTE: Estación Meteorológica del CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL "BULBUXYA"

Cuadro 7. Resultados del análisis del suelo donde se llevó a cabo la caracterización de los 15 cultivares de achiote (Bixa orellana L.)

MUESTRA	pH	MICROGRAMOS / ml		meq/100 ml DE SUELO	
		P	K	Ca	Mg
1	5.2	1.61	60	6.10	0.67
2	5.2	0.25	34	5.08	0.53

FUENTE: Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-.

Cuadro 8. Código de colores de las flores de achiote, según Munsell  
Book of Color.

PLANTAS	CODIGO	COLOR
6191-1	2.5 RP 8/6	Rosado
6191-3	2.5 RP 8/4	Rosado
6192-1	10 P 8/6	Violeta
6192-2	5 YR 9/1	Blanco
6192-3	2.5 RP 8/4	Rosado
6192-4	10 P 8/4	Violeta
6192-5	5 Y 9/2	Blanco
6206-1	10 P 8/4	Violeta
6206-2	10 P 8/6	Violeta
6206-3	10 P 8/6	Violeta
6206-4	10 P 8/6	Violeta
6206-5	2.5 RP 8/4	Rosado
6209-1	5 RP 8/4	Rosado
6209-4	2.5 RP 8/4	Rosado
6209-5	10 P 9/2	Rosado
7850-1	2.5 RP 8/4	Rosado
7850-2	2.5 Y 9/2	Blanco
7850-3	10 P 8/6	Violeta
7850-4	5 RP 8/4	Rosado
7850-5	2.5 RP 8/4	Rosado
8079-1	10 P 8/4	Violeta
8079-2	10 P 8/4	Violeta
8079-3	10 P 8/4	Violeta
8079-4	10 P 7/8	Violeta
8079-5	10 P 8/6	Violeta
11549-1	10 RP 9/2	Rosado
11549-2	10 YR 9/2	Blanco
11549-3	7.5 RP 9/2	Rosado
11549-4	10 YR 9/2	Blanco
11549-5	2.5 YR 8/2	Rosado
11550-1	5 RP 9/2	Rosado
11550-2	10 P 8/6	Violeta
11550-3	2.5 RP 8/4	Rosado
11550-4	5 RP 8/4	Rosado
11550-5	5 RP 8/4	Rosado
11630-1	2.5 RP 8/4	Rosado
11630-2	10 P 7/8	Violeta
11630-3	10 P 7/8	Violeta
11630-4	7.5 P 8/4	Violeta
11630-5	2.5 RP 9/2	Rosado
11758-1	10 Y 9/1	Blanco
11758-2	5 RP 8/4	Rosado
11758-3	10 Y 9/1	Blanco
11758-4	2.5 RP 8/4	Rosado
11758-5	2.5 RP 8/4	Rosado
11948-1	2.5 RP 8/4	Rosado

Continuación Cuadro 8.

PLANTAS	CODIGO	COLOR
11948-2	7.5 RP 9/2	Rosado
11948-3	2.5 RP 8/4	Rosado
11948-4	7.5 YR 9/2	Rosado
11948-5	2.5 RP 8/4	Rosado
12300-1	2.5 RP 7/8	Rosado
12300-2	10 P 8/6	Violeta
12300-3	2.5 RP 8/4	Rosado
12300-4	10 RP 9/2	Rosado
12300-5	7.5 YR 9/2	Rosado
12886-1	10 P 8/6	Violeta
12886-2	2.5 RP 7/6	Rosado
12886-3	2.5 RP 7/8	Rosado
12886-4	10 P 7/6	Violeta
12886-5	10 P 8/6	Violeta
12887-1	2.5 RP 8/4	Rosado
12887-2	2.5 RP 7/6	Rosado
12887-3	10 P 8/6	Violeta
12887-4	10 P 8/6	Violeta
12887-5	10 P 8/6	Violeta
12891-1	10 P 8/6	Violeta
12891-2	10 P 8/4	Violeta
12891-3	10 P 8/6	Violeta
12891-4	10 P 8/6	Violeta
12891-5	10 P 8/4	Violeta

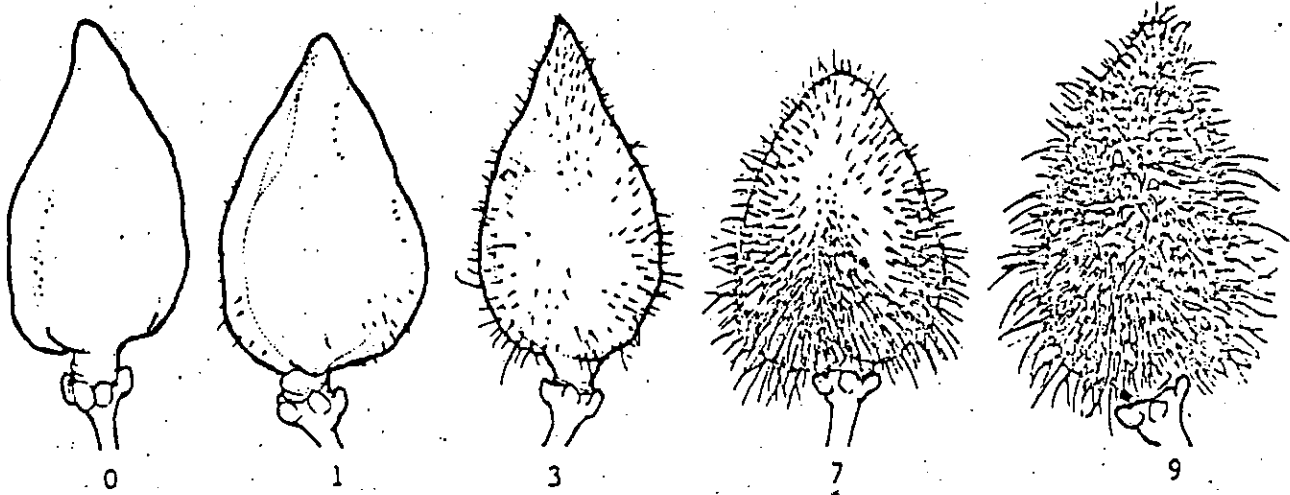


Cuadro 9. Código de colores de los frutos de achiote, según Munsell  
Book of Color.

PLANTAS	CODIGO	COLOR
6191-1	10 Y 6/6	Verde amarillento
6191-3	5 Y 5/4	Café claro
6192-1	2.5 R 3/4	Rojo grisáceo
6192-2	7.5 R 3/6	Café rojizo
6192-3	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
6192-4	10 R 3/6	Rojo cafezusco
6192-5	10 Y 6/6	Verde amarillento
6206-1	5 R 3/6	Rojo cafezusco
6206-2	5 R 3/6	Rojo cafezusco
6206-3	5 R 3/4	Café rojizo
6206-4	5 R 3/4	Café rojizo
6206-5	5 R 3/6	Rojo cafezusco
6209-1	7.5 YR 5/6	Café
6209-4	10 R 4/4	Café
6209-5	7.5 Y 5/4	Verde cafezusco
7850-1	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
7850-2	5 GY 6/6	Verde
7850-3	5 R 3/4	Café rojizo
7850-4	5 R 3/4	Café rojizo
7850-5	5 R 4/6	Rojo grisáceo
8079-1	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
8079-2	10 R 3/4	Café
8079-3	5 R 3/6	Rojo cafezusco
8079-4	5 R 3/4	Café rojizo
8079-5	5 GY 6/6	Verde
11549-1	5 R 3/6	Rojo cafezusco
11549-2	5 R 3/4	Café rojizo
11549-3	5 R 3/6	Rojo cafezusco
11549-4	5 R 3/6	Rojo cafezusco
11549-5	5 R 4/8	Rojo pálido
11550-1	5 R 3/6	Rojo cafezusco
11550-2	7.5 R 3/4	Café rojizo
11550-3	7.5 R 3/6	Café rojizo
11550-4	7.5 R 2/6	Café rojizo
11550-5	7.5 R 3/6	Café rojizo
11630-1	5 R 3/4	Café rojizo
11630-2	5 R 3/4	Café rojizo
11630-3	5 R 3/4	Café rojizo
11630-4	5 R 4/6	Rojo grisáceo
11630-5	7.5 R 4/6	Café rojizo
11758-1	2.5 GY 5/4	Verde

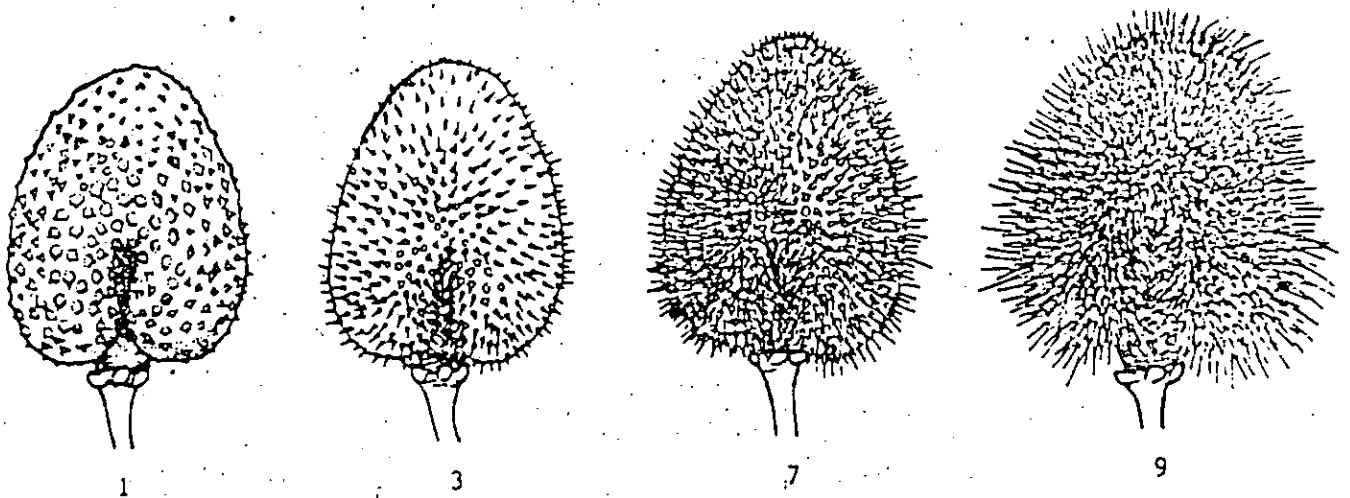
Continuación Cuadro 9.

PLANTAS	CÓDIGO	COLOR
11758-2	5 Y 5/4	Verde cafezusco
11758-3	2.5 GY 5/4	Verde
11758-4	7.5 Y 5/4	Verde cafezusco
11758-5	7.5 Y 5/4	Verde cafezusco
11948-1	2.5 Y 6/6	Café amarillento
11948-2	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
11948-3	2.5 GY 7/6	Verde amarillento
11948-4	2.5 GY 5/4	Verde
11948-5	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
12300-1	2.5 GY 6/4	Verde
12300-2	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
12300-3	5 Y 4/4	Verde cafezusco
12300-4	10 R 4/4	Café
12300-5	2.5 GY 6/6	Verde amarillento
12886-1	2.5 Y 7/6	Café amarillento
12886-2	2.5 R 3/8	Rojo
12886-3	10 YR 7/6	Café claro
12886-4	5 R 4/8	Rojo pálido
12886-5	10 YR 7/6	Café claro
12887-1	2.5 YR 5/6	Café
12887-2	10 R 5/6	Café grisáceo
12887-3	2.5 YR 4/4	Café
12887-4	10 R 6/8	Rojo pálido
12887-5	2.5 GY 8/4	Verde claro
12891-1	7.5 Y 6/4	Verde claro
12891-2	2.5 Y 4/4	Café
12891-3	7.5 R 3/4	Café rojizo
12891-4	7.5 Y 6/4	Verde claro
12891-5	10 Y 5/4	Verde olivo



- 0 = Sin espinas (glabro)
- 1 = Muy bajo
- 3 = Bajo
- 7 = Alto
- 9 = Muy alto

Figura 4. Estados de la espinosidad de los frutos.



- 1 = Muy cortas
- 3 = Cortas
- 7 = Largas
- 9 = Muy largas

Figura 5. Estados de la longitud de las espinas de los frutos.

- 1 = Redondeada
- 2 = Obtusa
- 3 = Aguda
- 4 = Puntiajada

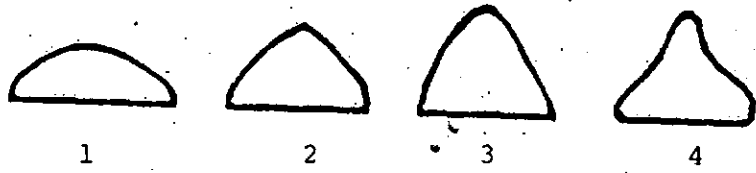


Figura 6. Estados de la forma del ápice de los frutos.

- 1 = Redondeada
- 2 = Plana
- 3 = Semi-ondulada

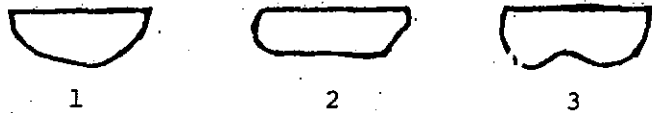


Figura 7. Estados de la forma de la base de los frutos.



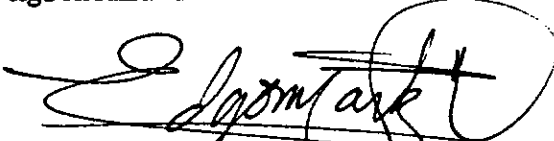
LA TESIS TITULADA: CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA DE 15 CULTIVARES  
 DE ACHIOTE (Bixa orellana L.) EN EL CENTRO DE AGRICULTURA TROPICAL  
 " BULBUXYA ", SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA.


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ANGEL DAVID ARRIAZA MEZA.

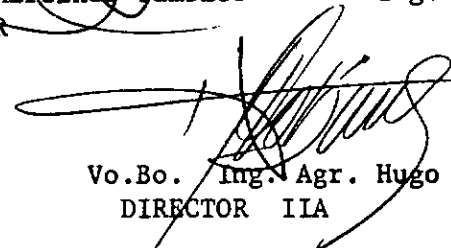
CARNET No. 84-30117

Ha sido evaluada por los siguientes profesionales: Ing. Agr. Marco Tu-  
 lio Aceituno y el P. Agr. Ernesto Carrillo.

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

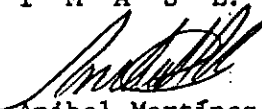
  
 Ing. Agr. Edgar Martínez Jambito  
 ASESOR

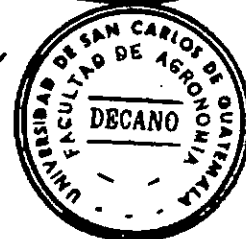
  
 Ing. Agr. Julio Roberto Contreras  
 ASESOR

  
 Vo.Bo. Ing. Agr. Hugo Tobías  
 DIRECTOR IIA



I M P R I M A S E:

  
 Ing. Agr. Anibal Martínez  
 DECANO



HT/dydea