

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

**DESCRIPTORES DE LA FLOR DE PEJIBAYE
(*Bactris gasipaes* H. B. K.) EN CUATRO
POBLACIONES Y SUS POSIBLES
IMPLICACIONES FILOGENETICAS**

***Práctica Dirigida para optar por el grado de
Licenciatura en Biología con énfasis en Genética***

María Elena Valverde

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

1986

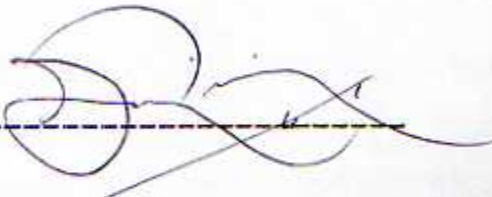
Práctica dirigida como requisito parcial para optar por el
grado de Licenciatura en Biología, con énfasis en Genética.
Aprobado por el Tribunal integrado por:

DEDICATORIA

Dr. Jorge Mora Urpi 
Director de la Práctica

Dr. Ramiro Barrantes 

Dr. Jorge León 

M.Sc. Dora Ingrid Rivera 

M.Sc. María Isabel Morales 

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento más sincero:

al Dr. Jorge Mora Uribe, Director de la Práctica Jurídica, por la revisión del presente estudio.

A los miembros del Tribunal Examinador, Drs. Raimundo Arriaga, Dr. Jorge León, M.Sc. Dora Ingrid Rivera y M.Sc. de la Inés Morales, por sus oportunas observaciones en la revisión del presente trabajo.

A la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda (GIZ) y al COTIE por permitir realizar los estudios en el Banco de Guayaquil.

A mis padres, Carlos Astorga, y al personal de la GIZ por su valiosa colaboración, necesaria para realizar el trabajo de quienes con su esfuerzo y cariño, son los

únicos merecedores de mis triunfos

A la Lic. Betty Vazquez, en forma muy especial por su ayuda y colaboración al tener las fotografías al microscopio electrónico y de luz.

Al señor Rafael Hernández por su colaboración, facilitando equipo y material de laboratorio.

Al compañero Charles Clement por sus múltiples y oportunas observaciones en el desarrollo de todo este trabajo.

A mis hermanos, Tato y Ana, en forma muy especial por darme su apoyo, cariño y la facilidad de hacer este trabajo en su casa.

Al Lic. Ernesto Rojas por su estímulo y cariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron y permitieron la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento más sincero:

Al Dr. Jorge Mora Urpi, Director de la Práctica Dirigida, por la revisión del presente estudio.

A los miembros del Tribunal Examinador, Dr. Ramiro Barrantes, Dr. Jorge León, M.Sc. Dora Ingrid Rivera y M.Sc. María Isabel Morales, por sus oportunas observaciones en la revisión del presente trabajo.

A la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda (GTZ) y al CATIE por permitir realizar los estudios en el Banco de Germoplasma.

Al Ing. Carlos Astorga, y al personal de la GTZ por su valiosa colaboración, necesaria para realizar el trabajo de campo.

A la Lic. Nelly Vásquez, en forma muy especial por su ayuda desinteresada al tomar las fotografías al microscopio electrónico y de luz.

Al señor Rafael Hernández por su colaboración, facilitando equipo y material de laboratorio.

Al compañero Charles Clement por sus múltiples y oportunas observaciones en el desarrollo de todo este trabajo.

A mis hermanos, Tato y Ana, en forma muy especial por darme su apoyo, cariño y la facilidad de hacer este trabajo en su casa.

Al Lic. Erasmo Rojas por su estímulo y cariño.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron y permitieron la realización de este trabajo.

LISTA DE FIGURAS

En el texto Figura		Página
1	Polen de pejibaye	27
2	Flores femeninas de pejibaye. Mostrando corola Urceolada.	29
3	Flor femenina de pejibaye, mostrando corola Urceolada y su forma prominente típica	30
4	Anteras de pejibaye	37
5	Estigma de pejibaye, con poro redondeado	38
6	Flores femeninas de pejibaye, mostrando diferentes formas de estigma	39
7	Flores masculinas modificadas de pejibaye	40
8	Flores masculinas de pejibaye, mostrando el cáliz	57
9	Mapa territorial indicando la posición de los centroides y la distribución espacial de las poblaciones, dada por la función canónica discriminante para los descriptores de las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	61
10	Distribución de las plantas en relación a los centroides, dada por la función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá	72
11	Mapa territorial indicando la posición de los centroides y la distribución espacial de las poblaciones, dada por la función canónica discriminante para los descriptores de las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá	76

LISTA DE CUADROS

En el texto Cuadro		Página
1	Ciclo de polinización en <i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.	8
2	Introducciones de pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K.) de las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá del Banco de Germoplasma del CATIE	18
3	Lista de símbolos utilizados para las características de la flor de pejibaye	22
4	Definiciones de las características analizadas de la flor de pejibaye	24
5	Distribución de las frecuencias en porcentajes de las características cualitativas de la flor de pejibaye	42
6	Prueba de chi cuadrado para las características cualitativas de la flor de pejibaye	45
7	Análisis de variancia de las características cualitativas de la flor de pejibaye	47
8	Prueba de homogeneidad de promedios de Duncan (0.05) para las características cuantitativas de la flor de pejibaye	48
9	Correlaciones significativas de las características cuantitativas de la flor de pejibaye	51
10	Correlaciones significativas de las características cualitativas de la flor de pejibaye	53
11	Correlaciones de las características cualitativas VRS cuantitativas de la flor de pejibaye	54

12	Correlaciones significativas de las características de la flor de pejibaye con la edad de las poblaciones estudiadas	55
13	Descriptoros seleccionados para la flor de pejibaye por el análisis discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	59
14	Evaluación de los grupos promedios de la función canónica discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	62
15	Resultados de la clasificación de las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	62
16	Coeficientes estandarizados de la función canónica discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	64
17	Coeficientes de clasificación de la función lineal de Fisher para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	66
18	Función canónica discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá	67
19	Descriptoros de la flor de pejibaye seleccionados por el análisis discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá	69
20	Coeficientes de la función de clasificación para las poblaciones de Costa Rica y Panamá (Función discriminante lineal de Fisher)	69
21	Función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá	70
22	Coeficientes estandarizados de la función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá	71
23	Función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá (grupos centroides)	71

24	Resultados de la función de clasificación para las poblaciones de Costa Rica y Panamá	71
25	Descriptores seleccionados por el análisis discriminante para las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá	75
26	Resultados de la función de clasificación de las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá	75
27	Muestra mínima de los descriptores cuantitativos de la flor de pejibaye	78
	Conclusiones	80
	Bibliografía	83
	Apéndices	90

CONTENIDO

INTRODUCCION	Página
Introducción	1
Objetivos	3
Revisión de literatura	4
Materiales y métodos	17
Resultados y discusión	35
Conclusiones	80
Bibliografía	85
Apéndices	90

INTRODUCCION

El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) es una palma endémica de la zona húmeda de América Tropical(29). Esta adaptada a diferentes condiciones ecológicas y posee una amplia distribución geográfica que va del norte de Honduras hasta Bolivia y Brasil, y además algunas islas de las Antillas(1,4).

Esta planta posee potencial y se puede utilizar para fabricar una gran variedad de productos industriales. Algunos de estos son: palmito, harina, confituras y cereal. Además es fuente de carbohidratos, proteínas, grasas y tiene un alto contenido de vitamina A por lo que resulta excelente para el consumo humano y animal y, por lo tanto podría ser importante para el desarrollo de la economía en los Trópicos(29).

Se ha propuesto una separación supraracial que permite diferenciar al pejibaye en razas occidentales (Costa del Pacífico de Ecuador, Colombia, Panamá, Costa Rica y Nicaragua) y orientales o Amazónicas (Cuenca Amazónica)(29). Sin embargo es muy poco lo que se conoce de su genética, así como de sus variaciones dentro de y entre razas(32).

La descripción sistemática es importante para el estudio de la variabilidad y juega un papel preponderante en la función que desempeñan los bancos de germoplasma. No sólo es un paso fundamental en la utilización de los recursos genéticos, sino que por medio de ella se determinan una serie de características cuantitativas y cualitativas que nos permiten conocer y posteriormente utilizar mejor las plantas(29).

Para la descripción sistemática se seleccionan una serie de características morfológicas denominadas descriptores, los cuales, en términos generales, varían de población a población y según sean seleccionados conforme a las necesidades de cada especialidad(9).

Hasta el momento se han sugerido 46 descriptores para caracterizar el pejibaye en los Bancos de Germoplasma y 24 como lista mínima para su utilización en el campo(5,7).

La presente investigación está dirigida al estudio de los posibles descriptores de la inflorescencia de pejibaye, debido a que no existen referencias completas acerca de su morfología ni sobre su variabilidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, OBJETIVOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA:

El peyibaye (*Dactyloctenium aegyptium* L.) es originario de

1- Determinar cuáles son los descriptores más valiosos presentes en la flor del peyibaye que permitan discriminar las poblaciones estudiadas y establecer el orden de importancia de esos descriptores.

2- Describir los descriptores en forma detallada y clara.

3- Determinar el tamaño de la muestra mínima para cada descriptor cuantitativo, necesaria para obtener un número de observaciones representativo y confiable.

4- Establecer la posible relación filogenética entre las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá.

Fuera del Continente Americano el peyibaye es poco conocido; pero lo podemos encontrar en algunas islas de las Antillas, principalmente en Trinidad (1,4,29). En Costa Rica se distribuye en San Carlos, Puriscal, Turkey, Turkey, Talamanca, Guápiles, Limón Viejo, San Isidro del General, Espartero y Coto Brus (1).

REVISION DE LITERATURA

DISTRIBUCION GEOGRAFICA, ECOLOGIA E IMPORTANCIA ECONOMICA:

El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) es originario de los Trópicos Húmedos Americanos, donde generalmente la precipitación es alta y los suelos pobres. Posee una amplia distribución geográfica que va desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altura (en Costa Rica se ha cultivado hasta los 1500 m y en Bolivia hasta los 2000 m), y se extiende desde el paralelo 17 norte en Honduras hasta el 17 sur en Bolivia. Su distribución está limitada por barreras geográficas, por ejemplo, los grandes y anchos ríos que impiden la dispersión de semillas y posiblemente también de polen; esto interrumpe el flujo de genes y se contribuye a la diferenciación genética entre las poblaciones así separadas (1,4,28,29,30,32,33).

Fuera del Continente Americano el pejibaye es poco conocido; pero lo podemos encontrar en algunas islas de las Antillas, principalmente en Trinidad (1,4,29). En Costa Rica se distribuye en San Carlos, Puriscal, Tucurrique, Sarapiquí, Talamanca, Guápiles, Línea Vieja, San Isidro del General, Corredores y Coto Brus (16).

Desde el punto de vista ecológico, algunas características son importantes como adaptaciones al ambiente, por ejemplo(29):

1- El ordenamiento de cada foliolo en las frondas presenta planos de inserción diferentes, forma un abanico. Permite así captar más luz.

2- El sistema radical superficial y extenso, es adaptable a suelos pobremente desarrollados.

3- Según Janos (citado por Mora Urpi, 28), se presenta una asociación de micorriza vesicular-arbuscular que le permite obtener fósforo de suelos ácidos.

4- Las espinas le sirven como mecanismo de defensa contra daños mecánicos y daños de insectos al estípite a través de un mecanismo indirecto, también sirven de desagüe para evitar la humedad excesiva y dificultar así el desarrollo de epifitas y hongos.

Según León (citado por Sánchez, 36) las palmeras son, después de los cereales, las plantas de mayor utilidad en los países tropicales. Esto se debe a su alto valor nutritivo y a su gran cantidad de usos.

El producto más importante que se obtiene del pejibaye es su fruto. Su bajo costo, causado por el alto rendimiento y su enorme valor nutritivo, debido a la buena calidad de sus proteínas, gran contenido de vitamina A y alto contenido de grasa, lo hacen especialmente valioso(1,29,30,38).

Se le dan múltiples usos: se puede consumir cocido, asado, enlatado en vinagre o en salmuera, molido o granulado para preparar salsas, cremas o sopas; como harina para hacer tortillas y refrescos; como concentrado para animales; como confituras, aceites, etc(1,29,30).

Otro producto importante que se obtiene del pejibaye es el palmito, el cual se puede usar enlatado en vinagre y en salmuera, en aceite, tostado como cereal y en crema o sopa. Hay una serie de productos secundarios que ayudarían a hacer la explotación del pejibaye más rentable. Algunos de estos productos son: la industrialización del tallo y la utilización de la inflorescencia inmadura. El tallo se ha usado para hacer parqué, arcos, flechas, cañas de pescar y como ornamental. También se puede utilizar para hacer papel y telas sintéticas(1,29,30,38).

FLORACION Y POLINIZACION:

La floración es periódica. Esto se debe a dos factores reguladores fundamentales que son el inicio de las lluvias, después de un período seco y el estado de nutrición de las plantas. El número de horas de sol, posiblemente la temperatura, la fertilidad del suelo y el genotipo de las plantas son factores que también influyen en el ritmo y crecimiento de las inflorescencias(25,29,30).

Se ha observado que la inflorescencia posee una temperatura elevada con respecto al ambiente, se cree que se debe a la actividad metabólica de sus tejidos; donde el aumento de temperatura depende del grado de desarrollo y maduración de ésta(37).

El ciclo de polinización comprende tres días. Primero se abre la bráctea e inmediatamente se da la antesis floral femenina, donde todas las flores se abren al mismo tiempo. Después de 24 horas, se da la antesis masculina. Si observamos el cuadro 1, se deduce que la floración no es totalmente proteroginica, porque el período de fertilidad femenino se traslapa con el masculino(25,26,27).

Cuadro 1: Ciclo de polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. (26)

Primer día	Segundo día	Tercer día
A.M. Bráctea cerrada	Flores femeninas continúan fértiles Polen en el aire máxima concentración 6:30 a.m. (precede de inflorescencias en su tercer día) Polinización anemófila, predomina la exogamia	Polen en el aire máxima concentración a las 6:30 a.m. Proviene de la antesis masculina de la tarde anterior Arribo de insectos: Trigona
P.M.	P.M.	P.M.
Alta temperatura interna de la bráctea Apertura de la bráctea entre 5-6 p.m. (varía entre 3:30-6:30 p.m.) Antesis femenina: Fértil desde la apertura (receptiva más de 24 horas) Arribo de insectos polinizadores: <i>Derelomus palmarum</i> (más impor.) ----- <i>Cyclocephala</i> (secundario) ----- <i>Drosophilidae</i> (secundario) Permanecen 24 horas en la inflorescencia Trigona (poco importante) ----- Polen en el aire: Procede de las inflorescencias en el segundo día	Antesis masculina: 5-6 p.m. (varía con la hora de apertura de la bráctea) Abscisión de las flores estaminadas Se inicia 10-20 minutos después de la antesis masculina Partida de los insectos polinizadores <i>Derelomus</i> , <i>Cyclocephala</i> y <i>Drosophilidae</i> parten durante la antesis masculina. Arribo de insectos durante la antesis masculina, Trigona y otros. Polen en el aire: máxima concentración media hora después de la antesis masculina. Polinización: fundamentalmente por gravedad, predomina endogamia	Ciclo concluido

El principal polinizador del pejibaye en Costa Rica es el curculiónido *Deleromus palmarum*, que probablemente pueda distribuir el polen en un radio de hasta 50 metros. Otros insectos juegan un papel secundario en la polinización. El viento es el segundo polinizador de importancia, pero el ámbito de polinización efectiva es menor que aquel llevado a cabo por *Deleromus*. La fuerza de la gravedad es otro agente polinizador que adquiere importancia cuando las plantas tienen algún grado de autocompatibilidad(26,27,29).

DESCRIPCION BOTANICA:

El pejibaye posee un rizoma del cual emergen los brotes o hijos, que en conjunto con el tallo o estipite principal forman una cepa(28). Es una palma erecta que puede alcanzar hasta 20 metros de altura; el tallo es cilíndrico con un diámetro de 10 a 30 centímetros, está dividido en anillos o entrenudos de una longitud variable, cubiertos de densas espinas y nudos sin espinas, que son la cicatriz de las hojas caídas(1,4,29,32).

El follaje está compuesto de 10 a 20 hojas pinnadas, agupadas en el ápice de la planta. Los peciolo y raquis de éstas generalmente poseen numerosas espinas. Las hojas en estado adulto pueden alcanzar una longitud de 3 a 4 metros y

un ancho de 30 a 60 cm, con un promedio de 120 pinnas en cada lado (1,6,29).

Es una planta monoica, que se multiplica generalmente por semilla y florece al tercero o cuarto año de sembrada (4). Teòricamente cada tallo adulto puede producir una inflorescencia en la axila de cada fronda, pues en la base de cada hoja hay una yema; èsta desarrollará un brote si està en la base del tallo, o en una inflorescencia si està en la parte aèrea de èste(24,28).

Las inflorescencias son infrafoliares y estàn cubiertas por una estructura erecta, fuerte, con espinas o sin ellas llamada espata; posee un eje central o raquis del cual parten ramas secundarias o raquillas, cubiertas por flores unisexuales de ambos sexos(4,27,29,39).

El término espiga se utiliza para designar las raquillas con flores, aunque no sea del todo correcto(29). Según Uhl(42), las espigas estàn compuestas por cincinos formados por tres flores.

Las flores estaminadas poseen 6 estambres dispuestos en pares a los lados de la corola, tienen cáliz anular, y anteras erectas que miden aproximadamente 8

milímetros(4,27,29,39). Producen olor fuerte, lo que parece propiciar la polinización entomófila(29).

Las flores pistiladas son pocas y se encuentran intercaladas entre las estaminadas; son tricarpelares, sincárpicas, uniloculares con estigmas sésiles formados por la fusión incompleta de la parte distal de los carpelos, donde queda un canal comunicador con el lóculo. El estigma queda expuesto, ya que la corola no alcanza a cubrir el ovario(4,27,29,30,39).

El fruto tiene forma cónica, ovoide o elipsoide, de 2 a 4 centímetros de diámetro y de 2 a 6 de largo. Los frutos jóvenes son de color verde y en su estado de madurez presentan coloraciones verduscas, anaranjadas, rojas o colores intermedios(32).

TAXONOMIA:

Bactris Jacquin y *Guilielma Martius* son los nombres genéricos con los que ha sido clasificado el pejibaye. Hoy día, la tendencia es a clasificarlo bajo el nombre *Bactris*, ya que reúne todas aquellas especies situadas en los géneros anteriormente citados(28,29). Sin embargo no se ha

dilucidado aún la posición taxonómica, ya que algunos autores los separan en los dos géneros y otros tienden a unirlos en uno solo.

Se dice que para el pejibaye no existe un centro de origen ni un centro de domesticación, por ser nativo de una extensa región del Trópico Húmedo Americano. En cuanto a su domesticación, ésta podría haber ocurrido repetidas veces a través del territorio hoy habitado por sus diferentes razas(29).

Actualmente se propone reconocer dos grupos de razas de pejibaye cultivado; aquellas de la región oriental de los Andes (Cuenca Amazónica), y las de la zona noroccidental de dicha cordillera (Ecuador, Colombia, Costa Rica, Panamá, Nicaragua). Ambos taxa presentan características consistentes para separarlas, tales como dureza del estípote, longitud de las frondas, grosor y densidad de las espinas. Sin embargo, dentro de estos dos grandes grupos se pueden establecer razas, ya que se ha observado una variación genética relacionada con la distribución geográfica(29).

En Costa Rica, aunque no existen variedades bien definidas, los agricultores hablan de variedades rojas, amarillas, rayadas. Además del color, hay diferencias en el tamaño, forma, fibrosidad, humedad y sabor, pero no son

variedades, sino simple variación genética, producto de la segregación genética en las poblaciones heterocigotas (1,4,29).

DESCRIPCION SISTEMATICA:

La descripción sistemática juega un papel importante en los Bancos de Germoplasma. Se entiende por Banco de Germoplasma, una colección de genotipos diferentes de una especie, que sirve para su estudio y su utilización en mejoramiento genético(3,22).

Una función de los Bancos de Germoplasma es la documentación, que se basa en los datos que se obtienen de las colecciones. Además de la distribución de material y la documentación, se da como su principal función la conservación del germoplasma para evitar la desaparición de genotipos interesantes desde el punto de vista genético; almacenar material vegetativo para reutilizarlo en un futuro ciclo de multiplicación o intercambio de material vegetal(18).

Engels (citado por Morera, 32) define una descripción sistemática como la caracterización, medición o análisis de la expresión fenotípica, morfológica, química, o ambas para

cada descriptor de cada introducción de una colección dada. Esta permite caracterizar cultivares o líneas mejoradas, diferenciar introducciones con nombres idénticos o similares, identificar las introducciones con características deseables, estudiar las interrelaciones entre características y entre grupos geográficos de cultivares, y estimar la variación dentro de colecciones disponibles(9,18).

La clasificación sistemática se divide en:

1- Identificación:

Datos de introducción e información suministrados por los colectores.

2- Caracterización:

Registro de características morfológicas, químicas, o ambas que son altamente heredables y que pueden ser fácilmente determinadas y expresadas en todos los ambientes.

3- Evaluación preliminar:

Registro un número limitado de características notables. Estas no necesariamente se deben expresar en igual forma en todos los ambientes.

4- Evaluación completa:

Registro experimental de características relacionadas con programas de selección o mejoramiento.

En la documentación genética cada término descriptivo se llama descriptor. Este término se usa para referirse a cada una de las características consideradas importantes o útiles en la descripción de una población. Es una variable o atributo que se observa en una colección. Se conoce como estados del descriptor, las clases o gradaciones que se presentan dentro de la expresión fenotípica del descriptor (8,9,14,10,18).

Existen varios criterios para la selección de una lista de descriptores, algunos de ellos son(32):

- 1- Alta heredabilidad de una característica (baja influencia del ambiente).
- 2- Valor taxonómico.
- 3- Alto valor agronómico (en general, características cuantitativas).
- 4- Baja complejidad para registrar la expresión fenotípica.
- 5- Valor científico.
- 6- Variabilidad de la expresión fenotípica dentro de las introducciones o muestras (que la muestra mínima sea aceptable, es decir, con una variación pequeña)

Engels (citado por Morera, 32) agrupa los descriptores de la siguiente forma:

1-Cualitativos: continuos y discretos

2-Cuantitativos: continuos y discontinuos

Para hacer una lista de descriptores existe una serie de recomendaciones que seria útil seguir. Por ejemplo las de Morera son (32):

- 1- Usar el Sistema Métrico Decimal para las medidas
- 2- Usar una escala de 1 a 9 para descriptores cualitativos y continuos
- 3- Usar 0 para ausencia y + para presencia
- 4- Usar el signo - cuando no existe la información
- 5- Usar un manual reconocido para determinar los colores

El uso de descriptores tiende a normalizar los métodos de evaluación y documentación en todos los países del mundo (9,14). Además de esto produce otros beneficios, tales como, facilitar el inventario disponible a todos los investigadores, la selección de material superior y el manejo y mantenimiento de las colecciones (9).

MATERIALES Y METODOS:

Este estudio se llevó a cabo en el Banco de Germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, localizado en Turrialba, latitud $9^{\circ}50'N$, longitud de $84^{\circ}40'W$ y altitud de 600 m.s.n.m.

Se estudiaron 33 introducciones de pejobaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) tomadas al azar y pertenecientes a 4 grupos de poblaciones de distinto origen geográfico y edad, de las cuales 10 pertenecen a la colección de Costa Rica (17 años), 10 a la de Panamá (10 años), 10 a la de Colombia (7 años) y 3, por ser las únicas en producción, a la de Brasil (5 años) (Cuadro 2).

Cada introducción posee de 2 a 22 plantas sembradas en fila (grupo de individuos directamente relacionados por ser descendientes de un mismo progenitor femenino). De cada introducción se tomó una muestra de 2 plantas y de cada planta se analizaron 2 inflorescencias; se estudiaron 129 inflorescencias en total (40 de Costa Rica, 40 de Panamá, 40 de Colombia y 9 de Brasil).

Las muestras se tomaron en el periodo de floración que va de marzo a junio de 1985. Se utilizaron inflorescencias que presentaban un desarrollo normal, completo y cercanas a su apertura.

Cuadro 2: Introducciones estudiadas de pejibaye, del Banco de Germoplasma del CATIE, de las poblaciones Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

Número de Introducción	Procedencia	Fecha de siembra
9674	Cali; Llorente; Colombia	
9682	Cali; Maya, El Trueno; Colombia	
9683	Colón; Brasil	
9689	Colón; Brasil	
11142	Cartago, Costa Rica	1962
11924	Capira; Panamá	Set. 73
11927	Colón; Panamá	"
11928	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11929	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11930	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11931	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11933	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11934	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11935	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
11936	Cirricito; Islas Lago Gatún; Panamá	"
9647	Cali; San Juan; Primavera; Colombia	Jul. 80
9656	Cali; La Chorrera; Colombia	"
9657	Cali; Tangarreal Colombia;	"
9661	Cali; Munguidò, Mercado Quibdò; Colombia	"
9668	Cali; Imbilí; Colombia	"
9673	Cali; Munguidò, Mercado Quibdò; Colombia	"

Cont...

9674	Cali; Km. 61; Colombia	"
9682	Cali; Maya, Santa Maria; Colombia	"
9683	Cali; Llorente; Colombia	"
9684	Cali; Maya, El Trueno; Colombia	"
9863	Manaos; Brasil	"
9865	Belèn; Brasil	"
9868	Belèn; Brasil	"
14142	Cartago, Costa Rica	1967
14143	Cartago, Costa Rica	"
14144	Cartago, Costa Rica	"
14145	Cartago, Costa Rica	"
14146	Cartago, Costa Rica	"
14147	Cartago, Costa Rica	"
14148	Cartago, Costa Rica	"
14149	Cartago, Costa Rica	"
14150	Cartago, Costa Rica	"
14151	Cartago, Costa Rica	"

distribución y color

gr. Forma de la racula

2- Flores masculinas

a- Largo

b- Ancho

c- Color

d- Forma de la corola

En el laboratorio se hizo un muestreo de la inflorescencia, la cual se dividió en tres partes, tomando como parte #1 la parte proximal del pedúnculo, como #2 la parte central y como #3 la parte distal. De cada posición se tomaron al azar tres raquillas y finalmente de cada raquilla se usaron 2 flores femeninas y 2 masculinas para su análisis.

3- Flores femeninas:

A todas las muestras seleccionadas se le hicieron las siguientes medidas:

c- Color

1- Raquillas:

a-Longitud total

b- Distancia de la base de la raquilla a la primera flor a femenina

c- Distancia entre flores femeninas

d- Número de flores femeninas

e- Número de flores masculinas

f- Presencia de flores hermafroditas, su distribución y color

g- Forma de la raquilla

2- Flores masculinas:

a- Largo

b- Ancho

c- Color

- d- Forma de la corola
- e- Forma del cáliz
- f- Número de estambres
- g- Posición de los estambres
- h- Número de sacos polínicos en la antera
- i- Forma del polen

3- Flores femeninas:

- a- Largo
- b- Ancho
- c- Color
- d- Longitud de la corola
- e- Forma de la corola
- f- Longitud del cáliz
- g- Forma del cáliz
- h- Longitud del estigma
- i- Forma del estigma
- j- Tamaño del ovario

Las medidas de las espigas se hicieron con un cinta métrica y las de las flores, con un calibrador 'Vernier' (exactitud 1 mm.). Para codificar los colores se utilizó el "Methuen Handbook of Color" (20).

El cuadro 4 muestra la descripción de las características estudiadas en la presente investigación.

Cuadro 3: Lista de símbolos utilizados para las características de la flor de pejibaye.

#FM	Número de flores masculinas por espiga
#FF	Número de flores femeninas por espiga
DPFF	Distancia de la base de la raquila a la primera flor femenina
DEFF	Distancia entre flores femeninas
LR	Longitud total de la raquila
LXFM	Longitud promedio de las flores masculinas
AXFM	Ancho promedio de las flores masculinas
LXFF	Longitud promedio de las flores femeninas
AXFF	Ancho promedio de las flores femeninas
LCF	Longitud del cáliz femenino
LCOF	Longitud de la corola femenina
DE	Diámetro del estigma
PROP1	$LXFM:AXFM$
PROP2	$LXFF:AXFF$
FCM	Forma del cáliz masculino
FCF	Forma del cáliz femenino
FCOF	Forma de la corola femenina
FP	Forma del polen
FMM	Flores masculinas modificadas

Cont... 4. Definiciones de las características analizadas de la flor de agave y sus diferentes estados.

CFM	Color de las flores masculinas
PCFM	Presencia de clorofila en flores masculinas
CFF	Color de las flores femeninas
PCFF	Presencia de clorofila en las flores femeninas
FH	Flores hermafroditas
CFH	Color de las flores hermafroditas
FMF	Flores masculinas fusionadas
ER	Espiga reducida
FE	Forma del estigma
#E	Número de estambres
#SA	Número de sacos polínicos
PAN	Posición de las anteras

BR	Brasil
CO	Colombia
CR	Costa Rica
PA	Panamá

Longitud promedio de las flores masculinas (promedio, cm.)
 LPH: medida de la base hasta el ápice de la flor.

Cuadro 4: Definiciones de las características analizadas de

* Ancho de la flor de pejibaye y sus diferentes estados.

(LXFM): medida hecha en la parte más ancha.

* Número de flores masculinas por raquila (promedio, cm) (#FM)

: se calculó el número de flores masculinas por medio de una relación de peso.

* Ancho promedio de las flores femeninas (promedio, cm.)

* Número de flores femeninas por raquila (promedio, cm) (#FF)

: número total de flores femeninas.

* Longitud de los pétalos de las flores femeninas (promedio,

* Distancia de la base a la primera flor femenina (promedio, cm.) (DPFF): distancia de la base de la raquila a la primera flor femenina.

* Longitud de los sépalos de las flores femeninas

* Distancia entre las flores femeninas extremas (promedio, cm.) (DEFF): distancia de la primera flor femenina a la última.

* Longitud total de las raquillas (promedio, cm.) (LR): longitud total de la raquila.

* Longitud promedio de las flores masculinas (promedio, cm.)

(LXFM): medida de la base hasta el ápice de la flor.

Cont...

* Ancho promedio de las flores masculinas (promedio, cm.)

(AXFM) : medida hecha en la parte más ancha. Flores en la

* Longitud promedio de las flores femeninas (promedio, cm.)

(LXFF): medida de la base hasta el ápice de la flor.

* Ancho promedio de las flores femeninas (promedio, cm.)

(AXFF) : medida hecha en la parte más ancha.

* Longitud de los pétalos de las flores femeninas (promedio,

cm.) (LCOF): medida de la base de la flor hasta el ápice de

la corola.

* Longitud de los sépalos de las flores femeninas

(promedio, cm.) (LCF): medida de la base de la flor hasta el

ápice del cáliz.

* Diámetro del estigma (promedio, cm.) (DE): medida obtenida

en la parte más ancha del estigma.

* Diámetro del ovario (promedio, cm.) (O): medida desde la

base de la flor hasta el extremo distal del ovario.

Cont...

Presencia de flores masculinas modificadas (FMM): se registra la presencia o ausencia de estas flores en la inflorescencia, de acuerdo con escala nominal de 0 a 7.

0 = ausencia

3 = pocas

5 = igual cantidad a las femeninas

7 = mayor cantidad que las femeninas

Color de las flores femeninas (CFF): se usa el Methuen Hand Book para codificar los colores(20).

Presencia de clorofila en las flores femeninas (PCFF): se registra la presencia o ausencia.

0 = ausencia

+ = presencia

Forma del polen (FP): El código que describe la forma del polen es el siguiente: Aparece polen de distintas formas en la misma inflorescencia.

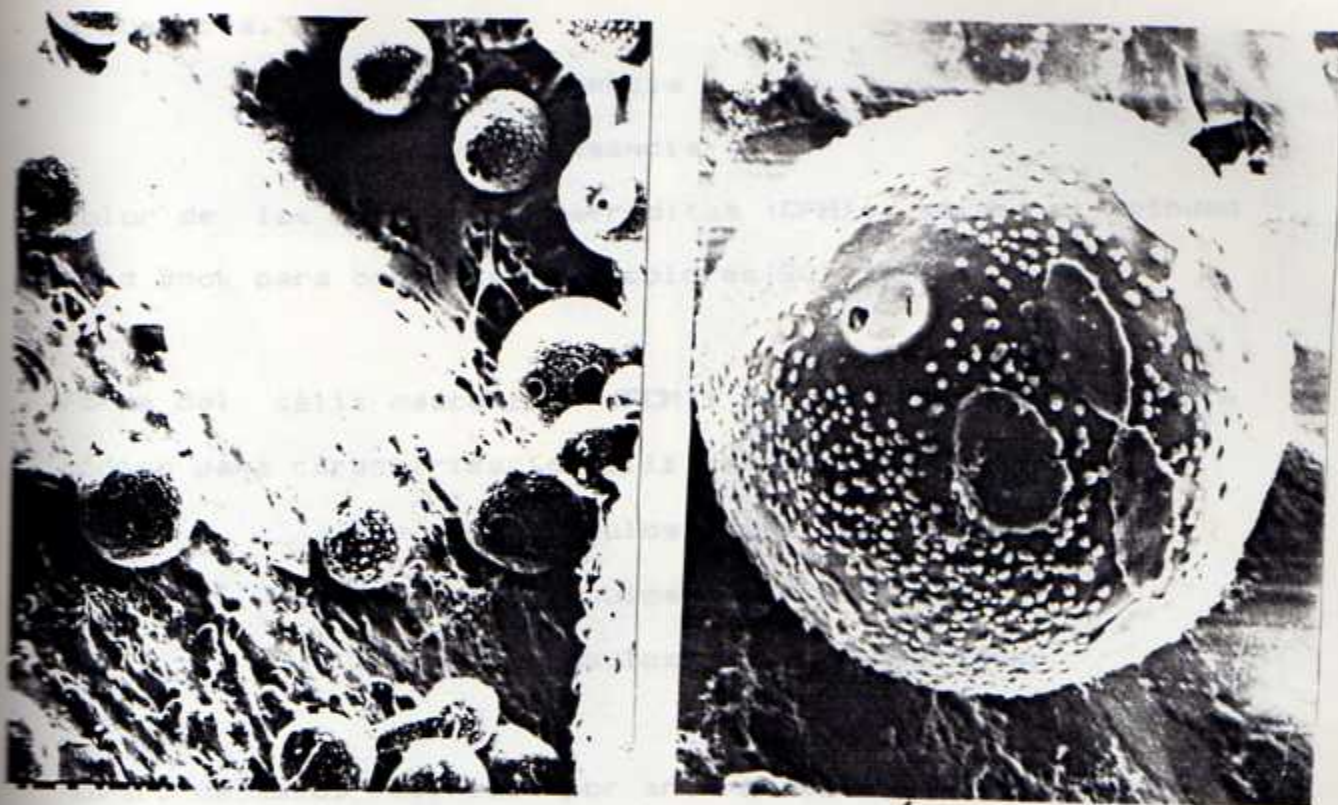
1 = piramidal y esférico;

2 = piramidal y ovoide;

3 = esférico y ovoide;

4 = esférico, ovoide y piramidal;

5 = cúbico.



polinizado en cada antera.

Fig 1 Polen de peyibaye. Fotografía al microscopio electrónico de barrido. A- Granos de polen sobre la antera (207X). B- Detalle de un grano de polen (1000X). Fotografía de Nelly Vásquez.

3 = extremo distal acuminado

3 = extremo distal largo y acuminado.

Relación largo entre ancho de flores vasculares (PMP): la longitud promedio es dividida entre el diámetro promedio.

Cont...

Presencia de flores hermafroditas (FH): se registra presencia y ausencia.

0 = ausencia

+ = presencia

Color de las flores hermafroditas (CFH): se usa el Methuen Hand Book para codificar los colores(20).

Forma del cáliz masculino (FCM): se utiliza el siguiente código para caracterizarlo. Cáliz gamosepalo, con:

1 = tres lóbulos distales;

2 = tres lóbulos distales crenados;

3 = tres lóbulos distales serrados.

Número de sacos polínicos por antera (#SA): número de sacos polínicos en cada antera.

Forma de la corola femenina (FCOF): el código que describe la forma de la corola es urceolada, con:

1 = extremo distal redondeado;

2 = extremo distal acuminado;

3 = extremo distal largo y acuminado.

Relación largo entre ancho de flores masculinas (PROP1): la longitud promedio se divide entre el diámetro promedio.

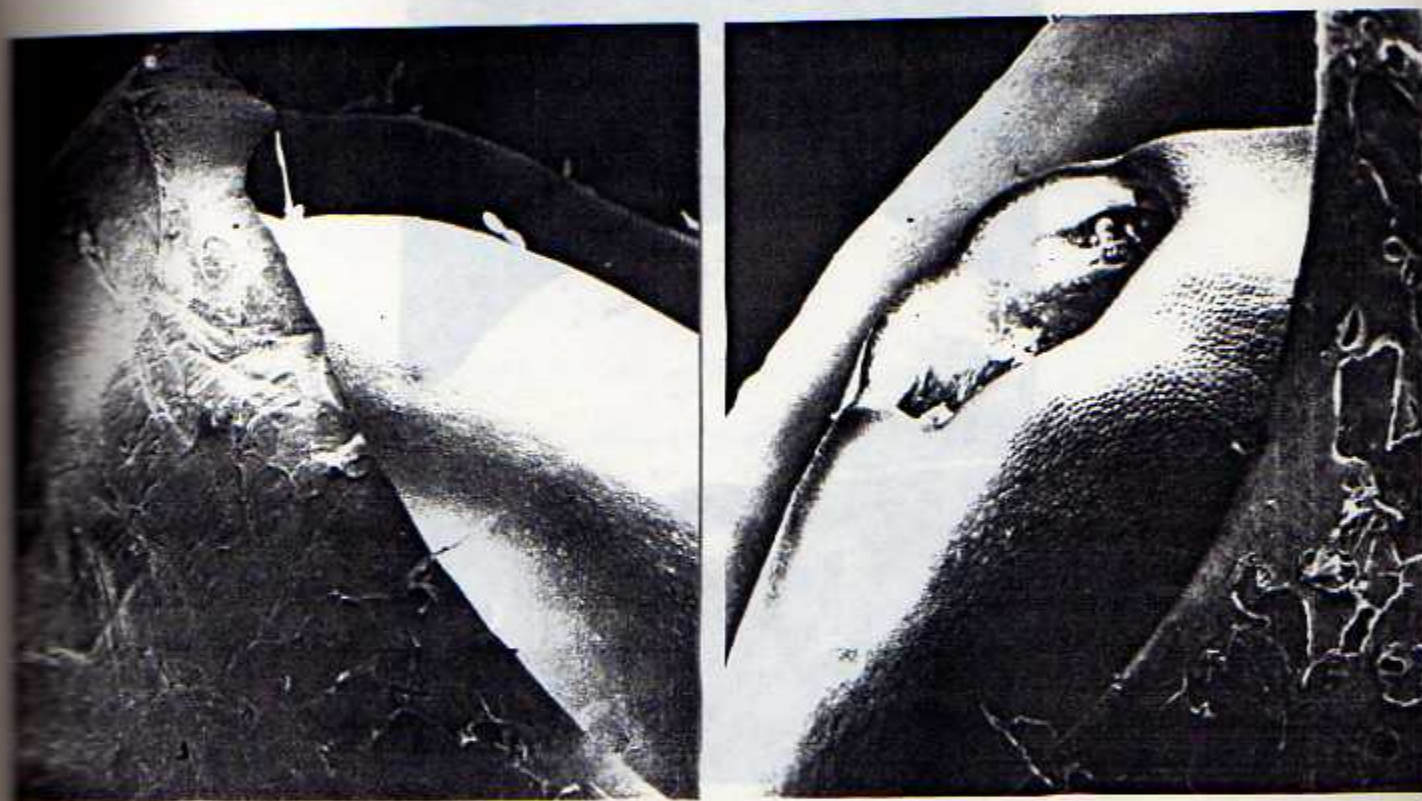


Fig 2 Flores femeninas de pejibaye, mostrando las formas de la corola. Fotografía al microscopio electrónico de barrido. A- Corola Urceolada, extremos lanceolados (35X) B- Corola Urceolada, extremos redondeados (35X). Fotografía de Nelly Vásquez.



Fig 3 Flores femeninas de pejibaye mostrando corola urceolada. Se observa la forma prominente típica de esta corola. Fotografía al microscopio electrónico de barrido. (25X). Fotografía de Nelly Vásquez.

Cont...

Cont... de estambres en las flores masculinas (SE): número de
Color de las flores masculinas (CFM): se uso el Methuen Hand
Book para codificar los colores(20). Unidades (FWF) se registra
la presencia o ausencia.

Presencia de clorofila en flores masculinas (PCFM): se
registra presencia o ausencia.

0 = ausencia

Presencia de espiga + = presencia

Forma del estigma (FE): el código que describe la forma del
estigma es el siguiente. Aparecen varias formas en la misma
inflorescencia.

Posición de la 1 = poro redondo, lóbulos no diferenciados;

2 = lóbulos diferenciados externamente y
dan apariencia de poro triangular;

3 = poro redondeado y poro alargado,

Forma del cáliz: lóbulos no diferenciados; que describe la

forma del cáliz: 4 = lóbulos diferenciados (poro triangular) y

1 = lóbulos no diferenciados (poro redondo);

5 = lóbulos diferenciados (poro triangular) y

2 = lóbulos no diferenciados (poro alargado);

6 = lóbulos no diferenciados (poro redondo y

3 = alargado, lóbulos diferenciados (poro
triangular). lanceolados;

4 = gamopétalo, entrenudos superiores orientados
hacia el interior.

Cont...

Número de estambres en las flores masculinas (#E): número de estambres en cada flor.

Presencia de flores masculinas fusionadas (FMF): se registra la presencia o ausencia.

0 = ausencia
+ = presencia

Presencia de espiga reducida (ER): se registra presencia o ausencia de espiga reducida en la raquila.

0 = ausencia

+ = presencia

Posición de la antera (PAN): se describe el siguiente código

1 = libres

2 = entrelazadas

3 = libres y entrelazadas

Forma del cáliz femenino (FCF): el código que describe la forma del cáliz es el siguiente

1 = gamosépalo con los extremos superiores redondeados;

2 = gamosépalo en sus tres cuartas partes, extremos superiores lanceolados;

3 = gamosépalo hasta la mitad, extremos superiores lanceolados;

4 = gamosépalo, extremos superiores orientados hacia el interior.

Cont...

Relación largo entre ancho de flores femeninas (PROP2): la longitud promedio se divide entre el diámetro promedio.

* Las medidas de las raquillas y las flores se hicieron al azar, tomando 9 y 18 respectivamente (2 flores de cada sexo por raquilla)

$$R.M. = 0.15 \left[\frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Promedio}} \right] \times 100$$

5- Cálculo de porcentajes de frecuencias, desviación estándar, media, moda, coeficiente de variación, error estándar.

7- Correlaciones no paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los datos se usó el paquete estadístico SPSS. Se realizaron las siguientes pruebas y cálculos:

- 1- Análisis de varianza para las características cuantitativas, para examinar las diferencias entre poblaciones.
- 2- Prueba de Duncan para determinar diferencias de promedios.
- 3- Prueba no paramétrica, Kruskal-Wallis para analizar las características cualitativas, para examinar las diferencias entre poblaciones.
- 4- Análisis discriminante de pasos (Step-Wise), Método Wilks Lambda, para determinar el orden de importancia de los descriptores.
- 5- Muestra mínima para los descriptores cuantitativos, con la siguiente fórmula(32):

$$M.M. = 0.16 \left[\frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Promedio}} \times 100 \right]^2$$

- 6- Cálculo de porcentajes de frecuencias, desviación estándar, mínimos, máximos, coeficiente de variación, error estándar.
- 7- Correlaciones no paramétricas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la presente investigación se estudiaron las características de la flor de pejibaye. Estas características se dividieron en cuantitativas y cualitativas; las primeras se definen como características que se podían medir o contar y las cualitativas todas las que determinan una cualidad, como por ejemplo, el color o la forma. Se debe tener esto muy presente, pues no se está hablando de caracteres cualitativos o cuantitativos en su sentido estricto como se entiende genéticamente.

Uno de los objetivos de este trabajo, es separar las cuatro poblaciones de pejibaye que se mantienen en el CATIE por medio de características o descriptores de su flor. Sin embargo, tres de estas características, tales como, la posición de las anteras (PAN), el número de estambres (#E) en las flores masculinas y el número de sacos polínicos (#SP) resultaron iguales en las cuatro poblaciones y por lo tanto se eliminarán en esta discusión, pues no son funcionales como descriptores de la flor de pejibaye.

La inflorescencia de pejibaye es una estructura con una rama de primer orden o raquis del cual parten ramas secundarias o raquillas (llamadas por conveniencia espigas),

que poseen flores unisexuales de ambos sexos (29).

Las flores estaminadas son numerosas, poseen seis estambres dispuestos en pares a los lados de los tres pétalos de la corola. Los estambre aparecen libres o entrelazados y cada uno tiene cuatro sacos polinicos (Fig 4). En estas flores se presentan colores entre crema claro y amarillo claro y a veces hay clorofila en ellas.

Las flores pistiladas son tricarpelares, sincárpicas y uniloculares. No tienen estilo y el estigma está formado por la unión incompleta de las ápices de los carpelos y además es expuesto pues la corola no alcanza a cubrirlo (29) (Fig 5 y 6). Estas flores presentan diferentes tonos de amarillo y algunas veces aparece clorofila en ellas.

En las espigas aparecen flores hermafroditas (FH) funcionales y además flores masculinas modificadas (FMM), que son generalmente estériles y mal diferenciadas (intersexuales). Poseen tres, cuatro o cinco pétalos más gruesos que los normales y los estambres están expuestos. Estas se llaman también flores acompañantes, pues se encuentran junto a una flor femenina y son afectadas por la fisiología de ésta que interfiere con su diferenciación, pues genéticamente son masculinas (29) (Fig 7).

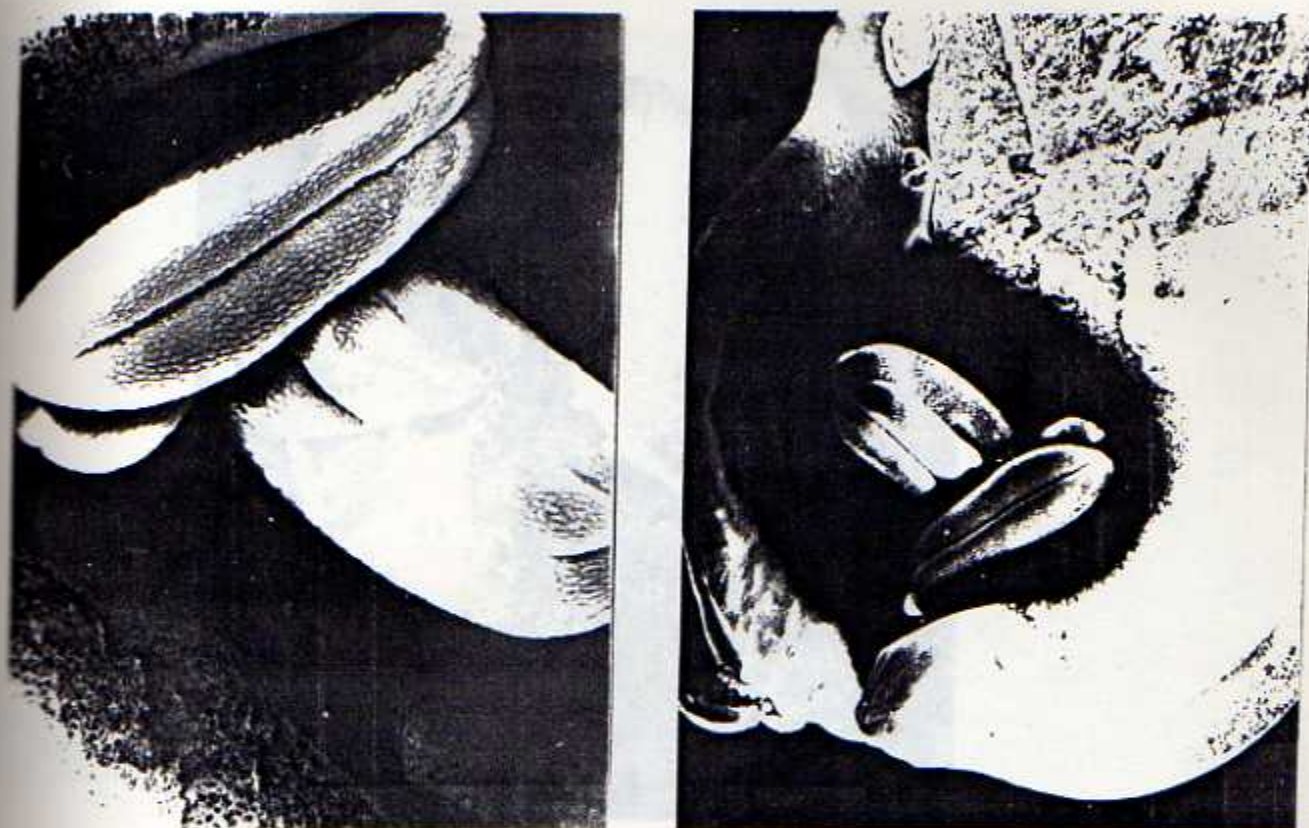


Fig 4 Anteras de pejibaye. Fotografía al microscopio electrónico de barrido. A- Antera (100X). B- Antera y corola (50X). Fotografía de Nelly Vásquez.



Fig 5 Estigma con lóbulos bien diferenciados y muy expuestos
poreo redondeado. Fotografía al microscopio electrónico
de barrido. La flecha señala un grano de polen. (33X)
Fotografía de Nelly Vásquez

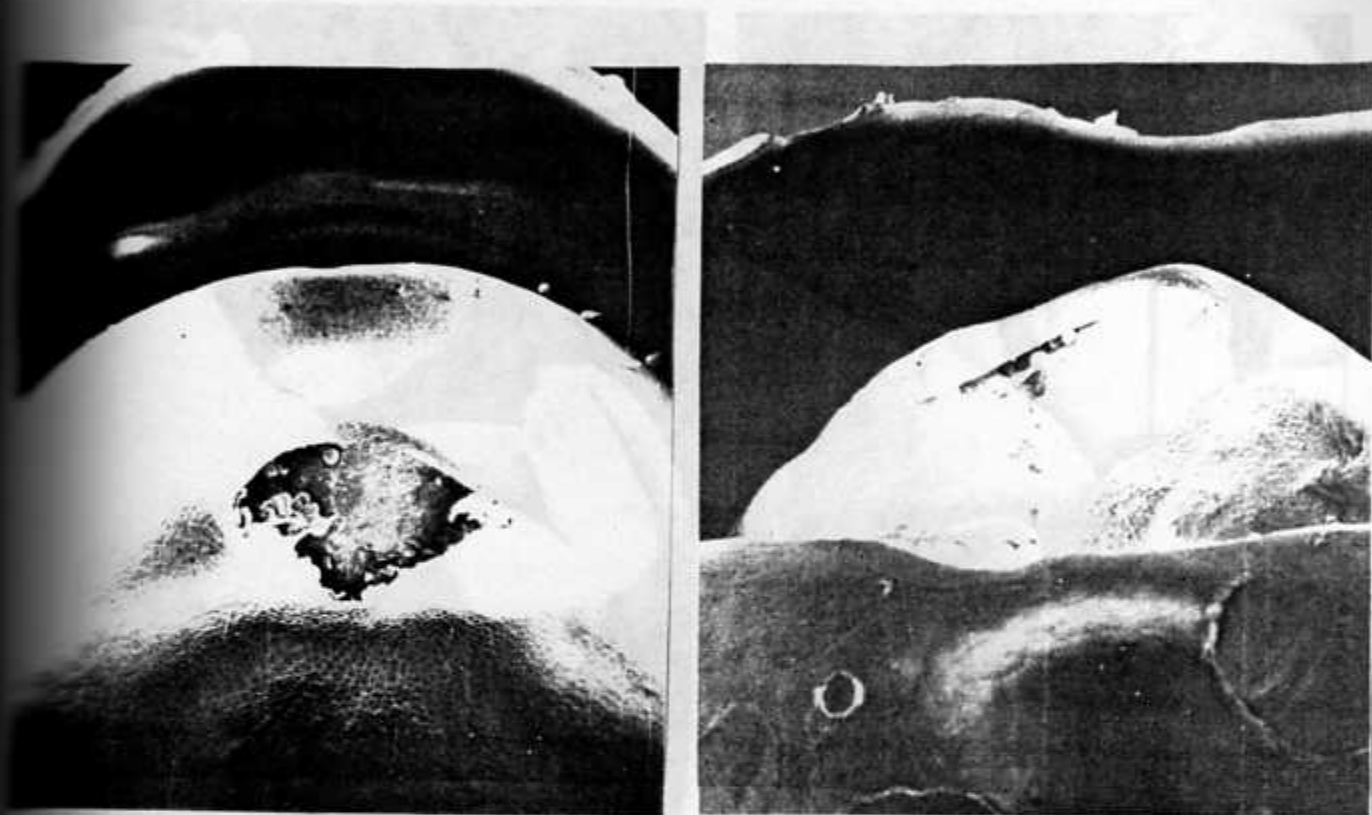


Fig 6 Flores femeninas de pejibaye. Fotografía al microscopio electrónico de barrido. A- Estigma con poro ovalado (28X). B- Estigma con poro triangular (25X) Fotografía de Nelly Vázquez.

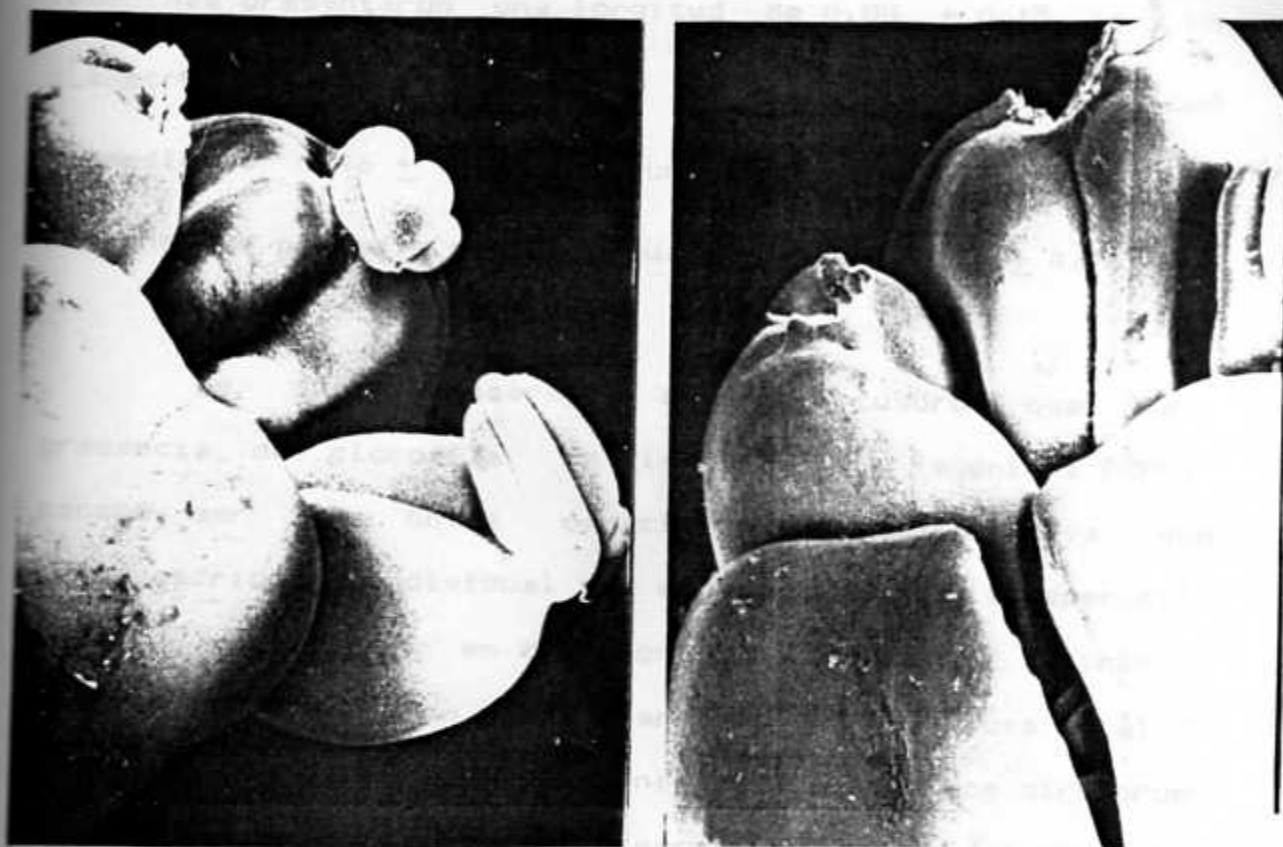


Fig 7 Flores masculinas modificadas donde se observan los pétalos modificados y las anteras en la parte superior de estos. Fotografía al microscopio electrónico de barrido (20X). Fotografía de Nelly Vázquez.

Las inflorescencias estudiadas presentaron un promedio de 21.080 flores masculinas y 318 femeninas. Las flores femeninas presentaron una longitud de 0.88 ± 0.15 cm y un diámetro de 0.80 ± 0.12 cm y las masculinas, una longitud promedio de 0.46 ± 0.05 cm y un diámetro de 0.47 ± 0.05 cm. La longitud promedio de las raquillas fue de 22.74 ± 4.76 cm.

Se puede observar en el cuadro 5 que la presencia de clorofila en las flores femeninas (PCFF) parece ser la única característica cualitativa que como descriptor individual por sí sola permita la separación de las poblaciones en tres grupos claramente definidos. Costa Rica forma un grupo aparte con una ausencia total de clorofila en las flores femeninas, Panamá hace otro grupo donde sólo un 45% de las inflorescencias analizadas presentan este carácter. Colombia y Brasil forman conjuntamente otro grupo, pues presentan ese carácter en un 80 y 89%, respectivamente, de sus inflorescencias.

Sin embargo, en el cuadro 6 se muestra, por medio de la prueba de chi cuadrado, que ciertas características cualitativas presentan diferencias que son significativas entre poblaciones y por lo tanto, se podrían utilizar para separarlas. Estas características son: forma del cáliz femenino (FCF), forma de la corola femenina (FCOF), presencia de flores masculinas modificadas (FMM), presencia de flores

Cuadro 5: Distribución de las frecuencias en porcentajes de las características cualitativas de la flor de pejibaye

Color de flores masculinas

Amarillo pálido	22.22	25.00	30.00	25.00	25.00	25
Amarillo intermedio	22.22	25.00	25.00	25.00	25.00	25
Amarillo	0.00	17.50	25.00	25.00	25.00	25
Forma del polen	BR	CO	CR	PA	TOT	TOT%
Pirám.	22.22	10.00	10.00	12.50	11.63	15
Esfer. y Ovoid.	0.00	0.00	7.50	20.00	8.53	11
Esfer. y Pirám.	0.00	0.00	25.00	10.00	10.85	14
Ovoid. y Pirám.	22.22	75.00	52.50	50.00	56.59	73
Esfer., Ovoid. y Pirám.	44.44	10.00	5.00	7.50	10.08	13
Cúbico	11.11	5.00	0.00	0.00	2.33	3

Flores masculinas modificadas

Ausencia	55.56	10.00	15.00	12.50	15.50	20
Pocas	22.22	67.50	30.00	5.00	33.33	43
= a femeninas	22.22	22.50	55.00	82.50	51.17	65

Flores masculinas funcionadas

Ausencia	100.00	72.50	97.50	77.50	83.72	108
Presencia	0.00	27.50	2.50	22.50	16.28	21

Color de flores masculinas

Amarillo pastel	0.00	2.50	37.50	20.00	18.60	24
Amarillo pálido	22.22	37.50	25.00	27.50	29.46	38
Amarillo claro	77.78	20.00	10.00	17.50	20.16	26
Blanco amarillento	0.00	20.00	0.00	2.50	6.98	9
Crema pálido	0.00	20.00	20.00	22.50	19.38	25
Crema	0.00	0.00	7.50	10.00	6.98	9

Presencia de clorofila en flores masculinas

Ausencia	0.00	17.50	55.00	25.00	30.23	39
Presencia	100.00	82.50	45.00	75.00	69.77	90

Cont...

	BR	CO	CR	PA	TOT	TOT #
Color de flores femeninas						
Amarillo pálido	33.33	55.00	50.00	55.00	51.94	67
Amarillo luminoso	66.67	15.00	0.00	2.50	10.09	13
Amarillo	0.00	17.50	32.50	35.00	26.36	34
Blanco amarillento	0.00	12.50	7.50	5.00	7.75	10
Amarillo luminoso oscuro	0.00	0.00	10.00	2.50	3.88	5
Presencia de clorofila en flores femeninas						
Ausencia	11.11	20.00	100.00	55.00	55.04	71
Presencia	88.89	80.00	0.00	45.00	44.96	58
Forma del cáliz masculino						
Gamo. 3 lóbulos distales	11.11	20.00	15.00	25.00	19.38	25
Gamo. 3 lóbulos crenados	88.89	50.00	65.00	65.00	62.02	80
Gamo. 3 lóbulos serrados	0.00	30.00	20.00	10.00	18.60	24
Forma del cáliz femenino						
Gamo. extremo redondeado	0.00	10.00	0.00	25.00	10.85	14
3/4 gamo. extremos lanceo.	77.78	70.00	32.50	62.50	56.59	73
Gamo. extremos lanceolados	0.00	20.00	45.00	12.50	24.03	31
Gamo. extremos al interior	22.22	0.00	22.50	0.00	8.53	11
Forma del estigma						
Poro redondeado	0.00	5.00	17.50	5.00	8.53	11
Poro triangular	55.56	55.00	62.50	40.00	52.71	68
Redondo y ovalado	0.00	7.50	0.00	5.00	3.88	5
Redondo y triangular	22.22	15.00	7.50	15.00	13.18	17
Ovalado y triangular	22.22	10.00	7.50	22.50	13.95	18
Oval, trian. y redondo	0.00	7.50	5.00	12.50	7.75	10
Flores hermafroditas						
Ausencia	100.00	30.00	95.00	82.50	71.32	92
Presencia	0.00	70.00	5.00	17.50	28.68	37

Cont...

	BR	CO	CR	PA	TOT	TOT #
Color de flores hermafroditas						
Verde	100.00	30.00	95.00	82.50	71.32	92
Amarillo	0.00	50.00	0.00	2.50	16.28	21
Anaranjado	0.00	5.00	5.00	10.00	6.20	8
Verde-Amarillo	0.00	5.00	0.00	2.50	2.32	3
Verde-Anaranjado	0.00	10.00	0.00	2.50	3.88	5
Espiga reducida						
Ausencia	100.00	75.00	97.50	82.50	86.05	111
Presencia	0.00	25.00	2.50	17.50	13.95	18
Forma de la corola femenina						
Extremo redondeado	100.00	45.00	70.00	50.00	58.14	75
Lanceolado corto	0.00	42.50	25.00	40.00	33.33	43
Lanceolado largo	0.00	12.50	5.00	10.00	8.53	11
Posición de las anteras						
Libres						
Entrelazados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Libres y entrelazados	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	129

hermafroditas (FH), el color de las flores (CFH) y, por supuesto, la presencia de micropila en las flores (como en el PESTO). Ahora bien, si se observa el cuadro 3 se nota que estas características están presentes en las flores andrógamas y por lo tanto en flores individuales no puede establecer una separación clara de las poblaciones. La información de estas características en la identificación de las especies se presentará más adelante.

Cuadro 6: Prueba de chi cuadrado para las características cualitativas de la flor de pejiyaye (Kruskal Wallis)

Características	Chi Cuadrado	Significancia
FCM	3.034	0.368
FCF	30.383	0.000
FCOF	18.945	0.000
FP	11.189	0.011
FMM	19.190	0.000
CFM	4.865	0.182
PCFM	12.010	0.007
CFF	1.341	0.719
PCFF	43.861	0.000
FH	30.700	0.000
CFH	28.440	0.000
FMF	4.931	0.177
ER	3.687	0.297
FE	9.930	0.019

* Ver cuadro 3 (Simbología)

hermafroditas(FH), el color de estas (CFH) y, por supuesto, la presencia de clorofila en las flores femeninas(PCFF). Ahora bien, si se observa el cuadro 5 se nota que estas características están presentes en las cuatro poblaciones y por lo tanto en forma individual no pueden establecer una separación clara de las poblaciones. La importancia de estas características en la identificación de las poblaciones se presentará más adelante.

Entre las características cuantitativas usadas en esta investigación existen dos que separan las poblaciones en tres grupos. Estas características son: longitud de las raquillas(LR), que separa mejor la población de Panamá y la distancia del extremo proximal de la raquilla a la primera flor femenina(DPFF), que separa mejor la población de Brasil, según lo indica la prueba de Duncan (Cuadro 8). Sin embargo, como se puede observar en los cuadros 7 y 8, las desviaciones estándar de las poblaciones individuales y la total, no son muy grandes. Esto indica, que no hay mucha dispersión en los datos de las muestras analizadas y por lo tanto, las poblaciones no presentan mucha variación en estas características florales; por eso no se pueden considerar muy útiles como descriptores individuales de las poblaciones estudiadas, a pesar de ser los dos mejores descriptores cuantitativos individuales aquí considerados.

Cuadro 7: Análisis de variancia de las características cuantitativas de la flor de pejibaye

Caract. #	F ratio	F prop.	Proa.	Dsv.Stand	Error	Min.	Max.
LR	44.4030	0.0000	22.7367	4.7565	0.4188	13.61	35.09
DPFF	22.2040	0.0000	4.4398	1.3506	0.1189	1.76	10.33
DEFF	10.5830	0.0000	7.1470	2.9643	0.2610	1.83	15.14
AXFM	8.4020	0.0000	0.4710	0.0456	0.0040	0.33	0.61
PROP1	6.1680	0.0006	0.9898	0.1281	0.0113	0.76	0.68
LCF	5.7000	0.0012	0.2864	0.0681	0.0066	0.14	0.56
PROP2	5.1470	0.0022	1.1023	0.1086	0.0096	0.77	1.43
AXFF	4.5660	0.0045	0.7961	0.1184	0.0104	0.54	1.15
LCDF	3.9890	0.0099	0.7790	0.1290	0.0125	0.45	1.12
LE	2.5950	0.0565	0.1622	0.0387	0.0037	0.09	0.26
#FF	2.4920	0.0632	5.9857	2.8086	0.2473	0.78	13.56
LXFF	2.3940	0.0716	0.8760	0.1470	0.0129	0.55	1.23
LXFM	0.3270	0.8061	0.4633	0.0524	0.0046	0.35	0.61
#FM	0.1930	0.9007	396.9070	96.6010	8.8930	167.00	643.00

F ratio = Valor de F

F prop. = Probabilidad

Proa. = Promedio

Dsv.Stand. = Desviación estándar

Error = Error estándar

Min = Mínimo

Max = Máximo

* Ver cuadro 3 (Simbología)

Cuadro B: Prueba de homogeneidad de promedios de DUNCAN (0.05) para las características cuantitativas de la flor de pejibaye

CARACT. #		BR	CO	CR	PA	DUNCAN	DEV. STD. TOT.
1	LR	PROM	18.2411	19.6020	22.1285	27.4912	
		DES. STAND.	0.9673	2.5309	3.1945	4.3755	
						BR-CO	4.7565
2	DPFF	PROM	3.0389	4.0755	3.9972	5.5617	
		DES. STAND.	0.4732	0.7550	1.0310	1.4920	
						BR	1.3505
3	DEFF	PROM	5.8778	6.0715	6.5528	9.1022	
		DES. STAND.	1.5150	2.1119	2.5903	3.3701	
						CR-CO	2.9643
4	AXFM	PROM	0.4500	0.4835	0.4467	0.4875	
		DES. STAND.	0.0561	0.0437	0.0370	0.0419	
						PA	0.0456
5	PROP 1	PROM	1.0795	0.9490	1.0394	0.9608	
		DES. STAND.	0.2443	0.1021	0.1031	0.1167	
						CR-BR	0.1281
6	CFF	PROM	0.3211	0.3110	0.2543	0.2743	
		DES. STAND.	0.0344	0.0841	0.0442	0.0543	
						CR-PA	0.0681
7	PROP 2	PROM	1.0811	1.0528	1.1373	1.1216	
		DES. STAND.	0.0775	0.1129	0.1044	0.0979	
						PA-CO-BR	0.1086
8	AXFF	PROM	0.8589	0.8112	0.7435	0.8195	
		DES. STAND.	0.0710	0.1397	0.1115	0.0922	
						CO-BR	0.1184
9	LCOF	PROM	0.8311	0.7750	0.7217	0.8254	
		DES. STAND.	0.0443	0.1429	0.1191	0.1152	
						CR-CO	0.1290
10	LE	PROM	0.1644	0.1527	0.1777	0.1586	
		DES. STAND.	0.0328	0.0439	0.0317	0.0359	
						CO-PA-BR	0.0387

Cont...

	CARACT.		BR	CO	CR	PA	DUNCAN	DV. STD. TOT.
11	#FF	PROM	6.7067	5.5150	5.4193	6.8605	CR-CO-BR	2.8086
		DESV. STAND	1.9411	2.6003	2.9815	2.8291	BR-PA	
12	LXFF	PROM	0.9244	0.8508	0.8480	0.9185	CR-CO-PA-BR	0.1470
		DESV. STAND	0.0422	0.1562	0.1630	0.1255		
13	LXFM	PROM	0.4744	0.4580	0.4628	0.4668	CO-CR-PA-BR	0.0524
		DESV. STAND	0.0397	0.0576	0.0460	0.0563		
14	#FM	PROM	347.7800	382.4190	428.1250	396.3450	BR-CO-CR-PA	96.6010
		DESV. STAND	77.2440	73.4560	70.9970	74.2900		

* Ver cuadro 3 (Simbología)

Entre las correlaciones interesantes que se observan en el cuadro 9, tenemos las que se dan entre la localidad y el número total de flores masculinas, como de las femeninas.

La característica número de flores masculinas presente en las raquillas(#FM), no es confiable porque a la hora de hacer las observaciones se introdujo mucho error, debido a que no hubo uniformidad en el tiempo transcurrido entre la recolección y el cálculo de su número, pues se obtuvo por medio de una relación de peso/número. Por ésta razón, esta característica no sirve en este caso como descriptor individual para separar las cuatro poblaciones estudiadas.

Al estudiar las correlaciones, se encuentra que el número de flores masculinas(#FM) está correlacionado con el número de flores femeninas(#FF) en cada raquilla, con la longitud de la raquilla(LR) y con la distribución de flores femeninas en las raquillas, o sea con la distancia de la base de la raquilla a la primera flor femenina(DPFF) y con la distancia entre flores femeninas(DEFF). A su vez, y como es de esperar, el número de flores femeninas(#FF) muestra también correlaciones con todas las características mencionadas. Estas correlaciones demuestran la relación que existe entre el tamaño de la raquilla con la distribución de las flores y con la cantidad de éstas presentes en cada raquilla(Cuadro 9).

Entre las correlaciones interesantes que se observan en el cuadro 9, tenemos las que se dan entre la longitud y el ancho tanto de flores masculinas, como de las femeninas.

Cuadro 9: Correlaciones no paramétricas significativas de las características cuantitativas de la flor de pejibaye

CARACT. #	#FF	DPFF	DEFF	LR	LXFM	AXFM	LXFF	AXFF	LCF	LCOF
#FM	0.2333		0.3109	0.3920		-0.2618	-0.2436	-0.4291	-0.3046	-0.3144
	0.0050		0.0010	0.0010		0.0020	0.0040	0.0010	0.0010	0.0010
#FF	1.0000		0.8526	0.4360	-0.2350					
	0.0010		0.0010	0.0010	0.0040					
DPFF		1.0000		0.4546		0.2433				
		0.0010		0.0010		0.0030				
DEFF			1.0000	0.6859						
			0.0010	0.0010						
LR				1.0000		0.2972	0.2478			
				0.0010		0.0010	0.0020			
LXFM					1.0000	0.3474	0.6276	0.4724	0.3380	0.5755
					0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
AXFM						1.0000	0.4237	0.5117	0.2621	0.4947
						0.0010	0.0010	0.0010	0.0030	0.0010
LXFF							1.0000	0.7716	0.2744	0.8868
							0.0010	0.0010	0.0020	0.0010
AXFF								1.0000	0.2251	0.7302
								0.0010	0.0100	0.0010
LCF									1.0000	0.4507
									0.0010	0.0010
LCOF										1.0000
										0.0010

* Ver cuadro 3 (Simbología)

Además estas están relacionadas con la cantidad de flores masculinas, más no así con la cantidad de flores femeninas. Parece clara la correlación negativa de la longitud y el ancho de las flores masculinas y femeninas con la cantidad de flores masculinas presentes en la raquila. Como es de esperar, si hay flores de ambos sexos muy anchas, se reducirá la cantidad de flores masculinas, pero no sucederá lo mismo con la cantidad de flores femeninas. Esta situación parece indicar que el número de flores masculinas está influido por el ambiente y por lo tanto, es más variable que el número de flores femeninas. Esto se puede tomar como una estrategia reproductiva de la planta.

• En los cuadros 9, 10 y 11 se presentan las correlaciones de todas las características analizadas en esta investigación. Se puede observar en estos tres cuadros que existen muchas correlaciones significativas, sin embargo, algunas de ellas no tienen sentido o carecen de importancia y por lo tanto no serán comentadas.

Entre las características cualitativas se obtienen correlaciones interesantes entre los colores, que parecen no estar influidos por la edad (Cuadro 12). Se puede observar en el cuadro 10 que el color de las flores femeninas (CFF) está altamente correlacionado con el color de las flores masculinas (CFM), lo cual es de esperarse, así como también con

Cuadro 10: Correlaciones no paramétricas significativas de las características cualitativas de la flor de pejiyaye

CARACT. #	FCF	FCOF	FP	FHM	CFM	PCFM	CFF	PCFF	FH	CFH
FCF	1.0000	-0.2349				-0.2420		-0.3558		
	0.0010	0.0040				0.0030		0.0010		
FP			1.0000	-0.2566		0.2395				
			0.0010	0.0020		0.0030				
FHM				1.0000		-0.3177			-0.1661	
				0.0010		0.0010			0.0300	
CFM					1.0000		0.4483			
					0.0010		0.0010			
PCFM						1.0000	-0.2567	0.4932	0.2309	
						0.0010	0.0020	0.0010	0.0040	
CFF							1.0000	0.3530		
							0.0010	0.0010		
PCFF								1.0000	0.2882	0.2595
								0.0010	0.0010	0.0010
FH									1.0000	0.9844
									0.0010	0.0010
CFH										1.0000
										0.0010

* Ver cuadro 3 (Simbología)

Cuadro 11: Correlaciones no paramétricas significativas de las características cualitativas VRS.cuantitativas de la flor de pejibaye

CARACT. #1	#FF	DEFF	LR	LXFM	AXFM	LXFF	AXFF	LCF	LCOF
FCF	0.2664	-0.2391							
	0.0010	0.0030							
FMM		0.3170	0.5220						
		0.0010	0.0010						
CFM				0.2575		0.3263	0.4379	0.4379	
				0.0020		0.0010	0.0010	0.0010	
FH			-0.2269						
			0.0050						
CFH			-0.2301						
			0.0040						
FMF					0.2354		0.3329	0.3329	0.3018
					0.0040		0.0010	0.0010	0.0010
ER					0.2401		0.2871	0.2871	0.2920
					0.0030		0.0010	0.0010	0.0010

* Ver cuadro 3 (Simbología)

la presencia de flores en estos tipos de flores: DPFF, PCFF.

El análisis discriminante es una técnica estadística que opera con una combinación de variables, las cuales son categorizadas de acuerdo a su valor discriminante. En un análisis discriminante se busca determinar si las variables dadas pertenecen a una población o a otra.

Cuadro 12. Correlaciones significativas de las características de la flor de pejibaye con la edad de las poblaciones estudiadas

Caract †	Valor	Sign.
DPFF	-0.5020	0.001
DEFF	0.3682	0.001
LR	-0.7009	0.001
FP	0.2993	0.001
FMM	0.4229	0.001
PCFF	0.3575	0.001
FH	0.3249	0.001
CFH	0.2960	0.001

† Ver cuadro 3 (Simbología)

la presencia de clorofila en ambos tipos de flores(PCFF,PCFM).

El análisis discriminante es una prueba estadística que opera con asociación de variables, las cuales son catalogadas de acuerdo a su valor discriminante. Es así un análisis multivariado que se utiliza para determinar cuales variables sirven para separar poblaciones. Es lo suficientemente robusto para trabajar con descriptores cualitativos y cuantitativos a la vez. En el método de pasos (step-wise), el programa prueba cada descriptor individualmente en la función que va a discriminar entre las poblaciones, y escoge los mejores para esta tarea. En esta forma, desarrolla una función con el máximo de eficiencia y a la vez ordena los descriptores que son útiles para la separación (17,34).

El análisis discriminante escogió diez de las características como descriptores para separar las cuatro poblaciones estudiadas (Cuadro 13). De estas diez características, cinco son cualitativas. Estas son: presencia de clorofila en flores femeninas(PCFF), presencia de flores hermafroditas(FH), forma del cáliz femenino(FCF), forma del cáliz masculino(FCM) y color de las flores masculinas(CFM).

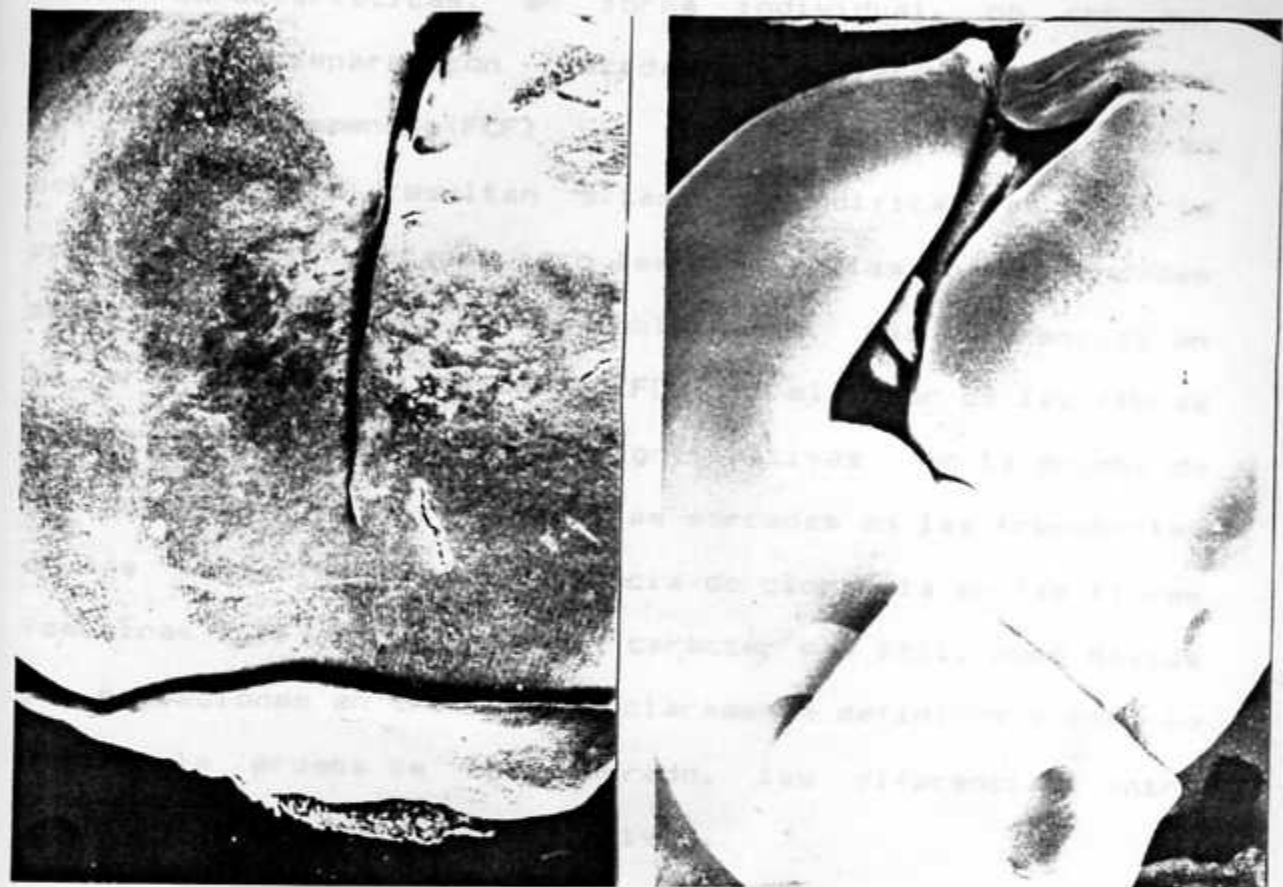


Fig 8 Flores masculinas de pejibaye, donde se observa el cáliz gamosépalo con los extremos distales lanceolados
Fotografía al microscopio electrónico de barrido (20X)
de Nelly Vásquez

La longitud total de las raquillas y la distancia a la primera flor femenina parecen ser buenos descriptores, pues forman tres grupos con la prueba de Bartlett, lo que permite

Si se observan los cuadros 5 y 6 se podrá determinar que estas características, en forma individual, no son muy útiles para separar con claridad las poblaciones. La forma del cáliz femenino (FCF) y la presencia de flores hermafroditas (FH) resultan altamente significativas según la prueba de chi cuadrado, pero las diferencias no son marcadas según las frecuencias de las poblaciones. Las diferencias en la forma del cáliz masculino (FCM) y el color de las flores masculinas (CFM) no resultan significativas en la prueba de chi cuadrado y no hay diferencias marcadas en las frecuencias de las poblaciones. La presencia de clorofila en las flores femeninas (PCFF) parece ser un carácter más útil, pues divide las poblaciones en tres grupos claramente definidos y como lo muestra la prueba de chi cuadrado, las diferencias entre ellas son altamente significativas.

Las características cuantitativas que seleccionó el análisis discriminante como descriptores importantes son: Longitud de las raquillas (LR), distancia del extremo proximal a la primera flor femenina (DPFF), ancho de las flores femeninas (AFF), ancho de las flores masculinas (AFM) y cantidad de flores femeninas en las raquillas (#FF) (Cuadro 13)

La longitud total de las raquillas y la distancia a la primera flor femenina parecen ser buenos descriptores, pues forman tres grupos con la prueba de Duncan, lo que permite

separar las poblaciones de Costa Rica y Panamá en el primer caso y el segundo, separa las de Brasil y Panamá. Sin embargo, las características seleccionadas no parecen ser de mucha utilidad en este sentido cuando son consideradas aisladamente (Cuadro 13).

Lo que sucede es que el análisis discriminante es un análisis multivariado y aunque ninguna característica en forma individual sirve como un buen discriminador, estas diez características pueden separar las poblaciones.

Cuadro 13: Descriptores seleccionados para la flor de pejibaye por el análisis discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

Posición	Var. #	Wilks' Lambda	Sig.	Nombre
1	LR	0.484106	0.0000	Longitud de las raquillas
2	PCFF	0.257547	0.0000	Presencia de clorofila en flores femeninas
3	FH	0.175332	0.0000	Presencia de flores hermafroditas
4	FCF	0.151044	0.0000	Forma del cáliz femenino
5	DPFF	0.120943	0.0000	Distancia a la primera flor femenina
6	AXFF	0.104051	0.0000	Ancho promedio de flores femeninas
7	AXFM	0.089536	0.0000	Ancho promedio de flores masculinas
8	CFM	0.076598	0.0000	Color de flores masculinas
9	#FF	0.070261	0.0000	Número de flores femeninas
10	FCM	0.065597	0.0000	Forma del cáliz masculino

Ver cuadro 3 (Simbología)

separar las poblaciones de Costa Rica y Panamá en el primer caso y el segundo, separa las de Brasil y Panamá. Sin embargo las otras tres características no parecen ser de mucha utilidad en este sentido cuando son consideradas aisladamente (Cuadro 8).

Lo que sucede es que el análisis discriminante es un análisis multivariado y aunque ninguna característica en forma individual sirva como un buen descriptor, en conjunto estas diez características pueden separar las cuatro poblaciones con un 89.15% de certeza como se muestra en el cuadro 15. Se puede observar que la población de Brasil es la más fácil de discriminar correctamente pues sus inflorescencias no se confunden con las de ninguna otra población. Esto demuestra que esta población es la más diferenciada de las cuatro y además aporta una confirmación de que pertenece a una zona geográfica diferente a las otras poblaciones analizadas, dando apoyo a la proposición de Mora Urpi (29). También se puede observar en este cuadro (15) y en la figura 9 que las poblaciones de Costa Rica y Panamá tienen mayor afinidad entre sí en sus relaciones filogenéticas pues son los grupos más difíciles de separar correctamente por medio de las características de la flor, posiblemente por pertenecer a la misma zona geográfica sin que existan otras barreras físicas al flujo de genes más que la distancia.

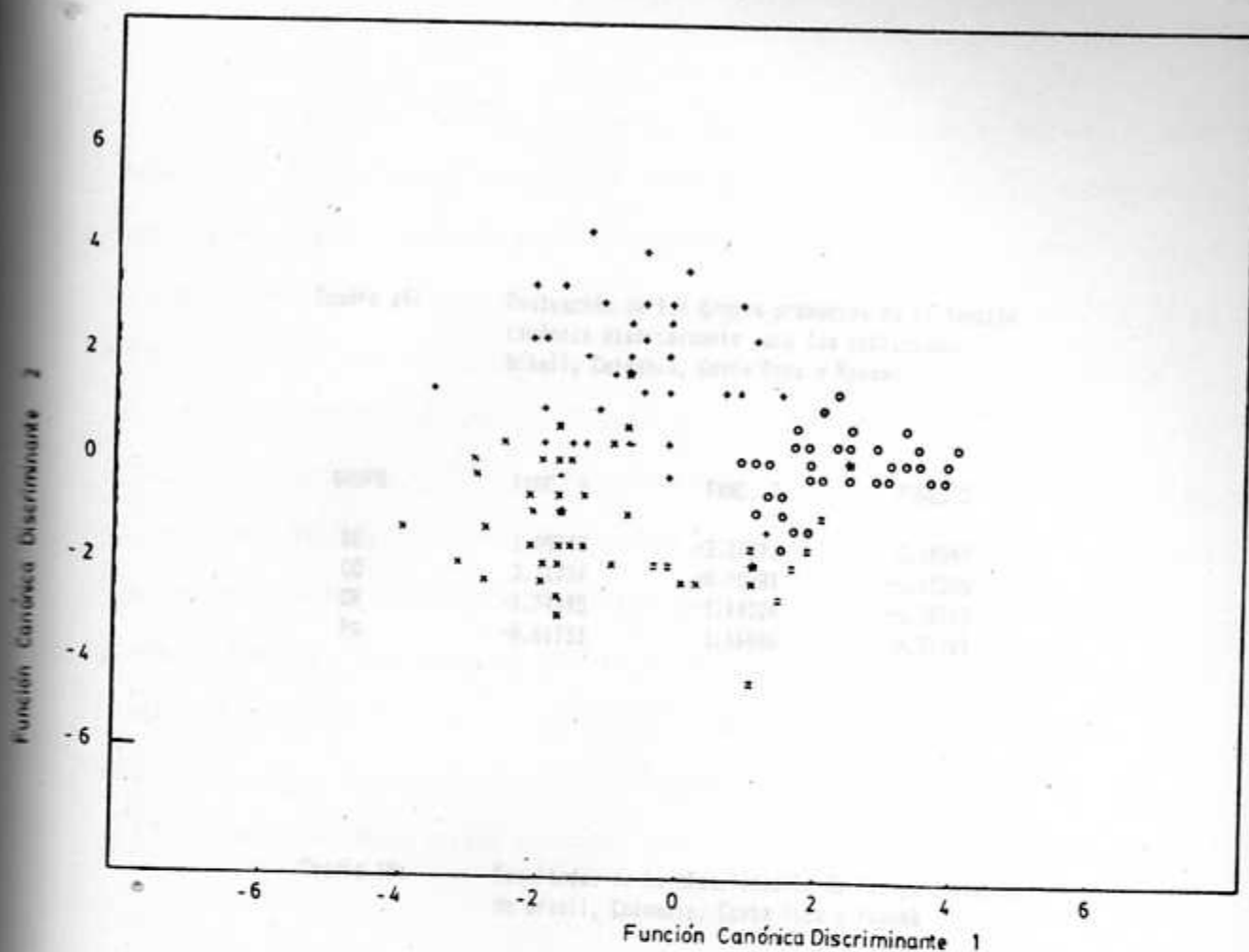


Fig 9 Mapa territorial indicando la posición del centroide y la distribución espacial de las poblaciones, dada por la función canónica discriminante para los descriptores de las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá. Simbología: $\bullet$ = Brasil, o Colombia, $+$ = Panamá y $\times$ = Costa Rica.

Cuadro 14: Evaluación de los grupos promedios de la función
canónica discriminante para las poblaciones
Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

GRUPO	FUNC. 1	FUNC. 2	FUNC. 3
BR	1.09749	-2.10141	2.10295
CO	2.31734	-0.05081	-0.40385
CR	-1.74695	-1.14524	-0.38715
PA	-0.81733	1.66886	0.31783

Cuadro 15: Resultados de la clasificación de las poblaciones
de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

POB	# de cas.	BR	CO	CR	PA
BR	9	9	0	0	0
		100%	0.0%	0.0%	0.0%
CO	40	2	38	0	0
		5%	95%	0.0%	0.0%
CR	40	1	1	36	2
		2.5%	2.5%	90%	5%
PA	40	1	2	5	32
		2.5%	5%	12.5%	80%

*Porcentaje correcto de clasificación: 89.15%

El análisis discriminante separa las poblaciones por medio de funciones lineales. Como se observa en el cuadro 16 aparecen tres funciones utilizadas para separar las cuatro poblaciones de pejibaye estudiadas. Este cuadro da los coeficientes estandarizados de cada función discriminante y con éstos podemos determinar las líneas que separan las poblaciones en un plano espacial y observar la distribución de ellas en la figura 9. Se pueden observar también los centroides de cada población, que son los puntos centrales o promedios de cada una, los cuales por su distancia nos indican el grado en que las poblaciones pueden estar separadas y además se pueden determinar estos aplicando las funciones que aparecen en los cuadros 14 y 23.

El cuadro 17 muestra los coeficientes de la función de discriminación para cada población. Por medio de este cuadro podemos ubicar una inflorescencia cuya procedencia desconocemos. Por ejemplo, se toman las medidas de la inflorescencia incógnita y se multiplica cada una por el valor que tiene la característica; luego se suman estos valores a la constante y el resultado se ubica en el gráfico del discriminante (en este caso, en la figura 9). Este resultado se debe acercar al centroide de la población a la cual se cree que pertenece la inflorescencia. Es conveniente hacer los cálculos para todas las poblaciones para asegurar un resultado correcto.

El valor característico que se obtiene del análisis discriminante asociado a la correlación canónica denota la habilidad de cada función para separar los grupos. Es una medida espacial que se da en el proceso de derivación de la función discriminante. La suma total de éstos es el porcentaje de variancia, explicada por las funciones discriminantes. Ahora bien, la correlación canónica es una medida de la asociación entre la función discriminante y el grupo de variables que definen los grupos asociados (17).

El análisis discriminante funciona por pasos y en cada paso se selecciona un descriptor. La característica seleccionada como descriptor será la que presenta el Wilks' Lambda menor. El Wilks' Lambda es la distancia entre grupos y entre más pequeño sea, más grande será la F y por lo tanto mayor valor de discriminación (17)

Se puede observar en el cuadro 18 que el valor característico de la primera función es alto, como el de la correlación canónica y la proporción de variancia. Esto indica que esta función es buena para separar las poblaciones, como también lo son las otras dos funciones en menor grado.

Cuadro 17: Coeficientes de clasificación de la función lineal de Fisher para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

POB	BR	CO	CR	PA
‡ BFM	2.0738	1.9194	1.2972	1.4874
‡ DPFF	3.7703	5.1189	3.4419	5.3017
‡ LR	-1.3340	-1.3873	-0.3041	-0.2268
‡ AXFM	268.4851	333.5899	296.8061	300.0710
‡ AXFF	-13.1605	-14.2843	-7.9217	-13.2781
‡ FCM	6.9225	8.4869	7.5194	7.0756
‡ FCF	0.5048	-0.9498	0.3930	-1.2656
‡ CFM	1.3385	2.1020	0.9912	1.6392
‡ PCFF	8.5937	7.9250	-0.4304	3.1336
‡ FH	-0.1465	6.5558	1.0861	1.8921
CONST.	-84.4261	-99.7511	-79.4860	-98.2990

‡ Ver cuadro 3 (Siabologia)

Para hacer un análisis discriminante entre poblaciones, estas deben definirse en un espacio, tiempo, edad, sexo, hábitat y quizás comportamiento. Además debe existir similitud en la mayoría de los factores para que la comparación sea correcta, pues las características cuantitativas están influenciadas por las condiciones ambientales y sus variaciones, además de la edad de los sujetos.

Cuadro 18: Función canónica discriminante para las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá

En esta investigación hay diferencias estadísticas entre las poblaciones estudiadas, Costa Rica y Panamá son poblaciones adultas.

FUNC.	Val.Car.	% Var.	Cor.Can.	Desp.Fun.	Wilks'	Chi-2	G.L.	Sig.
1	2.9955	59.01	0.8659	0	0.0656	329.63	30	0.0000
2	1.6297	32.11	0.7872	1	0.2621	162.03	18	0.0000
3	0.4509	8.88	0.5575	2	0.6892	45.03	8	0.0000

Val Car. = Valor Característico
 % Var. = Porcentaje de variancia
 Cor. Can. = Correlación canónica
 G.L. = Grados de libertad

Las figuras 19, 20 y 21, muestran el análisis discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá. Se puede observar que cuatro de las cinco características que seleccionó este análisis, están presentes como descriptores en el análisis hecho para las cuatro poblaciones, solamente la forma del polen fue incluida como

Para hacer un análisis discriminante entre poblaciones, éstas deben definirse en un espacio, tiempo, sexo, edad, hábitat y quizás comportamiento. Además debe existir similitud en la mayoría de los factores para que la comparación sea correcta, pues las características cuantitativas están influidas por las condiciones del medio y sus variaciones, además de la edad de las plantas (34,35).

En esta investigación hay diferencias grandes en edad entre las poblaciones estudiadas, Costa Rica y Panamá son poblaciones adultas y Brasil y Colombia son jóvenes.

Se consideró que, por lo tanto, el análisis discriminante anteriormente citado encerraría un grado considerable de error por las diferencias de edad entre las poblaciones. Para obtener alguna información sobre la magnitud de este error se hizo un análisis considerando únicamente las poblaciones adultas (Costa Rica y Panamá).

Los cuadros del 19 al 24 y la figura 10 muestran el análisis discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá. Se puede observar que cuatro de las cinco características que seleccionó este análisis, están presentes como descriptores en el análisis hecho para las cuatro poblaciones, solamente la forma del polen fue incluida como

Cuadro 19: Descriptores de la flor de pejibaye seleccionados por el análisis discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá

Posición	Variable ‡	Wilks' Lambda	Sig.	Nombre
1	PCFF	0.659091	0.0000	Presencia de clorofila en flores femeninas
2	FCF	0.535315	0.0000	Forma del cáliz femenino
3	DPFF	0.386144	0.0000	Distancia a la primera flor femenina
4	CFM	0.346410	0.0000	Color en flores masculinas
5	FP	0.326730	0.0000	Forma del polen

Cuadro 20: Coeficientes de la función de clasificación para las poblaciones de Costa Rica y Panamá (Función discriminante lineal de Fisher)

POB	CR	PA
DPFF ‡	1.5800	3.0574
FCF ‡	2.3206	0.4810
FP ‡	5.0085	4.2952
CFM ‡	0.7169	1.2736
PCFF ‡	-0.9006	4.3393
Constante	-23.0035	-24.0090

‡ Ver cuadro 3 (Simbología)

Cuadro 20: Coeficientes discriminantes
de la función canónica discriminante
para las poblaciones de Costa Rica
y Panamá

Cuadro 21: Función discriminante canónica
para las poblaciones de Costa Rica
y Panamá

Cuadro 21: Función canónica discriminante para las poblaciones
Costa Rica y Panamá

Funcion	Val.Car.	% de Var.	Cor.Can.	:
1	2.04201	100.00	0.818310	:

Despues Funcion	Wilks' Lambda	Chi 2	G.L.	Sig.
0	0.328729	59.52	5	0.00

Val.Car. = Valor característico
% Var. = Porcentaje de variancia
Cor.Can. = Correlación canónica
G.L. = Grados de libertad

Porcentaje correcto de clasificación: 88.72%

Cuadro 22: Coeficientes estandarizados de la función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá

CARACT. #	FUNC 1
DPFF	0.52577
FCF	-0.65468
FP	-0.25382
CFM	0.19814
PCFF	1.86476
Constante	-0.30939

Cuadro 23: Función canónica discriminante para las poblaciones de Costa Rica y Panamá (grupos centroides)

POB.	FUNC. 1
CR	-1.35652
PA	1.45342

Ver cuadro 3 (Simbología)

Cuadro 24: Resultados de la función de clasificación para las poblaciones de Costa Rica y Panamá

Pob	# de cas.	Costa Rica	Panamá
Costa Rica	40	38	2
		95%	5%
Panamá	40	7	33
		17.5%	82.5%

Porcentaje correcto de clasificación: 88.75%

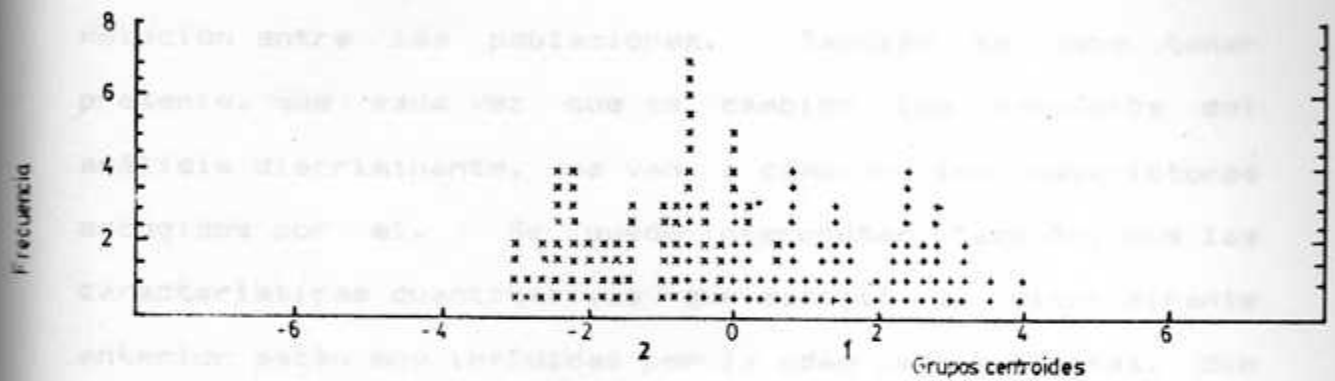


Fig 10 Distribución de las plantas en relación a los centroides dada por la función canónica discriminante para los descriptores de las poblaciones de Costa Rica y Panamá. Simbología x Costa Rica y + Panamá.

descriptor nuevo. También se puede notar que de las características escogidas, solamente una es cuantitativa. Hay que tomar en cuenta que se están analizando solamente dos poblaciones que están muy relacionadas entre sí, como se puede ver en los cuadros 15 y 24. Los errores de clasificación pueden ser interpretados como un grado de relación entre las poblaciones. También se debe tener presente, que cada vez que se cambien los supuestos del análisis discriminante, se van a cambiar los descriptores escogidos por él. Se puede interpretar también, que las características cuantitativas que escogió el discriminante anterior están muy influidas por la edad de las plantas. Sin embargo, si se observa el cuadro 12 se nota que de las características cuantitativas seleccionadas como descriptores por el análisis discriminante, solamente la longitud de las raquillas (LR) y la distancia a la primera flor femenina (DPFF) están negativamente correlacionadas con la edad de las poblaciones, los otros tres descriptores cuantitativos seleccionados no parecen estar influidos por ella.

Este análisis obtuvo un 88.75% de clasificación correcta, lo que indica que con tan pocas características seleccionadas, se puede hacer una separación adecuada de estas dos poblaciones.

Esto se debe principalmente a que se presenta un estado de nutrición que no se ha ajustado al ciclo de producción y no necesariamente refleja que exista

Otro factor que también se creyó que pudo influir sobre el análisis estadístico fue la muestra tan pequeña que se utilizó de Brasil. Sin embargo, se hizo un análisis eliminando esta población y no se encontró diferencia significativa entre los resultados de éste con respecto al que incluye las cuatro poblaciones (Cuadros 13, 15, 25 y 26). En este caso cambia, el orden de la posición del color de las flores masculinas (CFM) y desaparece el ancho de las flores femeninas como descriptor. La resolución mejoró ligeramente, pues clasifica las poblaciones con un 91.67% de certeza (en las cuatro poblaciones, este valor era de 89.15%), lo que lo hace un poco más exacto. En este análisis, donde se consideran sólo tres poblaciones, la de Colombia es la más fácil de discriminar, pues es la más diferenciada. No se confunde ninguna inflorescencia de ella con las de las otras dos poblaciones (Cuadro 26). Si se compara este análisis con el de las cuatro poblaciones, se notará que se confundieron cinco inflorescencias de Colombia con la población de Brasil, pero no confunde ninguna con Costa Rica y Panamá (Cuadro 15). Esto se podría deber a que las de Brasil y Colombia son poblaciones jóvenes y la primera floración de una plantación siempre es errática y más afectada por el ambiente si se compara con la floración de una plantación adulta; esto se debe principalmente a que se presenta un estado de nutrición que no se ha ajustado al ciclo de producción y no necesariamente refleja que exista

Cuadro 25: Descriptores seleccionados por el análisis discriminante para las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá.

Posición	Variable †	Wilks' Lambda	Nombre
1	LR	0.517825	Longitud de la raquilla
2	PCFF	0.282690	Presencia de verde en flores femeninas
3	FH	0.214849	Presencia de flores hermafroditas
4	FCF	0.182092	Forma del cáliz femenino
5	DPFF	0.148384	Distancia a la primera flor femenina
6	CFM	0.128695	Color de flores masculinas
7	AXFM	0.113823	Ancho promedio de flores masculinas
8	#FF	0.106383	Cantidad de flores femeninas
9	FCM	0.101260	Forma del cáliz masculino

† Ver cuadro 3 (Simbología)

Cuadro 26: Resultados de la función de clasificación de las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá

POB	# de cas.	CO	CR	PA
CO	40	40	0	0
		100%	0.0%	0.0%
CR	40	1	37	2
		2.5%	92.5%	5%
PA	40	3	4	33
		7.5%	10%	82.5%

Porcentaje correcto de clasificación es 91.67%

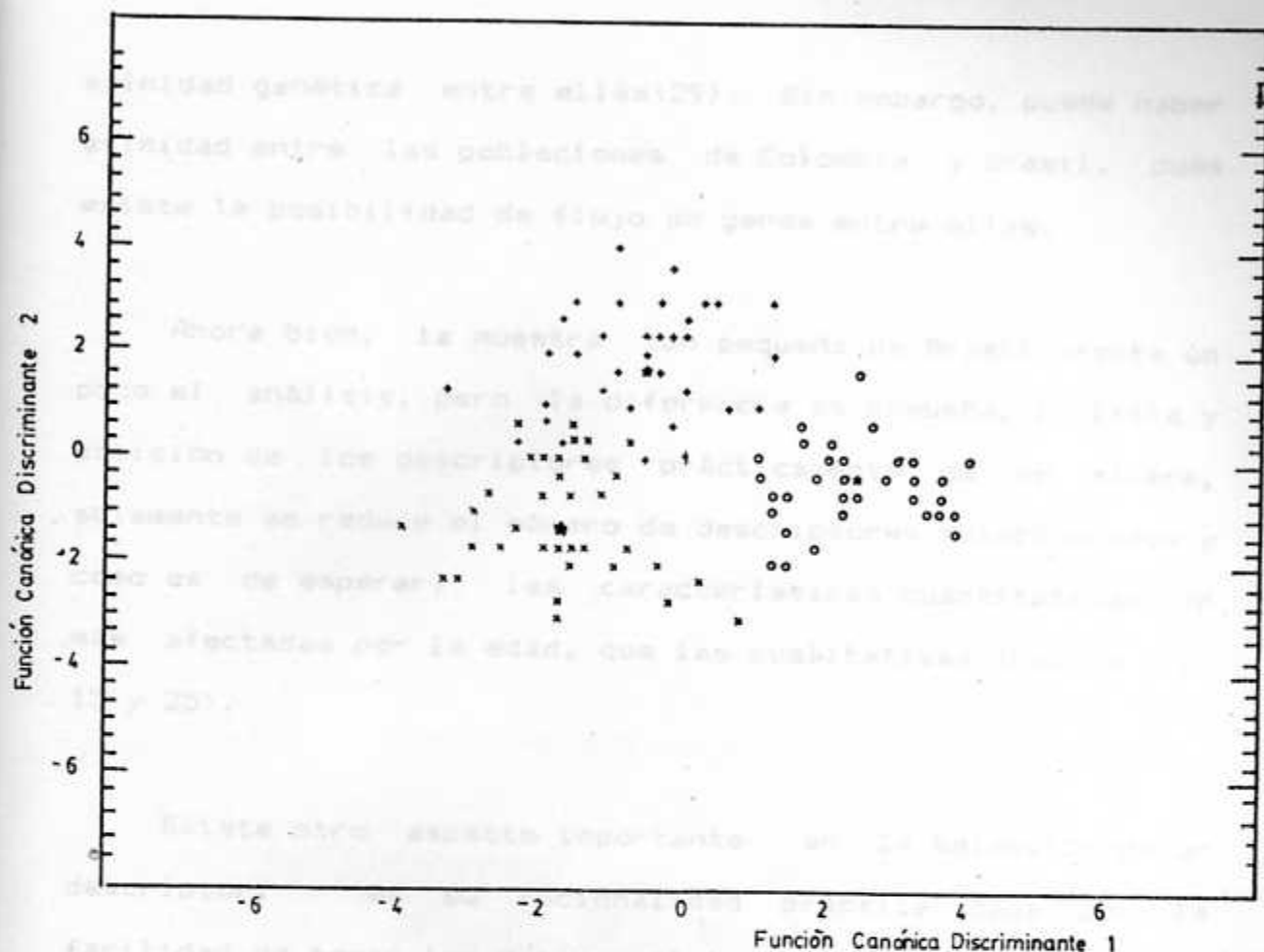


Fig 11 Mapa territorial indicando la posición de los centroides y la distribución de las poblaciones dada por la función canónica discriminante para los descriptores de las poblaciones de Colombia, Costa Rica y Panamá. Simbología: o Colombia, x Costa Rica y + Panamá.

afinidad genética entre ellas(29). Sin embargo, puede haber afinidad entre las poblaciones de Colombia y Brasil, pues existe la posibilidad de flujo de genes entre ellas.

Ahora bien, la muestra tan pequeña de Brasil afecta un poco el análisis, pero la diferencia es pequeña, la lista y posición de los descriptores prácticamente no se altera, solamente se reduce el número de descriptores seleccionados y como es de esperar, las características cuantitativas son más afectadas por la edad, que las cualitativas (Cuadro 12, 13 y 25).

Existe otro aspecto importante en la selección de un descriptor, es su funcionalidad práctica dada por la facilidad de tomar los datos y el tamaño de la muestra mínima requerida. Como se puede observar en el cuadro 27, la muestra mínima requerida para la distancia a la primera flor femenina(DPFF) en las raquillas es imposible de satisfacer si se trata de identificar inflorescencias individuales, pues no existen tantas raquillas por inflorescencia. Sin embargo, Engels, Bartley y Enriquez(9), sugieren que estas características se mantengan como descriptores a pesar de presentar un coeficiente de variación tan alta y como consecuencia una muestra mínima muy elevada. Ahora bien, el Dr. Jorge León dice que las características que presentan una muestra mínima tan alta no son apropiadas

debido a que presentan mucha variación y por esta razón no
son recomendables como descriptores (comparación personal).

El estudio genético de las plantas de la especie en estudio
debe ser realizado de acuerdo a los métodos de análisis de la
variación de la especie. La variación de la especie se puede
analizar de dos maneras: la primera es la que se hace en el
campo, es decir, por la forma de la planta y la segunda es la
que se hace en el laboratorio, es decir, por el análisis de
los caracteres de la planta. La primera es la que se hace en el
campo y la segunda es la que se hace en el laboratorio.

Cuadro 27: Muestra mínima de los descriptores cuantitativos de la flor de pejibaye

CARACT. *	Por inflorescencia				Por población				TOTAL
	BZ	CO	CR	PA	BZ	CO	CR	PA	
LR	34	45	29	19	4	27	33	41	70
DPFF	392	410	426	259	39	55	106	115	149
AXFF	4	5	12	10	11	47	36	20	35
AXFM	5	12	5	4	25	13	11	12	15
FF	346	385	344	328	134	356	484	272	352

* Ver cuadro 3 (Simbología)

debido a que presentan mucha variación y por esta razón no son recomendables como descriptores (comunicación personal).

CONCLUSIONES

El material genético proporciona los mensajes, pero el desarrollo también depende de factores ambientales tales como la disponibilidad de alimento, temperatura, luz, etc. Esta interacción dura todo el tiempo que el organismo funciona como ser vivo. Por lo tanto, el genotipo debe interactuar con el ambiente durante todo el proceso de desarrollo (41). Esta afirmación nos indica que para que un análisis como este adquiera mayor valor, se deben hacer repeticiones en diferentes épocas o años, en lo posible en diversos ambientes, para estudiar la norma de reacción del genotipo y con ello la estabilidad en la expresión de esos descriptores. Lógicamente, el conocimiento de la heredabilidad de cada carácter cuantitativo complementaría este análisis, o permitiría un uso más acertado de los descriptores especialmente a nivel de clasificación individual.

Es importante hacer notar que la presente investigación es un estudio preliminar, ya que para definir los descriptores es necesario hacer estudios comparativos de varios periodos de floración y diversos ambientes, para tratar de eliminar todas aquellas características que se sepa que son muy afectadas por éste y por la edad.

CONCLUSIONES

Esta investigación tenía como objetivo principal establecer descriptores genéticos en la flor de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) para así poder separar las poblaciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá del Banco de Germoplasma del CATIE. Por lo tanto, se estableció una lista de descriptores en orden de importancia y las conclusiones de este trabajo son las siguientes:

1- El número de flores femeninas y el número de flores masculinas están correlacionados con la longitud de las raquillas y con la distribución de las flores femeninas en ellas. También la longitud y el ancho tanto, de las flores femeninas como de las masculinas, están correlacionados con la cantidad de flores femeninas en cada raquilla.

Estas correlaciones nos indican claramente que el número de flores depende, por lo tanto, del tamaño de las raquillas y como consecuencia se afecta la distribución de las flores femeninas en ellas y además reduce su número cuando el tamaño de las flores aumenta.

2- El conjunto de descriptores útiles para separar las cuatro poblaciones es: longitud de las raquillas, distancia del ápice de la raquilla a la primera flor femenina, presencia de clorofila en flores femeninas, color de las flores masculinas, presencia de flores hermafroditas, forma del cáliz de las flores femeninas y masculinas, ancho de las flores masculinas y femeninas y cantidad de flores femeninas en cada raquilla.

3- Ninguno de los descriptores permite una identificación individual de las cuatro poblaciones estudiadas. Sin embargo, la presencia de clorofila en flores femeninas, la longitud de la raquilla y la distancia a la primera flor femenina se podrían utilizar conjuntamente para separar las poblaciones con cierto margen de certeza, como lo indican las pruebas de Chi cuadrado y de Duncan.

4- La población de Brasil es la más diferenciada de las cuatro. Se pudo separar completamente de las otras tres. Esto aporta una confirmación al hecho de que pertenece a una zona geográfica diferente.

5- La población de Colombia es fácil de discriminar; sólo se confunden sus inflorescencias con las de la población de Brasil. Esto probablemente se debe a que las dos son plantaciones jóvenes y su floración es errática, más que a su

proximidad genética, aunque ésta última no se puede descartar. Los descriptores seleccionados en orden de

importancia por los tres análisis realizados:

6- Las poblaciones de Costa Rica y de Panamá presentan mayor afinidad entre sí y por lo tanto, son las más difíciles de discriminar, sin duda debido a que sus relaciones filogenéticas son más estrechas por pertenecer a regiones geográficas vecinas.

Presencia de clorofila
en flores femeninas

7- La edad afecta las características cuantitativas de las flores de pejibaye. Por lo tanto, la edad de las plantaciones debe ser similar para poder realizar un análisis discriminante, como también para otros tipos de análisis.

Ancho promedio de flores
femeninas

8- Cuando se comparan poblaciones adultas (Costa Rica y Panamá) los descriptores son: distancia a la primera flor femenina, forma del cáliz femenino, forma del polen, presencia de clorofila en flores femeninas y color de flores masculinas. En este análisis aparece la forma del polen como característica útil para separar estas poblaciones, el cual no aparece en los otros análisis.

10- La longitud de las raquillas fue la característica recogida como el mejor descriptor en los análisis realizados, aceptado para discriminar entre las poblaciones de Costa Rica y Panamá, la cual refleja su proximidad genética.

9- Lista de los descriptores seleccionados en orden de importancia por los tres análisis realizados:

Descriptor	CUATRO	TRES	DOS
Longitud de las raquillas	1	1	-
Presencia de clorofila en flores femeninas	2	2	1
Flores hermafroditas	3	3	-
Forma del cáliz femenino	4	4	2
Distancia a la primera flor femenina	5	5	3
Ancho promedio de flores femeninas	6	7	-
Ancho promedio de flores masculinas	7	-	-
Color flores masculinas	8	6	4
Número de flores femeninas	9	8	-
Forma del cáliz masculino	10	9	-
Forma del polen	-	-	5

10- La longitud de las raquillas fue la característica escogida como el mejor descriptor en los análisis hechos; excepto para discriminar entre las poblaciones de Costa Rica y Panamá, lo cual refleja su proximidad genética.

11- La muestra minima para estimar correctamente los descriptores cuantitativos por poblaci3n son:

Descriptor	BR	CO	CR	PA
Longitud de las raquillas	4	27	33	41
Distancia a la primera flor femenina	39	55	106	155
Ancho promedio de flores femeninas	11	47	36	20
Ancho promedio de flores masculinas	25	13	11	12
Número de flores femeninas	134	356	484	272

3-Andrúez, 1970. *Palmitos y frutas del mamey en Costa Rica*. *Quilón* 2(3):7-10.

4-Camacho, V. 1972. El *palmito* (*Orbignyella palmito* H.B.K.) L.H. Bailey. *CIAT*, Turrialba. 17p. (manuscrito).

5-Clement, Ch. 1965. Analysis of the descriptive list and proposal for a new revised field descriptor list. In: Clement, Ch. y L. Coe. *Final Report*. Peach Palm (*Orbignyella palmito* H.B.K.). Smithsonian Institution, Agency for International Development. Project report. 23p. (manuscrito).

6-_____. 1983. Last morphology of the *palmito* (*Orbignyella palmito* H.B.K.). *Revista Biología Tropical* 31(1):103-112.

7-_____. et al. 1983. Lista mínima de descriptores para la caracterización del *palmito* en los bosques de Guadalupe y en el Cacao. 10p. (manuscrito).

BIBLIOGRAFIA:

- 1-Almeida, N. y F.N.Martin. 1980. Cultivation of neglected tropical fruits with promise. Part 8. The Pejibaye, U.S. Department of Agriculture, Science. Administration. San Juan, Puerto Rico.
- 2-Anónimo. 1978. Beneficiarios del pejibaye hablan sobre su cultivo. Asbana 2(3):14.
- 3-Anónimo. 1978. Pejibaye y frutas del Amazonas a Costa Rica Asbana 2(3):7-10.
- 4-Camacho, V. 1972. El pejibaye (*Guilelma gasipaes* (H.B.K.) L.H.Bailey). CATIE, Turrialba. 17p. (Mimeografiado).
- 5-Clement, Ch. 1985. Analysis of the descriptor list and proposal for a new minimum field descriptor list IN: Clement, Ch. y L.Cosadin. Final Report, Peach Palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Germoplasm Bank. Agency for International Development. Projeet report. p 34-81 (Mimeografiado).
- 6-_____ y J.Mora Urpi. 1983. Leaf morphology of the Pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Revista Biologia Tropical 31(1):103-112.
- 7-_____, et al. 1985. Lista minima de descriptores para la caracterización del pejibaye en los Bancos de Germoplasma y en el Campo. 16p. (Mecanografiado).

- 8-Engels, J. y M.A. Morera. 1980. Lista de descriptores de pejibaye (*Bactris gasipaes*) IN: Reunión Interamericana de pejibaye. CATIE. Turrialba, Costa Rica. (Mimeografiado).
- 9-_____, B.Bartley y G.Enriquez. 1978. Descriptores del cacao, sus clases y modus operandi. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 83p. (Mimeografiado).
- 10-Esquinas, A.J. 1982. Los recursos fitogenéticos, una inversión segura para el futuro. 3ed. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Madrid, España. 44p.
- 11-Fahn, A. 1978. Anatomía Vegetal. Traducción de Fernando García. 2 ed. Ediciones H.Blume.Rosario, Madrid.
- 12-Fournier, L. 1965. El pejibaye. O:Bios 1(7):11-15.
- 13-Frankel, D.H. y J.G.Hawkes. 1975. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press. Cambridge, London. Inglaterra. 492p.
- 14-Holle, M. 1985. La definición de descriptor y la toma de sus características en el campo. IN: Memoria del Curso sobre Manejo de Recursos Genéticos en Frutas Nativas de la Selva Baja. IICA. Lima, Perú. p 69-78.
- 15-IICA. 1983. El Pejibay. IICA. Estación Experimental "El Recreo". Serie de publicaciones miscelaneas. Vo. 445.
- 16-IBPGR/CATIE. 1980. Consultation on Pejibaye (*Bactris*

- 26-_____. 1982. Polinización en *Bactris gasipes* H.B.K. (Nota adicional). Revista Biología Tropical 30:174-176.
- 27-_____ y E. Solís. 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. Revista Biología Tropical 28(1): 153-174.
- 28-_____ y Ch. Clement. 1981. Aspectos taxonómicos relativos al pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Revista Biología Tropical 29(1):139-142.
- 29-_____ et al. 1984. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.), Origen, biología floral y manejo agronómico. IN: Palmeras poco utilizadas de América Tropical. FAO. CATIE, Turrialba. 118-160.
- 30-_____ et al. 1984. El Pejibaye. Publicación del Banco Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica. 15p.
- 31-Moran, M. 1985. La conservación del germoplasma. IN memoria del curso sobre manejo de Recursos Genéticos en frutas nativas de la selva baja. IICA. Lima, Perú.
- 32-Morera, J. 1981. Descripción sistemática de la colección Panamá de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 122p.
- 33-Patiño, V.M. 1958. El cachipay o pejibay (*Guiliema gasipaes* Bailey), su papel en la cultura y en la economía de los pueblos indígenas de América Intertropical. II Memoria Indígena. México, 18(4):299-332.
- 34-Petit, C. y Prevost, G. 1979. Genética y evolución.

- gasipaes* H.B.K.) Genetic Resources. A.G.P.: IBPGR/8/113. Roma, Italia. 31 p.
- 17-Klecka, W.R., 1975. Discriminant Analysis. IN: Nie.N.H. et al. Stastical Package for the Social Science. 2 ed. Mc. Graw-Hill, New York. p 434-467.
- 18-Leòn, J. 1968. Fundamentos botànicos de los cultivos tropicales. IICA. San Josè, Costa Rica. 487 p.
- 19-Leòn J., H.Goldbach, J.Engels. 1979. Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Latina.GTZ-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 32p.
- 20-Methuen Handbook of Color. 1963. Methuen Color. London, Inglaterra. 224p.
- 21-Ministerio de Agricultura y Ganaderia. 1982. Pejibaye (Guia para su cultivo). MAG. San Josè, Costa Rica. pp 2-6. (Mimeografiado).
- 22-Mora Urpi, J. 1979. Amanece nueva era para el pejibaye. Asbana . 3(7):5-12.
- 23-_____. 1971. Método práctico para la germinación de la semilla de pejibaye. Asbana 3(10): 14-15.
- 24-_____. 1980. Consideraciones preliminares sobre el desarrollo de una técnica de polinización controlada en pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K) Agronomia Costarricense 4(1): 119-121.
- 25-_____. 1981.El ciclo de floración en pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y su posible manejo agronómico Agronomia Costarricense 5:115-119.

- Traducción de Griselda Ribó. 3 ed. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 393p.
- 35-Pimentel, R.A. 1979. Morphometric. Kendall Hunt Publishing Company. ISBN 0-8403-1928-2. Dubuque, Iowa. 276p.
- 36-Sánchez, N.F. 1981. Aspectos fenológicos del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. 73p.
- 37-Schroeder, R.J. 1976. Temperature elevation in palm inflorescences. Principes 22(1):26-29.
- 38-Seibert, R.J. 1950. The importance of palma to Latin America, pejibaye a notable example. Ceiba 1:63-64.
- 39-Solis, Emilia M. 1979. Aspectos de la biología floral del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y sus posibles aplicaciones genéticas. Universidad de Costa Rica. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. 66p.
- 40-Sokal, R. y James, F. 1979. Biometria. Traducción de Miguel Lahoz. H. Blume Ediciones. Rosario, 17-Madrid-5
- 41-Strickberger, M. 1974. Genética. Ediciones Omega, Barcelona, España. 880p.
- 42-Uhl, N.W. 1969. Anatomy and ontogeny of the cincinni and flowers in *Nannorrhops ritchiana* (Palmae). J. Arnold Arb. 50:411-431.

APENDICE I

Clave de colores obtenida con los colores
del libro de colores Munsell

Color	Grado
Amarillo pálido	10
Amarillo claro	20
Amarillo claro	30
Amarillo luminoso	40
Amarillo	50
Blanco amarillento	60
Amarillo verdoso pálido	70
Verde pálido	80
Amarillo verdoso luminoso	90

APENDICES

APENDICE 1

Clave de colores obtenida por los còdigos
del libro de colores Methuen

Color	Còdigo
Amarillo pastel	1A4
Amarillo pàlido	2A2
Amarillo claro	2A3
Amarillo luminoso	2A5
Amarillo	2A6
Blanco amarillento	3A2
Amarillo luminoso oscuro	3A5
Crema pàlido	4A2
Amarillo luminoso mostaza	4A5

APENDICE 2

INTRODUCCIÓN

Descripción de los tipos de suelo

del Banco de Germoplasma

del CATIE

Se presentan todos los aspectos relacionados con la descripción de los suelos de profundidades en un muestreo de esta zona, desde la descripción de las características y transformaciones en la actividad agrícola.

Las colecciones de pejíbaye del CATIE, se encuentran en diferentes tipos de suelos. La colección de Brasil y Colombia están en los suelos de la serie Cervantes. Las colecciones de Costa Rica y Panamá están en los suelos de la serie Margot; aunque existe cierto traslape con la serie Instituto.

El resumen que se presenta en este apéndice fue realizado por el Ingeniero Agrónomo Carlos Astorga. Tomado de la tesis de Aguirre sobre los suelos del CATIE.

A partir de esta tesis se debe tener las medidas necesarias para llegar a conclusiones satisfactorias con respecto al manejo de dichos suelos.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
CATIE

UNIDAD DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

Ing. Carlos Astorga Domián

INTRODUCCION

El presente resumen corresponde a la revisión minuciosa del estudio de suelos realizado por Aguirre Aste V., del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación en el año de 1970 y hoy denominado Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Se presentan todos los aspectos contemplados en dicho estudio con el afán de profundizar en su constitución y de esta forma poder determinar los aspectos limitantes y beneficiosos en la actividad agrícola.

De acuerdo al estudio antes citado se pudo determinar que la sección denominada "Cabiria" y que actualmente está dedicada al banco de germoplasma de la U.R.F., se presentan dos series de suelos mayoritarios y una en menor escala.

Las series de suelo presentes son:

Serie Instituto

Serie La Margot

Serie Cervantes

Por las características que presentan estos suelos y de acuerdo a los resultados obtenidos por Aguirre se puede observar que requieren de cierto grado de atención para su manejo.

A partir de este resumen se deben tomar las medidas necesarias para llegar a conclusiones satisfactorias con respecto al manejo de dichos suelos.

ANALISIS DE LOS SUELOS DE CABIRIA

Serie Instituto:

Topografía plana a casi plana. Pendiente 0-3 % microrelieve con pequeñas elevaciones y ondonadas.

Drenaje: de pobre a imperfecto, tabla de agua varía de 0,40 a 1,30 mts.

Poca cantidad de piedras en la superficie.

Se han identificado dos perfiles modales que corresponden a una zona de drenaje moderado y otro de drenaje imperfecto.

Drenaje moderado: textura franco;

Estructura granular fina y media, moderada, ligeramente adherente, profundidad que va de 0 a 28 cm.

De 28 a 130 cms textura franco arcillosa.

Estructura: granular, fina y media, moderada, ligeramente adherente.

130 cms: textura arcillosa .

Estructura: bloques subangulares, mediana y gruesa, débil, adherente.

Drenaje imperfecto:

0-32 cm textura: franco arcillosa

Estructura: granular, fina, débil, ligeramente adherente.

32-60 cm: textura arcillosa

Estructura: bloques subangulares, fina, débil y adherente

60-80 cm: presencia de gley

textura franco arcilloso

sín estructura, ligeramente adherente, ligeramente plástico, muy friable en húmedo.

Presencia de roca madre.

Origen: aluvial fluvio lacustre

Densidad aparente de estos suelos alcanza valores bajos que se relacionan muy bien al alto contenido de M.O, la buena porosidad y la proporción de agua gravimétrica.

A₃ 20-40 cms: textura: arcilloso:

Estructura: bloques subangulares, micro estructura granular, fina, moderada, adherente; muchos poros tubulares e intersticiales, finos.

BC 40-63 cm: textura arcilloso

Estructura: semejante al horizonte A₃, difiriendo en el contenido de grava que va de medianas a gruesas con bordes redondeados (4-15 cm).

C₁ 63-98 cm: textura: arcilloso

Estructura: bloques subangulares, fina y media, muy débil, ligeramente adherente; muchos poros intersticiales finos y medianos, poca grava gruesa.

C₂ 98-115 cm: textura: franco arcilloso

Estructura: bloques angulares, fina y mediana muy débil; ligeramente adherente; muchos poros tubulares, finos y medianos, presencia de abundantes fragmentos rocosos muy intemperizados.

Propiedades físicas y químicas:

Densidad de partículas: alcanza valores superiores al valor promedio (2,65 gr/cc)

Densidad aparente: es baja pero se localiza en los valores asignados a los suelos minerales; incrementandose con la profundidad, probablemente debido a la disminución del contenido de Materia Orgánica; aumento de la compactación del suelo y a la presencia de óxidos de hierro.

La baja densidad aparente y el moderado contenido de arcilla hacen que estos suelos tengan una porosidad adecuada, que se incrementa con la profundidad y una mediana retención gravimétrica y agua disponible para las plantas.

El rango de Materia Orgánica es medianamente alto y decrece con la profundidad; el contenido de N₂ es alto en la superficie y decrece con la profundidad. Los valores para la relación C/N son altos.

Clasificación de estos suelos:

Orden: Inceptisol

Sub-orden: Tropepts

Gran grupo: Dystropepts

Sub-grupo: Typic Dystropepts

Familia: Fine, mixed, isohyperthermic

Serie Cervantes:

Los suelos de esta serie se encuentran localizados dentro de otras series (S.I. y S.L.M.) son áreas pequeñas.

Son pequeños cerros o lomas de topografía fuertemente ondulada o montañosa. Presenta en la superficie piedras y fragmentos rocosos angulares o subangulares de varios tamaños. El drenaje es bueno a excesivo.

Descripción del perfil:

A₁ 0-22 cm: textura: franco arcilloso

Estructura: granular, media, moderada, adherente; muchos poros tubulares, finos y mucha grava gruesa (2,5 a 7 cm); mucha piedra y fragmentos rocosos (15 a 30 cms).

B₂ 22-45 cm: textura: arcilloso

Estructura: bloques subangulares, fina, débil, adherente; muchos poros tubulares finos. Gran cantidad de piedras (10 a 60 cm).

El límite es difuso e irregular.

BC 45-75 cm: textura arcillosa

Estructura: bloques subangulares, fina, débil, adherente; muchos poros tubulares finos y medianos; gran cantidad de gravas gruesas (3 a 7 cm), muchas piedras (10 a 40 cm) y muchos fragmentos rocosos. El límite es difuso e irregular.

Densidad de partículas es moderadamente alta o muy cercana al valor promedio 2,65 gr/cc.

Materia orgánica: es alta, el nitrógeno esta mejor distribuido en los suelos imperfectamente drenados y la relación C/N es mediana.

CIC moderadamente alta, y es $\pm$ estable en los horizontes.

Los contenidos de Ca y Mg son un tanto mayores en los suelos moderadamente drenados.

K intercambiable alcanza valores medios a bajos, a excepción del horizonte A de los suelos imperfectamente drenados que alcanzan valores muy altos.

% Saturación de Bases: es muy bajo y las relaciones entre las bases no muestra un balance adecuado.

Clasificación de estos suelos es:

Orden: Inceptisol

Sub-orden: Tropepts

Gran grupo: Dystropepts

Familia: Fine, mixed, isohyperthermic

Serie La Margot:

Topografía: plana a casi plana con una pendiente que oscila del 1 al 4%, elevándose este porcentaje en las zonas próximas al río Reventazón.

En algunas zonas se presentan microrelieves constituidos por pequeños montículos con abundante material grueso y piedras que hacen que el suelo sea más delgado; o depresiones que presentan síntomas de drenaje deficiente, el cual se hace evidente por moteados y la tabla de agua a un metro de profundidad.

Descripción del Perfil modal:

Ap 0-20 cms: color pardo rojizo

Textura: franco arcilloso

Estructura: bloques subangulares que se disgregan en granulos finos, moderada, ligeramente adherente; muchos poros tubulares e intersticiales, finos.

A₃ 20-40 cms: textura: arcilloso:

Estructura: bloques subangulares, micro estructura granular, fina, moderada, adherente; muchos poros tubulares e intersticiales, finos.

BC 40-63 cm: textura arcilloso

Estructura: semejante al horizonte A₃, difiriendo en el contenido de grava que va de medianas a gruesas con bordes redondeados (4-15 cm).

C₁ 63-98 cm: textura: arcilloso

Estructura: bloques subangulares, fina y media, muy débil, ligeramente adherente; muchos poros intersticiales finos y medianos, poca grava gruesa.

C₂ 98-115 cm: textura: franco arcilloso

Estructura: bloques angulares, fina y mediana muy débil; ligeramente adherente; muchos poros tubulares, finos y medianos, presencia de abundantes fragmentos rocosos muy intemperizados.

Propiedades físicas y químicas:

- Densidad de partículas: alcanza valores superiores al valor promedio (2,65 gr/cc)

Densidad aparente: es baja pero se localiza en los valores asignados a los suelos minerales; incrementandose con la profundidad, probablemente debido a la disminución del contenido de Materia Orgánica; aumento de la compactación del suelo y a la presencia de óxidos de hierro.

La baja densidad aparente y el moderado contenido de arcilla hacen que estos suelos tengan una porosidad adecuada, que se incrementa con la profundidad y una mediana retención gravimétrica y agua disponible para las plantas.

El rango de Materia Orgánica es medianamente alto y decrece con la profundidad; el contenido de N₂ es alto en la superficie y decrece con la profundidad. Los valores para la relación C/N son altos.

Clasificación de estos suelos:

Orden: Inceptisol

Sub-orden: Tropepts

Gran grupo: Dystropepts

Sub-grupo: Typic Dystropepts

Familia: Fine, mixed, isohyperthermic

Serie Cervantes:

Los suelos de esta serie se encuentran localizados dentro de otras series (S.I. y S.L.M.) son áreas pequeñas.

Son pequeños cerros o lomas de topografía fuertemente ondulada o montañosa. Presenta en la superficie piedras y fragmentos rocosos angulares o subangulares de varios tamaños. El drenaje es bueno a excesivo.

Descripción del perfil:

A₁ 0-22 cm: textura: franco arcilloso

Estructura: granular, media, moderada, adherente; muchos poros tubulares, finos y mucha grava gruesa (2,5 a 7 cm); mucha piedra y fragmentos rocosos (15 a 30 cms).

B₂ 22-45 cm: textura: arcilloso

Estructura: bloques subangulares, fina, débil, adherente; muchos poros tubulares finos. Gran cantidad de piedras (10 a 60 cm).

El límite es difuso e irregular.

BC 45-75 cm: textura arcillosa

Estructura: bloques subangulares, fina, débil, adherente; muchos poros tubulares finos y medianos; gran cantidad de gravas gruesas (3 a 7 cm), muchas piedras (10 a 40 cm) y muchos fragmentos rocosos. El límite es difuso e irregular.

C + 75 cm: textura arcilloso

Estructura de bloques subangulares, mediana, débil, adherente; muchos poros tubulares medianos, gran cantidad de piedras y rocas.

Propiedades físicas y químicas: (Cuadros 7 y 8)

La densidad de partículas es alto en todo el perfil comparado con el valor de 2,65 gr/cc.

Densidad aparente es superior a 1 gr/cc notándose una leve disminución en profundidad; lo cual puede deberse a la gran cantidad de grava y piedras. La materia orgánica presenta valores medios en el horizonte A y mostrando solo trazos en el resto del perfil. El nitrógeno total presenta las mismas características que la Materia Orgánica.

La CIC alcanza valores medios y se mantiene constante en todos los horizontes; el cual puede estar influenciado por el contenido de Ca que disminuye con la profundidad, al contrario del Mg que aumenta.

El K intercambiable es bajo.

Clasificación taxonómica del suelo:

Orden: Inceptisol

Sub-orden: Tropepts

Gran grupo: Dystropepts

Sub grupo: Typic Dystropepts

Familia: Fine mixed isohyperthermic

CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

De acuerdo al mapa de uso del suelo La sección de Cabiria se encuentra en la clase II; a excepción de una pequeña sección que se ubica en la clase IV, la cual corresponde a la serie Cervantes.

Clase II:

Tierras aptas para cultivos y ganadería en pastos cultivados.

Dentro de esta clase se han ubicado los suelos que poseen limitaciones moderadas y una aptitud mediana para los cultivos agrícolas y pastos cultivados.

La capacidad productiva de estos suelos pueden ser similares a los de la clase I; pero para ello se requiere de mayores inversiones en el manejo de los suelos para corregir los factores adversos.

Los factores limitantes de estos suelos se resumen de la siguiente manera:

1. Nivel freático fluctante entre 0,40 y 1,20 mts que se eleva en la época lluviosa
2. Moderada susceptibilidad a la erosión hídrica
3. Profundidad del suelo de moderado a superficial
4. Humedad corregible por drenaje pero existiendo limitaciones permanentes en forma moderada

Es indispensable la aplicación de fertilizantes en estos suelos para obtener buenos rendimientos. Para la aplicación debe establecerse ensayos de campo y/o invernadero con el fin de conocer las dosificaciones mas convenientes a emplearse.

Clase IV:

Tierras aptas para pastoreo, lotes de árboles, vida silvestre y en menor proporción cultivos agrícolas.

Generalmente las condiciones fisiográficas y a veces las características físicas o químicas de estos suelos son muy desfavorables para la mayoría de los cultivos.

Las condiciones adversas son características permanentes y entre ellos pueden enunciarse las siguientes:

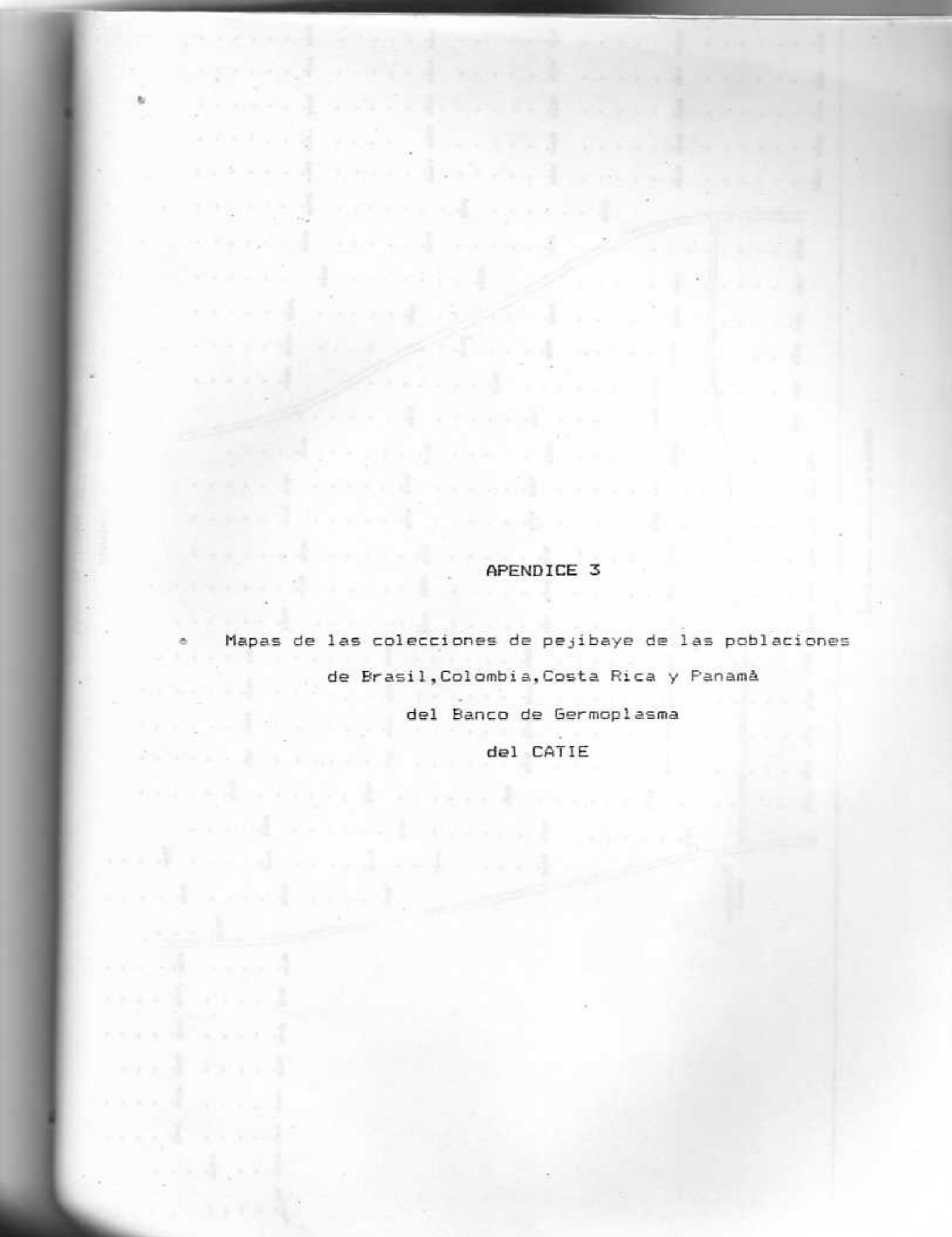
1. Pendiente muy pronunciada
2. Susceptibilidad a la erosión, severa o muy fuerte
3. Erosiones pesadas de efectos severos
4. Suelos superficiales, muchas veces pedregosos o con afloramientos de la roca madre

El uso de estos suelos puede ser en pastoreo dependiendo de las condiciones topográficas; evitar el sobre pastoreo y manteniendo el suelo bajo cubierta vegetal para reducir los peligros de erosión.

Donde la vegetación natural es de bosque, puede resultar mejor mantenerla para la explotación racional de maderas; a la vez que renovar el bosque con plantaciones de especies que tengan mayor valor forestal.

CAD/mle

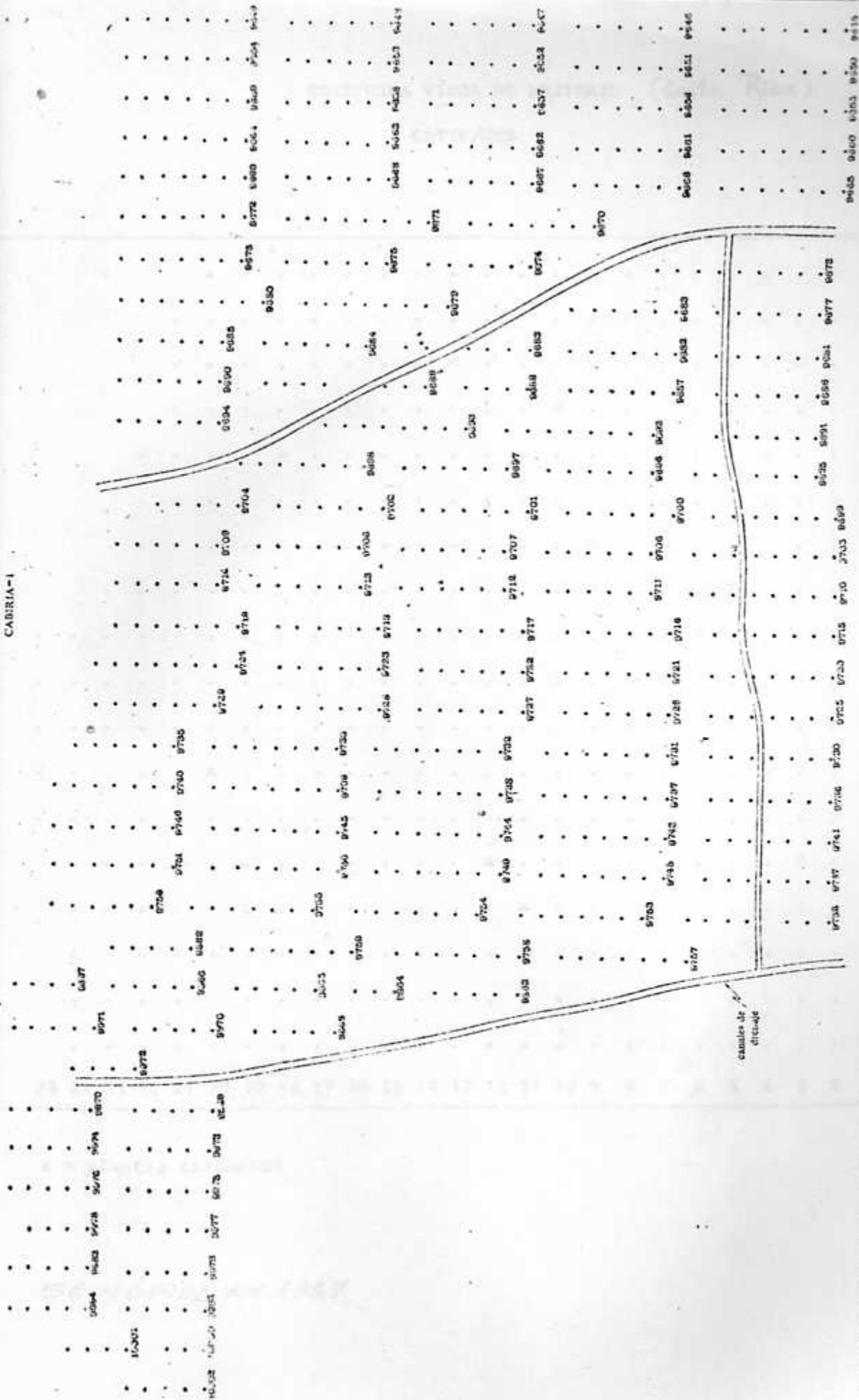
Mayo 2, 1985.-



APENDICE 3

- Mapas de las colecciones de pejibaye de las poblaciones
de Brasil, Colombia, Costa Rica y Panamá
del Banco de Germoplasma
del CATIE

CABRIA-1



COLECCION VIEJA DE PEJIBAYE (Costa Rica)

CATIE/GTZ

[illegible]

x = plantas faltantes

SEMPERDAS EN 1967.

Siembra de Pejibaye

Lote de Panamá

(11 Líneas con 13 Grupo

15	15	15	15	16	16	16	17	18	18	18
14	14	14	14	15	15	15	16	17	17	17
13	13	13	13	14	14	14	15	16	16	16
12	12	12	12	13	13	13	14	15	15	15
11	11	11	11	12	12	12	13	14	14	14
10	10	10	10	11	11	11	12	13	13	13
9	9	9	9	10	10	10	11	12	12	12
8	8	8	8	9	9	9	10	11	11	11
7	7	7	7	8	8	*8	9	10	10	10
6	6	6	6	7	7	7	8	9	9	9
5	5	5	5	6	6	6	7	8	8	8
4	4	4	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	4	5	6	6	6
2	2	2	2	3	3	3	4	5	5	5
1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	4
				1	1	1	2	3	3	3
							1	2	2	2
								1	1	1

K J I H G F E D C B A

Grupos	#1 = A ₁ -A ₉	#8 = G ₁ -G ₁₆
	#2 = A ₁₀ -A ₁₈	#9 = H ₁ -H ₁₅
	#3 = B ₁ -B ₁₈	#10 = I ₁ -I ₁₅
	#4 = C ₁ -C ₁₈	#11 = J ₁ -J ₇
	#5 = D ₁ -D ₁₇	#12 = J ₈ -J ₁₅
	#6 = E ₁ -E ₁₆	#13 = K ₁ -K ₁₅
	#7 = F ₁ -F ₁₆	
□ = Plantas faltantes		

← Calle →

CoLección de Café

CoLección
vieja de
Pejibaye.