

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

ALMACENAMIENTO, DE SEMILLAS Y DESCRIPCION SISTEMATICA DE 42  
GENOTIPOS DE NANCE (Byrsonima crassifolia L.) DE LA COLECCION  
DEL CATIE

Tesis sometida a la consideración del comité Técnico  
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias  
Agrícolas y recursos naturales del Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza para optar al grado de

Magister Scientiae

Por

GUIGNARD LUC MAURICE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
1991

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

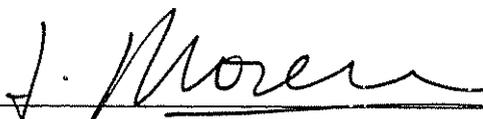
MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



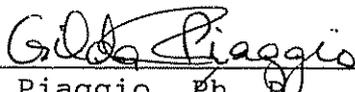
---

Jorge Arce P., M. Sc  
Profesor Consejero



---

Jorge Morera, Ph. D  
Miembro del Comité



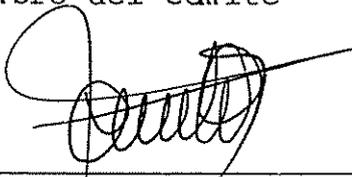
---

Gilda Piaggio, Ph. D  
Miembro del Comité



---

Eduardo Ledesna, M. Sc  
Miembro del Comité



---

Ramón Lastra, Ph. D  
Coordinador, Programa de Maestría



---

Ing. Agr. Guignard L. Maurice  
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa Myrtise

A mis hijos Guignarson y Michael

A mis padres Luc y Dubienna

A mi tía Anna

A mis tíos Nécette y Hyacinthe

A los nanceros de Centro América

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea presentar su agradecimiento sincero:

Al MSc. Jorge Arce Portugués por su apoyo técnico y sus oportunos consejos en la elaboración, la orientación y la realización de esta investigación.

Al Dr. Jorge Morera, por su importante labor de guía, sus estimulantes consejos y su constante apoyo moral.

A la Dra. Gilda Piaggio, por su incansable apoyo didáctico en la realización de esta investigación.

Al MSc. Eduardo Ledesma, por sus valiosas sugerencias y sus acertados comentarios.

Al Dr. Pedro Ferreira, por sus valiosos comentarios en el transcurso del procesamiento de datos.

Al Señor Gustavo López, por la incalculable ayuda brindada en el procesamiento de datos.

Al honorable Gobierno de Holanda, por el apoyo financiero suministrado en el transcurso de mis estudios y de este trabajo.

A la Jefatura del Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales por su indispensable apoyo económico para el mes de prórroga necesario para completar este trabajo.

Al Ministerio de Agricultura de Haití, por la autorización otorgada para los dos años de estudio.

A los compañeros del trabajo Carlos Umaña y Alfonso González por la colaboración en el transcurso de esta investigación.

A la digitadora Alba Buitrago, por la gran colaboración prestada en la preparación de los archivos originales.

A la Sra. Lucy Agüero por su excelente trabajo de mecanografía.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN	viii
RESUME	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen y dispersión	3
2.2. Clasificación taxonómica	3
2.3. Descripción botánica	4
2.3.1. Arbol	4
2.3.2. Hoja	4
2.3.3. Inflorescencia	4
2.3.4. Flor	5
2.3.5. Fruto	8
2.3.6. Semilla	8
2.4. Plantaciones comerciales y rendimientos	8
2.5. Mejoramiento	9
2.6. Usos	9
2.7. Almacenamiento y conservación de semillas	10
2.7.1. Temperatura	10
2.7.2. Contenido de agua de la semilla	11
2.7.3. Gases	12
2.7.4. Enfermedades e insectos	12

2.7.5.	Madurez fisiológica de la semilla	12
2.7.6.	Duración del almacenamiento	13
2.7.7.	Semillas ortodoxas y recalcitrantes	13
2.8.	Descripción morfológica	16
2.9.	Tipos de datos	22
2.10.	Descripción morfológica del nance	25
3.	MATERIALES Y METODOS	26
3.1.	Almacenamiento de semillas de nance	26
3.1.1.	Localización del estudio	26
3.1.2.	Material experimental	26
3.1.3.	Diseño experimental	26
3.1.4.	Análisis de datos	29
3.2.	Descripción de <i>Byrsonima crassifolia</i>	29
3.2.1.	Lugar de estudio	29
3.2.2.	Material experimental	30
3.2.3.	Toma de datos	30
3.2.4.	Metodología usada y muestreo	30
3.2.5.	Definición de los descriptores	33
3.2.5.1.	Características generales	33
3.2.5.2.	Características de la hoja	33
3.2.5.3.	Características de la flor	33
3.2.5.4.	Características del fruto	38
3.2.5.5.	Características de la semilla	40
3.2.6.	Análisis de los datos	41

4.	RESULTADOS Y DISCUSION	43
4.1.	Almacenamiento de semillas de nance	43
4.1.1.	Secado	43
4.1.2.	Germinación	43
4.2.	Descripción morfológica de los 42 genotipos de nance	50
4.2.1.	Análisis de las características cualitativas	61
4.2.2.	Relaciones entre pares de características cualitativas	65
4.2.3.	Características cuantitativas	66
4.2.4.	Relaciones entre las características cuantitativas	70
4.2.5.	Relaciones entre las característica cualitativas y cuantitativas	78
4.2.6.	Relaciones de disimilitud dentro de la población	81
4.2.7.	Discriminación de los descriptores	84
5.	CONCLUSIONES	91
5.1.	Almacenamiento de semillas de nance	91
5.2.	Descripción sistemática del nance	91
6.	RECOMENDACIONES	93
6.1.	Almacenamiento de semillas de nance	93
6.2.	Descripción sistemática del nance	93
7.	BIBLIOGRAFIA	95
8	APENDICE	100-122

## RESUMEN

Se realizó un estudio de almacenamiento de semillas de nance (*Byrsonima crassifolia* L.) por un período de seis meses. Se encontró que la mejor temperatura de almacenamiento fue de  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , el mejor tipo de empaque fue la bolsa de papel sellada y el mejor contenido de agua fue de 13,4%.

La semilla almacenada mostró un comportamiento típicamente recalcitrante, pues al término del período de almacenamiento la viabilidad de las semillas había decrecido en un 3,6% por mes.

En relación con la descripción sistemática, se encontró que tanto descriptores cualitativos como cuantitativos de las hojas, las inflorescencias, las flores, los frutos y las semillas, contribuyen a identificar genotipos en una población.

Se encontró que los descriptores del diámetro a la base del pedúnculo, el diámetro al ápice del pedúnculo, la forma de la hoja, el patrón de ápice de la hoja, el diámetro del fruto, el peso del fruto, el color del fruto y el sabor del fruto, son los descriptores que mayormente contribuyen a discriminar genotipos en la población estudiada.

Los frutos amarillos son los más abundantes y presentan sabores desde insípidos hasta dulces, siendo la variabilidad bastante grande para esta característica.

Los frutos verdes son los más grandes pero poco abundantes, presentando sabores entre dulce y agridulce. Por otra parte, los frutos rojos siempre son dulces.

La población estudiada presenta 3 colores básicos de frutos: amarillo, verde y rojo, así como combinaciones entre rojo y amarillo y entre rojo y verde.

Los genotipos promisorios para utilizar en programas de mejoramiento, de acuerdo al sabor del fruto, el tamaño y la productividad, son los que corresponden a los árboles con número de introducción: 7826C, 8742B, 8779A, 8779B y 8890C.

## RESUME

On a réalisé au CATIE, entre décembre 1990 et septembre 1991, une étude sur le stockage de semence et sur la description systématique du nancé (*Byrsonima crassifolia* L.)

Après six mois de stockage, on a trouvé que la meilleure combinaison de facteurs (température, récipient et teneur en eau) a été:  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , sachet de papier fermé, et 13%. On constate, en outre, que la viabilité a décroît de 3,7% par mois de stockage; ce qui laisse supposer que cette espèce aurait une semence de type récalcitrant.

En ce qui concerne la description systématique, on a montré qu'il est possible de distinguer différents génotypes, entre eux, au sein d'une population de nancé à partir de quelques descripteurs quantitatifs et qualitatifs de la feuille, de l'inflorescence, du fruit et de la semence.

Cette étude a permis de mettre en évidence que les descripteurs tels que, diamètre de la base du pédoncule, diamètre du fruit, poids du fruit, forme de la feuille, forme de la pointe de la feuille, couleur et saveur du fruit sont ceux qui ont contribué, le plus à discriminer les génotypes.

Les génotypes aux fruits jaunes correspondent à 85% de la population et présentent une gamme de saveur qui va de insipide à très doux. Les fruits mûrs de couleur verte sont les plus grands en dimension et présentent des saveurs qui vont de aigre-doux à doux. Les autres fruits de couleur rouge, jaune-rougeâtre, et vert-rougeâtre sont doux.

Parmi les génotypes qu'on peut qualifier de prometteurs, en se basant sur la saveur, la taille du fruit et le niveau de productivité de l'arbre, on a identifié les génotypes suivants: 7826C, 8742B, 8779A, 8779B et 8890A.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química del fruto de nance. FAO, 1982.	9
2	Influencia del contenido de agua en relación con la germinación de lotes de semillas. CATIE, 1991.	11
3	Codificación de grados de expresión de características basada en la escala de 1 a 9.	19
4	Pruebas estadísticas usadas para el estudio de comparación de características cualitativas y cuantitativas.	42
5	Porcentaje de germinación de nance luego de seis meses de almacenamiento. CATIE, 1991.	46
6	Promedio y desviación estándar para los tres niveles de temperatura de almacenamiento de la semilla de nance. CATIE, 1991.	47
7	Promedio y desviación estándar para los seis meses de almacenamiento de la semilla de nance. CATIE, 1991.	47
8	Distribución de frecuencia y porcentaje de las características cualitativas de 42 genotipos de nance procedentes de Costa Rica, Guatemala, Honduras y México.	61
9	Coefficientes de correlación significativos y no significativos al 5% entre pares de características cualitativas. CATIE, 1991.	65
10	Promedios, desviación estándar, observaciones mínima y máxima, coeficientes de variación y muestra mínima para las características cuantitativas de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	67
11	Coefficientes de correlación significativos y no significativos al 5% entre pares de características basados en el promedio estandarizado de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	77

12	Relaciones entre algunas características cualitativas y cuantitativas de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	79
13	Coefficientes de correlación significativos al 5% entre pares de características cuantitativas y cualitativas. CATIE, 1991.	80
14	Números para identificar los 42 genotipos en el dendrograma con los diferentes grupos. CATIE, 1991.	82
15	Prueba de F y de Duncan para determinar el poder discriminativo de los descriptores cuantitativos, en la descripción sistemática de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	85
16	Prueba de Chi-cuadrado para discriminar los descriptores cualitativos en la descripción sistemática de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	86
17	Lista de los descriptores de mayor poder discriminativo significativos y no significativos al 1% y 5% en la descripción sistemática de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991	88

#### APENDICE

1A	Evolución de la pérdida de agua de la semilla de nance por dos métodos de secado. CATIE, 1991.	101
2A	Análisis de varianza para los datos de almacenamiento de las semillas de nance. CATIE, 1991.	102
3A	Lista de las introducciones de nance conservadas en el Banco de Germoplasma. CATIE, 1991.	103
4A	Datos de las características cuantitativas del fruto de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	104
5A	Datos de las características cuantitativas de las inflorescencias de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	105
6A	Datos de las características cuantitativas	106

	de las flores de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	
7A	Datos de las características cuantitativas de las hojas de 42 genotipos. CATIE, 1991.	107
8A	Análisis de frecuencia de las características de la hoja (en código) de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	108
9A	Análisis de frecuencia de las características (en código) de las inflorescencias y flores de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	109
10A	Análisis de frecuencia de las características de las flores de 42 genotipos nance. CATIE, 1991.	110
11A	Análisis de frecuencias de las características del fruto (en código) de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	111
12A	Análisis de frecuencia de las características cualitativas de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	112
13A	Análisis de frecuencia de las características cualitativas de las semillas para 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	113
14A	Análisis de frecuencia de las características (en código) de las semillas de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.	114
15A	Distribución de frecuencia y porcentaje de las características cuantitativas de 42 genotipos de nance. CATIE. 1991.	115
16A	Características químicas y físicas del suelo donde crece la colección de frutales en Cabi- ria. CATIE, 1991.	116
17A	Datos meteorológicos registrados en la estación agrometeorológica del CATIE desde octubre de 1990 hasta agosto de 1991. CATIE, 1991.	117

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	<i>Byrsonima crassifolia</i> ; A, flor x 5; B, sección vertical de la flor x 5; C, ovario D, estambres x 7; E, fruto x 0,9; F, semilla; G, diagrama floral.	7
2	Pruebas de germinación de la semilla de nance; A, el cobertizo; B, cajas con plántulas. CATIE, 1991.	28
3	Curvas de pérdida de agua de la semilla de nance según dos métodos de secado. CATIE, 1991.	44
4	Tendencia del poder germinativo de la semilla de nance luego de seis meses de almacenamiento. CATIE, 1991.	49
5	Relación de dependencia entre la desviación y la media de los diferentes factores de almacenamiento. CATIE, 1991.	49
6	Formas de hoja de nance encontradas en la colección. CATIE, 1991.	52
7	Patrones de ápice de hojas de nance encontrados en la colección. CATIE, 1991.	53
8	Inflorescencia, botón floral, y partes de la la flor del nance. CATIE, 1991.	54
9	Formas del fruto de nance (definidas por el ápice ) encontradas en la colección. CATIE, 1991.	58
10	Nuez de nance en cortes transversal y longitudinal . CATIE, 1991.	59
11	Formas de la nuez de nance y patrones de ápice de la semilla encontrados en la colección de germoplasma. CATIE, 1991.	60
12	Daño a la semilla encontrado en la colección de germoplasma de nance. CATIE, 1991.	60
13	Distribución en porcentaje de la longitud y anchura de hoja. CATIE, 1991.	72
14	Distribución en porcentaje de la longitud del	72

	pedúnculo y número de las flores. CATIE, 1991.	
15	Distribución en porcentaje del diámetro máximo y mínimo de la base del pedúnculo. CATIE, 1991.	73
16	Distribución en porcentaje de la longitud del pedúnculo y del campo de inhibición. CATIE, 1991.	73
17	Distribución en porcentaje del peso y longitud del fruto. CATIE, 1991.	74
18	Distribución en porcentaje del peso y diámetro del fruto. CATIE, 1991.	74
19	Distribución en porcentaje de la longitud y diámetro del fruto. CATIE, 1991.	75
20	Distribución en porcentaje de la longitud y peso de la semilla. CATIE, 1991.	75
21	Distribución en porcentaje del diámetro y peso de la semilla. CATIE, 1991.	76
22	Distribución en porcentaje del diámetro máximo del polen porcentaje. CATIE, 1991.	76
23	Dendrograma que muestra las relaciones de disimilitud entre los 42 genotipos de la colección de germoplasma. CATIE, 1991.	83
24	Dendrograma que muestra las relaciones de distancia entre descriptores cuantitativos usados en la caracterización de 42 genotipos de la colección de nance. CATIE, 1991.	90

## APENDICE

1A.	Mapa que muestra la ubicación de la colección de nance en Cabiria. CATIE, 1991.	122
-----	---	-----

## 1. INTRODUCCION

El nance (*Byrsonima crassifolia* L.) es una especie frutal originaria de los trópicos y subtrópicos americanos que no ha sido suficientemente estudiada con miras a un mejor y mayor aprovechamiento alimenticio, agroindustrial, forestal y agroforestal.

Se conocen unos pocos estudios en donde se describen sus características botánicas y algunos de sus usos medicinales. No existen investigaciones relacionadas con los aspectos agronómicos ni con el comportamiento de la especie en sistemas de cultivo (sistemas agroforestales).

En Centro América y El Caribe existen muy pocas plantaciones a nivel comercial, pues esta especie siempre ha crecido silvestre ya sea en potreros, en cercas vivas o en huertos familiares. Aún no ha surgido un marcado interés por el cultivo del nance, debido entre otras cosas, al desconocimiento agronómico que se tiene de la especie. En relación con el almacenamiento y la conservación de las semillas, no existe conocimiento sobre su comportamiento, de tal manera que no se puede clasificar ni como ortodoxa, ni como recalcitrante. No se conoce tampoco la existencia de una lista de descriptores dedicada a la descripción de esta especie. Por tal motivo, es necesario realizar investigaciones en este campo, a fin de obtener la información precisa que permita la adecuada manipulación de las semillas por parte de técnicos y productores.

El nance es una especie potencialmente importante para los trópicos, ya que debido a sus cualidades de uso múltiple puede ser utilizada en programas de reforestación, de producción de leña y carbón, programas frutícolas para la producción de vinos, mermeladas, jugos, refrescos, helados y otros productos alimenticios.

Tomando en consideración la escasez de información relacionada con el almacenamiento y la conservación de semillas, así como con la descripción sistemática del germoplasma de esta especie, se decidió realizar esta investigación cuyos objetivos fueron los siguientes:

- a. clasificar la semilla de nance en algunas de las siguientes categorías: ortodoxa, recalcitrante, intermedia
- b. determinar la influencia del secado en la germinación de las semillas,
- c. seleccionar la mejor temperatura y el mejor contenido de agua a la cual la semilla debe ser almacenada,
- d. seleccionar el mejor tipo de empaque en el cual las semillas deben ser almacenadas,
- e. caracterizar diferentes genotipos y elaborar una lista preliminar de descriptores,
- f. seleccionar algunos descriptores por su valor discriminativo dentro de la población.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Origen y dispersión

Lawrence (1951) considera que la familia Malpighiaceae, en la cual se encuentra el nance (Byrsonima crassifolia), es originaria de los trópicos y subtrópicos americanos. Afirma que se han encontrado especies nativas del género *Byrsonima* en las regiones cálidas de Estados Unidos, específicamente en el Sur de Florida. Morton (1912) informa que Las Antillas constituyen el lugar de origen del nance, y que su dispersión se extiende desde Yucatán, México, hasta Perú y Paraguay. Asegura que en Centro América existen grandes áreas con nance llamadas nancitales. Martínez (1969), citado por Garriz (1986), reconoce que México podría ser el centro de origen del nance con sus varias especies silvestres de *Byrsonima* y la presencia del nance en diferentes regiones tanto cálidas como templadas. Frecuentemente se encuentra creciendo en terrenos pedregosos y arenosos; además, es resistente a la sequía. No se puede determinar exactamente el lugar de origen del nance, puesto que es un frutal que prospera, desde hace mucho tiempo, en los trópicos y subtrópicos americanos.

### 2.2. Clasificación taxonómica

El nance se clasifica de la siguiente manera:

División : Spermatophyta  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase : Dicotiledoneae  
Orden : Geraniales  
Suborden : Malpighiineas  
Familia : Malpighiaceae  
Género : *Byrsonima*  
Especie : *crassifolia* L.

### 2.3. Descripción botánica

Mc Lean (1968) citado por Garriz (1986), indica que el género *Byrsonima* comprende alrededor de 120 especies, algunas de las cuales tienen importancia económica. Se encuentra distribuido por Suramérica, Centroamérica y El Caribe. León (1987) asegura que, además de *Byrsonima crassifolia*, existen otras especies utilizadas por sus frutos como *Byrsonima sericea*, *Byrsonima intermedia*, *Byrsonima spinacata*.

#### 2.3.1. Arbol

El nance es un árbol de 12 a 15 m de altura, con hábito de crecimiento normalmente extendido con tronco principal cilíndrico e irregular, corteza grisácea y rugosa.

#### 2.3.2. Hoja

La forma del follaje es irregular. Las hojas son simples, opuestas, coriáceas de color verde oscuro, brillantes, lisas y opacas en la cara superior, verde pálido hasta blancuzco, fibrosas y filosas en la cara inferior, de forma elíptica, ovalada. Las láminas están unidas a pecíolos cortos de alrededor de 1 cm de longitud y miden en promedio de 8 a 16 cm de largo por 4 a 8 cm de ancho. El nervio superior de la hoja se divide en nervios de primer orden, de disposición pinnada, los cuales se subdividen varias veces formando una red fina (Garriz, 1986; León, 1987).

#### 2.3.3. Inflorescencia

La inflorescencia es un racimo terminal de 8,5 a 11,5 cm de largo y de 1,4 a 4,2 cm de diámetro. La secuencia de la apertura floral es generalmente de las flores inferiores a

las superiores, aunque también se ha encontrado que la apertura floral en algunas inflorescencias se produce del ápice a la base (Garriz, 1986).

El raquis es fibroso y tiene forma cilíndrica a comprimida. Cada pedicelo es axilar a un grupo de pequeñas brácteas lanceoladas, amarillentas y pubescentes (Garriz, 1986)

El número de flores por inflorescencia varía considerablemente. Se determinó experimentalmente que sólo un porcentaje relativamente bajo de las flores produce frutos (24%), el resto de la misma cae (Garriz, 1986).

#### 2.3.4. Flor

Fond Quer (1979) afirma que las flores de nance son hermafroditas y obdiplostémonas, ambas características de la familia de las malpighiaceas. Son completas, hipóginas y oblicuamente zigomórficas. Son de tipo acróptero y su diámetro varía de 1,4 a 1,6 cm. Los pedicelos son cilíndricos, amarillentos, cubiertos de pelos, de 6 a 9 mm de longitud. El cáliz está formado por cinco sépalos erguidos, cortos, anchos y pubescentes. Es persistente y mucho más prominente en los frutos (Figura 1) inicialmente es verde y se torna amarillento a pardo con la edad.

Cada sépalo se encuentra sostenido en la base y en la parte exterior a un par de grandes glándulas sésiles, complejas y visibles. La existencia de estas glándulas en los sépalos es un carácter distintivo de las Malpighiaceas.

La corola es dialipétala, valvada y está formada por cinco pétalos de base angosta unguiculada, siendo la parte terminal ancha y de bordes dentados. La dimensión de los pétalos varía de 6,5 a 9,0 mm. Inicialmente son de color amarillo y con el tiempo se tornan rojos.

El androceo está formado por 10 estambres definidos, aunque ocasionalmente, se han encontrado uno ó dos estaminodios. Los estambres se encuentran dispuestos en dos verticilos y son hipóginos, con los filamentos connados en la base, de donde nace una pubescencia. Su longitud promedio es de 4,0 mm. Las anteras se abren en forma introsa por dehiscencia longitudinal, son bilobuladas y tetraloculares.

Las anteras encierran numerosos granos de polen típicamente esféricos y tricolpados. La exina exhibe una estructura reticulada.

El gineceo es sincárpico, con tres carpelos concrecentes solamente en sus bases, dejando los estilos libres. El ovario es súpero y trilocular, con placentación axilar, existiendo un óvulo pendular en cada lóculo, rasgos característicos de la familia a la que pertenece esta especie. El diámetro promedio del ovario es de 1,2 mm.

En base a las características botánicas previamente descritas, la fórmula floral de Byrsonima crassifolia quedaría constituida como sigue: Z K5 C5 A5+5 G(3)

El significado de cada símbolo es el siguiente:

Z, Zigomórfica; K, cáliz; C, corola; A, androceo; G, gineceo. Las cifras indican el número de partes de cada verticilo; los paréntesis indican la concrecencia de las partes involucradas y las líneas encima del número de estambres indican que estos son congruentes.

El diagrama floral, que constituye la representación de la distribución en el espacio de las partes florales en una superficie plana, está configurado en la Figura 1G.

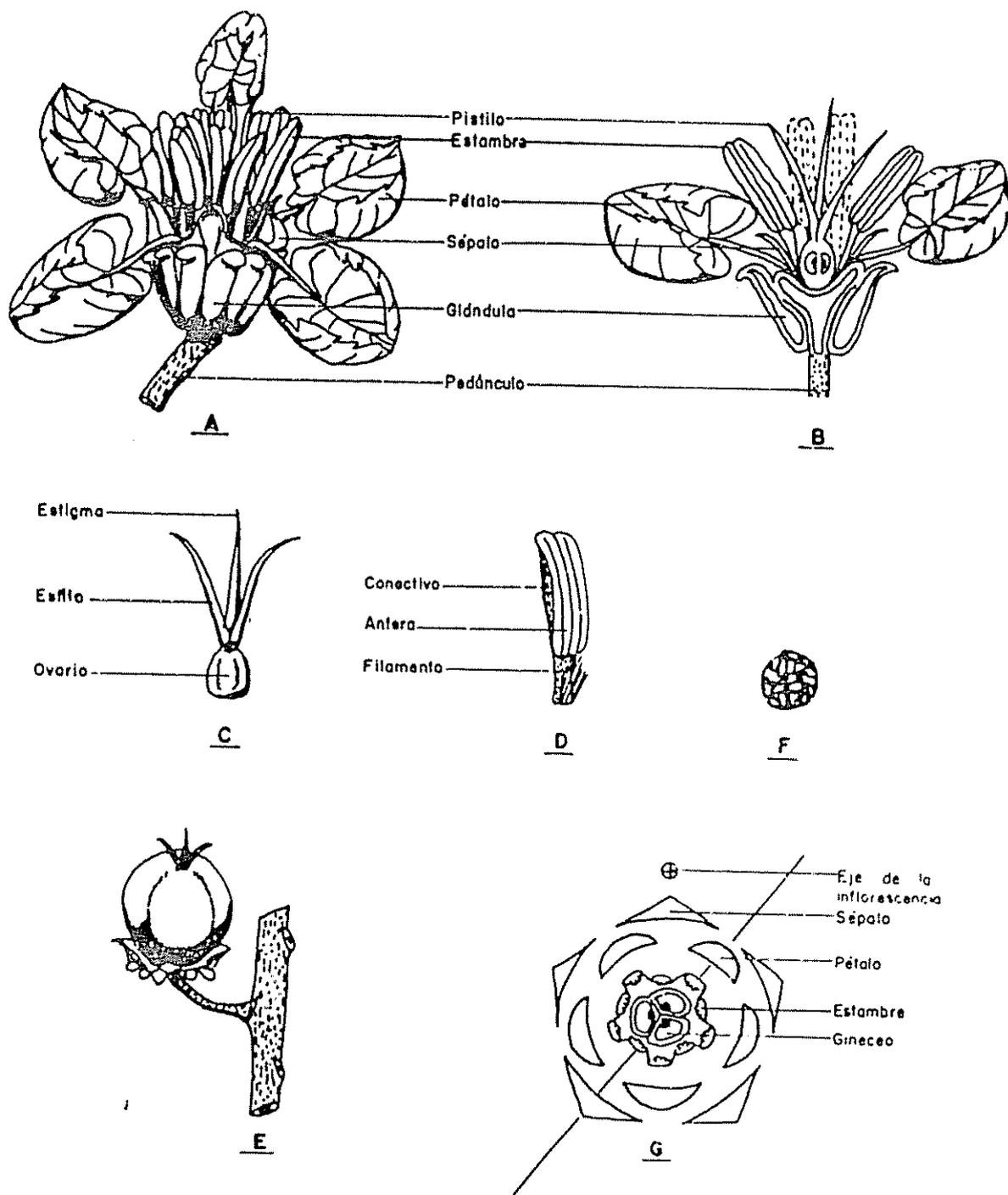


Figura 1. *Byrsonima crassifolia*; A, flor x 5; B, sección vertical, de la flor x 5; C, ovario x 6; D, estambre x 7; E, fruto x 0,9; f x 1; G, diagrama floral.

Tomado de Garriz (1986).

### 2.3.5. Fruto

El fruto es una drupa carnosa, esférica, de 1,2 a 2,2 cm de diámetro. Inicialmente es verde y con el tiempo se torna amarillo y en algunos casos rosado. Los frutos son agrupados aisladamente en racimos de 2 a 15 (Garriz, 1986; León, 1987).

La pulpa es delgada, blancuzca, azucarada, aromática y agrídulce con un sabor y olor característico. Como ya se ha mencionado, esta fruta puede ser consumida fresca o procesada industrialmente.

### 2.3.6. Semilla

Hay poca información relacionada con la semilla. El fruto sólo tiene una semilla esférica, rugosa y muy resistente a las inclemencias del tiempo.

## 2.4. Plantaciones comerciales y rendimientos

Un informe de la Dirección General de Agricultura de México (1975), citado por Garriz (1986), menciona que en el Estado de Veracruz, el nance ocupa una superficie cultivada de 236 ha, con un rendimiento promedio de 4.729 kg/ha y una producción total de 1.116 toneladas. Bosch (1989), también reporta que en Brasil hay plantaciones exitosas para fines agroindustriales. Sin embargo, no hay en ambos casos, ninguna información relacionada con los esquemas de plantación, al tipo de manejo aplicado. No se puede tampoco, por falta de experiencia, definir un patrón agronómico para el cultivo de este frutal. Esto implica la necesidad de hallar propuestas

de prácticas exitosas para el semillero, el almácigo, el trasplante, la poda, el control de plagas y la fertilización.

## 2.5 Mejoramiento

No se conocen variedades seleccionadas. Sin embargo, se supone que los productores en diferentes países, han hecho selecciones de algunos genotipos de acuerdo a la calidad de la fruta y otras características deseables. Eso vale para definir cultivares y orientar las investigaciones.

## 2.6 Usos

El nance representa una fuente potencial de calorías, de vitamina C, de aminoácidos, de fósforo y de calcio para el hombre. La composición química revelada por un análisis realizado por la FAO, en 1982, se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química del nance (FAO, 1982)

Ph	2,8
% N	25,86 mg
Vitamina C	7,27 mg
Fósforo	0,02 %
Calcio	0,08 %
Ether (extracto)	4,75 %
Sólidos (total)	21,50 %
Agua	77,50 %
Azúcares reducidos	4,95 %

Como alimento, el fruto maduro se consume fresco pero también se puede preparar en forma de dulces, conservas, licores helados (Garriz, 1986). Los frutos se venden en los mercados locales de Centroamérica. En Colombia, los frutos se comen con arroz, en sopas, en tamales. El jugo de nance se

usa en refrescos fermentado para preparar "chicha" y licores finos (Morton, 1912).

La corteza, en Costa Rica y Brasil se utiliza en forma de decocción amarga contra la tos y la bronquitis. En Colombia y Guatemala se usa contra la diarrea. En Guyana, se usa como febrífugo, purgativo y contra la mordedura de serpientes. En México, la corteza se vende en los mercados de hierbas medicinales y la decocción se utiliza por su efecto digestivo y tónico, especialmente después del parto. Adicionalmente, se usa como astringente para controlar diarrea y fijar dientes flojos. En Guyana la corteza pulverizada se aplica en forma de unguento en caso de heridas o cortes de seres humanos o animales. En Cuba se aprovecha en baños para curar enfermedades de la piel (Morton, 1912).

La corteza contiene 28,3% de taninos, glucósidos y sustancias solubles en alcohol. Sirve para curtir cueros, la cáscara del fruto puede ser usada para teñir el algodón; las ramas machacadas se usan, a causa de sus efectos narcóticos, para pescar; la madera es buena para leña y carbón. (Morton, 1912; Garriz, 1986).

## **2.7. Almacenamiento y Conservación de Semillas**

A continuación se mencionan algunos factores que afectan la viabilidad y longevidad de las semillas almacenadas.

### **2.7.1. Temperatura**

Numerosos experimentos de laboratorio han demostrado que las temperaturas inferiores a 0°C son ventajosas para el almacenamiento de semillas (Goldbach, 1980).

Harrington, citado por Goldbach (1980) propuso como regla empírica que en el almacenamiento, por cada 5°C en que disminuye la temperatura se duplica la vida de la semilla almacenada.

### 2.7.2. Contenido de agua de la semilla

El contenido de agua es un factor tan importante como la temperatura para mantener la longevidad de las semillas en almacenamiento.

Goldbach (1980), fija los siguientes límites en relación con la influencia del contenido de agua en la semilla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Influencia del contenido de agua en relación con la germinación de lotes de semillas. CATIE, 1991.

Contenido de agua	Respuesta de las semillas
Mayor de 40	Hay germinación
Entre 18 y 20	Calentamiento en las semillas
Entre 12 y 14	Ataque de hongos en el interior y exterior de las semillas
Entre 10 y 12	Ocurre deterioro si se almacena herméticamente
Entre 8 y 9	Multiplicación y ataque de insectos
Entre 4 y 7	Optimo para almacenamiento a largo plazo
Menor de 4	Daños por desecación

### 2.7.3. Gases

Se ha observado que, reduciendo la tensión de oxígeno en la atmósfera del almacenamiento, se aumenta la vida de las semillas. Este comportamiento es atribuido a que los procesos oxidativos ocasionan deterioro de la semilla. La sustitución de oxígeno por anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>), Argón (Ar) y otros gases inertes retarda el proceso de envejecimiento. Debe aclararse que, los efectos de estos gases como atmósfera para el almacenamiento de las semillas, son menores que los efectos de las diferencias de temperatura y contenido de agua (Roberts y Abdallah, 1968).

Al utilizar recipientes con cierre hermético y cuando hay solamente una pequeña cantidad de aire dentro del envase, en comparación con el espacio ocupado por la semilla, el oxígeno es consumido y se produce anhídrido carbónico. Esta condición puede favorecer la longevidad de la semilla (Goldbach, 1980).

### 2.7.4. Enfermedades e insectos

En el caso de las semillas que toleran bajos contenidos de agua para su almacenamiento, normalmente las bacterias, hongos e insectos no representan un problema. Por lo tanto, no se recomienda utilizar fungicidas e insecticidas porque se ha demostrado que algunos afectan la viabilidad y longevidad de las semillas (Nakamura, 1951).

### 2.7.5. Madurez fisiológica de la semilla

La recolección de las semillas en el punto de madurez fisiológica o muy cercano a él, también es un factor importante para prolongar la longevidad de la semilla. Se ha de-

mostrado que plantas débiles o semilla prematuras no se conservan en almacenamiento tan bien como las semillas normales (Goldbach, 1980; Delouche, 1969).

#### 2.7.5. Duración del almacenamiento

La vida de las semillas almacenadas varía notablemente con el tiempo. Se ha encontrado variaciones entre familias y géneros. Aún dentro de una misma especie se presentan diferencias marcadas (Goldbach, 1980).

#### 2.7.7. Semillas Ortodoxas y Recalcitrantes

De acuerdo con el "Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos" (1982), para propósitos de almacenamiento, las semillas se clasifican en semillas ortodoxas y semillas recalcitrantes.

a. Semillas ortodoxas. Deben almacenarse a bajas temperaturas y con bajos contenidos de humedad para prolongar su longevidad. Incluye la mayoría de especies de zonas templadas y algunas especies tropicales. Para el almacenamiento de semillas de este grupo, Thompson (1980), recomienda reducir el contenido de agua de 5 a 10% y utilizar recipientes a prueba de humedad. Catalán (1977), también sugiere un bajo contenido de humedad inferior al 10%.

Estas semillas usualmente no presentan ninguna dificultad en el almacenamiento por largos períodos de tiempo. Jaynes citado por Bonner (1987) logró almacenar 69 lotes de cinco especies de *Kalmia*, y encontró que varios lotes se conservaron por un período de 15 años; incluso algunos lotes tenían más del 20% de germinación después de 20 años.

b. Semillas recalcitrantes. Son aquellas que no es posible almacenar por largos períodos, con bajos contenidos de agua y bajas temperaturas, pues pierden rápidamente. Dentro de este grupo de semillas no es posible sugerir una práctica de almacenamiento común para todas, ya que su comportamiento varía entre especies.

Investigaciones recientes indican que este tipo de semillas son muy sensibles a los bajos contenidos de agua y bajas temperaturas de almacenamiento (IBPGR, 1982). Roberts (1981) asegura que secar la semilla a bajos contenidos de humedad menor que 4% de agua, provoca daños subcelulares y posteriormente muerte, por lo tanto, puede almacenarse por cortos períodos bajo condiciones de humedad controlables.

Thompson (1980), sugiere que las temperaturas de almacenamiento para este grupo se ubiquen por encima del punto de congelación, debido a sus altos contenidos de humedad. Asimismo, recomienda para especies no susceptibles a daños por enfriamiento, temperaturas desde  $-1$  a  $3^{\circ}\text{C}$ ; en caso contrario, el almacenamiento debe ser por encima de  $10^{\circ}\text{C}$ . También enfatiza la importancia del tipo de recipiente a utilizar en el almacenamiento de las semillas recalcitrantes. Indica que debe ser a prueba de humedad, pero no a prueba de gas con la atmósfera circulante.

Finalmente, Villagómez (1978), concluye que no es posible conservar la viabilidad de semillas recalcitrantes, por períodos superiores a 4 o 5 años, aún bajo condiciones óptimas de almacenamiento.

Goldbach (1980) afirma que la mayoría de las semillas del grupo recalcitrante provienen de especies propias de zonas tropicales, mientras que hay pocas especies de zonas templadas que poseen estas características comunes y frecuentes de las semillas recalcitrantes a saber:

- a. tamaño relativamente grande;
- b. no se secan al llegar a la madurez y al separarse de la planta madre;
- c. tienen estructura carnosa; y
- d. algunas son vivíparas.

Algunos autores (Berjak; Mariuccia; Pammender, 1984), confirman esta opinión al indicar que las especies recalcitrantes provienen de áreas indígenas tropicales, las cuales no poseen una estación seca definida. Los mismos autores opinan que algunas de las especies de este grupo sufren daños por subsecuentes deshidrataciones, lo que ocasiona pérdida de la viabilidad con relativamente alto contenido de humedad.

Moreno (1976), encontró una tendencia general de las semillas de árboles tropicales a no presentar latencia y tener una viabilidad corta, en contraste con semillas de especies de zonas templadas. El mismo autor considera este comportamiento como una estrategia adaptativa que permite a las semillas de zonas templadas sobrevivir en épocas desfavorables, manteniéndose viables y en estado latente por largos períodos de tiempo, mientras que, en zonas tropicales no existen estaciones tan marcadamente desfavorables y, en algunos casos, las condiciones favorables para la germinación pueden perdurar todo el año.

El grupo incluye la mayoría de las plantas perennes. Entre algunas de las familias que producen semillas recalcitrantes se encuentran: Anacardiaceae, Annonaceae, Corylaceae, Fagaceae, Flacourtiaceae, Juglandaceae, Laureaceae, Malpighiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Palmaceae, Sapotaceae, Sterculiaceae, Theaceae y Dipterocarpaceae (Golbach, 1980).

## 2.8. Descripción morfológica

La descripción sistemática se define como la descripción de atributos tales que, para un genotipo dado, se consideran no variables refiriéndose a la forma y estructura de la planta (Chapman, 1989; Ramírez, 1957), o más precisamente, a los caracteres heredables, estables a cambios ambientales.

Para Engels (1980, 1985) la descripción sistemática define como la clasificación, medición (o análisis) de la expresión fenotípica de cada introducción en una colección dada para cada uno del conjunto de descriptores bien escogidos.

El IBPGR (1985) considera la descripción como el registro de aquellos caracteres heredables, que pueden ser vistos fácilmente y expresados en todos los ambientes (Martínez, 1985).

Según Shetler et al. (1973) la descripción tiene que ser explícita en términos positivos sobre los atributos morfológicos que posee la planta (hábito erecto, flores rojas). No se debe describir la planta en comparación con otra entrada o expresar la información negativamente (flor no roja).

Los objetivos para describir una colección de entradas o muestras de una especie o un grupo de especies pueden ser varios. Chang (1972) reconoce los siguientes:

- a. la caracterización de variedades, líneas de fitomejoramiento, entradas o muestras;

- b. la diferenciación entre entradas con nombres semejantes o idénticos, incluyendo la determinación;
- c. la identificación de entradas con características deseables;
- d. la clasificación de variedades, clones, etc. basada en criterios relevantes;
- e. el cálculo de afinidades entre características de un cultivo y entre grupos geográficos de variedades;
- y
- f. el hacer una estimación del grado de variación dentro de una colección varietal.

Se debe observar que los descriptores cambian con las diferentes funciones mencionadas anteriormente, y que los descriptores útiles para la caracterización de variedades no necesariamente sirven para calcular afinidades entre grupos geográficos de variedades. Además, los fitomejoradores y otros usuarios potenciales requieren, en general, informaciones relacionadas con el hábito de la planta, y la resistencia a enfermedades. La descripción facilita o posibilita el uso de germoplasma que es la meta principal de los bancos de germoplasma (Engels, 1985).

Para aumentar el valor relativo de una descripción se recomienda incluir con los datos morfológicos, agronómicos, etc., una descripción de las condiciones climáticas, de suelo, de prácticas culturales, fechas de siembra, etc. Además, es fundamental que toda la colección que se va a describir, crezca bajo condiciones uniformes, de modo que las diferencias registradas representen diferencias típicas de las variedades bajo estas circunstancias.

Engels (1985) asegura que la elaboración de listas de descriptores por cultivo o grupos de cultivos relacionados, tienen varias funciones. Entre ellas están:

- a. uniformar y estandarizar la descripción sistemática por cultivos;
- b. facilitar y posibilitar una descripción sistemática;
- c. intensificar el intercambio de datos entre centros nacionales e internacionales.

Cuando se trate de elaborar una lista nueva de descriptores, hay que priorizar aquellos que tienen algún valor o interés para cualquier disciplina científica relacionada con un banco de germoplasma.

La evaluación es generalmente la justificación central, aunque no la única de los bancos de germoplasma (Ortega, s.f.). No obstante, es conveniente recordar que existe una diferencia entre descripción y evaluación. La evaluación tiene, en general, propósitos específicos. Esta diferencia tiene influencia sobre la lista de los descriptores (Engels, 1985; Morera, 1981).

Según Astorga y Seidewitz (1983) citado por Arce, (1984), un descriptor es el nombre que se le da a una característica, o bien, es la denominación asignada a un fenómeno que se presenta en una determinada planta el cual se quiere medir.

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

Una característica es un atributo de un organismo y es el producto de la interacción de uno o más genes con el ambiente (Engels, 1980). A su vez, las características se dividen en cualitativas y cuantitativas.

A cada descriptor se le asigna una escala de valores que se conoce como "estados del descriptor" o grados de las características (Cuadro 3).

Cuadro 3. Codificación de grados de expresión de características basada en la escala de 1 a 9.

Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. Ejemplos									
I	Muy bajo	Muy bajo a bajo	Bajo	Bajo a intermedio	Intermedio	Intermedio a alto	Alto	Alto a muy alto	Muy alto
II	Muy bajo	---	Bajo	---	Intermedio	---	Alto	---	Muy alto
III	---	Muy bajo	---	Bajo a intermedio	---	Intermedio a alto	---	Alto a muy alto	---
IV	---	---	Bajo	---	Intermedio	---	Alto	---	---
V	---	---	Bajo	---	---	---	Alto	---	---
VI	Muy bajo	---	---	---	Intermedio	---	---	---	Muy alto
VII	Muy bajo	---	---	---	---	---	---	---	Muy alto

Fuente "Seidewitz, L. 1976

La definición de cada descriptor debe ser completa, explícita e inequívocada, de tal forma que cualquier persona mida o califique el mismo órgano en una planta de igual manera. Las definiciones facilitan el intercambio de información.

Los descriptores cualitativos son aquellos que varían poco y se requieren muestras pequeñas para determinarlos (ejemplos: color del fruto maduro; color de la hoja madura; forma del fruto maduro; color de la semilla).

Los descriptores cuantitativos son aquellos que varían considerablemente y, por lo general, es necesario determinarlos en muestras grandes (ejemplo: longitud de la hoja; anchura de la hoja; peso del fruto; diámetro del fruto).

Engels (1985) indica que el estudio de las plantas en el campo es una actividad muy importante pues el valor de los descriptores aumenta con la alta heredabilidad, alto valor taxonómico, alto valor agronómico, baja complejidad y una muestra mínima aceptable.

Rogers et al citado por Engels (1985) afirman que una lista mínima de descriptores debe satisfacer lo siguiente:

- a. la medición estandarizada para cada descriptor de la lista debe estar bien definida;
- b. el esfuerzo necesario para obtener observaciones medidas exactas para la lista mínima, no sobrepasa la responsabilidad del investigador,
- c. cada investigador (en un cultivo), debe estar de acuerdo en recolectar, intercambiar y usar los datos según la lista mínima de descriptores y los estándares fijos.

Al considerar la descripción sistemática, ocurre a menudo que la expresión de las características cuantitativas varían mucho dentro de una misma muestra. Se tienen que distinguir entre especies autógamias, en general genéticamente uniformes dentro de una entrada, y alógamas, genéticamente variables dentro de una entrada (Engels, 1985).

Las características cualitativas no varían, o solo ligeramente entre individuos de una entrada. Por razones de seguridad se recomienda observar todos los individuos de cada entrada para encontrar eventualmente mezclas de diferentes genotipos en una entrada. La variación de características cuantitativas, varía también de característica a característica. Por ejemplo la longitud de semillas de cacao, varía relativamente poco y el peso de la mazorca de cacao muchísimo. Una causa es el número de genes que determinan la expresión de una cierta característica y se puede decir que entre más genes mayor es la variación. Entonces para eliminar o disminuir la variación en la descripción, se tienen que usar varias repeticiones de cada medida. Es decir, en el caso

longitud de fruto de un clon, se necesita más de un fruto para acercar la capacidad genética de este clon, bajo las condiciones presentes. La capacidad genética se puede estimar con el promedio de varios frutos (Engels, 1985).

Para calcular el número de frutos necesarios y asegurar que el promedio de la muestra tomada esté dentro del rango de 5% del promedio verdadero de la población total, en 95% de los casos, se recomienda usar la fórmula de Pound (1931).

$$Nm = 0,16 \frac{(100 S)^2}{X^2}$$

donde:

Nm= número mínimo de mediciones o repeticiones para una característica y para cada entrada.

0,16= una constante

S= desviación estándar de la muestra

X= promedio de la muestra

Heiser et al (1965) definen la taxonomía numérica como la determinación de la similitud por métodos numéricos o estadísticos, y realizar una clasificación en base a las similitudes obtenidas.

Crisci et al (1983) describen los pasos elementales de las técnicas numéricas de clasificación de la siguiente manera:

- a. elección de las "unidades taxonómicas operativas (OTU);
- b. elección de los caracteres que describan las OTU;

- c. construcción de una matriz básica de datos;
- d. obtención de un coeficiente de similitud;
- e. conformación de grupos;
- f. generalizaciones acerca de los taxones.

## 2.9 Tipos de Datos

Crisci et al (1983) ordenan los datos de la siguiente manera:

- a. Doble estado o binarios. Son datos que se expresan en forma de presencia, ausencia. Por ejemplo:

Descriptor	Estado	Código
Aroma en el fruto	presente	+ ; 1
	ausente	- ; 0

- b. Datos con doble estado, estados excluyentes. Representan características cualitativas que tienen dos estados solamente. Por ejemplo:

Descriptor	Estado	Código	
		Altern. 1	Altern. 2
Tipo de fruto	dehiscente	1	2
	indehiscente	0	1

- c. Datos multiestados. Estos datos poseen tres o más estados y pueden ser cualitativos o cuantitativos.

- d. Datos multiestados cualitativos sin secuencia lógica. Por ejemplo, la superficie pilosa de una hoja que se puede codificar con números arbitrarios como:

- 1= escabrosa
- 2= estrigola
- 3= híspida
- 4= hirsuta

Se podría expresarlas también en forma binaria por cada tipo, es decir en datos, presencia, ausencia.

Las dos formas tienen su inconveniente. La primera es muy arbitraria y la segunda no sirve cuando se usan coeficientes de asociación.

e. Datos multiestados cualitativos con secuencia lógica. Por ejemplo, presencia de pelos:

Descriptor	Estado	Código
Presencia de pelos	rara	1
	común	2
	abundante	3

Existe otra forma de codificar el descriptor presencia de pelos; por ejemplo, la codificación aditiva:

\*

OTU*	Estado		
	Rara	Común	Abundante
OTU A	1	0	0
OTU B	1	1	0
OTU C	1	1	1

\* Operative Taxonomic Unit

f. Multiestados cuantitativos. Miden relaciones cuantitativas en sentido estricto. Por ejemplo: número de pétalos, número de flores en una inflorescencia.

g. Datos multiestados cuantitativos continuos. Expresan dimensiones continuas, es decir, cualidades cuya variabilidad se distribuye en una escala continua. Por ejemplo: longitud de la hoja, altura de la planta, diámetro del fruto.

Los datos cuantitativos pueden ser transformados en datos "doble estado" si los cálculos lo exigen formando intervalos y calificar cada uno en dos diferentes estados:

0 = ausente

1 = presente

Esta transformación es a veces necesaria para aplicar, por ejemplo, los coeficientes de similitud del tipo de asociación.

## 2.10. Descripción morfológica del nance.

Garriz (1986) hizo un estudio de macromorfología basado en las colecciones de nance procedente de los municipios de Dos Ríos y Soledad de Doblado, estado de Veracruz, México. Utilizó árboles, materiales fijados en alcohol al 70% y material herborizado. Las mediciones las realizó en inflorescencias, flores, hojas y frutos, cuyas muestras se tomaron al azar de una población de 10 árboles. Los resultados consistieron en presentar sólo unos datos cuantitativos relacionados con la población.

Morton (1912), Barker y Dardeau (1930) y León (1968), han descrito el nance en forma general. Lawrence (1951) hizo

un trabajo sobre el aspecto taxonómico de este frutal. Sin embargo, a reserva de las pocas informaciones existentes para algunos caracteres morfológicos, no se encontraron descriptores cuantitativos y cualitativos en relación con la descripción.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Almacenamiento de semillas de nance

##### 3.1.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en el Banco de Semillas del Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, en el período comprendido entre diciembre de 1990 y setiembre de 1991. Las pruebas de germinación se realizaron en Cabiria 7.

##### 3.1.2. Material experimental

Se recolectaron frutos de árboles que produjeron hasta octubre de 1990. Las semillas se extrajeron y limpiaron con la mano después de dejar los frutos fermentarse, sin agua, durante tres semanas.

##### 3.1.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño factorial irrestricto al azar 3x2x2x6 con tres repeticiones. Los factores respectivos fueron la temperatura, el secado, el empaque y el tiempo (meses). La variable evaluada fue la germinación

Una vez extraídas y lavadas las semillas, separadas en dos lotes iguales, se colocaron sobre bandejas apropiadas para el secado en un cuarto seco y al 'aire libre. Se determinó el contenido de agua de las semillas siguiendo las recomendaciones de la "International Seed Testing Association, ISTA (1976)".

El secado se realizó de dos formas:

- a. en cuarto seco a 24°C y 27% de humedad relativa y
- b. al aire libre pero a la sombra, es decir, entre 60 y 80% de humedad relativa y 24°C.

El contenido de agua de las semillas se determinó por medio del método de la estufa. Cada 12 horas y durante 5 días consecutivos, se tomó una muestra de 10 gramos y se determinó su contenido de agua. En la Fig. 4 se muestran las curvas correspondientes a las pérdidas de agua de los lotes de semillas estudiados.

Se utilizaron las siguientes temperaturas para el almacenamiento: -17°C, 5°C y temperatura ambiente (20±2°C). Se utilizaron bolsas de papel dobles y de aluminio selladas. El período de almacenamiento fue de 6 meses. Se realizaron pruebas de germinación inmediatamente después de la cosecha (prueba inicial) y al finalizar cada mes, desde el primero hasta el sexto mes.

Para la germinación se utilizaron cajas de madera, de 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 20 cm de profundidad, con un fondo de malla para permitir la aeración y el drenaje de agua. El sustrato fue una mezcla de arena (80%) y de tierra (20%). Las cajas se colocaron sobre una mesa de bambú de 1.10 m de altura bajo un cobertizo de zarán que permite el paso de 75% de luz. En cada caja se sembró seis repeticiones de 45 semillas cada una (Figura 2).

Se realizaron tres conteos con el propósito de verificar la cantidad de semillas germinadas. El primero a los 30 días de la siembra, el segundo a los 60 días y el tercero a los 90 días.

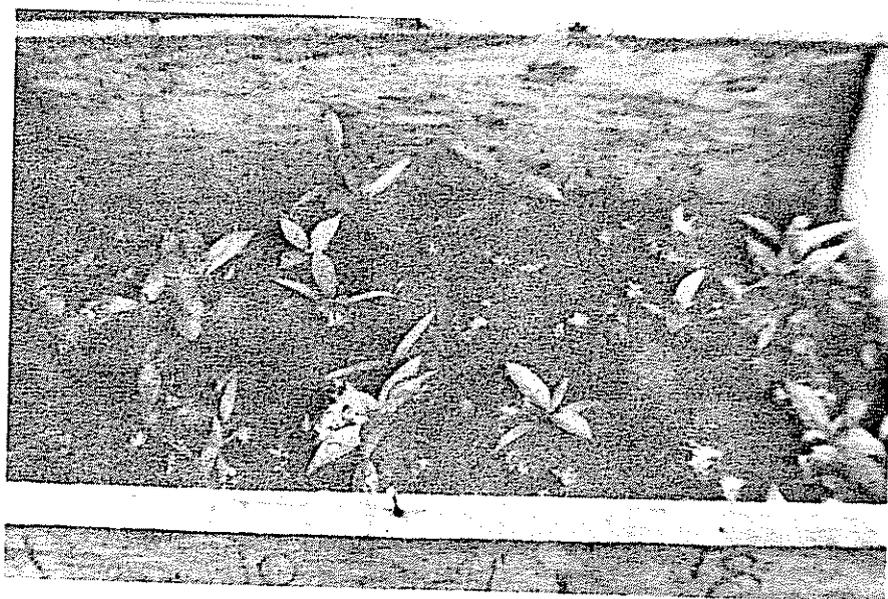
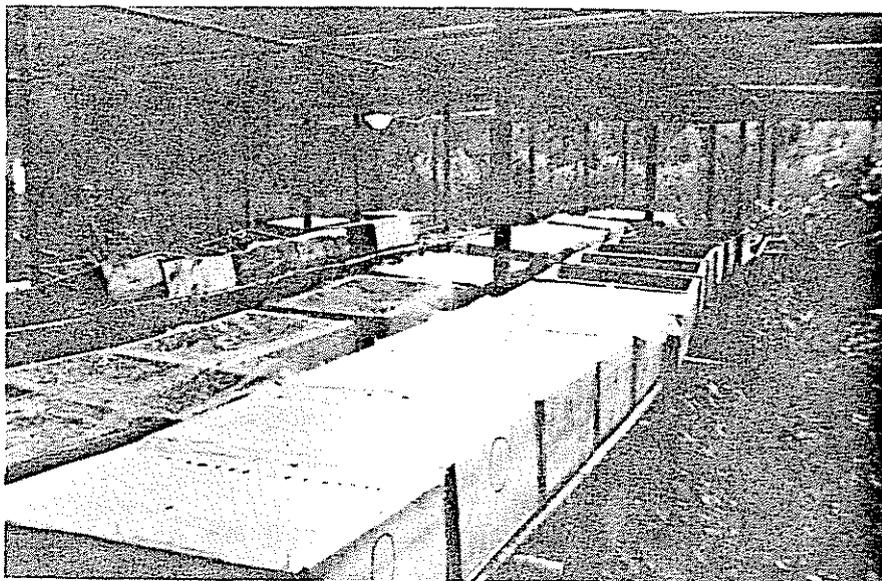


Figura 2. Prueba de germinación; A, el cobertizo; B, las caja de germinación con plántulas creciendo. CATIE, 1991.

### 3.1.4. Análisis de los Datos

Los datos se analizaron por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de F para experimentos factoriales en primera instancia, determinándose el grado de significancia de los factores y sus interacciones; luego se hizo un análisis de regresión (dentro del análisis de varianza) en caso de factores sólo cuantitativos (contenido de agua, temperatura, tiempo) y por prueba de Duncan para comparar niveles de temperatura.

## 3.2. Descripción de Byrsonima crassifolia

### 3.2.1. Lugar de Estudio

La descripción de las introducciones de nance se llevó a cabo en una sección de las colecciones vivas de la Unidad de Recursos Fitogenéticos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE), Turrialba, Costa Rica, en el período comprendido entre enero y agosto de 1991. Geográficamente el Centro se encuentra ubicado a 9°53' de latitud norte y 83°39' de longitud este. Su elevación promedio es de 600 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de 22,3°C. El sitio corresponde a la formación "bosque muy húmedo pre-montano", según la clasificación de formaciones vegetales de Holdridge (1976). Las características químicas y físicas del suelo donde crece la colección se presentan en el Cuadro 16A. La precipitación, temperatura y humedad relativa durante el tiempo que duraron las observaciones se resumen en el Cuadro 17A.

### 3.2.2. Material Experimental

Se estudiaron 42 árboles propagados por semilla. Las semillas se introdujeron desde diferentes regiones de Costa Rica, Guatemala, Honduras y de México. Las plantas se sembraron en el campo entre de 1977 y 1978 a una distancia de 7 m entre hileras y 7 m entre plantas. La colección cuenta un total de 63 árboles. Sin embargo, se estudiaron sólo 42 de ellos que produjeron frutos entre febrero y julio. Las introducciones estudiadas así como su procedencia se muestran en el Cuadro 3A.

### 3.2.3. Toma de Datos

El ancho, la longitud de la hoja y del peciolo se midieron con una regla graduada. Se utilizó un calibrador Vernier para registrar las mediciones de los frutos, las semillas, las flores y las inflorescencias. El peso de los frutos y de las semillas se midió en una balanza electrónica (Mettler 360).

### 3.2.4. Metodología usada y muestreo

Las observaciones se realizaron en el período comprendido entre enero y julio de 1991. Los descriptores cuantitativos se midieron con la ayuda de los instrumentos apropiados. Los datos se registraron por árbol, en registros previamente elaborados para tal fin.

Cada órgano fue muestreado considerando el volumen de materiales a llevar al laboratorio y el número de mediciones por órgano. Así se decidió observar una misma muestra tanto para las características cualitativas como para las cuantitativas. El tamaño de la muestra por órgano fue lo siguiente:

### a. Hoja

Se tomaron en cuatro posiciones opuestas y en tres niveles de altura dos ramas de cuatro nudos en cada árbol. En el laboratorio, se hicieron mediciones de 30 hojas seleccionadas al azar.

### b. Inflorescencia y flores

De cada árbol se tomaron 15 inflorescencias en todas la posiciones posibles al azar. Se hicieron mediciones de 10 pedúnculos (raquis) y de 10 flores tomadas también al azar.

### c. Frutos y semilla (nuez)

Se recogieron 35 frutos maduros y frescos debajo de cada árbol en diferentes posiciones. En el laboratorio se midieron los frutos y las semillas.

La lista de los descriptores utilizados se presenta a continuación:

#### Identificación

- . Número de introducción e identificación de la planta.
- . País de procedencia
- . Localidad de procedencia
- . Año de introducción

#### Hoja

- . Longitud (cm)
- . Ancho (cm)
- . Longitud del pecíolo (cm)
- . Forma (código)
- . Tipo de ápice (código)

- . Número de venas secundarias
- . Relación con pecíolo/longitud hoja

### **Inflorescencia y Flores**

- . Tipo de inflorescencia (código)
- . Número flores por inflorescencia
- . Longitud de pedúnculo (cm)
- . Diámetro máximo a la base del pedúnculo (mm)
- . Diámetro mínimo a la base del pedúnculo (mm)
- . Diámetro máximo al ápice del pedúnculo (mm)
- . Diámetro mínimo al ápice del pedúnculo (mm)
- . Longitud del campo de inhibición
- . Presencia de brácteas (código)
- . Disposición floral en el ápice del pedúnculo (código)
- . Presencia de flores gemelas (código)
- . Flexibilidad del pedúnculo (código)
- . Longitud del pedicelo (cm)
- . Diámetro del cáliz (cm)
- . Número de pétalos
- . Presencia de estructura especial en el pétalo (código)
- . Número de estambres
- . Forma del polen
- . Aspecto del polen
- . Diámetro máximo del polen ( $\mu$ )
- . Diámetro mínimo del polen ( $\mu$ )

### **Frutos**

- . Peso promedio del fruto (g)
- . Longitud del fruto (cm)
- . Diámetro del fruto
- . Color del fruto (código)
- . Forma del fruto al ápice (código)
- . Sabor del fruto (código)
- . Aroma del fruto (código)
- . Presencia de astringente (código)

- . Nivel de productividad (código)
- . Número de cosechas

### **Semillas**

- . Peso de 100 semillas (g)
- . Longitud de la semilla (cm)
- . Diámetro máximo de la semilla (cm)
- . Forma de la semilla (código)
- . Presencia de aguja al ápice (código)
- . Patrones de ápice de la semilla

### 3.2.5. Definición de los descriptores

#### 3.2.5.1. Características Generales

Número de introducción. Número consecutivo que se asigna a cada entrada y que debe servir como identificación única de cada una de ellas.

Identificación de la planta. Es la identificación que se da a cada árbol para facilitar su estudio.

País de procedencia. Nombre o descripción del lugar donde se recolectó el germoplasma.

Año de introducción. Año en el cual se introdujo el germoplasma al CATIE.

### 3.2.5.2. Características de las hojas

Longitud de la hoja (cm). Es la longitud de la hoja madura medida en cm. Se obtienen de un promedio de 30 hojas.

Anchura de la hoja (cm). Es la anchura de la hoja madura medido en cm. Se obtiene de un promedio de 30 hojas

Longitud del pecíolo (cm). Es el largo del pecíolo de la hoja madura medido en cm. Se obtiene de un promedio de 30 hojas.

Forma de la hoja. Es la forma de la hoja en su estado maduro. Se expresa de la siguiente manera:

- 1 = lanceolada
- 2 = ovalada
- 3 = elíptica
- 4 = oblonga

Patrones de ápices. Es la configuración de la hoja madura en su ápice. Se expresa de la siguiente manera:

- 1 = agudo
- 2 = obtuso
- 3 = cuspidado
- 4 = claviforme
- 5 = rendido
- 6 = redondeado

Relación longitud pecíolo/longitud hoja. Es el cociente entre la longitud del pecíolo y la longitud de la hoja madura. Se obtiene de un promedio de 30 hojas.

### 3.2.5.3. Características de la Flor

Tipo de inflorescencia. Es la disposición de las flores en pedúnculo. Se expresa de la manera siguiente:

0 = panícula

1 = mixta

2 = racimo

Número de flores por inflorescencia. Es el número de flores y botones florales en el pedúnculo. Se obtiene de un promedio de 10 flores.

Longitud del pedúnculo. Es la longitud del eje principal (raquis) de la inflorescencia medida en cm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Diámetro máximo a la base del pedúnculo (mm). Es el diámetro mayor en la base del pedúnculo medido en mm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Diámetro mínimo a la base del pedúnculo (mm). Es el diámetro menor medido en la base del pedúnculo en mm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Diámetro máximo del ápice de pedúnculo (mm). Es el diámetro mayor medido en el ápice del pedúnculo en mm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Diámetro mínimo del ápice de pedúnculo (mm). Es el diámetro menor del pedúnculo en mm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Longitud del campo de inhibición. Es el largo entre el punto de inserción de la inflorescencia en la rama y el pri-

mer pedicelo en cm. Se obtiene de un promedio de 10 inflorescencias.

Presencia de brácteas. Es el que consta de la presencia o ausencia de brácteas en la base del pedicelo. Se expresa de la siguiente manera:

- 0 = ausente
- 1 = ausente y presente
- 2 = presente

Disposición floral en el ápice del pedúnculo. Es la distribución de las flores al ápice del pedúnculo. Se expresa de la siguiente manera:

- 1 = en racimo
- 2 = opuesto
- 3 = mixta

Presencia de flores gemeladas. Presencia o ausencia de flor gemelada en el pedúnculo. Se registra de la siguiente manera:

- 0 = ausente
- 1 = presente

Flexibilidad del pedúnculo. Es el estado de flexibilidad del pedúnculo cuando intente romperlo. Se expresa de la siguiente manera:

- 1 = relativa
- 2 = absoluta

Longitud de pedicelo. Es la longitud del pedicelo de una flor totalmente abierta medida en cm. Se obtiene de un promedio de 10 flores.

Diámetro del cáliz. Es la distancia medida en cm entre dos sépalos opuestos. Se obtiene de un promedio de 10 flores.

Diámetro máximo de la flor. Es la distancia mayor medida en cm entre dos pétalos opuestos. Se obtiene de un promedio de 10 flores.

Diámetro mínimo de la flor. Es la distancia menor medida en cm entre dos pétalos opuestos.

Número de pétalos. Es el número de pétalos de la corola en cada flor. Se expresa por medio del siguiente código.

- 1 = 5 pétalos
- 2 = 5 y 6 pétalos
- 3 = 5 y más que 6 pétalos

Presencia de estructura particular en el quinto pétalo. Se expresa por medio del siguiente código:

- 0 = ausente
- 1 = presente

Número de estambres, es el número de estambres contado en cada uno de 10 botones florales un día antes de su apertura. Se expresa de la siguiente manera:

- 1 = 10 anteras
- 2 = 10 y 8 anteras
- 3 = 10 y 11 anteras

Forma del polen. Es la forma del polen observado bajo microscopio y codificado como sigue:

- 1 = esférico

- 2 = ovoide
- 3 = elíptico
- 4 = piriforme

Aspecto del polen. Es el aspecto (textura) del polen observado bajo microscopio y codificado de la siguiente manera:

- 1 = liso
- 2 = rugoso

Diámetro máximo del polen. Es el diámetro del polen medido en micras en su eje polar. Se mide en 10 granos de polen de flores recién abiertas.

Diámetro mínimo del polen. Es el diámetro del polen medido en micras en su eje ecuatorial. Se mide de 10 granos de polen de flores recién abiertas.

#### 3.2.5.4. Características del fruto

Longitud del fruto (cm). Es la longitud medida en cm, de 35 frutos maduros y se calcula su promedio.

Diámetro del fruto (cm). Se mide el ancho promedio de 35 frutos maduros.

Peso del fruto (g). Es el peso promedio de 35 frutos maduros.

Color del fruto, es el color del fruto maduro. se registra de la siguiente manera:

- 1 = amarillo
- 2 = verde

- 3 = rojo
- 4 = amarillo-rojizo
- 5 = verde-rojizo

Forma del fruto, es la forma del fruto definida por su tipo de ápice de la siguiente manera:

- 1 = aplastado
- 2 = redondo
- 3 = obtuso
- 4 = puntiagudo

Sabor del fruto. El sabor del fruto maduro se codifica de la siguiente manera:

- 2 = insípido
- 4 = ácido
- 6 = agridulce
- 8 = dulce

Aroma del fruto. Es el aroma del fruto maduro. Se codifica como sigue:

- 0 = sin aroma
- 1 = aromatizado

Presencia de astringencia. Se considera la presencia o la ausencia de sustancias astringentes en el fruto maduro y se codifica de la manera siguiente:

- 0 = ausente
- 1 = presente

Nivel de productividad. Se estima por la cantidad de frutos maduros observada bajo del árbol o en un período de

tiempo determinado a partir del inicio de la cosecha. Se registra de la manera siguiente:

- 3 = bajo
- 5 = intermedio
- 7 = alto

Número de cosechas. Es el número de períodos de producción de frutos maduros por cada árbol durante el tiempo del estudio.

#### 3.2.5.5. Características de las semillas

Longitud de la semilla (mm). Es la longitud de la semilla medida en mm.

Diámetro de semilla (mm). Es el diámetro de la semilla medido en mm.

Forma de la semilla, es la forma observada en 35 semillas y codificada de la siguiente manera:

- 1 = esférica
- 2 = cúpula
- 3 = ovoide
- 4 = diamantoide

Espinas en el ápice. Se observa la presencia o ausencia de una punta muy larga del ápice de la semilla. Se registra de la siguiente manera

- 0 = ausente
- 1 = presente

Peso de 100 semillas. Es el peso en gramos de 100 semillas secas. El contenido de agua de las semillas es de 7%.

Apice de la semilla. Es la parte opuesta a la base de la semilla codificada de la siguiente manera:

- 1 = redondeado
- 2 = obtuso
- 3 = puntiaguda
- 4 = prismático

### 3.2.6. Análisis de los Datos

Los datos fueron procesados y analizados en el Centro de Cómputo del CATIE, usando los programas Lotus y SAS (Statistics Analysis System). Se hicieron los siguientes cálculos:

- estimación de la muestra mínima para cada descriptor.
- correlaciones simples entre:
  - a. características cuantitativas y cuantitativas
  - b. características cualitativas y cualitativas
  - c. características cuantitativas y cualitativas.

Las pruebas estadísticas aplicadas para las correlaciones fueron propuestas por Engels (1983) como se muestra en el Cuadro 4.

- Análisis de frecuencia
- Análisis de conglomerados para construir dos dendrogramas agrupando los genotipos por grados de

similitud así como también los descriptores cuantitativos.

Para confeccionar el dendrograma se utilizaron los promedios estandarizados de los 42 árboles para las características cuantitativas, y el código binario sólo para las características cualitativas sin secuencia lógica. Para determinar los descriptores más discriminatorios, se hizo una prueba de F dentro de un análisis de varianza, luego un Duncan para las características cuantitativas y una prueba de chi-cuadrado para las características cualitativas. Una prueba de valores discriminatorios se realizó para completar este análisis (Andeberg, 1973; Dagnelie, 1975; Engels, 1983; Estabrook et al., 1966; Gnanadesikan, 1977; Martin et al., 1983; Rogers et al., 1968; Searle, 1980; Sneath, 1975; Sokal et al., 1963; Williams et al., 1980).

Cuadro 4. Pruebas estadísticas usadas para el estudio de comparación de características cualitativas y cuantitativas.

	Características cualitativas	Características cuantitativas
Características cualitativas	Coefficiente de correlación de Spearman	Coefficiente de correlación como calculado por Hill y Smith
Características cualitativas	Coefficiente de correlación como calculado por Hill y Smith.	Coefficiente de correlación, producto momento.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Almacenamiento de semillas de nance

#### 4.1.1. Secado

En la Figura 3 y el Cuadro 1A se puede observar la evolución del secado de la semilla de nance en condiciones controladas (cuarto seco) y al aire libre durante 120 horas. Al final de ese período, las semillas tenían contenidos de agua de 6,8% (cuarto seco) y 13.4% (al aire libre).

Se observa que el secado en el cuarto seco fue mucho más rápido que al aire libre, especialmente durante las primeras 24 horas. Después de ese tiempo, la pérdida de agua tendió a estabilizarse. Al aire libre, la pérdida de agua de la semilla fue un poco mayor durante las primeras 12 horas, tendiendo a estabilizarse después de ese tiempo.

La razón principal por la que la pérdida de agua fue mayor en el cuarto seco se atribuye a que éste se encuentra a una humedad relativa baja (24%), en tanto que al ambiente la humedad relativa promedio durante el secado fue de 87%.

#### 4.1.2. Germinación

En el Cuadro 5 se presentan los datos de germinación de las semillas de nance almacenadas durante 6 meses, a diferentes temperaturas, contenido de agua y empaques.

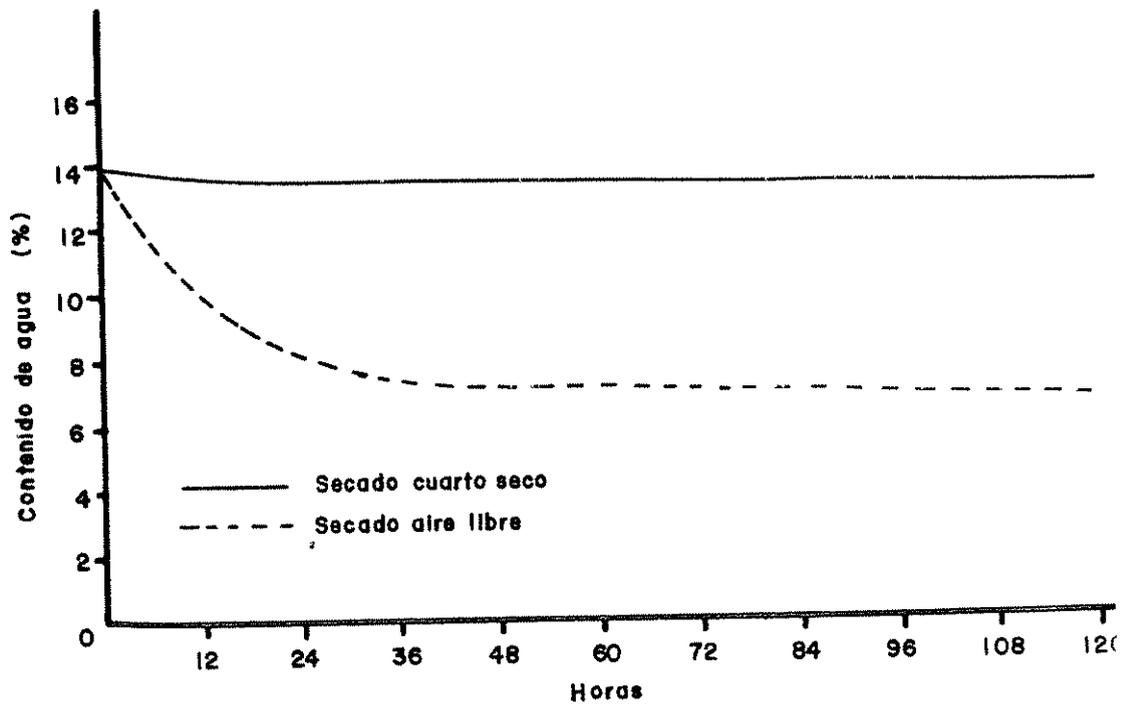


Fig. 3 Curvas de pérdida de agua según dos métodos de secado. CATI

Se observa que la mejor combinación de factores fue  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  (ambiente), bolsa de papel, 13,4% de contenido de agua, puesto que después de 6 meses de almacenamiento se obtuvo un 11,1% de germinación. La peor combinación fue  $5^{\circ}\text{C}$ , bolsa de papel y 13,4% de contenido de agua, ya que al cabo de los 6 meses de almacenamiento el porcentaje de germinación fue de 0%.

Se observó que, en general, durante los primeros tres meses de almacenamiento la germinación fue aceptable en relación con la germinación a partir del cuarto mes, razón por la cual el comportamiento de estas semillas es muy similar a aquel que muestran las recalcitrantes.

En el Cuadro 2A se presenta el Análisis de Varianza. Los factores temperatura y tiempo (meses) mostraron resultados altamente significativos a un nivel de 5% sin mostrar interacciones significativas. Los resultados obtenidos (Cuadro 6 y 7), permitieron realizar un análisis de regresión para el factor tiempo (Figura 4) y, además, una prueba de Duncan para el factor temperatura que se muestra a continuación:

Temperatura:	$-17^{\circ}\text{C}$	$5^{\circ}\text{C}$	$20\pm 2^{\circ}\text{C}$
Promedio:	12,38	18,67	19,04
	B	A	

No se encontró diferencia entre los niveles de  $5^{\circ}\text{C}$  y la temperatura ambiente.

Cuadro 5. Porcentaje de germinación de la semilla de nance luego de 1 a 6 meses de almacenamiento. CATIE, 1991.

Tempe- ratura	Seca- Empa- do que	Mes de almacenamiento y siembra																	
		I			II			III			IV			V			VI		
		Repetición			Repetición			Repetición			Repetición			Repetición			Repetición		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
-17°C	pap	20,0	17,6	13,3	20,0	24,4	11,1	11,1	13,3	17,8	11,1	6,7	13,3	11,1	8,9	13,3	2,2	4,4	8,9
	alm	22,2	24,4	22,2	13,3	22,2	17,8	11,1	6,7	11,1	11,1	13,3	6,7	2,2	4,4	8,9	8,9	4,4	6,7
	pap	22,2	20,0	26,7	26,7	20,0	22,2	8,9	15,6	6,7	8,9	11,1	17,8	8,9	2,2	2,2	0,0	2,2	2,2
	alm	17,8	22,2	13,3	15,6	33,3	22,2	13,3	0,0	11,1	6,7	22,2	17,8	11,1	2,0	0,0	4,4	0,0	2,2
05°C	pap	28,9	37,8	22,2	33,3	28,9	33,3	15,6	13,3	28,9	15,6	11,1	11,1	6,7	8,9	15,6	0,0	17,8	8,9
	alm	37,8	40,0	24,4	26,7	31,1	26,7	15,6	24,4	15,6	17,8	20,0	15,6	20,0	4,4	28,9	0,0	11,1	0,0
	pap	28,9	28,9	26,7	20,0	24,4	33,3	28,9	15,6	22,2	22,2	11,1	26,7	2,2	6,7	4,4	0,0	2,2	0,0
	alm	37,8	24,4	22,2	35,6	22,2	26,7	17,8	26,7	15,6	15,6	26,7	8,9	0,0	8,9	8,9	17,8	15,6	11,1
To	pap	35,6	22,2	26,7	33,3	26,7	13,3	11,1	11,1	28,9	8,9	16,7	0,0	15,5	13,3	4,4	15,6	17,8	6,7
	alm	35,6	28,9	24,4	35,6	26,7	24,4	20,0	26,7	24,4	13,3	37,8	24,4	15,6	6,7	13,3	11,1	6,7	24,4
	pap	28,9	28,9	24,4	13,3	24,4	24,4	17,8	24,4	13,3	20,0	17,8	13,3	8,9	17,8	11,1	11,1	17,8	4,4
	alm	33,3	22,2	26,7	26,7	22,2	20,0	11,1	28,9	20,0	24,4	17,8	6,7	8,9	24,4	13,3	6,7	4,4	15,6

ToS = Temperatura ambiente

CS = Cuarto Seco

AL = Aire Libre

Pap = Papel

Alm = Aluminio

Cuadro 6. Promedio y desviación estándar para los tres niveles de temperatura de almacenamiento de la semilla de nance. CATIE, 1991.

Temperatura	Promedio	Desviación estándar
-17°C	12,4	7,9
25°C	18,7	10,8
24°C	19,0	8,9

Cuadro 7. Promedios y desviación estándar para los seis meses de almacenamiento de la semilla de nance. CATIE, 1991.

Mes	Promedio	Desviación estándar
1	26,1	5,5
2	24,5	6,2
3	17,0	6,6
4	15,6	7,6
5	9,5	6,0
6	7,5	5,4

En los Cuadros 6 y 7 se muestran los promedios de germinación y las desviaciones estándar de los factores temperatura y tiempo (meses). Estas desviaciones estandar se obtuvieron del cuadrado medio del error (CME) de un análisis de varianza para cada mes. Se puede observar que a -17°C el promedio fue el menor de todos, en tanto que a 20±2°C el promedio de germinación fue mayor. Esto indica que la mejor

temperatura de almacenamiento es el ambiente, y que la semilla es susceptible a daños por frío.

En el Cuadro 7 y la Figura 4, se observa como los promedios de germinación fueron decreciendo en forma lineal conforme avanzó el tiempo, la que sugiere que esta semilla presenta un comportamiento típicamente recalcitrante. Este hecho se traduce claramente por la siguiente función de regresión:

$$Y=30,13 - 3.66X \quad \text{y el coeficiente de correlación} \\ r=-0,95.$$

Eso significa que el poder germinativo de la semilla disminuye de 3,7% por cada mes de almacenamiento. Esta tendencia lineal y negativa entre estos dos variables se confirmó por los cálculos de contraste (Cuadro 2A) y la falta de ajuste no significativa al 5%. La falta de ajuste se muestra a continuación:

$$F = \frac{84,90}{39,03} = 2.17 < F = 2,43 \text{ con 4 y 144 grados de libertad}$$

No se realizaron transformaciones de los porcentajes de germinación, porque las desviaciones estándar no parecieron depender de las medias de los diferentes factores (Figura 5).

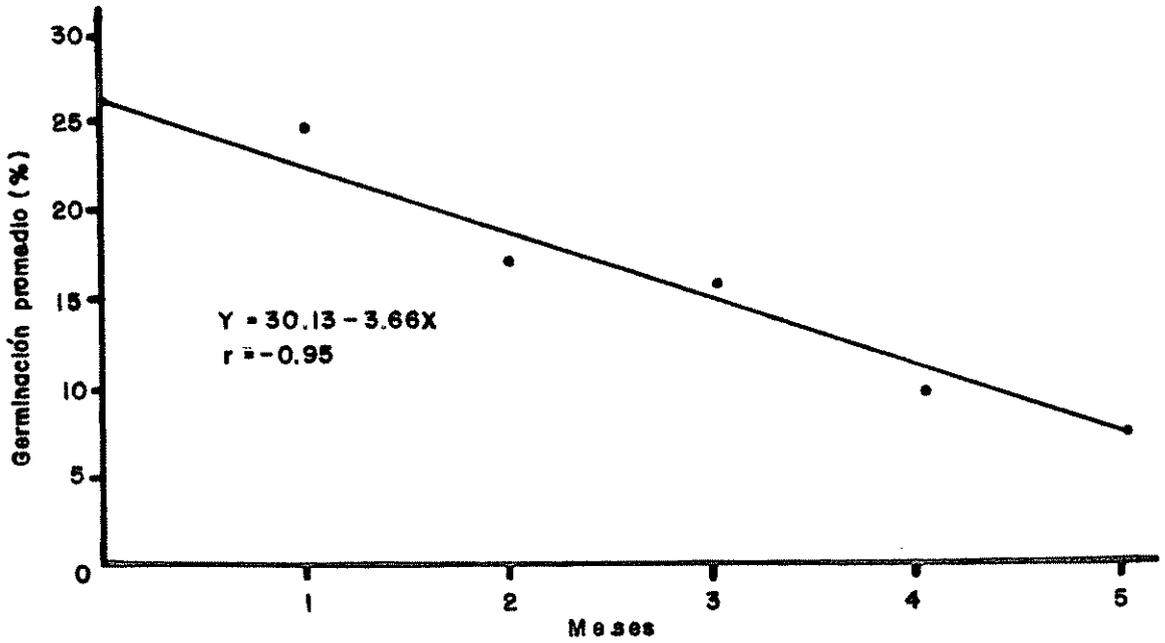


Fig. 4 Tendencia del poder germinativo luego de seis meses de almacenamiento de la semilla de nance. CATIE, 1991

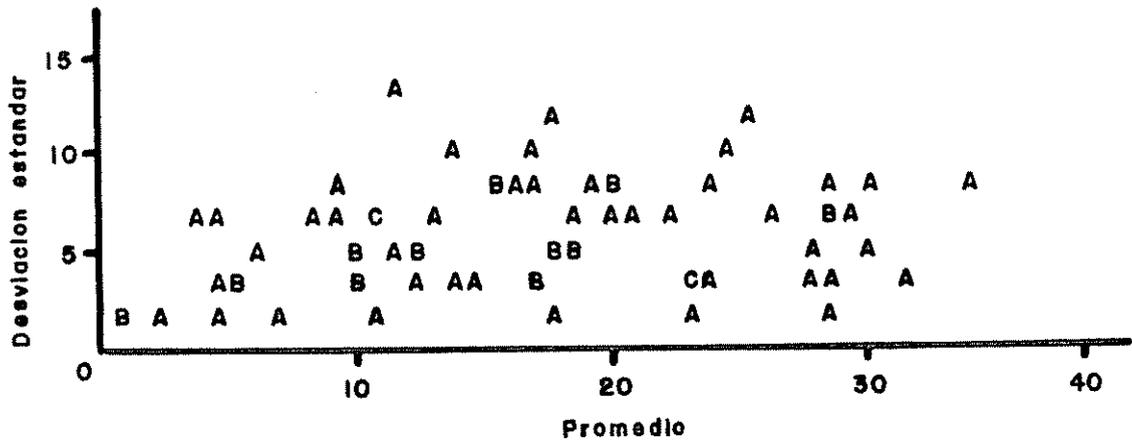


Fig. 5 Relación entre el promedio y la desviación estándar del porcentaje de germinación. CATIE, 1991

## 4.2 Descripción morfológica de 42 genotipos de nance

### a. Hoja

Se distinguieron cuatro formas de hojas que se definieron así: 1=lanceolada, 2= ovalada, 3= elíptica, 4= oblonga. Se observaron seis patrones de ápice que fueron: 1= agudo, 2= obtuso, 3= cuspidado, 4= claviforme, 5= rendido, 6= redondeado (Figura 6 y 7).

Se debe notar que los patrones 4= claviforme y 5=rendido fueron así denominados por el autor por el hecho que no son definidos en los libros de botánica revisados.

La forma de hoja predominante es la elíptica. El patrón de ápice que predomina en la colección estudiada corresponde al cuspidado, ya que se presenta en todos los árboles caracterizados. El patrón menos predominante es el redondeado, ya que muy pocos árboles lo presentan.

### b. Inflorescencia

Se observaron dos tipos de inflorescencias, una en forma de racimo y la otra mixta (en forma de racimo y panícula). La más predominante fue la primera, puesto que se observó en el 71,4% de los árboles. En la Figura 8 se muestra el dibujo de la inflorescencia predominante, así como las diferentes parte de la flor.

### c. Flores

El color amarillo fue el que predominó en el 100% de los árboles estudiados. Se observó que después de 24 horas de abierta la flor, el color cambió a anaranjado; posterior-

mente el color se tornó más oscuro hasta alcanzar el rojo (en algunos casos), posiblemente debido a la polinización.

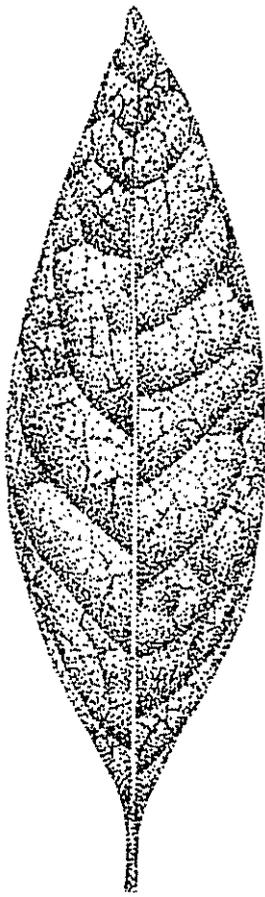
Todos los árboles presentaron flores de cinco sépalos, cinco pétalos y 10 estambres tetradinamos, con anteras en posición innata (Figura 8). Sin embargo, los genotipos 7826A y 7826B mostraron en una misma inflorescencia flores de cinco y seis pétalos. Se observó que el genotipo 9192A es el único que presentó un apéndice en forma diédrica y perpendicular al plano del quinto pétalo (Figura 8).

El nance, bajo las condiciones edafo-climáticas de Turrialba, presentó dos floraciones importantes durante el período de estudio: una de diciembre a febrero y la otra de abril a mayo.

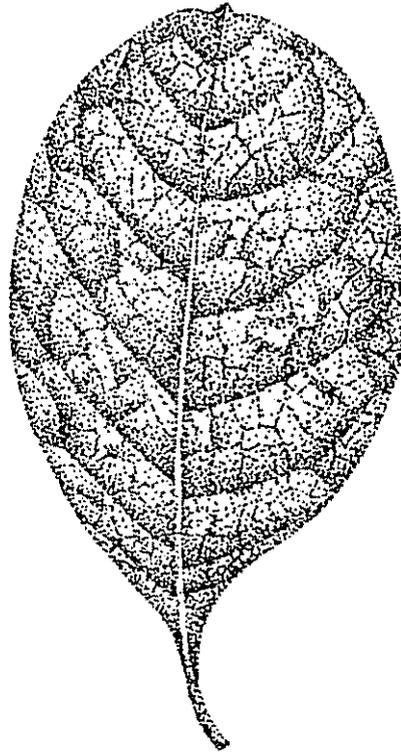
#### d. Polen

El estudio del polen permitió distinguir formas desde esférica hasta piriforme con textura lisa a rugosa.

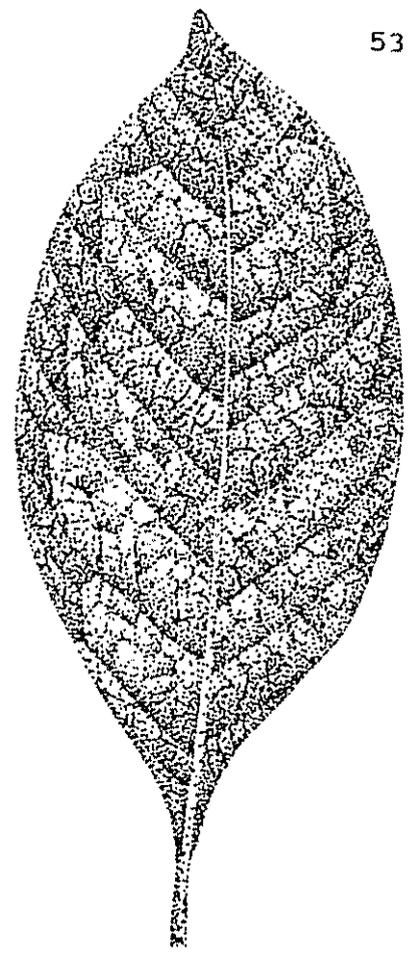
La forma de polen piriforme fue la predominante tanto que la textura rugosa fue la que con mayor frecuencia se presentó.



1 = Lanceolada



2 = Ovalada



3 = Elíptica



4 = Oblonga

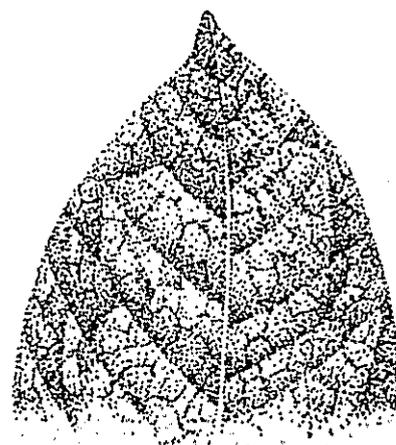
Figura 6. Formas de hojas de nance encontradas en la colección de germoplasma. CATIE, 1991.



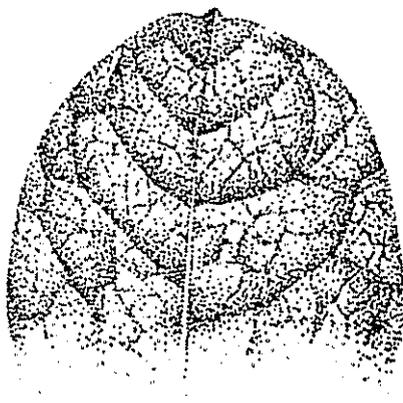
1 = Agudo



2 = Obtuso



3 = Cuspidado



4 = Claviforme



5 = Rendido



6 = Redondeado

Figura 7. Patrones de ápices de hojas de nance encontrados en la colección de germoplasma. CATIE, 1991.

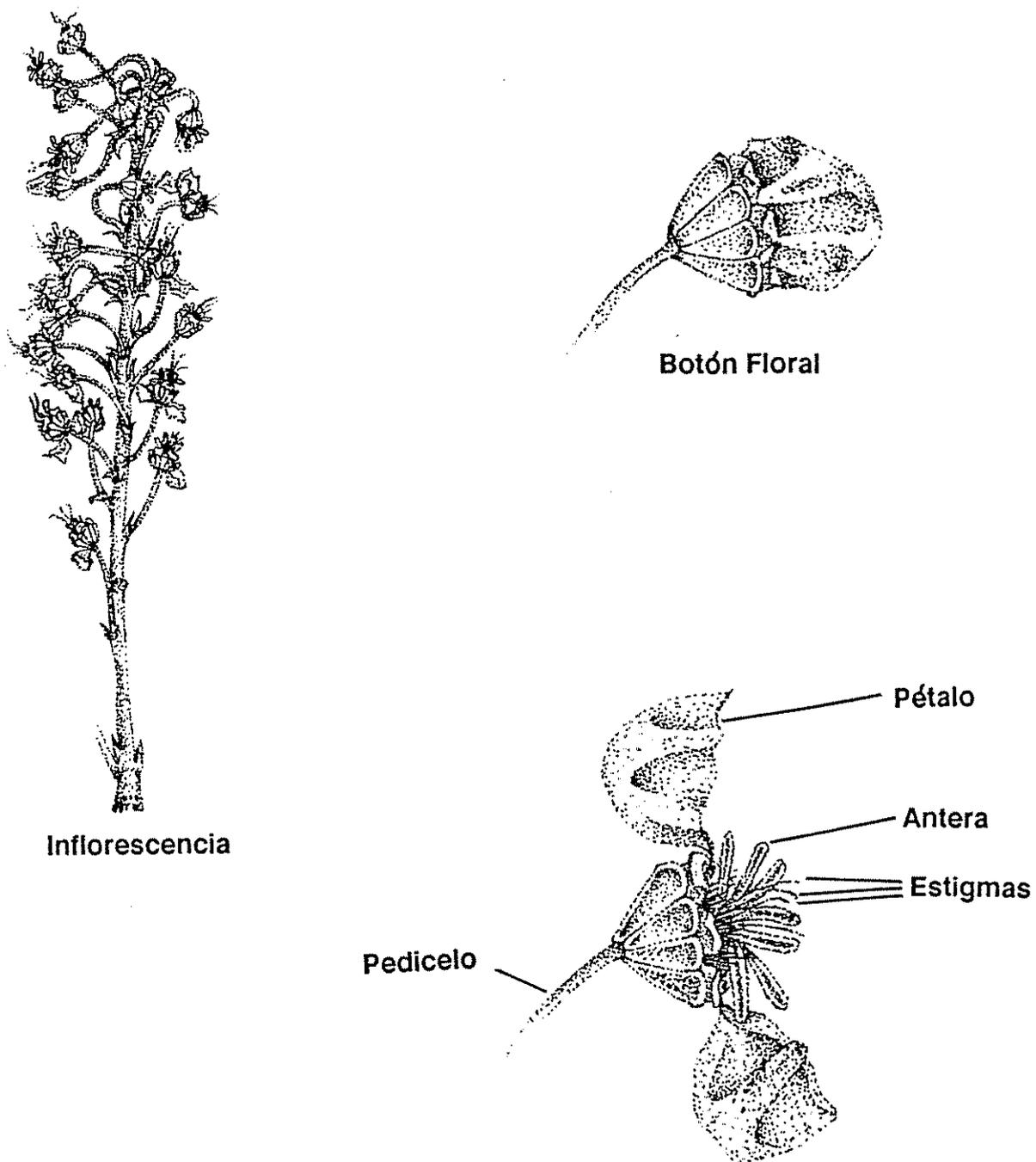


Figura 8. Inflorescencia, botón floral y partes de la flor del nance. CATIE, 1991.

#### e. Frutos

Se observaron 4 patrones básicos de ápices del fruto, en base a los cuales se clasificó la forma (Figura 9).

De acuerdo al color, los frutos se clasificaron en cinco grupos diferentes desde amarillo hasta verde-rojizo

De acuerdo al sabor, los frutos se clasificaron desde insípido hasta dulce.

Algunos genotipos que produjeron frutos con el aroma característico del nance y también mostraron frutos astringentes. Estos caracteres parecen ser independientes del color.

Algunos frutos y semillas del genotipo 7837B fueron perforados por un insecto (Figura 12). Además, se encontraron gusanos en unos frutos del genotipo 8780B.

#### f. Semillas

El fruto del nance lleva en su centro una nuez con cáscara muy dura y dividida en tres compartimentos en posición triangular, en los cuales se encuentran las semillas. Estas son pequeñas (1,5 - 2,5 mm), elipsoides y de color oro (Figura 10).

El estudio de la nuez permitió clasificarla en cuatro formas básicas, a saber (Figura 11).

Al estudiar el ápice de la nuez, se encontró cuatro patrones básicos que fueron los siguientes: redondeado, obtuso, puntiagudo y prismático.



1



2



3



4

### Formas

- 1 = Aplastado
- 2 = Redondeado
- 3 = Obtuso
- 4 = Puntiagudo

Figura 9. Formas del fruto de nance (definidas por el ápice) encontradas en la colección de germoplasma. CATIE, 1991.



### Cortes

- A. Corte transversal
- B. Corte longitudinal  
(se muestra parte de la semilla)
- C. Corte longitudinal  
(Se muestra la cavidad donde se ubica la semilla)
- D. Semilla fuera de la nuez

Figura 10. Nuez de nance en cortes transversal y longitudinal. CATIE, 1991.

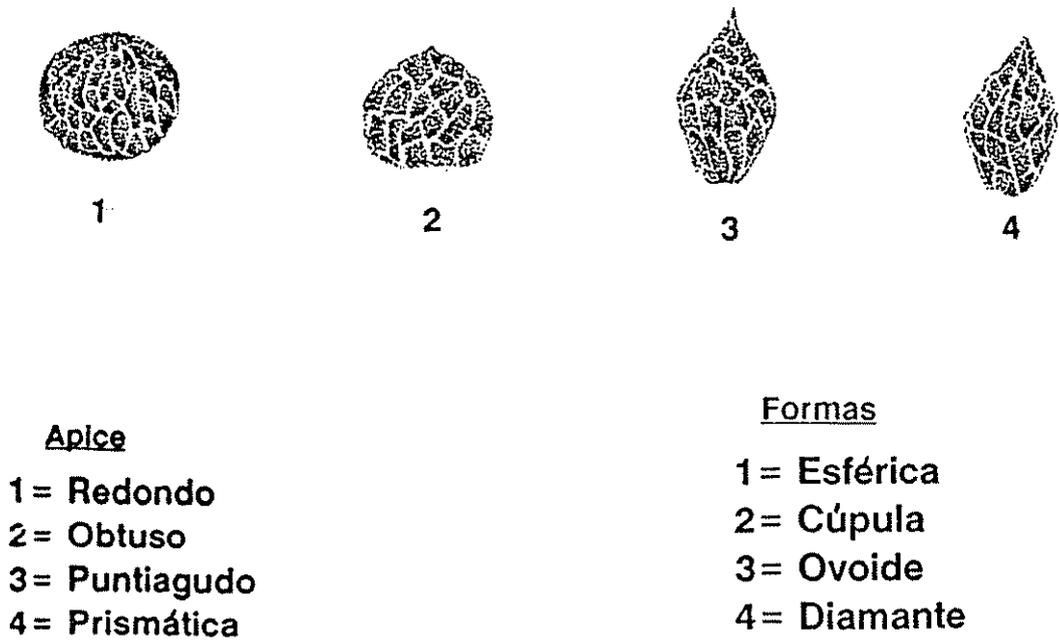


Fig.11. Formas de la nuez de nance, patrones de ápice y daño a la semilla, encontrados en la colección de germoplasma. CATIE, 1991.

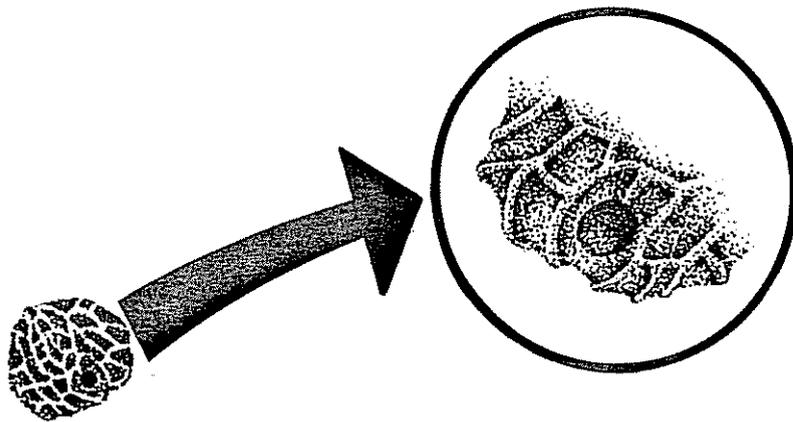


Figura 12. Daño a la semilla, encontrado en la colección de nance. CATIE, 1991.

#### 4.2.1. Análisis de las características cualitativas

En el Cuadro 8 se muestra la distribución de frecuencias y porcentajes de las características cualitativas de los árboles estudiados. Se puede observar que el tipo de inflorescencia predominante es la de racimo, con un porcentaje de 71.4%; las brácteas están ausentes de los pedúnculos en el 47.6% de los casos.

El 50% de los árboles presentaron polen de formas esféricas y el 66,67% presentaron frutos amarillos. El ápice redondeado de los frutos fue la forma predominante en el 45,2% de la población estudiada. Sólo dos árboles (4,76%) presentaron sabor ácido y 27 produjeron frutos dulces. En relación con el número de cosechas durante el período de estudio, 31 árboles entre los 42 dieron dos cosechas. La forma de la semilla más frecuente fue la de cúpula que se presentó en el 80,95% de los casos, mientras que el genotipo 8780B fue el único que mostró semilla de forma diamantoide y ápice prismático.

Cuadro 8. Distribución de frecuencias y porcentajes de la características cualitativas de 42 árboles de nance, procedentes de Costa Rica, Guatemala y México. CATIE, 1991.

Características	Frecuencia	Porcentaje
<b>Inflorescencia y Flores</b>		
<b>Tipo de inflorescencia</b>		
0= panícula	0	0,0
1= mixta	12	28,6
2= racimo	30	71,4

## Cuadro 8. (Continuación)..

## Presencia de brácteas

0= ausente	20	47,6
1= ausente y presente	9	21,4
2= presente	13	31,0

Disposición flores al ápice  
del pedúnculo

1= en racimo	20	47,6
2= opuesta	20	47,6
3= mixta	2	4,8

## Flexibilidad del raquis

0= relativa	38	90,5
1= absoluta	4	9,5

## Forma del Polen

1= esférica	21	50,0
2= ovoide	13	31,0
3= elíptica	1	2,4
4= uniforme	7	16,7

## Textura del polen

1= lisa	10	23,8
2= rugosa	32	76,2

## Cuadro 8. (Continuación)

**Frutos****Color**

1= amarillo	28	66,7
2= verde	5	11,9
3= rojo	2	4,8
4= amarillo rojizo	4	9,5
5= verde rojizo	3	7,1

**Apice**

1= aplastado	6	14,3
2= redondeado	19	45,2
3= obtuso	9	21,4
4= puntiagudo	8	19,0

**Sabor**

2= insípida	5	11,9
4= ácido	2	4,8
6= agridulce	8	19,1
8= dulce	27	64,3

**Aroma**

0= ausente	25	59,5
1= presente	17	40,5

**Astringente**

0= ausente	29	69,1
1= presente	13	30,9

## Cuadro 8. (Continuación)

## Cosechas por año

1= cosecha única	11	26,2
2= más de una cosecha	31	76,8

## Productividad

3= baja	3	7,1
5= intermedia	28	66,7
7= alta	11	26,2

## Semilla

## Forma

1= esférica	4	9,5
2= cúpula	34	81,0
3= ovoide	3	7,1
4= diamantoide	1	2,4

## Apice

1= redondeado	12	28,6
2= obtuso	22	52,4
3= puntiagudo	7	16,7
4= prismático	1	2,4

## Espina en el ápice

0= ausente	38	94,5
1= presente	4	9,5

---

#### 4.2.2. Relaciones entre pares de características cualitativas

Los coeficientes de correlación basados en los promedios para las características cualitativas se presentan en el Cuadro 9. El tipo de inflorescencia y la flexibilidad del pedúnculo tienen un coeficiente de correlación significativo de 0,32, lo que indica que estas dos características se encuentran juntas en la población pero no con una alta frecuencia. La forma y la textura del polen tienen una correlación negativa significativa de -0.30. Los pares de características (color del fruto - ápice del fruto y forma de la semilla - ápice de la semilla), tienen el coeficiente de correlación significativo más alto 0,43. Algunas personas afirman que existe relación estrecha entre el color del fruto y su sabor. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio muestran que esa relación no existe ( $r = 0,06$ ), al menos para los genotipos estudiados en esta colección.

Cuadro 9. Coeficiente de correlación de las características cualitativas significativos y no significativos al 5% en la descripción sistemática de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

Características	1	2	4	9	10
1 Apice del fruto	-				
2 Apice de la semilla	0,32*	-			
3 Forma de la semilla	0,31*	ns	-		
4 Forma sel polen	ns	ns	-	-0,30*	ns
5 Presencia de brácteas	ns	ns	ns	-0,36	ns
E6 Espina al ápice de la semilla	ns	0,41**	ns	ns	ns
7 Color del fruto	0,43**	ns	ns	ns	ns
8 Tipo de inflorescencia	ns	ns	ns	ns	0,32

#### 4.2.3. Características cuantitativas.

En el Cuadro 10 se muestran los promedios, desviaciones estándar, las observaciones mínima, máxima, los rangos, los coeficientes de variación y la muestra mínima para las diferentes características correspondientes a cada órgano. Se puede observar que la mayoría de las características son muy variables con coeficientes de variación altos. Así, se puede citar la longitud de la hoja, la anchura de la hoja, diámetro mínimo y máximo a la base del pedúnculo, diámetro mínimo y máximo al ápice del pedúnculo con coeficientes de variación superiores a 20%; la longitud del pecíolo, longitud del pedúnculo (raquis de la inflorescencia), el diámetro del cáliz, el peso del fruto y de la semilla muestran coeficientes de variación superiores a 30%. No obstante, la longitud del campo de inhibición en la inflorescencia parece ser la característica cuantitativa más variable con un coeficiente de 40,43%.

La muestra mínima más baja (Mm=27) corresponde al diámetro máximo de polen, mientras que la más alta (Mm=262) lo presenta la zona de inhibición en el pedúnculo.

En el Cuadro 15A se presenta la distribución de frecuencias y porcentajes de las características cuantitativas estudiadas en los 42 genotipos de nance.

En la Figura 15 se muestran la distribución de porcentaje de los descriptores diámetro máximo y diámetro mínimo en la base del pedúnculo. Sólo 4,8% de los árboles tienen su diámetro máximo por la base del pedúnculo mayor que 2,9 mm; se nota que 35,7% de los árboles tienen este descriptor entre 2,1 y 2,4 mm.

Para el diámetro mínimo en la base del pedúnculo se anota que 33,3% de los árboles tienen descriptor ubicado

entre 1,8 y 2,0 mm; sólo 7,1% el diámetro mínimo mayor que 2,6 mm.

Cuadro 10. Promedios, desviaciones estándar, observaciones mínima y máximo y coeficientes de variación de 42 árboles de nance. CATIE, 1991.

Descriptor	Prome- dio	Desv. estand.	Observaciones mínima	máxima	Rango	Coefic. variación	Muestra mínima
1. Longitud de la hoja (cm)	11,2	2,5	1,3	21,7	20,4	22,3	80
2. Ancho de la hoja (cm)	5,5	1,4	1,3	10,4	9,1	24,9	99
3. Longitud del peciolo (cm)	1,5	0,5	0,4	7,0	6,6	30,7	150
4. Número de flores	20,0	5,4	2,0	45,0	43,0	27,2	118
5. Longitud de la inflorescencia (cm)	8,1	2,5	1,2	19,9	18,7	30,5	148
6. Diámetro máximo base(mm)	2,3	0,4	1,3	4,5	3,2	21,9	90
7. Diámetro mínimo base(mm)	2,2	0,4	1,0	4,3	3,3	22,4	80
8. Diámetro máximo ápice (mm)	1,6	0,3	0,7	2,9	2,2	22,6	82
9. Diámetro mínimo ápice (mm)	1,4	0,3	0,5	2,7	2,2	24,5	96
10. Longitud zona de inhibición (cm)	2,4	0,9	0,4	7,1	6,7	40,4	262
11. Longitud del pedicelo (cm)	1,3	0,2	0,8	1,9	1,1	15,8	40
12. Diámetro del cáliz (mm)	5,2	2,0	3,3	4,4	4,1	38,2	233
13. Diámetro máximo polen ( $\mu$ )	15,2	2,0	10,4	24,2	13,8	13,4	27
14. Diámetro mínimo polen ( $\mu$ )	14,3	2,5	7,8	21,9	14,1	17,7	50
15. Longitud fruto (cm)	1,7	0,2	0,9	4,7	3,8	13,6	30
16. Diámetro fruto (g)	1,9	0,2	1,1	4,7	3,6	13,2	28
17. Peso fruto (g)	3,7	1,2	0,8	8,5	7,7	32,1	165
18. Longitud semilla (cm)	8,5	1,1	6,0	12,3	6,3	13,0	27
19. Diámetro semilla (cm)	7,9	1,1	5,1	11,0	5,9	13,6	30
20. Peso semilla (g)	0,3	0,1	0,1	0,7	0,6	33,6	181

En la Figura 13 se observa la distribución de porcentaje para la longitud y anchura de la hoja. Estos descriptores tienen un coeficiente de correlación  $r=0,72^{**}$ .

Se puede constatar que el 40,0% de los árboles tienen una longitud de hoja de 10,5 a 12,0 cm en promedio; menos de 10% de los árboles tienen la longitud de hoja mínima, es decir entre 6,5 y 9,0 cm y la longitud máxima entre 13,5 y 15,0 cm. En relación con la anchura de la hoja, 21,4% de los árboles tienen una anchura de hoja máxima, es decir, mayor que 6,3 cm.

La Figura 14 presenta la distribución de porcentaje para la longitud del pedúnculo y el número de flores. Estos descriptores tienen un coeficiente  $r=0,75^{**}$ . Se puede observar que 38,1% de los árboles llevan entre 15 y 19 flores, y sólo 4,8% tienen más que 27 flores.

La mayoría de los árboles tienen su longitud del pedúnculo entre 6,0 y 8,0 cm; se puede notar que sólo 2,4% de la población descrita tiene la longitud mínima, menos que 6,0 cm, y también una longitud máxima, mayor que 11 cm.

En la Figura 15 se muestra la distribución de porcentaje para el diámetro máximo y el diámetro mínimo de la base del pedúnculo.

Son dos descriptores altamente correlacionados con  $r=0,97^{**}$  sólo 4,8% de los árboles tienen su diámetro máximo de la base del pedúnculo mayor que 2,9 mm; se nota que 35,7% de los árboles tienen este descriptor entre 2,1 y 2,4 mm.

Para el diámetro mínimo de la base del pedúnculo se anota que 33,3% de los árboles tienen este descriptor ubicado entre 1,8 y 2,0 mm; sólo 7,1% tienen el diámetro mínimo mayor que 2,6 mm.

La Figura 16 presenta la distribución de porcentaje para la longitud del pedúnculo y del campo de inhibición. Los dos tienen un coeficiente de correlación igual a  $r=0,05$  ns. Se puede observar que la mayor y la menor longitud del pedúnculo se encuentra respectivamente en la clase mayor que 11,0 cm y la de 5,0 y 7,0 cm.

En relación con la longitud del campo de inhibición, la menor clase se encuentra entre 0,9 y 1,6 cm y corresponde a 2,4% de los árboles; 35,7% tienen una longitud entre 1,5 y 2,1 cm mientras que 38,1% se encuentra en la clase entre 2,1 y 2,7 cm.

La Figura 17 muestra la distribución de porcentaje para el peso y la longitud del fruto. La correlación para estos descriptores es  $r=0,86^{**}$ . Se puede notar que la clase de mayor peso (menos que 6,0 cm) corresponde a sólo 2,4% y que los 35,7% de los árboles tienen un peso de fruto entre 4,0 y 5,0 g.

La longitud del fruto entre 1,7 y 1,8 cm se encuentra en 35,7% de los árboles; sólo 9,5% de ellos tienen esta longitud menor que 1,4 cm.

En la Figura 18, se encuentra la distribución de los descriptores peso y diámetro del fruto en porcentaje. Son dos descriptores altamente correlacionados con  $r=0,96^{**}$

Se observa que 35,7% de los árboles tienen un peso de fruto entre 4,0 y 5,0 g., mientras que 66,7% tienen su fruto con un diámetro entre 1,7 y 2,1 cm.

La Figura 19 presenta la distribución de porcentaje para la longitud y diámetro del fruto. Estos descriptores tienen una correlación  $r=0,80^{**}$ .

Se observa que 35,7% de los árboles tienen una longitud de fruto entre 1,7 y 1,8 cm, mientras que 66,7% tienen su fruto con un diámetro entre 1,7 y 2,1 cm.

En la Figura 20, se muestra la distribución de porcentaje para la longitud y peso de la semilla. El coeficiente de correlación para estos  $r= 0,74^{**}$ . Sólo 4,8% de los árboles tienen la mayor longitud de semilla mayor que 10,2 mm. Este descriptor muestra una tendencia de distribución normal de las clases.

El peso de la semilla mayor de 0,5 g. se encuentra sólo en 2,4 de la población de árboles estudiados, pero 45,2% de esta población tiene su peso de semilla entre 0,2 y 0,3 g.

En la Figura 21 se presenta la distribución de porcentaje para los descriptores diámetro y peso de la semilla. Su coeficiente de correlación es  $r= 0,93^{**}$ . Las últimas clases tienen un porcentaje de 7,1%; la clase 8,8 a 9,5 se encuentra en 33,3% de los árboles. Para el peso de la semilla, 2,4% de la población tiene un peso mayor que 0,5 g., y 45,2% con un peso entre 0,2 y 0,3 g.

En la Figura 22, se observa la distribución de porcentaje del descriptor diámetro máximo del polen. Sólo 2,4% de los árboles tienen un diámetro máximo de polen entre 12,0 y 13,0 micras. La clase de 14,0 a 15,0 micras se encuentra en un grupo que corresponde a 26,2% de los árboles.

#### 4.2.4. Relaciones entre las características cuantitativas

En el Cuadro 11 se presentan las correlaciones entre pares de características cuantitativas basadas en los promedios de los 42 árboles estudiados. Se puede constatar que existen correlaciones altamente significativas entre diferentes pares de características. La longitud y el anchura de la hoja tienen una correlación positiva, de  $r=0,72^*$ , lo que significa que entre mayor es la longitud de la hoja, mayor es su anchura. Parecidas son las relaciones entre diámetro máximo y diámetro mínimo del polen con una correlación de  $r=0,94^*$ ; entre el longitud de la inflorescencia (pedúnculo) y el número de flores el valor es de  $r=0,75^{**}$ ; entre la longitud del fruto y el diámetro el valor es de  $r=0,80^{**}$ ; entre el diámetro del fruto y peso del fruto con  $r=0,96^{**}$ , entre diámetro de la semilla y su peso la correlación es de  $r=0,93^*$ .

Se puede notar que el coeficiente de correlación  $r=0,27$  entre la longitud y el diámetro de la semilla no es significativa.

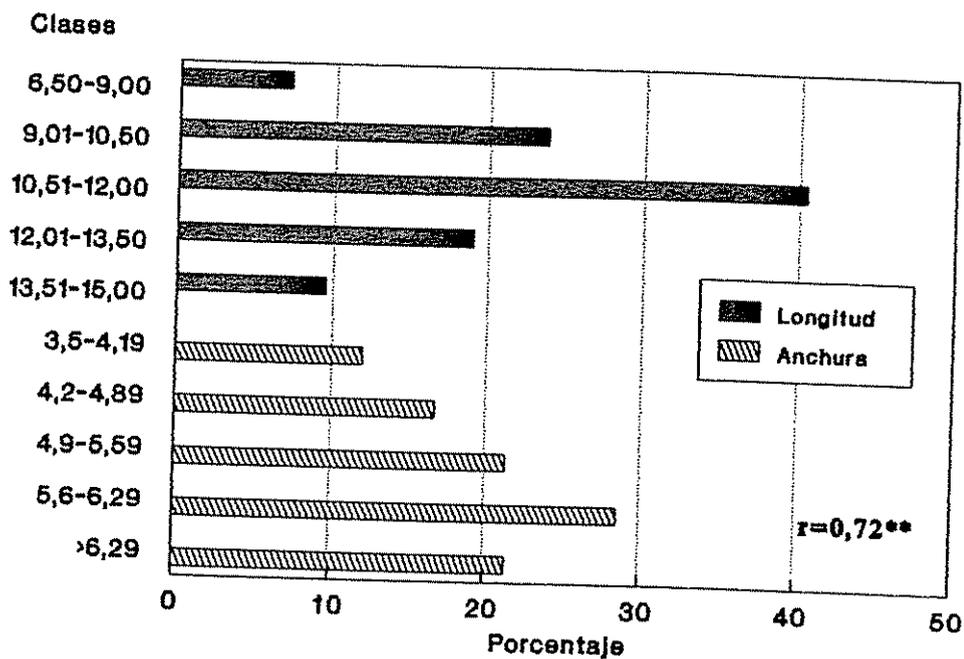


Figura 13. Distribución de la longitud y anchura de la hoja. CATIE, 1991.

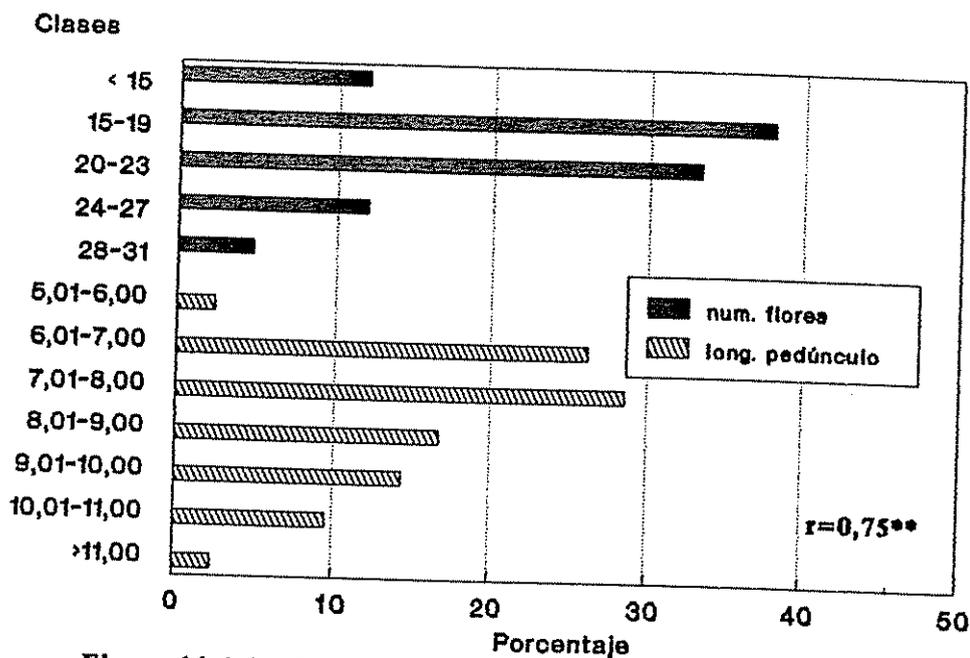


Figura 14. Distribución de la longitud del pedúnculo y número de flores. CATIE, 1991.

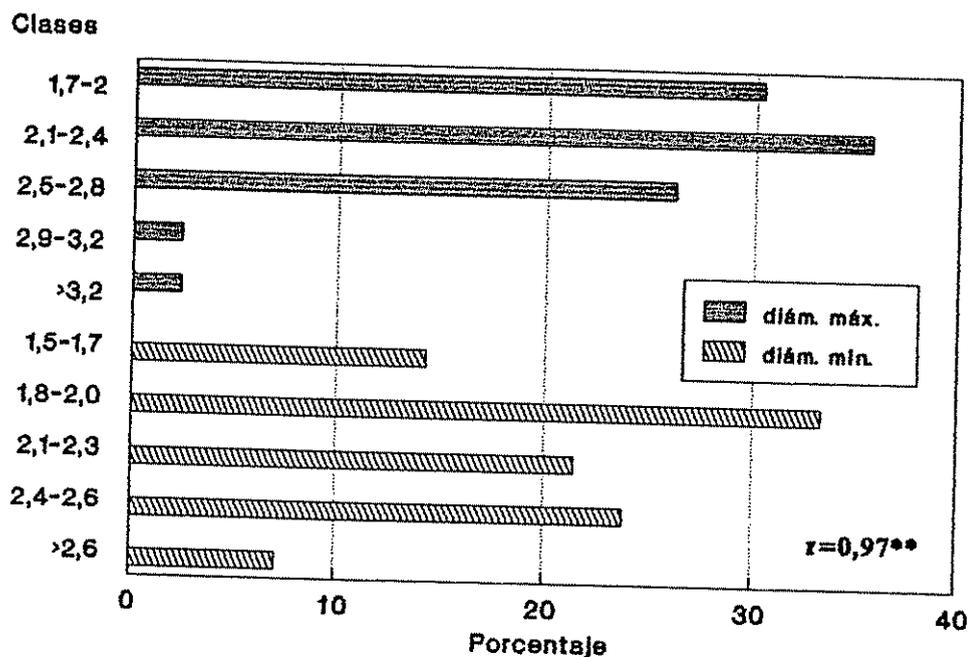


Figura 15. Distribución del diámetro máx. y mín. de la base del pedúnculo. CATIE, 1991.

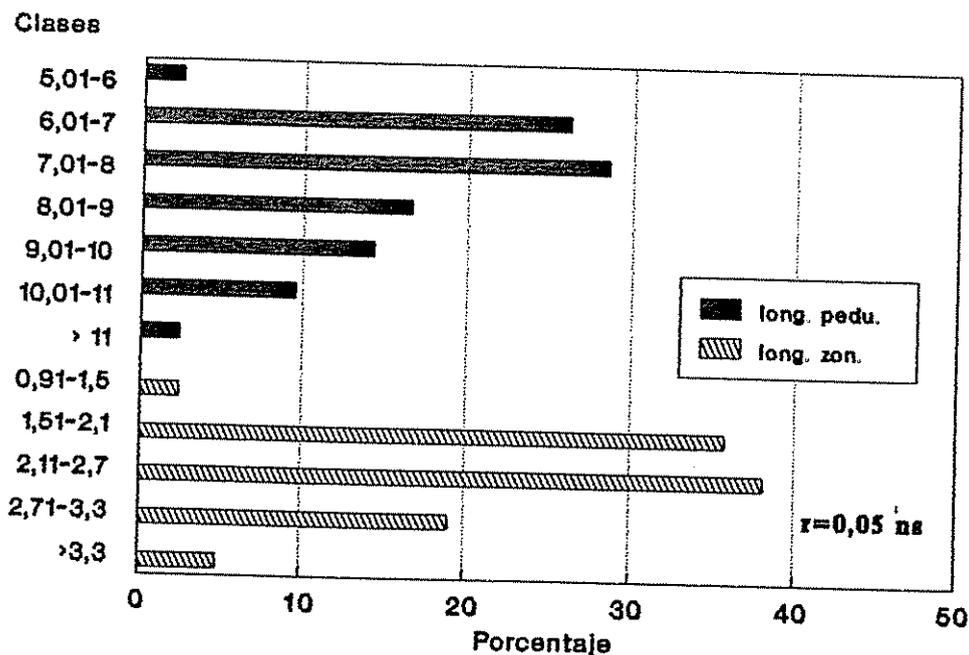


Figura 16. Distribución de la longitud del pedúnculo y del campo de inhibición. CATIE, 1991.

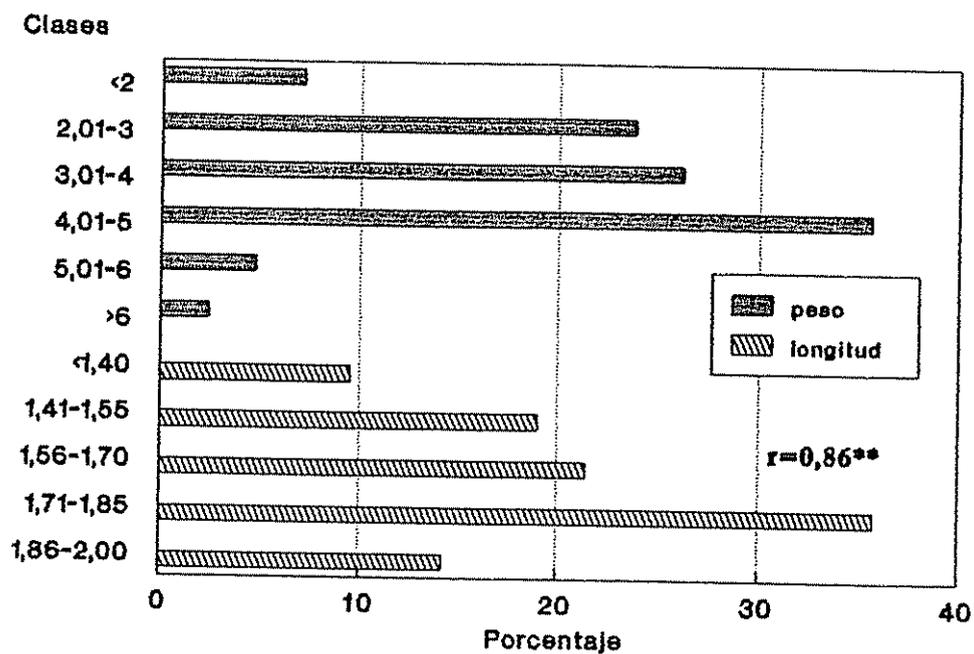


Figura 17. Distribución del peso y longitud del fruto.  
CATIE, 1991.

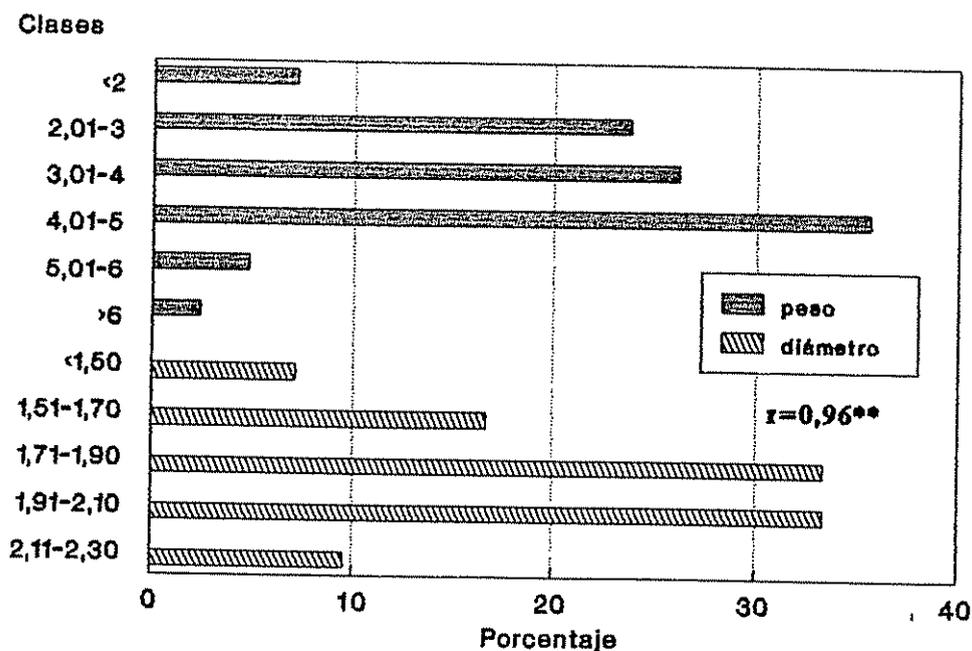


Figura 18. Distribución del peso y diámetro del fruto.  
CATIE, 1991.

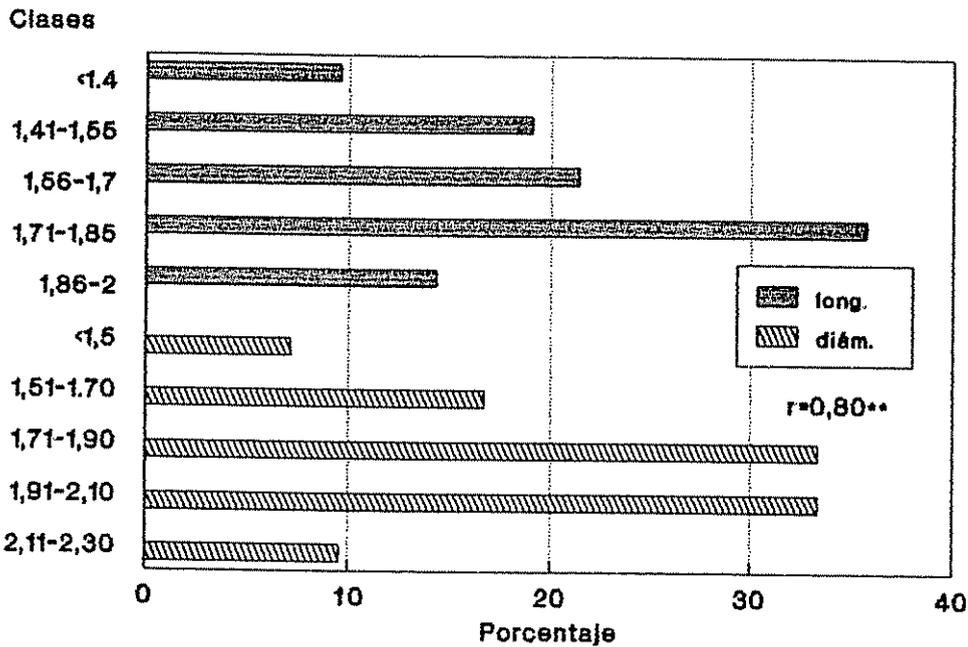


Figura 19. Distribución de la longitud y diámetro del fruto CATIE, 1991.

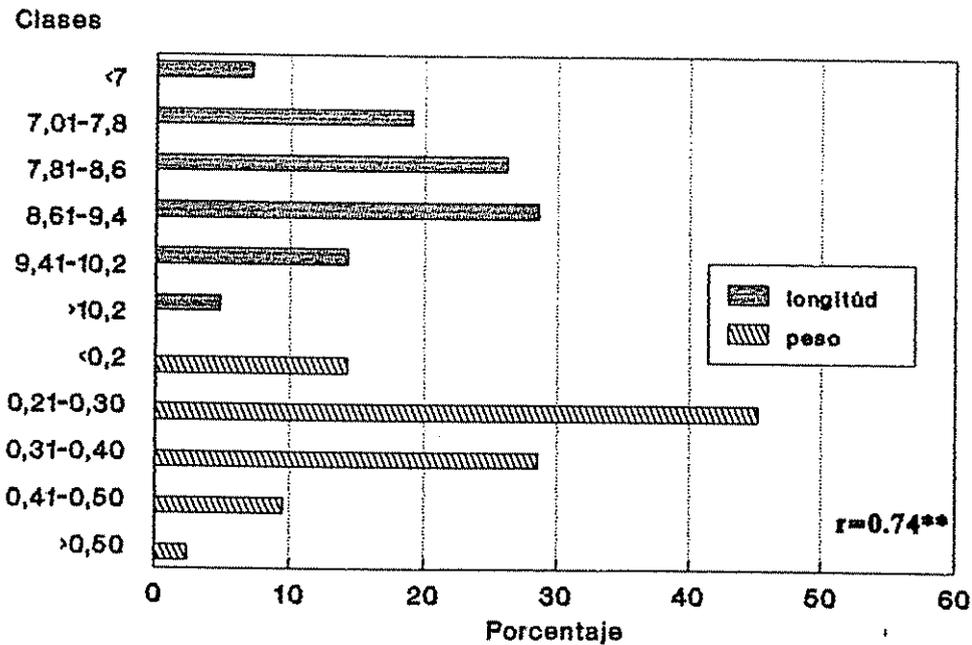


Figura 20. Distribución de la longitud y peso de la semilla. CATIE, 1991.

Clases

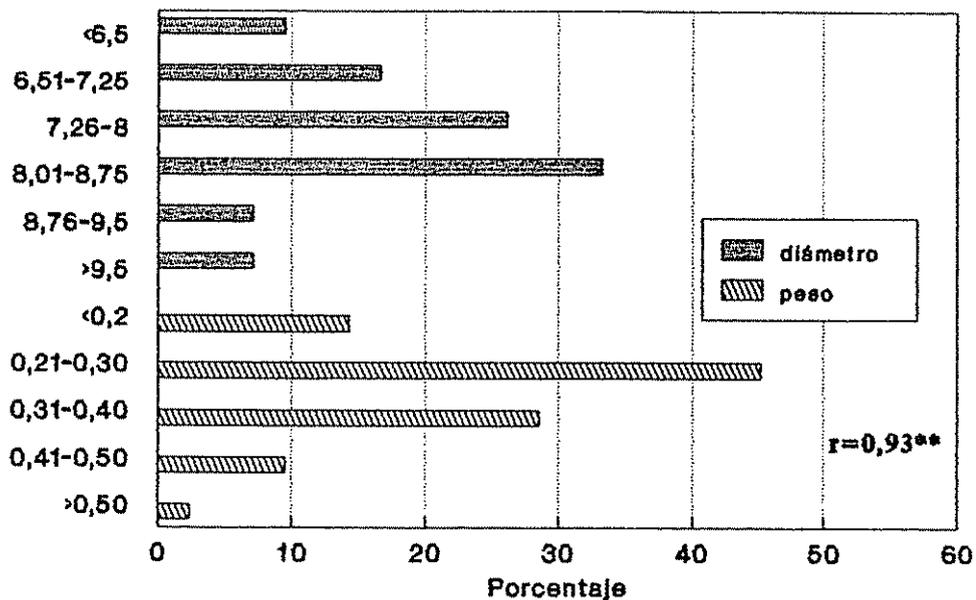


Figura 21. Distribución del diámetro y peso de la semilla.  
CATIE, 1991

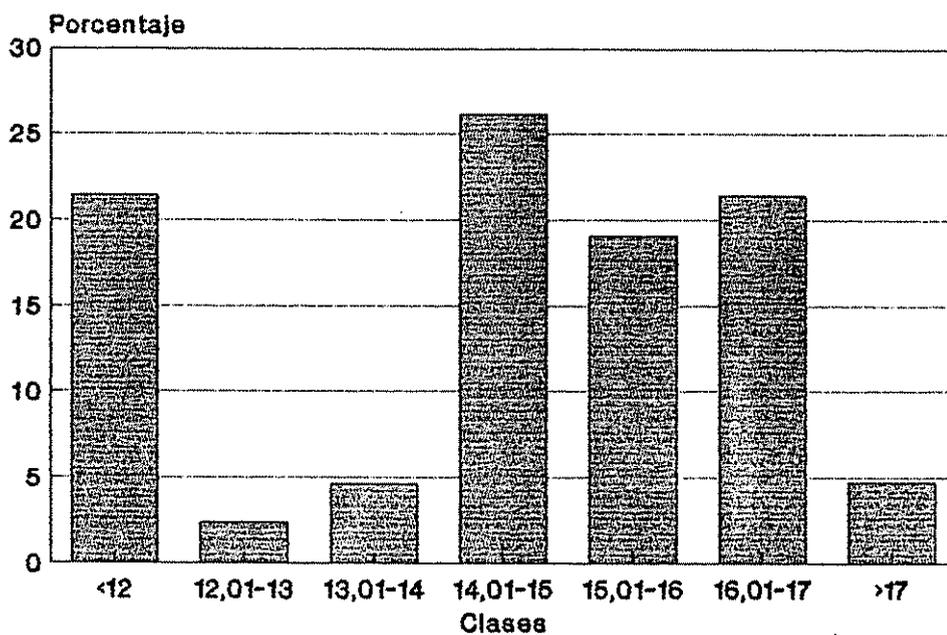


Figura 22. Distribución del diámetro máximo del polen.  
CATIE, 1991.

Cuadro 11. Coeficiente de correlación (Pearson) significativo y no significativo al 5% entre pares de descriptores basado en el promedio estandarizado de 42 genotipos de nance. CIAIE, 1991.

Descriptor	1	2	3	4	5	6	7	8	13	14	15
1 Peso semilla	-										
2 Diámetro semilla	0,93MM	-									
3 Longitud semilla	0,48M	0,27ns	-								
4 Peso fruto	0,86MM	0,87MM	0,48M	-							
5 Diámetro fruto	0,82MM	0,88MM	0,36M	0,96MM	-						
6 Longitud fruto	0,74MM	0,66MM	0,71MM	0,86MM	0,80MM	-					
7 Longitud hoja	0,25ns	0,25ns	0,25ns	0,26ns	0,26ns	0,06ns	-				
8 Anchura hoja	0,19ns	0,19ns	0,08ns	0,29ns	0,39ns	0,09ns	0,72MM	-			
9 Longitud peciolo	0,21ns	0,21ns	0,19ns	0,15ns	0,15ns	0,29ns	0,43MM	0,39MM	-		
10 Diámetro máximo polen	0,15ns	0,21ns	0,25ns	0,11ns	0,09ns	0,09ns	0,05ns	0,05ns	0,96MM	-	
11 Diámetro máximo pedúnculo	0,20ns	0,26ns	0,04ns	0,23ns	0,223ns	0,12ns	0,39MM	0,49MM	0,31MM	0,44MM	0,98MM
12 Longitud pedúnculo	0,27ns	0,10ns	0,20ns	0,24ns	0,21ns	0,06ns	0,16ns	0,21ns	0,22ns	0,76MM	0,37MM

ns No significativo  
 \* Significativo al 5%  
 \*\* Significativo al 1%

1=Peso de la semilla  
 2=Diámetro de la semilla  
 3=Longitud de la semilla  
 4=Peso del fruto  
 5=Diámetro del fruto  
 6=Longitud del fruto  
 7=Longitud de la hoja  
 8=Anchura de la hoja  
 9=Longitud del peciolo  
 10=Diámetro máximo del polen  
 11=Diámetro máximo de la base del pedúnculo  
 12=Longitud del pedúnculo  
 13=Diámetro mínimo del polen  
 14=Número de flores  
 15=Diámetro mínimo de la base del pedúnculo

#### 4.2.5. Relaciones entre características cualitativas y cuantitativas

En el Cuadro 13 se anotan las relaciones entre características no paramétricas que se han considerado de mayor interés. Se observa que los frutos verdes tienen el mayor peso promedio (4,8 gramos) y tienen además, la semilla (nuez) más pesada con 0,4 g. Los frutos amarillos tienen el menor peso promedio con 3,4 g. Se dice, a menudo, que los frutos de nance más pequeños son los más dulces; se puede observar que los que tienen el peso promedio más bajo, es decir, 1,7 g., entran en la categoría insípida; los frutos ácidos tienen el peso más alto, (4,8 g.) y también el mayor peso de semilla con 0,4 g. Los frutos dulces se clasifican en una categoría intermedia en términos de peso promedio. En relación con el ápice del fruto, el tipo puntiagudo tiene el mayor peso (4,4 g.), con la semilla más pesada (0,4 g.).

El peso de los frutos fue mayor en los árboles con semilla en forma de cúpula. Las semillas esféricas se encontraron en los frutos más pequeños.

En el Cuadro 13 se muestran los coeficientes de correlación correspondientes a los pares de características cuantitativas y cualitativas.

Se puede notar que no hay correlaciones negativas y que el par forma del polen y diámetro del cáliz tiene el menor coeficiente de correlación significativo con  $r=0,35^*$ . El par ápice de la semilla y diámetro de la semilla así como el ápice de la semilla y el peso de la semilla tienen los coeficientes de correlación más altos con  $r=0,66^*$  y  $r=0,65$ , respectivamente.

Cuadro 12. Relaciones entre algunas características cualitativas y cuantitativas en 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

	Peso(g) fruto (g)	Diám. fruto (cm)	Long. fruto (cm)	Long. inflor (cm)	Número flores	Peso semilla (g)	Diám. semilla (mm)	Long. semilla (mm)	Long hoja (cm)	Ancho hoja (cm)
Color fruto										
1=amarillo	3,45	1,00	1,77	7,66	20	0,28	7,7	8,4	11,5	5,6
2=verde	4,75	2,04	2,24	11,34	18	0,36	8,6	8,7	9,9	4,7
3=rojo	3,91	1,95	1,71	6,68	23	0,28	8,1	8,6	9,5	5,1
3=amarillo rojizo	3,76	1,89	1,64	8,84	20	0,28	8,0	8,2	12,1	5,8
4=verde rojizo	3,90	1,94	1,82	7,21	15	0,32	8,2	10,0	10,0	4,7
Sabor fruto										
2=insípida	1,71	1,38	1,40	7,30	16	0,17	6,2	8,3	9,3	3,7
4=ácido	4,84	2,09	1,81	8,65	26	0,35	8,6	8,9	11,1	6,5
6=agridulce	4,10	2,26	1,71	7,61	19	0,30	7,2	8,7	11,0	5,5
8=dulce	3,71	1,73	1,59	7,74	20	0,27	6,9	8,7	8,2	5,6
Apice fruto										
1=aplastado	3,47	1,84	1,57	10,21	23	0,27	7,6	8,4	11,3	5,7
2=redondeado	3,58	1,85	1,60	7,55	30	0,30	8,0	7,8	11,1	5,9
3=obtuso	3,42	1,62	1,70	8,06	78	0,26	7,4	9,0	10,9	5,5
4=puntiagudo	4,40	1,98	1,87	7,15	16	0,37	8,4	9,2	10,0	4,7
Forma semilla										
1=esférica	2,37	1,58	1,40	7,20	18	0,20	6,9	7,1	10,6	4,8
2=cúpula	3,95	1,92	1,65	8,28	20	0,32	8,2	8,5	11,3	5,5
3=ovoide	2,63	1,57	1,61	8,43	20	0,22	6,67	9,5	10,8	5,1
4=diamantoide	2,88	1,70	1,76	6,13	17	0,22	6,33	9,7	9,7	6,0
Apice semilla										
1=redondeado	3,41	1,82	1,57	7,70	20	0,28	7,9	7,6	11,6	5,58
2=obtuso	3,72	1,87	1,69	8,78	21	0,30	7,8	8,7	10,5	5,70
3=puntiagudo	4,18	1,94	1,77	7,29	18	0,37	8,3	9,3	10,8	5,19
4=prismática	2,88	1,70	1,76	6,13	17	0,22	6,3	9,7	9,7	4,18
Forma polen										
1=esférica	3,90	2,08	1,72	13,41	20	0,32	7,3	8,7	11,46	5,60
2=ovoide	3,35	1,85	1,61	7,41	20	0,31	8,1	7,9	11,49	5,82
3=elíptica	2,88	1,70	1,76	6,13	17	0,22	6,3	9,5	9,70	4,08
4=puniforme	3,16	2,01	1,84	8,01	19	0,26	7,2	8,5	11,84	5,04

Cuadro 13. Coeficiente de correlación significativo y no significativo al 5% entre pares de características cuantitativas y cualitativas de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

Descriptor.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forma polen	0,40**	0,41**	0,36**	0,36**	ns	ns	0,54**	0,61**	0,43**	0,38*	0,36*	ns
Color fruto	0,31*	0,41**	0,43*	0,45**	0,38*	0,42**	ns	ns	0,47**	0,43**	0,51	0,43**
Sabor fruto	ns	0,40**	0,45**	0,42**	0,41**	0,48**	0,32*	ns	0,52**	0,44**	0,52**	0,60**
Apice fruto	0,36*	0,37*	0,43**	0,51**	0,40**	0,48**	0,38*	0,33*	0,47**	0,43**	0,52**	0,63**
Forma semilla	0,52**	0,59**	0,51**	0,47**	0,62**	0,53**	ns	ns	ns	0,40**	0,36**	ns
Apice semilla	0,57**	0,66**	0,65**	0,52**	0,64**	0,56**	0,31*	ns	ns	ns	ns	0,33*

ns No significativo

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

1 = Longitud de la semilla

2 = Diámetro de la semilla

3 = Peso de la semilla

4 = Longitud del fruto

5 = Diámetro del fruto

6 = Peso del fruto

7 = Diámetro máximo del polen

8 = Diámetro mínimo del polen

9 = Longitud de la hoja

10 = Anchura de la hoja

11 = Longitud del peciolo

12 = Número de flores

#### 4.2.6. Relaciones de disimilitud dentro de la población estudiada

Las relaciones fenéticas o de similitud entre los 42 árboles se muestran en la Figura 23. Para construir el fenograma se utilizó uno de los métodos jerárquicos de "Cluster" que se denomina Análisis de conglomerados según el criterio de varianza mínima de Ward". Se basa en la distancia media de disimilitud entre grupos y se expresa como sigue:

$$(SpR^2) \text{ Semi parcial } R^2 = \frac{B_{kl}}{T}$$

$B_{kl}$  se define como la razón de aumento de la varianza interna sobre la varianza total debida a la unión de los clusters  $C_k$  y  $C_l$ ; en otros términos es la suma de cuadrados entre Cluster  $C_k$  y  $C_l$ . Así:

$$B_{kl} = W_m - W_k - W_l$$

$$C_m = C_k \cup C_l$$

si

con:

$W_m$  = Suma de cuadrados dentro de conglomerados  $C_m$

$W_k$  = Suma de cuadrados dentro de conglomerados  $C_k$

$W_l$  = Suma de cuadrados dentro de conglomerados  $C_l$ .

En el Cuadro 14 y la Figura 23 se constata que la población de los 42 árboles se separa en dos grandes grupos de 25 y 17 genotipos al nivel  $SpR^2=0,092$ , para dividirse luego, al nivel de  $SpR^2=0,044$ , en seis grupos medianos, dos de los cuales tienen un solo árbol (8770A, 8780B) mientras que los cuatro restantes tienen siete, quince, diez y ocho genotipos. Mirando al nivel  $SpR^2=0,03$ , se observan 10 grupos pequeños entre los cuales cuatro tienen un árbol único (8779D, 8770A, 8780B, 9289C). Se pueden contar los duplicados a partir de  $SpR^2=0,2$ .

Cuadro 14. Números para identificar los 42 árboles en el dendograma con los grupos correspondientes. CATIE, 1991.

Arbol/Cluster	Número introducción	Grupos/Cluster
1-4	7826	f
5-8	7835	h
9-13	7837	h, f, i
14-15	8736	i
16-18	8738	i
19-21	8740	i
22-24	8742	a, f, h
25-27	8770	e, f
28-31	8779	c, d
32-33	8780	a, g
34-37	8889	a, i
38-39	8890	a
40	9192	a
41	9289	j
42	10878	a

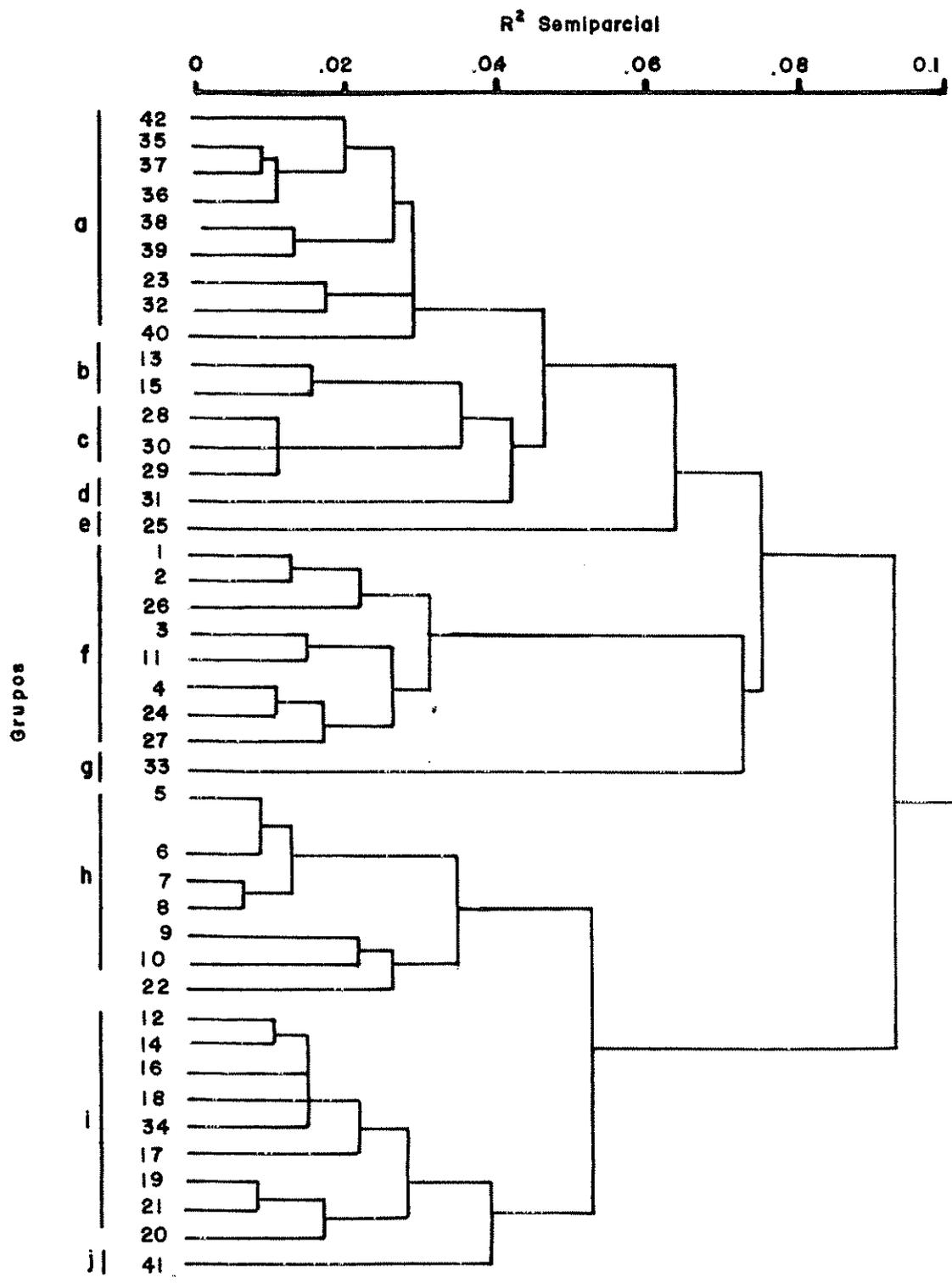


Fig.23 Dendrograma que muestra las relaciones de desimilitud entre cuarenta y dos genotipos de nance. CATIE, 1991

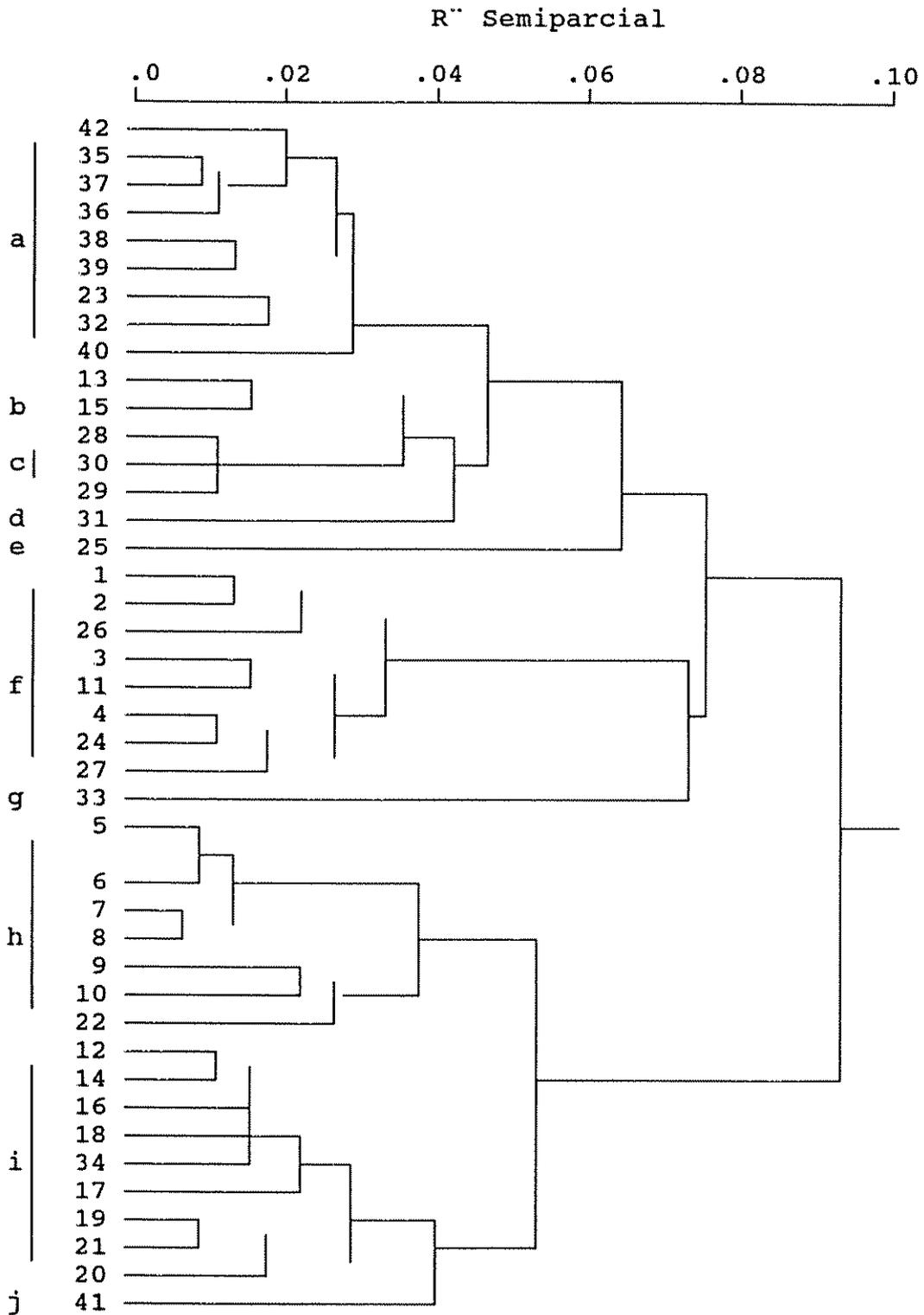


Fig. 23. Dendrograma que muestra las relaciones de desimilitud entre los cuarenta y dos genotipos de la colección de nance. CATIE, 1991.

#### 4.2.7. Discriminación de los descriptores

La longitud de la hoja y el diámetro del cáliz no son significativos según la prueba de F, mientras que la longitud de la hoja no es significativa de acuerdo con la prueba de Duncan (Cuadro 15). En relación con los descriptores cualitativos, el tipo de inflorescencia y la presencia de brácteas no fueron significativos (Cuadro 16).

En el Cuadro 15 se presentan los valores de F y de la prueba de Duncan para 21 descriptores cuantitativos. Estos valores permitieron discriminar los descriptores cuantitativos y seleccionar los de mayor valor discriminativo. De acuerdo con los resultados, los descriptores Diámetro de la base del pedunculo, diámetro mínimo de la base del pedúnculo, diámetro máximo de ápice del pedúnculo, diámetro mínimo del ápice del pedúnculo, peso del fruto, longitud del fruto , longitud del fruto, diámetro del fruto, son los más discriminativos en la población estudiada.

Cuadro 15. Prueba de F y de Duncan para determinar el poder discriminativo de los descriptores cuantitativos, en la caracterización de 42 árboles de nance. CATIE, 1991.

Descriptor	Prueba	
	F	Duncan
1. Longitud hoja	1,72 ns	a
2. Ancho hoja	5,74**	abc
3. Long. pecíolo	3,08**	ab
4. Long. pedúnculo	8,25**	ab
5. Número flores	3,94**	abc
6. Long. zona inhibición	3,37**	abc
7. Diámetro max. base pedunc.	7,37**	abc
8. Diámetro min. base pedunc.	7,95**	abcd
9. Diámetro max. ápice pedunc	8,40**	abc
10. Diámetro min. ápice pedunc.	8,25**	abc
11. Long. predicelo	2,27*	abc
12. Diámetro cáliz	1,77 ns	ab
13. Diámetro min.del polen	2,69*	ab
14. Diámetro max.del polen	2,92*	abc
15. Peso del fruto	6,17**	abcd
16. Longitud del fruto	7,48**	abcd
17. Diámetro del fruto	7,07**	abcd
18. Long. de la semilla	2,22*	ab
19. Diámetro de la semilla	5,29**	ab
20. Peso de la semilla	5,14**	abc
21. Número de venas	-	-

Grados de libertad para la prueba de F: 9; 32

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

ns No significativo

Cuadro 16. Prueba de chi-cuadrado para discriminar las variables cualitativas en la descripción de 42 árboles de nance. CATIE, 1991.

Descriptor	Valor Chi-Cuadrado
Forma de la hoja	420,56**
Apice de la hoja	531,85**
Tipo de inflorescencia	17,36 ns
Brácteas	21,19 ns
Disposición floral del ápice	64,41**
Forma del polen	68,55**
Textura del polen	23,10**
Color del fruto	90,75**
Apice del fruto	48,75**
Sabor del fruto	74,94**
Número de cosechas	20,81*
Productividad del fruto	45,04**
Forma de la semilla	71,99**
Apice de la semilla	80,17**
Presencia de espina en el ápice de la semilla	18,14*

\* Significativo al 5%  
 \*\* Significativo al 1%  
 ns No significativo

De acuerdo con la prueba de chi-cuadrado, los descriptores con mayor poder discriminatorio son la forma de la hoja, el ápice de la hoja, el color del fruto y el ápice de la semilla.

En el Cuadro 17 se presentan los valores de  $R^2$  y de F de 28 descriptores cuantitativos y cualitativos. Estos valores se calcularon tomando en consideración el análisis de conglomerados. De acuerdo con los resultados obtenidos, los descriptores, anchura de la hoja, longitud del pecíolo, número de flores, diámetro máximo de la base del pedúnculo, diámetro mínimo de la base del pedúnculo, diámetro máximo del ápice del pedúnculo, diámetro mínimo del ápice del pedúnculo, forma de la hoja, textura del polen, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, diámetro de la semilla, y peso de la semilla son los más discriminativos en la población estudiada.

Se puede observar que existen pares de descriptores cuantitativos que presentan coeficientes de correlación altos (Cuadro 11), lo que sugiere que entre ambos existe duplicación en términos de distancia de similitud. La distancia puede medirse así:

$$Md = (1 - \bar{a}^2)$$

donde:  $Md$  = distancia de similitud

$\bar{a}$  = estimado del coeficiente de correlación

Cuadro 17. Valores de  $R^2$  y de F de 28 descriptores cuantitativos y cualitativos de 42 plantas de nance. CATIE, 1991.

Descriptores	$R^2$	F
Longitud de la hoja	0,33	1,72ns
Ancho de la hoja	0,62	5,74**
Longitud del peciolo	0,46	3,08**
Longitud del pedúnculo	0,70	8,25**
Número de flores	0,52	3,94**
Longitud zona inhibición	0,49	3,37**
Diámetro máx. de la base del pedúnculo	0,68	7,37**
Diámetro min. de la base del pedúnculo.	0,69	7,95**
Diámetro. max. del ápice del pedúnculo	0,70	8,40**
Diámetro min. del ápice del pedúnculo	0,70	8,25**
Long. del pedúnculo	0,39	2,27**
Diámetro del cáliz	0,35	1,77ns
Diámetro min. del polen	0,43	2,69*
Diámetro máx. del polen	0,45	2,92*
Forma de la hoja	1,00	1,27**
Apice de las semillas	0,65	6,54**
Brácteas	0,45	2,92*
Disposición de las flores en el ápice	0,59	5,11**
Número de pétalos	0,46	3,05**
Forma del polen	0,34	1,79ns
Textura del polen	0,76	10,96**
Color del fruto	0,54	4,22**
Peso del fruto	0,64	6,17**
Longitud del fruto	0,68	7,48**
Diámetro del fruto	0,67	7,07**
Longitud de la semilla	0,39	2,22ns
Diámetro de la semilla	0,60	5,30**
Peso de la semilla	0,59	5,14**

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

ns No significativo

El dendrograma que se muestra en la Figura 24, permite apreciar el grado de similitud que existe entre 21 descriptores cuantitativos utilizados en la clasificación taxogenotípica de los 42 árboles descritos. Se puede observar al nivel de  $Md=0,39$  la existencia de 15 subgrupos 11 de los cuales tienen un único descriptor correspondiente a la región de alta correlación ( $r>0,80$ ). Así, pueden ser considerados como duplicados los siguientes pares de descriptores:

Peso del fruto	-	Diámetro del fruto	$r=0,96^{**}$
Peso de la semilla	-	Diámetro de la semilla	$r=0,93^{**}$
Diámetro mínimo del polen	-	Diámetro máximo del polen	$r=0,94^{**}$
Diámetro mínimo del ápice del pedúnculo	-	Diámetro máximo del ápice del pedúnculo	$r=0,96^{**}$
Diámetro mínimo de la base del pedúnculo	-	Diámetro máximo de la base del pedúnculo	$r=0,97^{**}$

A fin de economizar tiempo y dinero en la descripción sistemática de una población de nance, se podría usar un solo descriptor en cada uno de los pares anteriormente mencionados. En este caso, el número de descriptores cuantitativos discriminatorios pasaría de 21 a 15.

Esta regla no se aplica a los pares de descriptores cualitativos, ya que la mayor correlación corresponde a  $r=0,43^{**}$  para forma de la semilla y el ápice de semilla (Cuadro 9). Tampoco se aplica a los pares de descriptores cuantitativos y cualitativos con el par ápice de la semilla diámetro de la semilla, puesto que el coeficiente de correlación máximo fue de  $0,66^{**}$  (Cuadro 13).U

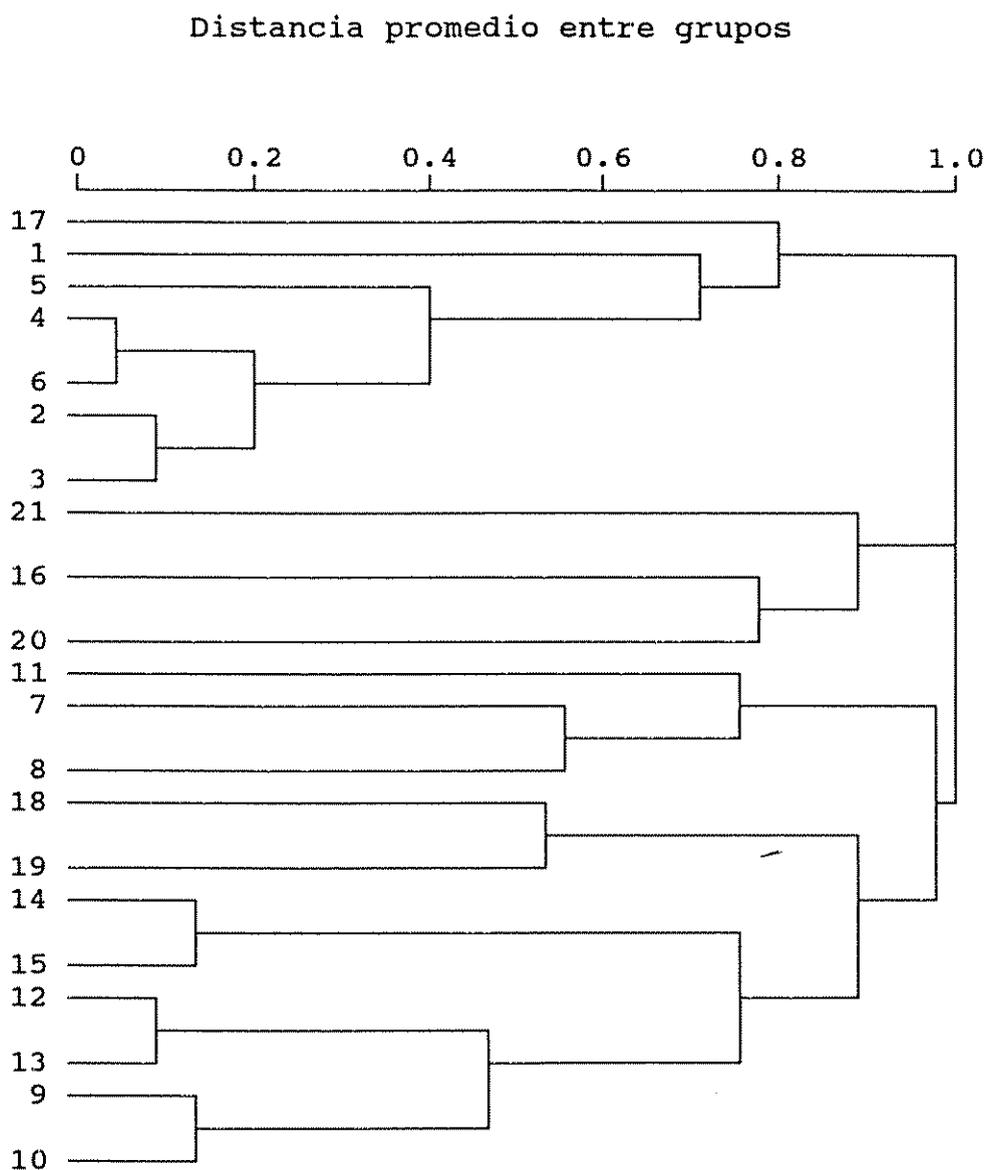


Fig. 24. Dendrograma que muestra las relaciones de distancia entre descriptores cuantitativos usados en la caracterización de cuarenta y dos genotipos de la colección de nance. CATIE, 1991.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1 Almacenamiento de semillas

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

a. La semilla de nance, por su comportamiento durante la fase de almacenamiento, muestra un comportamiento típicamente recalcitrante.

b. La mejor temperatura a la que la semilla puede ser almacenada es la del ambiente ( $20 \pm 2$  °C).

c. El mejor empaque para almacenar lotes de semillas es bolsa de papel cerrada.

d. El mejor contenido de agua al que las semillas pueden ser almacenadas es de 13,4%, ya que a ese nivel los porcentajes de germinación son bastante aceptables.

e. El mejor tipo de secado de las semillas es al ambiente ( $20 \pm 2$  °C y 87% de humedad relativa). Este tipo de secado es barato, pues no requiere de mayores inversiones.

### 5.2 Descripción sistemática

a. Se pueden, distinguir genotipos de nance a partir de características cualitativas y cuantitativas de las hojas, flores frutos y semillas.

b. Los frutos verdes tienen el mayor peso promedio, pero son poco abundantes en la población. Los frutos amarillos tienen el menor peso promedio y son los más abundantes.

c. Los frutos pequeños presentaron sabores insípidos, los más grandes sabores ácidos, en tanto que los intermedios sabores dulces y agridulces.

d. Los frutos de mayor peso presentaron semilla en forma de cúpula.

e. La colección estudiada se divide en dos grandes grupos, 6 grupos medianos y 10 grupos pequeños. Estos grupos se conforman de un solo árbol o de varios árboles (hasta 9).

f. Los descriptores más discriminatorios para la población estudiada fueron los siguientes: el diámetro de la base del pedúnculo, el diámetro del ápice del pedúnculo, el peso del fruto, la longitud del fruto, el diámetro del fruto, el color del fruto, el sabor del fruto, la forma de la hoja, el ápice de la hoja, la forma de la semilla, el ápice de la semilla, el diámetro de la semilla, el peso de la semilla.

g. Los genotipos promisorios identificados en la colección, particularmente por el tamaño del fruto y el sabor, corresponden a los árboles 7826C, 8742B, 8779A, 8779B, 8890A.

## 6. RECOMENDACIONES

### 6.1. Almacenamiento de semillas

a. Repetir esta investigación por un mayor tiempo, utilizando más factores y niveles para cada factor.

b. Probar el secado al sol y compararlo con los sistemas de secado utilizados en este ensayo.

c. Probar diferentes métodos, físicos y químicos, para escarificar semillas de nance.

d. Determinar el efecto de la luz en la germinación de las semillas.

e. Probar diferentes métodos de propagación vegetativa para la multiplicación de la especie.

f. Multiplicar los mejores clones promisorios

### 6.2. Descripción sistemática

a. Realizar la descripción sistemática de los 21 árboles restantes, para completar la caracterización de toda la colección de nance del CATIE.

b. Completar la lista de los descriptores integrando, al estudio, otros órganos como el tallo, la copa y también la plántula en sus aspectos anatómicos y fisiológicos y morfológicas.

c. La mayoría de los árboles de la colección actual (83,3%) del CATIE son procedentes de Guatemala, se recomienda

verificar si estos genotipos son representativos de Centro América estudiando árboles de otros países de la región.

d. Ampliar la colección de nance del CATIE mediante introducciones procedentes de Sur América y El Caribe.

e. Realizar estudios de biología floral con el propósito de determinar si la planta es autógama o alógama.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERBERG, M.R. 1973. Cluster analysis for applications. New York, Academic Press. 355 p.
- ARCE, 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, C.R., Programa UCR/CATIE. 149 p.
- ALMACENAMIENTO, MANEJO y conservación de granos y semillas semillas: Curso teórico-práctico. 1987. México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo. 30 p.
- BARKER, H.D.; DARDEAU, W.S. 1930. La flore d'Haiti. Port-au-Prince, Haïti, Direction du Service technique du Département de l'Agriculture et de l'Enseignement Professionel. 176 p.
- BERJAK, P.; MARUCCIA, L.; PAMMENDER, N. 1984. Possible mechanism underlying the differing dehydration responses in recalcitrant and orthodox seed: desiccation associated subcellular changes in propagules of *Avicenia marina*. Seed Science and Technology (Suiza) 12:365-384.
- BONNER, F. 1987. Importance of seed size in germination and seedling growth. In International Symposium on Forest Seed Problems in Africa. Proceeding, Stockholm, IUFRO. (Sweden). p. 53-63.
- BOSCH, R.A. 1989. Report of practical period at CATIE, Turrialba, C.R., CATIE. p. 150-159.
- CATALAN, G. 1977. Semillas de árboles y arbustos forestales. Madrid, Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. 480 p
- CHANG, T.T. 1976. Manual on genetic conservation of rice germoplasm for evaluation and utilization. Los Baños, Filipinas, IRRI. 77 p.
- CRISSIEN, J. 1979. Efecto de fuentes y dosis de fósforo en la producción del sistema maíz frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos métodos de labranza. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa UCR/CATIE. 88 p.
- CHAPMAN, C.; STALKER, H.T. 1989. Scientific management of germoplasm: Characterization, evaluation and enhancement Italia, IBPGR. 94 p.

- CRISCI, J.N; ARMENGOL, M.F.L. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington D.C., Organización de los Estados Americanos. 132 P.
- DAGNELIE, P. 1975. Analyse statistique a plusieurs variables. Gembloux, Belgique, Les Presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.I. 362 p.
- DELOUCHE, P. 1968-1969. Preceptos para el almacenamiento de la semilla. In Memoria de cursos sobre Tecnología de Semillas realizados en América Latina. Ed. por Delouche; Vaugan. Tegucigalpa, Honduras. p. 358-394.
- DIAZ, M. 1986. Estudio preliminar de la biología floral del achote (Bixa orellana L.) en Turrialba, Costa Rica. Tesis Lic. Agr. Turrialba, C.R., Centro Universitario del Atlantico. 70 p.
- ENGELS, J.M.M. 1983. A systematic description of cacao clones, I. The discriminative value of quantitative characteristics. Euphytica (Holanda) 32:377-385.
- 1983. A systematic descriptions of cacao clones, II. The discriminative value of qualitative characteristics and the practical compatibility of the discriminative value of quantitative and qualitative descriptors. Euphytica (Holanda) 32:387-396.
- 1985. Descripción sistemática de colecciones de germoplasma. Caracterización y documentación. Cali, Colombia, CIRF/CIAT. Lectura sobre recursos fitogenéticos no 6. 31 p.
- ESTABROOK, G.F.; ROGERS, D.J. 1966. A general method of taxonomic description for a computed similary measure. Bioscience (EEUU) 16(11):789-793.
- FAO (Italia). 1982. Fruit-bearing forest trees. FAO Forestry Paper no 34. 177 p.
- FLORES, E. V. 1987. La planta, estructura y función. San José, C.R., Editorial Tecnológica. p. 303-455.
- GARRIZ, P.I. 1986. Estudio de algunos caracteres morfológicos del nance (Byrsonima crassifolia L.). Revista Centro Agrícola (Cuba) 13(4):82-91.
- GNANADESIKAN, R. 1977. Methods for statistical data analysis of multivariate observations. New York, John Wiley 311 p.
- GOLDBACH, H. 1980. Instalaciones para almacenamiento de semillas a largo plazo. Turrialba, C.R., CATIE. 24 P.

- . 1980. Manejo de colecciones de semillas Seminario Internacional sobre manejo de Recursos Genéticos. Trabajo presentado en: Seminario Internacional sobre manejo de Recursos Genéticos (1980, Turrialba, C. R.) Turrialba, C.R., CATIE. 48 P.
- HEISER, Jr.C.B.; SORIA, J.; BURTON, D.L. 1965. A numerical taxonomic study of solanum species and hybrids. American Naturalist (EEUU) 909(99):471-488.
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Traducido de la edición inglesa por Humberto Jiménez. San José, C.R., IICA. 216 p.
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. 1982. The design of seed storage facilities for genetic conservation. Roma, IBPGR. 93 p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International ruler for seed testing. Seed Science and Technology (Suiza) 13(2):322-326.
- LAWRENCE, G.H.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. New York, Mc Millan. p. 355-356.
- LEON, J.; ENGELS, J.; GOLDBACH, H. 1980. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central. Turrialba, (C.R.), CATIE/GTZ. 29 p.
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, C.R., IICA. 445 p.
- MARTIN, F.W.; RHODES, A.M. 1983. Correlations among characteristics of sweet potato roots and intraspecific grouping. Euphytica (Holanda)(32): 453-463.
- MORENO, P. 1976. Viabilidad de semillas de árboles tropicales y templados: una revisión bibliográfica. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Veracruz, Mex., Continental p.471-526.
- MORERA, J.A. 1981. Descripción sistemática de la colección de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K) del CATIE. Tesis de Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa UCR/CATIE 122 p.
- MORTON, J.F. 1912. Atlas of Medical Plants of Middle América, Bahamas to Yukatan. Springfield, EEUU Charles Thomas. p. 412-414.
- NAKAMURA, S. 1951. The most appropriate moisture content of seeds for their long life span. Seed Science and Technology (Suiza). 2(3/4):747-759.

- NORDHAUSEN, M. 1930.** Morfología y organografía de las plantas. Traducido del Alemán por E. F. Galiano. Barcelona, España, Editorial Labor. 176 p.
- ORTEGA, P. R.; HERNANDEZ, X. E. (s.f.).** Algunas ideas sobre variación, colección, y documentación de cultivos nativos. Chapingo, Méx., Colegio de Posgraduado. 30 p.
- (s.f.). Evaluación de recursos genéticos. Chapingo, Méx., Colegio de Posgraduado. 8 p.
- POUND, J.E. 1931.** The genetic constitution of the cocoa crop. Annual Report on cocoa research. Imperial College of Agriculture (Trinidad) 1:10-24.
- QUER, F. 1979.** Diccionario de botánica. Madrid Editorial Labor. 1244 p.
- RAMIREZ, A. 1957.** Morfología. Santiago, Chile, Editorial Universitaria. 118 p.
- ROBERTS, E; ABDALLAH, F. 1968.** The influence of temperature moisture, and oxygen on periode of seed viability in barley, broad beans, and peas. Annals of Botany. (G.B) 32:97-117.
- 1981. Physiology of ageing and its application to drying and storage. Seed Science and Technology (Suiza). 9:359-372.
- ROGERS, D.J.; FLEMING, H. 1960.** A computer program for classifying plants, II. A numerical handling of non-numerical data. Science (EEUU) 132 (3434):1115-1118.
- SEARLE, S.R. 1982.** Matrix algebra useful for statistics. New York, John Wiley. 433 p.
- SNEATH, P. H. A. 1975.** Numerical taxonomy. San Francisco, Freeman. 573 p.
- SOKAL, R.P.; SNEATH, P.H.A. 1963.** Principles of numerical taxonomy. San Francisco, Freeman. 359 p.
- STALKER, H. T 1986.** Utilización de especies silvestres para el mejoramiento de los cultivos. Germen (Mex.) (4):1-12
- TAYLOR, B.A.S. 1965.** Estudios en la morfología del polen de Theobroma y Herrania. Cacao (C,R.) 4(10):1-9.
- THOMPSON, J. 1979.** Introducción a la tecnología de las semillas. Zaragoza, España, Acribia. 301 p.

VILLAGOMEZ, Y. 1978. Pruebas de semillas forestales y su aplicabilidad en vivero. México, Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal, Publicación No 13. 353 p.

WILLIAMS, W. T.; BURT, R. L.; LANCE, B. N. 1980. A method for establishing characters interrelations in plant collections, and its possible application to plant improvement programmes. *Euphytica* (Holanda) 29:625-633.

**APENDICE**

Cuadro 1A. Evolución de la pérdida de agua de la semilla de nance por dos métodos de secado en cuarto seco y aire libre. CATIE, 1991.

SECADO		
Hora	Cuarto Seco	Aire libre
0	14,0	14,0
12	9,4	13,4
24	8,1	13,6
36	7,2	13,4
48	7,1	13,5
60	7,1	13,4
72	7,0	13,4
84	7,0	13,4
96	6,9	13,4
108	6,8	13,4
120	6,8	13,4

Cuadro 2A. Análisis de varianza para los datos de almacenamiento y conservación de las semillas de nance. CATIE, 1991.

Fuente Variación	Grado libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F Calculado
Factores	71	14699,3	207,0	5,30**
Temp.	2	2019,9	1009,9	25,88**
Sec	1	74,0	74,0	1,90
Temp*Sec	2	15,6	7,8	0,20
Emp	1	90,5	90,5	2,32
Temp*Emp	2	76,7	38,3	0,98
Sec*Emp	1	14,4	14,4	0,37
Tem*Sec*Emp	2	54,9	27,5	0,70
Mes	5	10317,5	2063,5	52,87**
Temp*Mes	10	458,9	45,9	1,18
Sec*Mes	5	126,2	25,2	0,65
Tem*Sec*Mes	10	564,2	56,4	1,45
Emp*Mes	5	41,8	8,4	0,21
Temp*Emp*Mes	10	202,6	20,3	0,52
Sec*Emp*Mes	5	236,8	47,4	1,21
Temp*Sec*Emp*M	10	405,4	40,5	1,04
Error	144	5620,5	39,0	
Mes lineal	1	9977,9	9977,9	255,64
Mes cuadrático	1	7,2	7,2	0,18

Cuadro 3A. Lista de las introducciones de nance conservados en el banco de germoplasma. CATIE, 1991.

INTRODUCCIONES	FECHA	PAIS	Localidad
7826	77	Guatemala	Retalhuleu
7835	77	Guatemala	Retalhuleu
7837	07-78	Guatemala	Retalhuleu
8736	07-78	Guatemala	Tierras del Pueblo
8738	07-78	Guatemala	Suchitepequez
8740	07-78	Guatemala	Mazatenango, San Gabriel
8742	07-78	Guatemala	Retalhuleu, El Shab
8770	07-78	Guatemala	Retalhuleu, Sibana
8780	07-78	Guatemala	Retalhuleu, Sibana
8889	08-78	Costa Rica	Barquero, Noche Buena
8890	08-78	Costa Rica	Barquero, Noche Buena
9192		México	
9289	12-78	México	Tenabo, Campeche
10878		Honduras	Comayagua, Taladro

Cuadro 4A. Datos de las características cuantitativas del fruto de 42 genotipos de la colección de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
10878B	3,0	1,6	1,8
7826A	4,1	1,8	1,9
7826B	3,7	1,8	1,9
7826C	4,8	1,8	2,1
7826D	5,6	1,9	2,2
7835A	3,4	1,5	1,9
7835B	3,0	1,6	1,7
7835C	2,8	1,5	1,7
7835D	2,3	1,4	1,6
7837A	4,4	1,7	2,1
7837B	4,4	1,7	2,1
7837C	4,0	1,9	2,0
7837D	3,4	1,7	1,8
8736A	4,5	1,8	2,1
8736B	4,5	1,8	2,0
8736C	3,4	1,6	1,8
8738A	4,0	1,8	1,9
8738B	3,9	1,8	1,9
8738C	4,7	1,9	2,0
8740A	4,9	1,7	2,1
8740B	4,8	1,7	2,2
8740C	6,2	2,0	2,2
8742A	3,9	1,8	1,8
8742B	2,9	1,5	1,7
8742C	4,8	1,8	2,0
8770A	2,1	1,6	1,5
8770B	4,2	1,8	2,0
8770C	4,0	1,9	1,8
8779A	3,5	1,6	1,9
8779B	3,6	1,7	1,8
8779C	3,0	1,5	1,8
8779D	1,3	1,2	1,3
8780A	2,3	1,4	1,6
8780B	2,9	1,8	1,7
8889A	4,0	1,7	2,0
8889B	3,3	1,6	1,8
8889C	1,9	1,3	1,5
8889D	3,5	1,7	1,8
8890A	4,1	1,8	1,9
8890C	1,9	1,2	1,4
9192A	2,4	1,3	1,7
9289C	5,6	1,9	2,2

Cuadro 5A. Datos de las características cuantitativas de la inflorescencia de 42 árboles de la colección de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Número flores	Long. inflorescencia (cm)	Diám. máximo base inflorescencia (cm)	Diám. mínimo base inflorescencia (cm)	Longitud campo inihición (cm)	Diámetro ápice inflorescencia (cm)
10878B	25,9	9,8	0,2	0,1	3,1	0,1
7826A	16,8	6,8	0,2	0,2	1,8	0,2
7826B	14,0	6,3	0,2	0,2	2,3	0,1
7826C	14,8	8,0	0,2	0,2	2,9	0,2
7826D	16,9	7,6	0,2	0,2	2,0	0,2
7835A	21,8	7,3	0,2	0,2	2,4	0,2
7835B	21,6	7,4	0,3	0,3	2,3	0,2
7835C	18,6	6,9	0,2	0,2	3,0	0,2
7835D	24,7	9,1	0,3	0,3	3,0	0,2
7837A	25,5	10,1	0,3	0,3	2,3	0,2
7837B	14,8	8,2	0,2	0,2	3,3	0,2
7837C	13,9	7,4	0,2	0,2	3,5	0,2
7837D	23,3	9,3	0,3	0,3	2,2	0,2
8736A	16,5	6,7	0,2	0,2	1,8	0,1
8736B	17,8	7,0	0,2	0,2	2,4	0,2
8736C	19,8	6,7	0,2	0,2	1,9	0,2
8738A	23,3	7,2	0,3	0,3	2,5	0,2
8738B	28,4	10,9	0,4	0,3	3,3	0,2
8738C	21,2	7,0	0,2	0,2	2,0	0,2
8740A	21,1	8,4	0,3	0,3	1,9	0,2
8740B	17,6	5,7	0,2	0,2	1,8	0,2
8740C	21,8	8,6	0,3	0,2	2,4	0,2
8742A	22,9	10,1	0,3	0,3	2,7	0,2
8742B	20,7	7,9	0,2	0,2	2,1	0,1
8742C	17,2	6,3	0,2	0,2	1,9	0,1
8770A	18,9	7,4	0,2	0,2	0,9	0,1
8770B	20,7	9,1	0,2	0,2	2,0	0,1
8770C	16,3	6,3	0,2	0,2	1,8	0,1
8779A	19,3	7,3	0,2	0,2	2,8	0,2
8779B	19,3	8,5	0,2	0,2	2,7	0,2
8779C	23,5	10,4	0,2	0,2	3,7	0,2
8779D	13,4	6,3	0,2	0,2	2,2	0,2
8780A	18,2	7,2	0,2	0,2	1,9	0,1
8780B	17,3	6,1	0,2	0,1	2,0	0,1
8889A	20,9	9,1	0,3	0,3	2,5	0,2
8889B	17,4	6,7	0,2	0,2	1,8	0,1
8889C	26,2	8,7	0,2	0,2	2,5	0,1
8889D	21,1	9,9	0,2	0,2	2,5	0,1
8890A	17,0	8,6	0,2	0,2	2,6	0,1
8890C	17,3	7,8	0,2	0,2	2,5	0,2
9192A	19,9	7,3	0,2	0,2	1,6	0,1
9289C	31,8	18,2	0,3	0,3	3,8	0,1

Cuadro 6A. Datos de las características cuantitativas de las flores de 42 genotipos de la colección de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Long pedi- celo (cm)	Diá- metro cáliz (cm)	Núm ero. sé- palo	Diám mín cor (cm)	Diám máx cor (cm)	NÚ- mero pét- alo	NÚ- mero an- tera	Diámetro polen máx. mín. ( $\mu$ )	( $\mu$ )
10878B	1,7	0,6	5	1,8	1,6	5	10	17,4	16,0
7826A	1,1	0,6	5	1,4	1,3	5	10	15,4	15,0
7826B	1,1	0,5	5	1,4	1,2	5	10	15,4	15,2
7826C	1,1	0,5	5	1,5	1,3	5	10	14,6	13,8
7826D	1,3	0,6	5	1,5	1,4	5	10	14,4	14,0
7835A	1,3	0,5	5	1,3	1,1	5	10	14,2	11,4
7835B	1,4	0,6	5	1,6	1,4	5	10	12,9	10,6
7835C	1,1	0,5	5	1,6	1,4	5	10	12,6	10,4
7835D	1,1	0,5	5	1,6	1,3	5	10	13,1	10,3
7837A	1,0	0,6	5	1,6	1,7	5	10	14,9	14,6
7837B	1,2	0,6	5	1,6	1,4	5	10	12,3	10,7
7837C	1,1	0,5	5	1,6	1,3	5	10	14,9	14,7
7837D	1,1	0,5	5	1,4	1,3	5	10	15,5	15,1
8736A	1,5	0,5	5	1,6	1,3	5	10	15,2	14,8
8736B	1,4	0,5	5	1,5	1,2	5	10	15,5	15,2
8736C	1,2	0,4	5	1,3	1,1	5	10	16,7	15,7
8738A	1,2	0,5	5	1,8	1,7	5	10	15,0	14,7
8738B	1,5	0,6	5	1,7	1,3	5	10	14,4	14,1
8738C	1,5	0,6	5	1,5	1,2	5	10	17,7	16,8
8740A	1,3	0,6	5	1,6	1,5	5	10	12,9	10,0
8740B	1,1	0,5	5	1,5	1,2	5	10	12,1	10,3
8740C	1,3	0,5	5	1,7	1,4	5	10	12,4	10,3
8742A	1,4	0,5	5	1,5	1,3	5	10	15,9	15,5
8742B	1,4	0,5	5	1,4	1,3	5	10	14,6	14,2
8742C	1,2	0,5	5	1,5	1,2	5	10	14,9	14,7
8770A	1,3	0,5	5	1,4	1,2	5	8	15,6	14,7
8770B	1,1	0,5	5	1,6	1,4	5	10	16,7	16,5
8770C	1,2	0,9	5	1,4	1,2	5	10	15,1	14,4
8779A	1,4	0,5	5	1,6	1,4	5	10	16,3	16,1
8779B	1,5	0,5	5	1,6	1,4	5	10	17,3	18,0
8779C	1,5	0,5	5	1,6	1,5	5	10	16,1	15,1
8779D	1,4	0,4	5	1,6	1,5	5	10	12,5	10,8
8780A	1,3	0,4	5	1,5	1,3	5	10	17,6	16,7
8780B	1,0	0,4	5	1,4	1,2	5	10	17,5	14,6
8889A	1,6	0,6	5	1,7	1,7	5	10	15,9	16,1
8889B	1,5	0,5	5	1,7	1,6	5	10	17,5	17,2
8889C	1,3	0,5	5	1,4	1,3	5	10	17,1	16,7
8889D	1,4	0,5	5	1,6	1,4	5	10	16,7	16,2
8890A	1,1	0,4	5	1,5	1,3	5	10	15,6	15,2
8890C	1,2	0,4	5	1,5	1,2	5	10	14,1	12,5
9192A	1,2	0,5	5	1,6	1,3	5	10	14,6	13,4
9289C	1,1	0,5	5	1,5	1,3	5	10	16,9	16,4

Cuadro 7A. Datos de las características cuantitativas de las hojas de 42 árboles de la colección de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Longitud Hoja (cm)	Anchura Hoja (cm)	Longitud Pecíolo (cm)	Número Venas
10878b	9,4	5,4	1,9	16,9
7826a	9,9	4,9	1,0	14,5
7826b	6,8	3,9	1,1	15,6
7826c	10,7	4,9	1,2	13,9
7826d	11,7	4,6	1,2	15,2
7835a	11,3	6,0	1,6	15,4
7835b	12,1	6,1	1,4	14,9
7835c	11,0	5,6	1,4	13,8
7835d	11,4	5,6	1,6	15,0
7837a	13,2	6,7	1,1	13,9
7837b	12,9	6,5	1,8	16,0
7837c	9,8	5,3	1,2	14,7
7837d	11,1	5,6	1,4	13,5
8736a	10,1	5,4	1,4	14,9
8736b	11,7	6,6	1,6	15,6
8736c	8,9	4,7	1,4	15,4
8738a	11,0	5,8	1,8	16,7
8738b	11,9	5,8	1,6	16,1
8738c	14,5	7,4	1,9	15,9
8740a	10,2	6,0	1,5	14,6
8740b	13,6	6,9	2,1	15,5
8740c	11,0	5,4	1,4	14,0
8742a	13,5	5,7	2,0	17,4
8742b	12,3	5,4	2,0	16,0
8742c	12,8	5,3	1,3	15,6
8770a	9,3	3,7	1,8	15,0
8770b	10,5	4,6	1,3	14,3
8770c	10,8	4,7	1,0	16,5
8779a	12,2	6,6	1,6	15,4
8779b	11,2	5,3	1,4	14,5
8779c	11,4	4,8	1,4	13,8
8779d	9,3	3,7	1,8	12,5
8780a	8,8	4,1	1,2	14,0
8780b	9,7	4,1	1,2	15,9
8889a	11,6	6,7	1,7	14,6
8889b	12,8	7,1	1,4	15,6
8889c	13,5	6,1	1,6	15,6
8889d	12,5	5,9	1,7	16,5
8890a	11,4	5,6	1,2	13,2
8890c	10,0	6,0	1,6	14,4
9192a	9,8	5,8	1,4	14,9
9289c	10,6	6,3	1,5	14,6

Cuadro 8A. Análisis de frecuencias para las características cualitativas de la hoja. CATIE, 1991.

Características	Código	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Forma de la hoja	1	203	16,1	203	16,1
	2	224	17,8	427	33,9
	3	828	65,6	1255	99,4
	4	7	0,6	1262	100,0
Apice de la hoja	1	196	15,5	196	15,5
	2	143	11,4	339	2,9
	3	689	54,6	1028	81,5
	4	177	14,0	1205	95,5
	5	57	4,6	1262	100,0

Cuadro 9A. Análisis de frecuencias para las características cualitativas de la inflorescencia y flores. CATIE, 1991.

Carácter	Código	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Tipo de inflorescencia	1	30	71,4	30	71,4
	2	11	26,2	41	97,6
	3	1	2,4	42	100,0
Presecia de brácteas	1	20	47,6	20	47,6
	2	9	21,4	29	69,0
	3	13	31,0	42	100,0
Disposición floral ápice	0	6	14,3	6	14,3
	1	1	2,4	7	16,7
	2	35	83,3	42	100,0
Flores gemeladas	0	36	85,7	36	85,7
	1	6	14,3	42	100,0
Flexibilidad pedúnc.	0	38	90,5	38	90,5
	1	4	9,5	42	100,0
Presecia de brácteas	0	41	97,6	41	97,6
	1	1	2,4	42	100,0
Forma del polen	1	21	50,0	21	50,0
	2	13	31,0	34	81,0
	3	1	2,4	35	83,3
	4	7	16,7	42	100,0
Textura del polen	1	10	23,8	10	23,8
	2	32	76,2	42	100,0

Cuadro 10A. Análisis de frecuencias para las características cualitativas de 42 árboles de la colección de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Presencia brácteas	Disposición flor ápice	Flor gemelada	Flexib. pedúnculo	Presencia punta	Forma polen	Textura polen
10878B	3	2	0	1	0	1	2
7826A	1	2	0	0	0	1	2
7826B	1	0	0	0	0	4	2
7826C	1	0	0	1	0	1	2
7826D	1	2	0	0	0	1	2
7835A	3	2	0	0	0	2	1
7835B	2	2	0	0	0	2	1
7835C	3	2	0	0	0	2	1
7835D	1	2	0	0	0	2	1
7837A	2	2	0	0	0	1	2
7837B	2	2	0	0	0	2	1
7837C	2	2	0	0	0	1	2
7837D	2	2	0	0	0	1	2
8736A	1	0	0	0	0	1	2
8736B	1	2	1	0	0	1	2
8736C	2	0	0	0	0	4	2
8738A	1	0	0	0	0	2	2
8738B	1	2	0	1	0	1	2
8738C	1	2	0	0	0	2	2
8740A	2	2	0	0	0	2	1
8740B	3	2	1	0	0	2	1
8740C	3	2	0	0	0	2	1
8742A	3	2	0	0	0	1	2
8742B	2	2	1	0	0	1	2
8742C	1	2	1	0	0	1	2
8770A	1	2	0	0	0	1	2
8770B	3	2	0	0	0	4	2
8770C	2	2	0	0	0	1	2
8779A	3	2	0	0	0	2	2
8779B	3	2	0	0	0	4	2
8779C	3	2	0	0	0	4	2
8779D	3	1	0	1	0	2	1
8780A	1	2	1	0	0	2	2
8780B	1	0	1	0	0	3	1
8889A	1	2	0	0	0	1	2
8889B	1	2	0	0	0	1	2
8889C	1	2	0	0	0	1	2
8889D	3	2	0	0	0	1	2
8890A	1	2	0	0	0	1	2
8890C	1	2	0	0	0	4	2
9192A	1	2	0	0	1	4	2
9289C	3	2	0	0	0	1	2

Cuadro 11A. Análisis de frecuencias para las características cualitativas del fruto. CATIE, 1991.

Carácter.	Código	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
Color del fruto	1	29	69,0	29	69,0
	2	4	9,5	33	78,6
	3	2	4,8	35	83,3
	4	4	9,5	39	92,9
	5	3	7,2	42	100,0
Apice del fruto	1	6	14,3	6	14,3
	2	19	45,2	25	59,5
	3	9	21,4	34	81,0
	4	8	19,0	42	100,0
Sabor del fruto	2	5	11,9	5	11,9
	4	2	4,8	7	16,7
	6	8	19,0	15	35,7
	8	27	64,3	42	100,0
Aroma del fruto	0	25	59,5	25	59,5
	1	17	40,5	42	100,0
Astringencia	0	29	69,0	29	69,0
	1	13	31,0	42	100,0
Número de cosechas	1	11	26,2	11	26,2
	2	31	73,8	42	100,0
Productividad	3	3	7,1	3	7,1
	5	28	66,7	31	73,8
	7	11	26,2	42	100,0

Cuadro 12A. Análisis de frecuencias para las características cualitativas del fruto de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Color	Apice	Sabor	Aroma	Astrin- gencia	Número cosecha	Pro- ducti vidad
10878B	1	2	7	1	0	2	3
7826A	2	4	5	0	1	2	7
7826B	2	4	5	0	1	1	7
7826C	5	4	1	0	0	2	5
7826D	2	4	1	0	1	2	7
7835A	1	2	7	1	0	2	5
7835B	1	2	7	1	0	2	5
7835C	1	2	5	1	1	2	5
7835D	1	2	7	1	0	2	5
7837A	4	2	7	0	0	2	5
7837B	4	2	7	0	0	2	5
7837C	6	4	7	0	0	1	5
7837D	1	3	7	0	0	2	5
8736A	3	1	7	1	0	1	5
8736B	1	3	7	1	0	2	5
8736C	3	3	7	1	0	1	5
8738A	1	3	3	1	0	1	5
8738B	1	2	7	1	1	1	5
8738C	1	2	7	0	0	1	7
8740A	1	2	7	0	0	2	5
8740B	1	2	7	0	0	2	5
8740C	2	4	5	0	1	2	5
8742A	4	3	7	1	0	2	5
8742B	1	2	7	1	0	2	7
8742C	1	2	7	1	0	2	5
8770A	1	3	3	0	1	2	7
8770B	1	2	7	0	0	1	7
8770C	1	4	5	0	1	2	7
8779A	1	2	7	1	0	2	5
8779B	1	3	7	0	0	2	5
8779C	1	1	7	0	0	2	5
8779D	1	2	3	0	1	2	3
8780A	4	2	7	0	0	2	5
8780B	6	4	7	1	0	1	3
8889A	1	2	5	0	0	1	5
8889B	1	2	3	0	1	2	7
8889C	1	1	3	0	1	2	5
8889D	1	1	5	0	0	2	7
8890A	1	3	5	1	1	2	5
8890C	1	3	5	1	1	2	7
9192A	1	1	7	0	0	2	5
9289C	1	1	4	0	0	1	5

Cuadro 13A. Análisis de frecuencias de las características cualitativas de las semilla de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

Arbol	Forma	Apice	Espina/ápice
10878A	2	2	0
7826A	2	2	0
7826B	2	2	0
7826C	2	3	0
7826D	2	3	0
7835A	2	1	0
7835B	1	1	0
7835C	2	1	0
7835D	2	1	0
7837A	2	1	0
7837B	2	1	0
7837C	2	2	0
7837D	2	2	0
8736A	2	3	1
8736B	2	2	1
8736C	2	3	0
8738A	2	2	0
8738B	2	1	0
8738C	2	2	0
8740A	2	2	0
8740B	2	1	0
8740C	2	2	0
8742A	3	2	0
8742B	1	1	0
8742C	2	1	0
8770A	3	2	0
8770B	2	2	0
8770C	2	3	0
8779A	2	3	0
8779B	2	3	1
8779C	2	2	0
8779D	1	1	0
8780A	1	1	0
8780B	4	4	1
8889A	2	2	0
8889B	2	2	0
8889C	2	2	0
8889D	2	2	0
8890A	2	2	0
8890C	3	2	0
9192A	2	2	0
9289C	2	2	0

Cuadro 14A. Análisis de frecuencias de las características cualitativas de la semilla de 42 genotipos de nance. CATIE, 1991.

Características	Código	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado (%)
Forma de la semilla	1	4	9,5	4	9,5
	2	34	81,0	38	90,5
	3	3	7,1	41	97,6
	4	1	2,4	42	100,0
Apice de la semilla	1	12	28,6	12	28,6
	2	22	52,4	34	81,0
	3	7	16,7	41	97,6
	4	1	2,4	42	100,0
Espina ápi- ce semilla	0	38	90,5	38	90,5
	1	4	9,5	42	100,0

Cuadro 15A. Distribución de frecuencia y porcentaje de las características cuantitativas para 42 plantas de nance procedentes de Guatemala, México y Costa Rica. CATIE, 1991.

Características	Frecuencia	Porcentaje
<b>Hojas</b>		
Longitud hoja (cm)		
6,5 - 9,0	3	7,1
9,0 - 10,5	10	23,8
10,5 - 12,0	17	40,5
12,0 - 13,5	8	19,1
13,5 - 15,0	4	9,5
Anchura hoja (cm)		
3,5 - 4,2	5	11,9
4,2 - 4,9	7	16,7
4,9 - 5,5	9	21,4
5,6 - 6,3	11	28,6
> 6,3	9	21,4
<b>Inflorescencia</b>		
Número flores		
< 15	5	11,9
15 - 19	16	38,1
20 - 23	14	33,3
24 - 27	5	11,9
28 - 31	2	4,8

## Cuadro 15A. (Continuación)

## Longitud inflorescencia (cm)

5,0 - 6,0	1	2,4
6,0 - 7,0	11	26,2
7,0 - 8,0	12	28,6
8,0 - 9,0	7	16,7
9,0 - 10,0	6	14,3
10,0 - 11,0	4	9,5
> 11,0	1	2,38

## Diámetro máximo base (mm)

1,7 - 2,0	14	30,3
2,1 - 2,4	15	35,7
2,5 - 2,8	11	26,2
2,9 - 3,2	1	2,4
> 3.2	1	2,4

## Diámetro mínimo base (mm)

1,5 - 1,7	6	14,3
1,8 - 2,0	14	33,3
2,1 - 2,3	9	21,4
2,4 - 2,6	10	23,8
> 2,6	3	7,1

## Largo campo inhibición (cm)

0,9 - 1,5	1	2,4
1,5 - 2,10	15	35,7
2,1 - 2,7	16	38,1
2,7 - 3,3	8	19,1
> 3,3	2	4,7

## Cuadro 15A. (Continuación)

**Fruto**

## Peso (g)

< 2,0	3	7,1
2,0 - 3,0	10	23,8
3,0 - 4,0	11	26,2
4,0 - 5,0	15	35,7
5,0 - 6,0	2	4,8
> 6,0	1	2,4

## Longitud fruto (cm)

< 1,4	4	9,5
1,4 - 1,6	8	19,1
1,6 - 1,7	9	21,4
1,7 - 1,9	15	35,7
1,9 - 2,0	6	14,3

## Diámetro fruto (cm)

< 1,5	3	7,1
1,5 - 1,7	7	16,7
1,7 - 1,9	14	33,3
1,9 - 2,1	14	33,3
2,1 - 2,3	4	9,5

**Semilla**

## Cuadro 15A. (Continuación)

## Longitud (mm)

< 7,0	3	7,1
7,0 - 7,8	8	19,1
7,8 - 8,6	11	26,2
8,6 - 9,4	12	28,6
9,4 - 10,2	6	14,3
> 10,2	2	4,8

## Diámetro (mm)

< 6,5	4	9,5
6,5 - 7,3	7	16,7
7,3 - 8,0	11	26,2
8,0 - 8,8	14	33,3
8,8 - 9,5	3	7,1
> 9,5	3	7,1

## Peso (g)

< 0,2	6	14,3
0,2 - 0,3	19	45,2
0,3 - 0,4	12	28,6
0,4 - 0,5	4	9,5
> 0,5	1	2,4

**Flor**

## Longitud pedicelo (cm)

< 1,1	8	19,1
1,1 - 1,2	8	19,1
1,2 - 1,3	10	23,8
1,3 - 1,4	2	4,8
1,4 - 1,5	11	26,2
1,5 - 1,6	2	4,7
> 1,6	1	2,4

## Diámetro cáliz (cm)

< 0,4	3	7,1
0,4 - 0,5	3	7,1
0,5 - 0,5	6	14,3
0,5 - 0,6	22	52,4
0,6 - 0,6	8	19,1

Diámetro máximo polen ( $\mu$ )

< 12,0	9	21,3
12,0 - 13,0	1	2,4
13,0 - 14,0	2	4,8
14,0 - 15,0	11	26,2
15,0 - 16,0	8	19,1
16,0 - 17,0	9	21,4
> 17,0	2	4,8

---

Cuadro 16A. Características químicas y físicas del suelo en los terrenos de la colección de frutales en Cabiria. CATIE, 1978.

No. muestra	1/ pH H <sub>2</sub> O	2/ meq/100 ml				Acidez	%	2/ Acidez	3/ Fosfato pp m					Relaciones Ca/Mg/Mg/k	Densidad aparente	Tex. 4/
		Ca	Mg	k	Acidez				p	P-A1	P-Fe	P-Ca	Ca/Mg			
1	5,4	5,4	1,8	0,4	0,9	8,5	11	4,0	135	310	55	2,98	4,53	1,19	Ar	
2	5,5	5,0	1,8	0,4	0,9	8,2	11	3,9	125	95	45	2,72	4,28	1,26	Ar	
3	5,6	6,4	2,3	0,3	0,4	9,4	4	4,5	85	80	42	2,81	6,71	1,34	Ar	
4	5,4	4,9	1,9	0,3	1,0	8,0	12	4,7	125	25	9,5	2,63	6,64	1,22	Ar	
5	5,5	5,6	2,0	0,3	0,8	8,8	9	4,0	105	110	55	2,76	5,80	1,37	Ar	
6	5,3	3,9	1,5	0,3	1,4	7,1	20	5,1	115	165	35	2,64	5,10	1,16	FAr	

Fuente: J. CRISSIEN

1/ Profundidad de muestreo = 20 cm

2/ Estas cifras son promedios de dos determinaciones

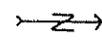
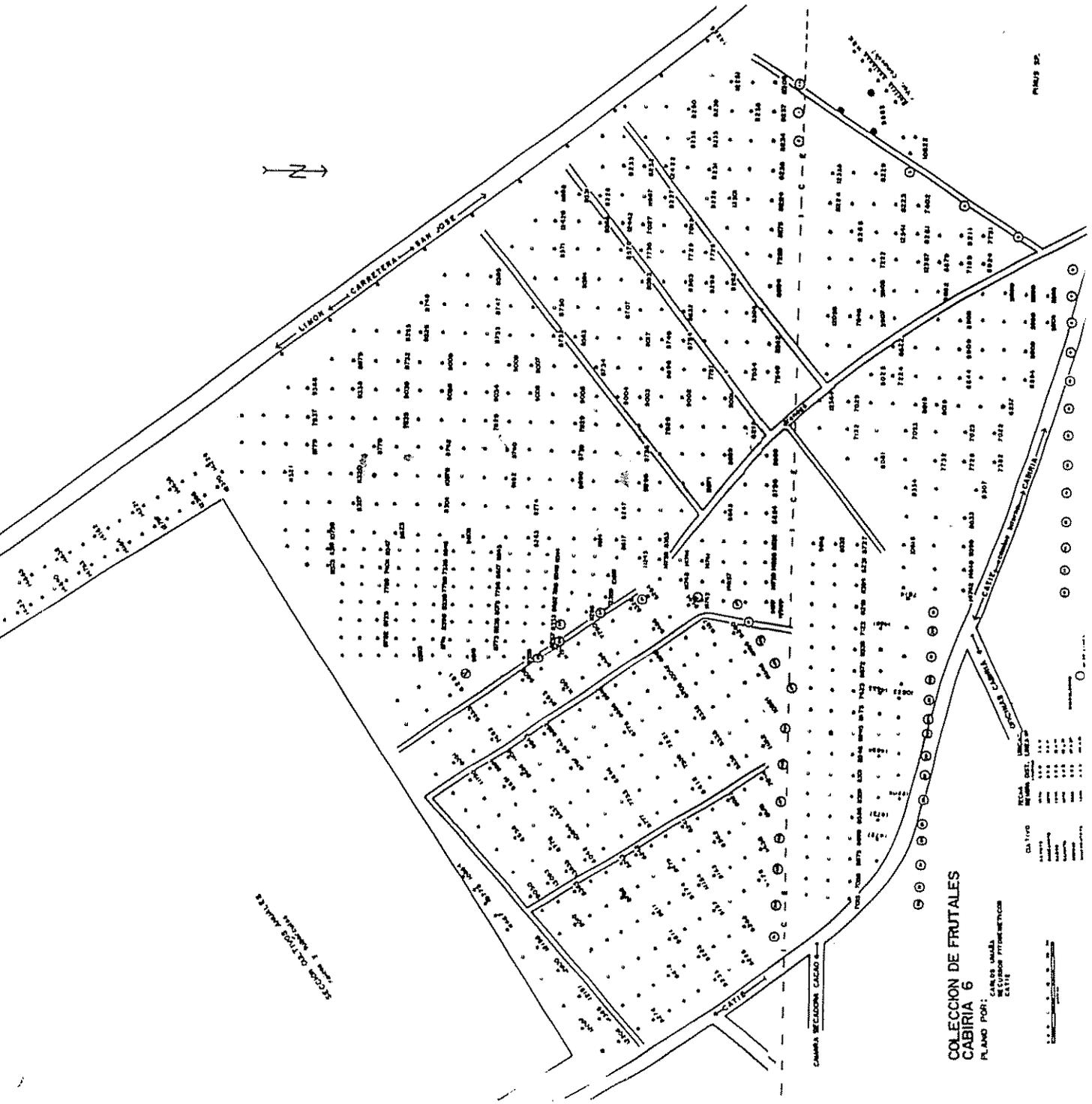
3/ Estas cifras son promedios de tres determinaciones

4/ Determinada de acuerdo con el triángulo de textura en % de tres fracciones (arena, lino y arcilla)

Cuadro 17A. Datos agrometeorológicos en promedio a la estación del CATIE desde octubre de 1990 hasta setiembre de 1991. CATIE, 1991.

VARIABLE	MES											
	OCT	NOV	DIC	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
Precipitación diaria (mm)	8,7	8,3	8,6	0,6	7,2	1,3	6,0	7,2	10,9	10,5	14,2	--
Humedad relativa % promedio	86,8	88,9	88,2	85,6	85,3	81,6	85,2	89,9	88,4	90,2	89,7	--
Temperatura (°C)	22,3	22,0	20,7	20,5	20,3	22,2	20,0	22,5	22,8	22,2	21,8	--
Radiación Solar (Mj/m <sup>2</sup> /día)	16,6	14,7	12,0	15,3	16,0	21,7	17,7	14,1	16,0	13,5	13,6	--
Brillo Solar (horas y décimas)	5,4	4,5	3,6	4,5	4,8	7,3	4,9	3,1	3,9	2,8	2,8	--

Fuente: Departamento de Producción Vegetal 1991



SECCION DE TRES AVULAS  
CALLE 1 y 2

**COLECCION DE FRUTALES  
CABRIA 6**

PLANEO POR:  
CARLOS UVALDE  
DE CUERPO FITOTECNICO

CL. TIPO	SECCION	SECCION	SECCION
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50

