

CARACTERIZACION DE PLANTAS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) DE LA COLECCION DEL CATIE, MEDIANTE EL USO DEL ANALISIS MULTIVARIADO¹

ADERALDO BATISTA GAZEL FILHO²

RESUMO – Efetuou-se a caracterização de plantas de sapotilha da coleção do CATIE com base em características qualitativas e quantitativas. Foram consideradas, no presente estudo, 49 variáveis, sendo 31 quantitativas e 18 qualitativas. Para a análise estatística dos dados, utilizou-se da análise de conglomerados, análise discriminante, discriminante canônica, provas F para características quantitativas e χ^2 para as qualitativas. As 13 plantas avaliadas formaram três grupos, com quatro, seis e três plantas, respectivamente. Para estes agrupamentos, a prova F indicou somente seis características significativas entre os grupos das 31 avaliadas: diâmetro do fruto, diâmetro da polpa, rendimento do fruto, largura da folha, acidez e glicose. χ^2 apontou apenas a forma do fruto como diferente entre os três grupos das 18 avaliadas.

Termos para indexação: Recursos fitogenéticos, Sapotaceae, análises de conglomerados, análises discriminante.

MULTIVARIATE ANALYSIS OF PLANTS SAPODILLA (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) COLLECTION OF CATIE'S

ABSTRACT - CATIE's sapodilla collection was systematically characterized, based on quantitative and qualitative characteristics. Statistical cluster and discriminate analysis, canonical discriminate, and F test for quantitative variables and χ^2 for qualitative variables. The 13 trees of chicozapote formed three groups, each one with four, six and three trees. For this grouping, the F test indicated only six significant characteristics, out of the 31 evaluated. The χ^2 showed that only fruit shape was different for the three groups.

Index Terms: Phylogenetic resources, Sapotaceae, cluster analysis, discriminant analysis.

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales presentan una gran riqueza de recursos fitogenéticos, los cuales son utilizados de diversas maneras para incorporar bienes y/o servicios para los habitantes de esas regiones. Entre los frutales de América Tropical, se destacan la familia de las sapotáceas, que además de ofrecer frutos nutritivos, también producen chicle, maderas y medicinas. La familia de las sapotáceas presenta varias especies importantes de frutales: chicozapote *Manilkara zapota* (L.) P. van Royen; zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn; caimito *Chrysophyllum cainito* L.; canistel *Pouteria campechiana* HBK Baehni; abiu *Pouteria caimito* (Ruíz & Pavón) Radlkofer; abiu grande *Pouteria macrocarpa* (Martius) Dietrich; zapote injerto *Pouteria viridis* (Pittier) Cronquist y pan de la vida *Pouteria glomerata*.

Clement et al. (1989) indican que algunas especies de los géneros *Pouteria* y *Manilkara* están fuertemente amenazadas por los procesos de erosión genética, ya que ofrecen madera de buena o razonable calidad. Según revisión bibliográfica de algunos cultivos por parte del IICA (1989) menciona que el zapote es una especie que está desapareciendo. Sin embargo Alcántara et al., (1992) afirma que las especies *Pouteria mammosa*, *P. viridis* y *P. glomerata* no tienen problema de erosión genética.

La pérdida de la diversidad biológica persiste en el mundo, principalmente debido a la destrucción de los habitats, al exceso de cultivo, la contaminación y la desafortunada introducción de plantas y animales en medio ajeno. Urgen intervenciones decididas con miras a la conservación y mantenimiento del material genético, las especies y el ecosistema. Es imprescindible formular estrategias para preservar y utilizar de modo sostenible la diversidad biológica, como estrategia general del desarrollo a largo plazo (Keating, 1992).

De este modo, la conservación de germoplasma vegetal es necesaria, puesto que proyecciones de la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (IUCN) y del Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) indican que para mediados del siglo XXI alrededor de 60.000 especies de plantas, el equivalente a 25% de las especies del planeta, estarán extintas o cerca de eso (Azurdía et al., 1995c).

La caracterización de una colección de germoplasma consiste en registrar aquellas características cualitativas y cuantitativas que son altamente heredadas, que pueden ser fácilmente observadas, así como

expresadas en la mayoría de los ambientes. Según Querol (1988), caracterización es la toma de los datos mayormente cualitativos, para describir y así diferenciar accesiones de una misma especie. La caracterización sistemática (Marquez, 1992) permite conocer la variación dentro de las colecciones y seleccionar los genotipos más aptos para cultivarlos. En general la evaluación, bajo diferentes condiciones ambientales, busca propósitos más específicos, como rendimiento, resistencia a enfermedades, sequía; mientras que la descripción sistemática (un sólo ambiente) busca propósitos múltiples, como características taxonómicas y agronómicas (Morera, 1981).

La literatura reporta varios lugares como centro de origen del chicozapote, estos son: México (IICA, 1989), de México a Costa Rica (León, 1987), del sur de México, Guatemala y Honduras (Geilfus, 1994). Azurdía et al. (1995a y b) relatan que la especie es originaria de Mesoamérica, donde crece en forma silvestre en el bosque; mientras, que para Cavalcante (1991), el origen está comprendido entre el Sur de México y Costa Rica, lo que realmente sería Mesoamérica.

A este árbol (Romahn, 1982) los antiguos mayas le dieron importancia como fuente de madera, goma de mascar y fruto, tratando de conservarlo y protegerlo, al grado tal de que al efectuar la "roza - tumba - quema - siembra" evitaban eliminar los chicozapotes del bosque. Reining et al. (1992), relatan que la extracción de chicle ha sido una importante fuente de trabajo en El Petén, Guatemala y antes de 1970 las exportaciones de chicle generaron más ingresos que cualquier otra actividad; por su parte, el chicle es el más lucrativo de los productos no maderables del bosque. El chicozapote es uno de los mejores frutos de las regiones tropicales (Calzada Benza, 1980; Geilfus, 1994; Gomes, 1990). Según Geilfus (op. cit.), la fruta contiene 14% de azúcar y es rica en calcio (28 mg por 100 g); hierro (2 mg) y fósforo (27 mg). La pulpa, cáscara y semilla representan 79%, 15% y 5%, respectivamente en relación al peso total de los frutos (Avilan et al., 1980); el contenido de humedad de los frutos enteros (78%) es bastante similar al de la pulpa (80%).

El presente trabajo tuvo como objetivos: caracterizar accesiones de chicozapote de la colección del CATIE en base a caracteres agronómicos, morfológicos y de calidad; definir características discriminantes que permitan diferenciar genotipos dentro de la colección y diferenciar grupos de variación genética dentro de la colección usando las técnicas de análisis multivariado.

¹ (Trabalho 049/2001). Recebido: 20/02/2001. Aceito para publicação: 11/09/2002. Parte de la tesis del autor, para obtener el grado de Magister Scientiae, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

² Embrapa Amapá, Caixa Postal 10. CEP 68902-280. Macapá, Amapá - Brasil. aderaldo@cpafap.embrapa.br

MATERIALES Y METODOS

La colección de chicozapote está sembrada en los jardines botánicos de Cabiria 6 y 7, del CATIE, que está ubicado geográficamente a 9053' de Latitud N y 83039' de Longitud E. La altitud es de 602 msnm y el valle presenta una temperatura promedio anual de 22.30C, con una precipitación promedio anual de 2600 mm. Los meses de enero, febrero y marzo presentan los menores índices de precipitación; la humedad relativa del aire es de 90%. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el valle es del tipo "Bosque muy húmedo premontano" (Holdridge, 1987).

Las plantas fueron introducidas al banco de germoplasma entre 1976 y 1981. Se evaluaron 13 árboles, siendo 5 procedentes de Guatemala, 5 de México, 2 de Costa Rica y 1 de los Estados Unidos.

El manejo agronómico de la colección ha sido de chapias regulares de la cobertura de gramíneas, con "parchoneos" de herbicidas alrededor de cada árbol. Se aplica una dosis de fertilizante de 1 kg de la fórmula 18-5-15-6-2 en mayo, 500 g de nitrato de amonio en diciembre y 1 kg de la fórmula 18-5-15-6-2 en octubre.

El análisis químico fue realizado en el Centro de Investigación de Tecnología de alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica (UCR). La metodología empleada, fue de la "Association of Official Analytical Chemists" (AOAC; Helrich, 1990), que es rutinaria en este Centro. Con la excepción de pH, brix, índice de madurez y acidez, todos los otros parámetros de laboratorio son expresados en porcentaje.

Para la caracterización, fue usada la lista de descriptores adaptada de Morera (1987), que se encuentra en el Cuadro 1. Para el análisis de los datos se usó el Análisis de Conglomerados del paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Inicialmente se procedió a la estandarización de las variables, para que los resultados presentados no dependiesen de las unidades de medida y para que todas las variables fuesen consideradas con el mismo peso. La fórmula usada para la estandarización fue la usual:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{s} ; \text{donde,}$$

- Z = variable transformada
- X = valor original de la variable
- \bar{X} = promedio
- s = varianza

El análisis de conglomerados fue realizado utilizando la distancia Euclideana definida por la siguiente fórmula:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} ; \text{donde,}$$

- d_{ij} = distancia entre los individuos i y j
- x_{ik} = valor de la variable k en el individuo i
- x_{jk} = valor de la variable k en el individuo j

Para el agrupamiento de las introducciones se utilizó el método de Ward, el cual calcula la varianza dentro de los conglomerados y la minimiza. En cada paso, este método busca encontrar aquellos dos grupos cuya unión produzca el mínimo incremento en la suma de cuadrados total del error dentro del grupo (Lopez, 1991). Como criterio de agrupamiento de selección del número óptimo de grupos se utilizó la pseudo t₂. Se utilizó un análisis discriminante (opción crossvalidate) para verificar el agrupamiento formado por el análisis de conglomerados.

Para verificar la significancia de las variables cuantitativas y cualitativas entre los grupos formados, se realizaron pruebas F y 2, respectivamente. Además, se usó una prueba de Tukey para comparar

los grupos entre si. La correlación entre las variables canónicas producidas por el análisis discriminante canónico y las variables originales fue utilizada para resumir la información de la influencia de las variables cuantitativas en la formación de los agrupamientos.

CUADRO 1 - Lista de descriptores utilizados en la caracterización de la colección de chicozapote. CATIE, 1995.

Característica del árbol	Característica del fruto	Características de la semilla	Características de la hoja
Altura del árbol	Peso	Número / fruto	Largo
Diámetro del tronco	Longitud	Longitud	Ancho
Diámetro de la copa	Diámetro	Diámetro	Forma
Hábito de crecimiento	Diámetro de la pulpa	Peso	Color superior
Disposición de las ramas	Diámetro de la cáscara	Color	Color inferior
Floración	Peso de la cáscara		
Fructificación	Rendimiento de pulpa		
Producción	Forma		
Distribución de cosecha	Sabor		
	Aroma		
	Textura de la pulpa		
	Consistencia de la pulpa		
	Jugosidad de la pulpa		
	Color externo		
	Color de la pulpa		
	Sólidos totales		
	Cenizas		
	Extracto etéreo		
	Grasa		
	Proteínas		
	Acidez		
	Sacarosa		
	Glucosa		
	Fructosa		
	Azúcares totales		
	Azúcares reductores		
	pH		
	Brix		
	Índice de madurez		
	Carbohidratos		

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba pseudo t₂ del análisis de conglomerados resaltó la formación de tres grupos para 13 individuos evaluados. El análisis discriminante efectuado para verificar la precisión del análisis de agrupamiento indicó que los individuos fueron correctamente agrupados, ya que este análisis no cambió individuos de un grupo a otro. En el Cuadro 2 se presentan las características de los tres grupos formados en el análisis de conglomerados.

CUADRO 2 – Características de los grupos de la colección de nispero del CATIE. CATIE, 1995.

Variable	Grupo (número de árboles por grupo)		
	1 (4)	2 (6)	3 (3)
Peso del fruto (g)	105,2	94,77	72,4
Longitud del fruto (cm)	49,1	56,7	50,6
Diámetro del fruto (cm)	61,9	55,3	50,7
Diámetro de la pulpa (cm)	23,5	20,6	17,5
Grosor de la cáscara (mm)	0,8	1,1	1,2
Rendimiento del fruto (%)	79,9	75,7	69,6
Número de semillas (cm)	3,6	3,4	5,2
Longitud de la semilla (mm)	22,0	22,8	21,2
Diámetro de la semilla (mm)	13,9	13,6	12,5
Peso de las semillas (g)	3,5	3,9	4,8
Longitud de la hoja (cm)	10,6	10,0	10,9
Anchura de la hoja (cm)	4,2	3,6	4,5
Forma del fruto	Predomina redonda-achatada	Predomina forma oval	Redonda
Aroma	Predomina el fuerte	Fuerte	Predomina el fuerte
Textura de la pulpa	Áspera	Lisa	Arenosa
Consistencia de la pulpa	Poco consistente	Poco consistente	Poco consistente
Háb. de crecimiento	Predomina el tipo horizontal	Semi-erecto y horizontal	Horizontal
Dispos. de las ramas	Ramas en nudos	Ramas en nudos	Ramas en nudos
Altura del árbol (m)	4,5	5,9	6,8
Diámetro de copa (m)	4,2	5,0	4,9
Diámetro del tronco (cm)	13,5	18,1	19,4
Productividad	Entre 100 y 200 frutos/año	Menos de 100 hasta 300 frutos/año	Desde 100 hasta 500 frutos/año

Características cualitativas adicionales

En la descripción de los conglomerados o grupos no se incluyeron algunas características cualitativas, debido que en los 13 individuos estudiados ellas fueron uniformes: forma de la hoja, distribución de la cosecha, floración y fructificación.

Se encontró que la forma de la hoja fue elíptica. La distribución de la cosecha fue tardía tomada en relación al mes de octubre, es decir, las plantas de chicozapote en Turrialba alcanzan producción entre febrero y junio, fuera de esta época se encontraron frutos pero que no llegaron a madurar, ya sea por problemas fisiológicos, daños por insectos y pájaros. La floración y la fructificación son irregulares, variando a lo largo del año, siendo corriente encontrar en una misma planta botones florales y frutos de varios tamaños.

Prueba F para las variables cuantitativas

De las 31 características cuantitativas estudiadas, seis fueron significativas. De estas, cuatro relacionadas con características de campo (diámetro del fruto, diámetro de la pulpa, rendimiento del fruto y anchura de la hoja) y las dos restantes fueron características físico-químicas (acidez y glucosa). En el Cuadro 3 se presentan los resultados de esta prueba para las variables que fueron significativas.

CUADRO 3 - Resultado de la prueba F realizada para las 6 características cuantitativas de campo y de laboratorio de la colección de chicozapote. CATIE, 1995.

Característica	Promedio	C.V.	Valor de F	Ordenamiento de los grupos
Diámetro del fruto**	56,3	6,6	8,19	1>2 y 3
Diámetro de la pulpa**	20,8	7,4	12,95	1>2 y 3; 2>3
Rendimiento del fruto**	75,5	3,5	12,56	1>3; 2>3
Anchura de la hoja*	4,0	10,7	5,68	3>2
Acidez*	26,9	27,6	5,23	3>1
Glucosa*	5,1	17,1	5,48	3>2

* Significativa al 5 %; ** Significativa al 1 %

Prueba χ^2 para características cualitativas

Esta prueba indicó de que las 18 características cualitativas evaluadas, solamente la forma del fruto presentó diferencia significativa entre los tres grupos.

Prueba χ^2 para el origen de los árboles en la formación de los grupos

De los 13 árboles evaluados, Guatemala y México incluyen cinco cada uno, dos de Costa Rica y otro de Estados Unidos. Se efectuó la prueba de 2 para verificar si el origen del germoplasma tiene influencia en la formación de los grupos. Esta prueba mostró no existir relación con los grupos formados por el análisis de conglomerados. Gazel Filho et al. (1999), estudiando 63 plantas de zapote (*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn.) verificaron la formación de seis grupos y encontraron influencia de la origen de los materiales en la formación de los conglomerados. En el Cuadro 4 se presentan los 3 grupos de acuerdo al origen de los individuos.

CUADRO 4 - Formación de conglomerados de la colección de chicozapote de acuerdo a procedencia de los individuos. CATIE, 1995.

Grupo	Procedencia				Total
	Costa Rica	Guatemala	México	U.S.A.	
1	-	2	2	-	4
2	1	3	2	-	6
3	1	-	1	1	3
Total	2	5	5	1	13

Características de los frutos

La forma del fruto fue variada, con frutos de forma redondo-achatada (23,08%), redonda (46,15%) y oval (30,77). Esta variación en la forma del fruto es relatada por Leon (1987), Pennington (1990) y Calzada Benza (1980), los cuales incluyen otras formas del fruto, además de las

encontradas en este trabajo.

El peso del fruto presentó un promedio general de 92,8 g. La longitud del fruto fue de 52,9 cm y el diámetro del fruto de 56,3 cm. Estos valores están dentro de un rango reportado por Azurdia et al. (1995b), para seis plantas nativas evaluadas en El Petén, Guatemala.

El número promedio de semillas por fruto fue de 4,2, con peso de 4 g, longitud de 22,2 y diámetro de 13,4 cm; estos datos también se asemejan a los datos de Azurdia et al., 1995b.

En el Cuadro 5 se presentan los porcentajes de pulpa, cáscara y semilla en cada grupo.

CUADRO 5 - Porcentaje de los componentes pulpa, cáscara y semilla para los grupos de la colección de chicozapote. CATIE, 1995.

Componente	Grupo			Promedio
	1	2	3	
Pulpa	79,7	75,7	69,9	76,3
Cáscara	16,7	19,3	23,7	19,4
Semilla	3,3	4,1	6,6	4,3

Características de los árboles

Se encontró una altura promedio de 5,7 m para los árboles. Este valor es más bajo de lo indicado en la literatura por Calzada Benza (1980), Pennington (1990), Leon (1987) y Azurdia et al. (1995b). Según León (1987), las plantas cultivadas tienen un porte más pequeño que aquellas que crecen en los bosques. La amplitud de la copa fue de 4,7 m y el diámetro del fuste de 17,5 cm.

Características físico-químicas

Entre los tres grupos la humedad varió de 71,1 a 75,4 %, valores que se encuentran en el rango presentado por Leung (1961) y Conticini (1990).

Las cenizas presentaron un rango entre los tres grupos de 0,45 a 0,5, valores cercanos a 0,4 reportado por Leung (1961). En proteínas se verificó un rango de 0,53 a 0,55, valores comprendidos entre los relatos de Conticini (1990) y Leung (1961). La acidez expresada como ml de NaOH 0,1 N/100 g de pulpa, presentó un rango de 22,7 a 39,1. Para azúcares totales el rango fue de 12,5 a 16,3, valores próximos a los relatados por Velez-Colon et al., 1989 y 1992. Los azúcares reductores variaron de 8,5 a 11,5, valores aproximados a los encontrados por Velez-Colón et al. (1992).

El pH presentó rango de 4,7 a 5,1, valores semejantes a los indicados por Velez-Colón et al. (1889 y 1992). Para grados Brix, el rango fue de 16,8 a 22, lo que está próximo al relatado por esos autores.

Formación de los conglomerados de acuerdo con las variables canónicas

La variable canónica 1 estuvo fuertemente influenciada por valores positivos de diámetro del fruto, diámetro de la pulpa y rendimiento del fruto en contraposición a los valores negativos de altura del árbol. La variable canónica 2 estuvo influenciada por valores positivos de glucosa, azúcares reductores e índice de madurez en contraposición a los valores negativos de anchura de la hoja y acidez.

En la Figura 1 se grafica CAN2 contra CAN1 y se percibe que hay homogeneidad dentro de los tres grupos en cuanto a las variables cuantitativas llevadas en consideración en el análisis discriminante canónico.

El grupo 1 tuvo los mayores valores para diámetro del fruto, pulpa y rendimiento del fruto y valores negativos de altura del árbol, con valores intermedios para glucosa, azúcares reductores, índice de madurez, anchura de la hoja y acidez. Para la variable canónica 2 el grupo 2 tuvo los mayores valores para glucosa, azúcares reductores, índice de madurez, y bajos valores para anchura de la hoja y acidez. Para canónica 1, este grupo presenta bajos valores de diámetro del fruto y pulpa y rendimiento del fruto, y árboles de mayor altura.

El grupo 3 presentó los valores más bajos para CAN2 y CAN1

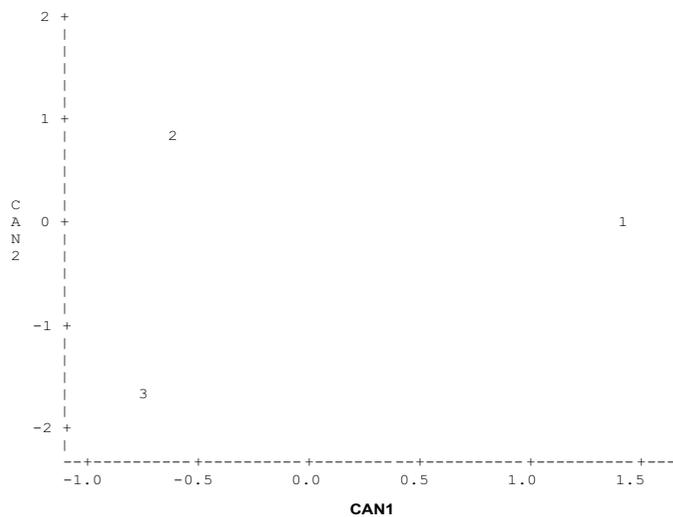


FIGURA 1 – Formación de conglomerados de la colección de chicozapote de acuerdo con las variables CAN2 y CAN. CATIE, 1995.

CONCLUSIONES

- los 13 árboles formaron tres conglomerados o grupos: el primero con cuatro árboles, el segundo con seis y el tercero con tres
- seis variables cuantitativas diferencian los tres grupos (prueba F) a saber: diámetro del fruto, diámetro o grosor de la pulpa, rendimiento del fruto, anchura de la hoja, acidez y glucosa.
- la χ^2 reveló apenas la forma de la hoja como característica cualitativa con diferencia significativa entre los 3 grupos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCÁNTARA, W.; SALQUIL, C.; SATEY, M.; ALVAREZ, A.; GORDILLO, J.; FIGUEROA, E. Caracterización agromorfológica preliminar (in-situ) y algunos aspectos de mercado del zapote *Pouteria mammosa* (L.) Cronquist; en la Aldea Guineales (Sololá) y los municipios de San Antonio, Suchitepéquez y San Francisco Zapotitlán (Suchitepéquez). Mazatenango, Guatemala: Universidad de San Carlos, 1992. 54p.
- AVILAN, L.; LABOREM, G.; FIGUEROA, M.; RANGEL, L. Absorción de nutrimentos por una cosecha de níspero (*Achras sapota* L.). *Agronomía Tropical*, Maracay, v.30, n.1-6, p.7-15, 1980.
- AZURDIA, C.; MARTINEZ, E.; AYALA, H. Algunas sapotáceas de Petén, Guatemala. Guatemala, 1995a. 14p. (Mimeoografiado).
- AZURDIA, C.; MARTINEZ, E.; AYALA, H. El chicozapote (*Manilkara zapota*) y el caimito (*Chrysophyllum cainito*) de Petén, Guatemala. *Boletín de Recursos Fitogenéticos*, Guatemala, n.5, p.5-6, 1995b.
- AZURDIA, C.; DEBOUCK, D.; MARTINEZ, E. Pérdida de recursos genéticos de especies silvestres ligadas a especies cultivadas: una experiencia reciente. *Boletín de Recursos Fitogenéticos*, Guatemala, n.2, p.1-2, 1995c.
- CALZADA BENZA, J. 143 Frutales nativos. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 1980. 319p.
- CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém: CNPQ/MPEG, 1991. 279p.
- CLEMENT, C.R. A center of crops genetic diversity in Western Amazonia. *BioScience*, Washington, v.39, n.9, p.624-631, 1989.
- CONTICINI, L. La sapodilla (*Manilkara achras* Mill.). *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale*, Florence, Italy, v.84, n.1, p.83-99, 1990.

- GAZEL FILHO, A.B.; MORERA, J.; FERREIRA, P.; LEON, J.; PEREZ, J. Diversidad genética de la colección de zapote (*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn.) del CATIE. *Plant Genetic Resources Newsletter*, Roma, n.117, p.37-42, 1999.
- GEILFUS, F. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica: CATIE: ENDA-CARIBE, 1994. 778p.
- GOMES, F.P. *Fruticultura brasileira*. São Paulo: Nobel, 1990. 446p.
- HELDRICH, K. de. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 15.ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, 1990. v.6.
- HOLDRIDGE, L.R. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: IICA, 1987. 216p.
- IICA. *Compendio de agronomía tropical*. San José, C.R.: IICA, 1989. 693p.
- KEATING, M. Programa para el cambio: el programa 21 y los demás Acuerdos derío de Janeiro en versión simplificada. Ginebra: Centro para Nuestro Futuro Común, 1993. 70p.
- LEÓN, J. Apocináceas, sapotáceas y ebenáceas. In: LEÓN, J. *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, C.R.: IICA, 1987. p.206-217.
- LEUNG, WOOT-TSUEN WU. *Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina*. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1961. 132p.
- LOPEZ M., A.J. Descripción sistemática y parámetros genéticos para características cualitativas y cuantitativas en la colección de patata *Ipomea patatas* (L.) Lam. del CATIE. 1991. 128f. Tesis (Magister Scientiae). - CATIE, Turrialba, 1991
- MARQUEZ, J.M. Caracterización sistemática, parámetros genéticos e índices de selección, de la colección de jícama (*Pachyrizus erosus* L. Urba) del CATIE. 1992. 142f. Tesis (Magister Scientiae) - CATIE, Turrialba, 1992
- MORERA, J. Descripción sistemática de la 'colección Panamá' de pejobaye (*Bactris gasipaes* H. B. K.) del CATIE. 1981. 122f. Tesis (Magister Scientiae) - UCR/CATIE, Turrialba, 1981.
- MORERA, M. Lista de características a usar en evaluación de frutales. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1987. 3p. (mimeografiado).
- PENNINGTON, T.D. *Sapotaceae*. New York: The New York Botanical Garden, 1990. 770p. (Flora Neotropica. Monograph, 52).
- QUEROL, D. Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado: aproximación técnica y socioeconómica. Lima, Perú: Industrial, 1988. 218p.
- REINING, C.C.S.; HEINZMAN, R.M.; MADRID, M.C.; LÓPEZ, S.; LIONEL, A. 1992. Chicle. In: REINING, C.C.S.; HEINZMAN, R.M.; MADRID, M.C.; LÓPEZ, S.; LIONEL, A *Productos no maderables de la biosfera Maya*. Petén, Guatemala: Fundación Conservación Internacional, 1992. p128-156.
- ROMAHN, C.F. Látex. In: ROMAHN, C.F. *Principales productos forestales no maderables de México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo, 1982. p.199-247.
- SAS. SAS/STAT : user's guide release. 6.03 nd. 6. ed. Cary, NC, U.S.A.: SAS Institute, 1988. 1028 p.
- VELEZ-COLÓN, R.; CALONI, I.; MARTINEZ-GARRASTAZU, S. Sensorial and chemical evaluation of sapodilla (*Manilkara sapota* L. V. rogen, *Achras sapota* Lynn.) varieties. *Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico*, Puerto Rico. v.72, n.2, p.103-104, 1992.
- VELEZ-COLÓN, R.; CALONI, I.B. de; MARTINEZ-GARRASTAZU, S. Sapodilla (*Manilkara sapota* Linn.) variety trials at southern Puerto Rico. *Journal of Agricultural of University of Puerto Rico*, Puerto Rico, v.73, n.3, p.255-264, 1989.