

## EXPLORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE POBLACIONES DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) DEL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

### EXPLORATION AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF POPULATIONS OF JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) OF GUERRERO STATE, MEXICO

Noé Alarcón Cruz<sup>1\*</sup>, Rafael Ariza Flores<sup>2</sup>, Aristeo Barrios Ayala<sup>1</sup>,  
David H. Noriega Cantú<sup>1</sup>, Edwin Javier Barrios Gómez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIFAP Campo Experimental Iguala. Correo- e: alarcon.noe@inifap.gob.mx, Tel: 0173333 25080; barrios.aristeo@inifap.gob.mx, Tel: 0173333 21056; noriega.david@inifap.gob.mx.Tel: 0173333 250 80;

<sup>2</sup>INIFAP - CIRPS. Correo -.e: ariza.rafeal@inifap.gob.mx, Tel: 017333325080

<sup>3</sup>INIFAP Campo Experimental Zacatepec. Correo-e: barrios.edwin@inifap.gob.mx; Tel: 017351626051.

\*Autor responsable.

---

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo durante el periodo de 2007 - 2009 y tuvo como objetivo la caracterización morfológica de 47 colectas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) provenientes del Estado de Guerrero. En la caracterización morfológica se evaluaron 50 variables, mismas que se separaron en 40 cuantitativas y 10 cualitativas. De las cuantitativas se seleccionaron 25 variables y de las cualitativas cinco con alta significancia. En la caracterización de datos morfológicos se utilizaron correlaciones, análisis de correspondencia y de

agrupamiento. Los caracteres morfológicos cuantitativos que más aportaron a la diferenciación de los genotipos de jamaica fueron: longitud en la base del lóbulo principal de la hoja, longitud promedio del fruto, perímetro promedio del fruto, longitud vertical de la hoja, ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja, cromas de la flor y promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro. Los caracteres cualitativos que mejor ayudaron a definir los grupos de jamaica fueron el color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas que contribuyeron de manera substancial en la separación de los grupos.

## ABSTRACT

This study was conducted at the facilities of the Autonomous University Chapingo in the period 2007-2008 and aimed at characterizing morphologically to 47 collections of Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) populations representing the State of Guerrero. In the morphological characterization were evaluated 50 variables, which were separated on 40 quantitative and 10 qualitative. Of the 25 variables were selected quantitative and qualitative 5 high variability ( $P \leq 0.04$ ). Quantitative morphological characters that most contributed to the differentiation of the genotypes of Jamaica were long at the base of the main lobe of the leaf, average fruit length, average fruit perimeter vertical length of the blade, the angle of the left lobe sheet, chroma of the flower and leaf color quantified with colorimeter. Qualitative characters that influenced to the determination of groups of Jamaica were associated with visual color of the leaf, earliness stem color appearance, color of bracts and the presence or absence of glands melliferous. From the morphological analysis was formation of 4 groups of collections

**Keywords:** *Characterization, grouping, germplasm, collections.*

## INTRODUCCIÓN

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), pertenece a la familia de las Malvaceae y es un cultivo anual nativo de África tropical. Actualmente, el cultivo es extensamente cosechado en la India, Sudán, Egipto, Senegal y Tailandia por sus agradables cálices de color rojo los cuales son usados para hacer mermeladas, gelatinas y refrescos (Balami y Al-Wandawi, 1984). La jamaica es una de las principales plantas medicinales, la cual tiene muchas aplicaciones en la medicina popular en diferentes países del mundo; en China es usada para el tratamiento de la

hipertensión, daño al hígado y fiebre. Estudios recientes demostraron que los compuestos de extracción acuosos de los sépalos, pueden ser utilizados como un tratamiento eficaz contra la leucemia (Tseng, 2000).

Por otra parte, extractos de sépalos y semillas de jamaica en agua y aceite presentan una alta capacidad antioxidante, los cuales pueden proteger a las células contra los daños ocasionados por los radicales libres (Pin-Der et al., 1997). Recientemente, el aceite extraído de semillas de la planta ha demostrado tener un efecto inhibitorio sobre algunas bacterias y hongos *in vitro*. Además, el extracto que procede de los sépalos en el cultivo de jamaica puede tener un efecto considerable sobre la reducción de la presión arterial (Haji Faraji, 1999). En Egipto, *Hibiscus sabdariffa* L., es importante porque tiene uso farmacéutico, alimenticio e industrial (cosméticos) (Omer et al., 1997). Como resultado de la importancia de *Hibiscus sabdariffa* L., a nivel internacional, el área de cultivo se está incrementando en México de manera gradual con fines de utilización y exportación. En 2008 Guerrero obtuvo una producción de 1,603.19 ton de jamaica y a partir de ese año al 2010 la producción se ha incrementado a 3,792.71 ton; cuyo incremento porcentual representa el 42.27 % de la producción estatal (Anónimo, 2008, 2010). Por todo lo anterior y dada la importancia del cultivo, muchos investigadores están buscando las condiciones para obtener los mejores componentes del rendimiento. Generalmente, el éxito de muchos programas de mejoramiento de cultivos depende en gran medida de la naturaleza y magnitud de la variabilidad genética, características asociadas como incremento de vida de anaquel y a los efectos directos e indirectos de los atributos de productividad y rendimiento. Por lo tanto el objetivo del estudio fue la caracterización morfológica de 47 colectas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) provenientes del Estado de Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la caracterización morfológica se estudiaron 47 materiales de *Hibiscus sabdariffa* L., colectados en regiones tropicales y subtropicales del estado de Guerrero, en un rango de altitud de 0 –1200 m. Los municipios muestreados fueron Tecoaapa, Acapulco, Ometepec, Tlapa, El Ocotito, Atoyac de Álvarez, Iguala, Chilpancingo y Arcelia. El experimento se estableció en instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo bajo condiciones de invernadero rústico sin calefacción y con cubierta de cristal en el periodo de enero – octubre del 2008. La Universidad se localiza en el Estado de México, entre las coordenadas 19° 29'34.61" LN, 98° 53'06.93" LO, a 2254 msnm. La zona presenta un clima templado subhúmedo. La temperatura media oscila entre 22 y 28 °C. El clima se clasifica como C Wo w b (y) g (García, 1988).

Para el diseño experimental y variables evaluadas en la caracterización morfológica se utilizó un diseño completamente al azar en el que se empleó como unidad experimental una planta.

En la germinación de la semilla se utilizó una charola de germinación, en el cual se utilizó como sustrato el "cosmo peat". El número de semillas que se colocaron por compartimiento fueron 2, a una profundidad no mayor de 5 mm en cada charola; al término del día 4 el proceso de germinación comenzó en la mayoría de las colectas. Las plántulas permanecieron en el semillero por un periodo de 2 meses hasta su trasplante en bolsas de plástico negras de 30 x 30 cm utilizando como sustrato una combinación de tezontle, lana de roca, fibra de coco y dos sustratos turbas que reciben los nombres comerciales de "cosmo peat" y "promix", asignando 2 plantas por bolsa.

El número total de plantas por colectas fueron 20, dando un total de 940 plantas distribuidas uniformemente en 470 bolsas negras de 30 x 30.

## Variables evaluadas

La fase metodológica del proyecto incluyó la exploración física y ecogeográfica para la identificación de los recursos fitogenéticos de interés de jamaica. La estrategia de exploración consistió en la identificación y muestreo de las plantas, basándose en requerimientos agroecológicos de la especie como son clima, suelo, pendiente y altitud; así como en la lista de localidades descritas como productoras de jamaica en el estado de Guerrero (Anónimo, 2006).

Los criterios de selección de las plantas fueron: a) que provinieran de plantas y sitios diferentes; b) encontrarse en estado productivo; c) aparentemente sanas; d) el número de plantas a las que se les tomó la muestra presentó una variación de 2 a 15 por accesión; e) simultáneamente se tomaron las variables correspondientes a la ubicación geográfica con la ayuda de un GPS de la marca Mallegans Modelo 2000, como pendiente, altitud, asociación con tipo de vegetación o especies de interés agronómico, color del suelo e índice de pedregosidad en el lugar de la muestra, dicha información se encuentra registrada en los datos de pasaporte.

De cada planta se colectó un mínimo de 10 frutos. Los frutos cosechados se envolvieron en bolsas de papel y se trasladaron a las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo para su almacenamiento por un lapso de 3 meses hasta que alcanzaron el punto adecuado de madurez.

Las características estructurales de la planta tomados en cuenta fueron: altura de planta, se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical considerando que la planta ya había culminado su desarrollo hasta su estado adulto y se encontraba en etapa productiva; la cobertura foliar se midió tomando en cuenta las longitudes mayor y menor de las zonas de goteo de cada ejemplar. El diámetro basal del tallo se midió considerando la parte más baja que

presentaba contacto directo con el sustrato. El criterio utilizado para medir el diámetro basal medio del tallo, se basó en el hecho de que no todas las colectas presentaban el mismo porte, por lo tanto, una vez que dichos especímenes se encontraban en su estado adulto, se procedió a tomar datos de altura de la planta y dividirla entre dos para obtener la altura media. Simultáneamente se tomó datos de número de flores, número de ramas, ausencia o presencia de glándulas, precocidad, color visible de hojas, flores y frutos.

Para evaluar características de las hojas, de cada colecta se seleccionaron al azar cinco de ellas fisiológicamente maduras y a diferentes niveles de ubicación en la planta.

Para la descripción y medición de las hojas se tomaron en cuenta algunos aspectos considerados por Galet (1979), en su estudio de identificación y descripción de especies del género *Vitis*, que presentan características similares a la hoja de jamaica, además de adicionar propuestas nuevas de variables de medición como el ángulo derecho e izquierdo del lóbulo, ángulo de lavase del peciolo y ancho entre los lóbulos centrales. Con base a lo anterior, las características que se consideraron fueron:

1. Largo del peciolo;
2. Ancho de la lámina entre los lóbulos en ambos costados del lóbulo principal;
3. Longitud en la base del lóbulo principal;
4. Angulo derecho del lóbulo;
5. Angulo izquierdo del lóbulo;
6. Ángulo de la base del peciolo;
7. Perímetro de la hoja;
- 8.- Área de la hoja.
- 9.- Rendimiento de cálices

En cuanto el análisis de la parte reproductiva de la planta, se consideraron los cálices y las semillas debido a que son las principales partes aprovechables económicamente. Se tomó el peso del fruto con una balanza granataria así como datos de longitud y diámetro promedio del fruto

con la ayuda de un vernier. Cabe mencionar que para el muestreo se realizó una selección de 10 frutos en todos los individuos de las 47 colectas. Estos se separaron y se midieron en fresco tomando los datos anteriormente mencionados.

Las características cualitativas evaluadas fueron: a) color visual de la hoja; b) color de peciolo; c) color aparente del tallo; d) color de brácteas; e) color de flor; f) precocidad en función de la madurez fisiológica; g) ausencia o presencia de glándulas melíferas; h) color visual del fruto aparente; e i) defoliación total a los 6 meses. Para establecer los valores se realizó una comparación entre todas las colectas y con experiencia del contacto continuo entre los materiales se establecieron escalas para todas las variables fenotípicas cualitativas.

Los caracteres cuantitativos medidos fueron: número de ramas, número de frutos, número de brácteas, lóbulos y los promedios de color de hoja, tallo, flor y fruto, así como mediciones de área foliar de las hojas, ángulos de ramas, alturas, pesos, diámetros y longitudes

### **Análisis estadísticos**

Con el propósito de analizar estadísticamente los caracteres morfológicos, se separaron las variables en cuantitativas y cualitativas siendo 40 y 10, respectivamente. Con las variables morfológicas cuantitativas y cualitativas se procedió a realizar análisis estadísticos independientes con el programa Statistical Analysis System, SAS (2004) versión 9 utilizando los procedimientos siguientes: para la selección de las variables cuantitativas se utilizó el principio de una regresión progresiva Forward. Con las variables seleccionadas y estandarizadas se determinó del número de grupos de colectas a través de la representación gráfica de un análisis cúbico de agrupamientos y el uso de distancias euclidianas cuadradas. Además, es importante citar que el análisis discriminante

canónico permitió corroborar el número de agrupamientos y seleccionar las características más discriminantes entre cada grupo. La altura de corte en el dendrograma se determinó en base al análisis cúbico de agrupamientos usando PROC CLUSTER y PROC TREE de SAS (2004). Finalmente, con la técnica del análisis de conglomerados de la varianza mínima de Ward se realizó la construcción de un dendrograma.

Con las variables cualitativas se realizó un segundo análisis, en donde los agrupamientos estuvieron determinados en base a un análisis de correspondencia para

detectar relaciones fenotípicas entre las colectas y así mismo inferir que características determinaron la formación de grupos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la caracterización morfológica la selección de las variables cuantitativas altamente significativas se utilizó el principio de una regresión progresiva Forward con un nivel de significancia de 0.04 y 0.01 y de la cual se obtuvieron las siguientes variables altamente significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Selección de variables por el método de Forward.

Número de variables	Método de Forward	Carácter medido
1	X47	Ancho en la base del lóbulo principal de la hoja
2	X48	Ángulo en la base del pecíolo
3	X50	Longitud promedio del fruto
4	X49	Perímetro promedio del fruto
5	X25	Promedio de color de fruto cuantificado con colorímetro (L)
6	X38	Promedio de color de flor cuantificado con colorímetro (a)
7	X42	Perímetro de la hoja
8	X43	Longitud vertical de la hoja
9	X46	Ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja
10	X44	Longitud horizontal de la hoja
11	X2	Número de ramas
12	X14	Numero de brácteas
13	X3	Número de frutos
14	X33	Color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro(L)
15	X31	Color de tallo en la base cuantificado con colorímetro (b)
16	X28	Croma C de fruto
17	X41	Área de la hoja
18	X4	Número de flores
19	X39	Promedio de color de flor cuantificado con colorímetro (b)
20	X40	Croma C de la flor
21	X21	Promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L)
22	X7	Número de lóbulos en hojas por planta
23	X1	Altura de planta
24	X9	Longitud de pecíolo
25	X34	Color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro(a)

Una vez realizada la selección de las variables, éstas se utilizaron para el realizar el Análisis Cúbico de Agrupamientos y determinar el número de grupos formados, siendo cuatro para los caracteres morfológicos cuantitativos. Dicho agrupamiento fue corroborado por el análisis de conglomerados de la varianza mínima de WARD correspondientes a las variables morfológicas cuantitativas seleccionadas (Cuadro 2).

Para determinar el número de grupos se realizó un análisis discriminante canónico.

El análisis discriminante canónico permitió determinar las características que mejor contribuyeron a la separación de los grupos (Figura 1).

La variable discriminante canónica uno explicó el 65.98 % de la variabilidad entre las colectas de jamaica. La variable discriminante canónica dos explicó el 30.15 % del total de la variabilidad. De tal forma que juntas explicaron el 96.13 % de la variabilidad presente en las colectas de jamaica (Cuadro 3).

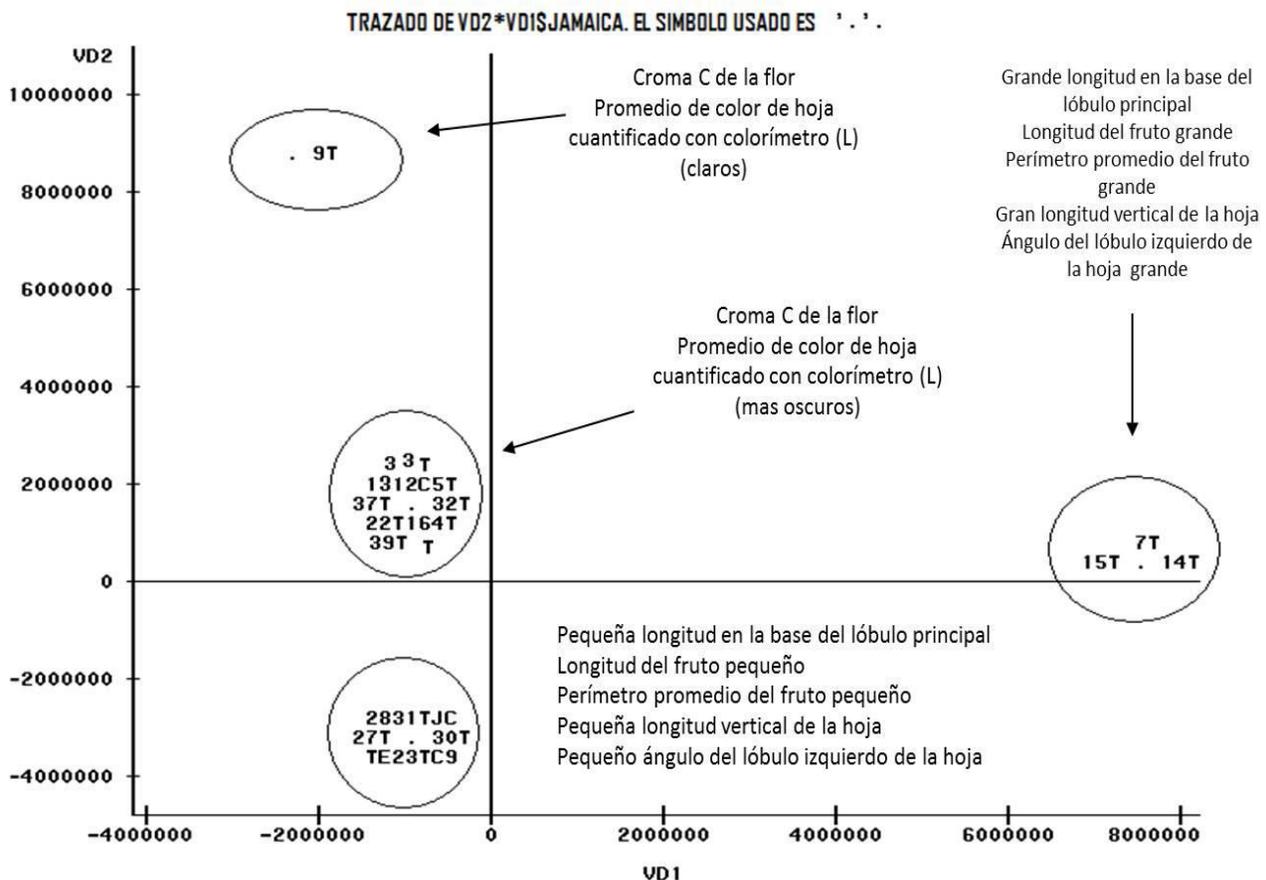


Figura 1. Ubicación espacial de los cuatro grupos según sus características en las colectas de jamaica con sus variables discriminantes 1 y 2 (VD1 y VD2).

Cuadro 2. Análisis de conglomerado de la varianza mínima de WARD correspondientes a las variables morfológicas cuantitativas seleccionadas.

Conglomerados	Valor propio	Diferencia	Proporción	Proporción acumulada
1	5.74	0.93	0.23	0.23
2	4.81	1.94	0.19	0.42
3	2.87	0.73	0.12	0.54
4	2.15	0.16	0.09	0.62
5	1.99	0.58	0.08	0.70
6	1.41	0.15	0.06	0.76
7	1.26	0.29	0.05	0.81
8	0.98	0.17	0.04	0.85
9	0.81	0.18	0.03	0.88
10	0.63	0.02	0.03	0.91
11	0.60	0.18	0.02	0.93
12	0.42	0.06	0.02	0.95
13	0.36	0.13	0.01	0.96
14	0.23	0.03	0.01	0.97
15	0.21	0.04	0.01	0.98
16	0.17	0.03	0.01	0.99
17	0.14	0.05	0.01	0.99
18	0.10	0.06	0.00	1.00
19	0.04	0.01	0.00	1.00
20	0.03	0.00	0.00	1.00
21	0.02	0.01	0.00	1.00
22	0.02	0.02	0.00	1.00
23	0.00	0.00	0.00	1.00
24	0.00	0.00	0.00	1.00
25	0.00	0.00	0.00	1.00

Se han estandarizado los datos en la media 0 y varianza 1.

Desviación estándar de la muestra total cuadrática media = 7.07

Cuadro 3. Porcentaje de las variables canónicas que explica la variabilidad entre colectas de jamaica.

Variable canónica	%	% Acumulado
Variable canónica 1	65.98	65.98
Variable canónica 2	30.15	96.13
Variable canónica 3	2.40	98.97
Variable canónica 4	1.03	100.00

En cuanto a las características que más contribuyen a explicar la variabilidad fenotípica por la variable discriminante canónica uno tenemos que fueron ancho en la base del lóbulo principal de la hoja, longitud promedio del fruto, perímetro promedio del fruto, longitud vertical de la hoja y ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja. Para la variable discriminante dos las características que más contribuyen a la variabilidad fenotípica son cromas (C) de la flor y promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L). Finalmente, las

características que explicaron la variabilidad fenotípica de la tercera variable discriminante fueron promedio de color de fruto cuantificado con colorímetro (L), color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro (L), color de tallo en la base cuantificado con colorímetro (b), croma (C) de fruto, y color del tallo en la parte media de la planta cuantificado con colorímetro (a).

En el dendrograma de la Figura 2 se observa la formación de cuatro grupos que mantienen una relación según el análisis cúbico de agrupamiento. La altura de corte se presenta a 0.10.

El grupo I se divide en dos subgrupos; el primer subgrupo está conformado por las colectas 10T, 15C, 19T, 1C, 11C, 16C, 11T, 28C, 12C, 22T, 20C,

27C, 9C, 30T, JC, 1T, 28T, 31T, 20T, 27T, 25C, 26T y 24T. En este subgrupo se encuentran las colectas 11T y 28C separadas a una distancia de 0.001, siendo esta la menor distancia que se observa en el dendrograma. El segundo subgrupo lo formaron las colectas: 14T, 7C, 15T, 29T, 21T y 23T. Mismas que se separaron a una distancia de 0.075.

El grupo II lo conformó solamente la colecta 9T, separándose del grupo uno a una distancia de 0.135.

El grupo III estuvo conformado por las colectas: 13T, 16T, 19C, 36T, 37T, 4T, 5T, 29C, TEX, 3T, 32T, 33T, 34T, 38T, 35T y 39T. Este grupo se encuentra unido al grupo IV a una distancia de 0.130. El cuarto grupo lo constituyó la colecta 7T.

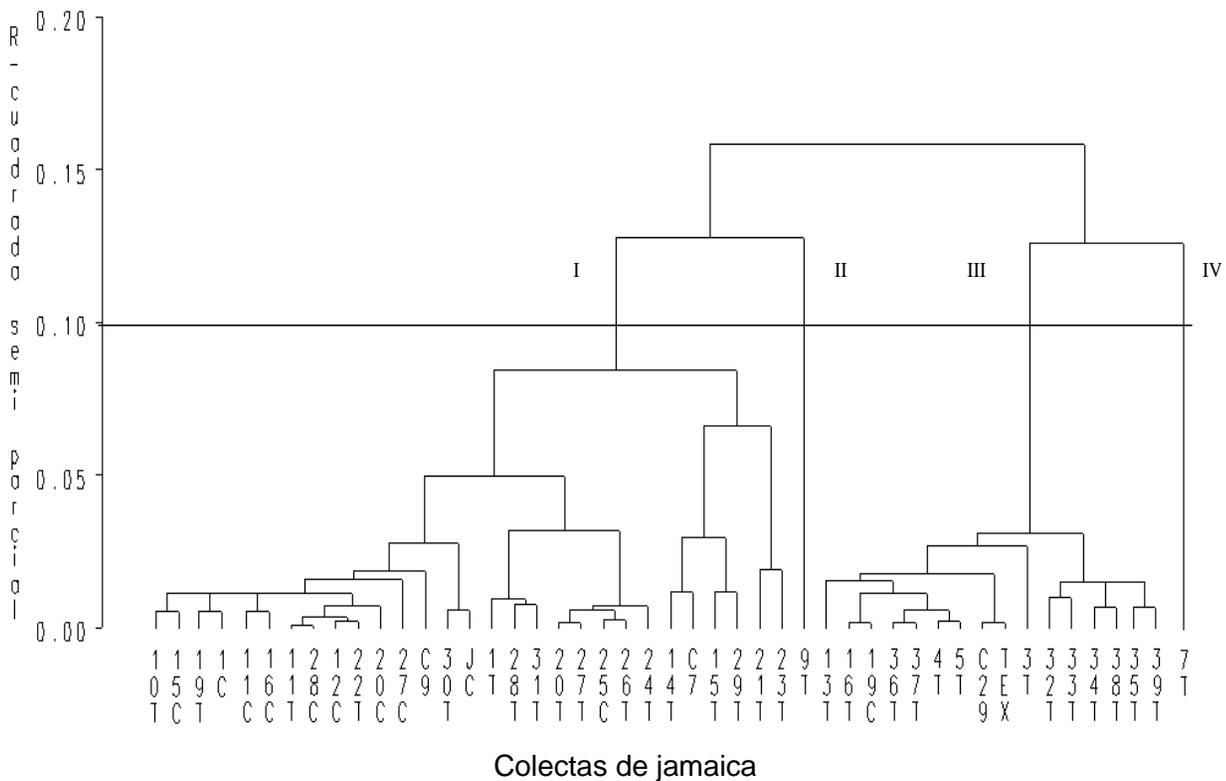


Figura 2. Dendrograma de relaciones entre las 47 colectas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) utilizando distancias euclidianas al cuadrado y el método de agrupamiento UPGMA

Entre las colectas más importantes que se separan totalmente de los grupos principales debido a sus características fenotípicas fueron la ausencia de glándulas melíferas para colecta 7T y ausencia de pigmentación 9T.

La colecta 7T presenta frutos muy coloridos y carece de glándulas melíferas, mientras que 9T es muy tardía, tiene frutos de color blanco y presenta glándulas melíferas.

Para la caracterización morfológica también se incluyeron las variables cualitativas X8, X17, X12, X15 y X18 que simbolizan al color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas, mismas que contribuyeron de manera substancial en la separación de los grupos.

## CONCLUSIONES

Las variables morfológicas permitieron diferenciar a los genotipos de jamaica dividido a la alta variabilidad de los materiales de jamaica. Los agrupamientos de genotipos, resultado de la caracterización morfológica fueron cuatro grupos diferentes y los caracteres morfológicos cuantitativos que más aportaron a la diferenciación fueron: ancho en la base del lóbulo principal de la hoja, longitud promedio del fruto, perímetro promedio del fruto, longitud vertical de la hoja, ángulo del lóbulo izquierdo de la hoja, cromatismo (C) de la flor y promedio de color de hoja cuantificado con colorímetro (L). Los caracteres cualitativos que mejor ayudaron a definir los grupos de jamaicas fueron color visual de la hoja, precocidad, color aparente del tallo, color de brácteas y ausencia o presencia de glándulas melíferas.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la oportunidad para realizar mis estudios de posgrado.

## LITERATURA CITADA

Al-Wandawi, H., K. Al-Shaikhaly and M. Abdurahman, 1984. Roselle Seeds: a new source of protein. *J. Sci. Food Agric.* 32:510-512.

Anónimo. 2006. Avances de cosechas del ciclo primavera verano por cultivo 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Información del Sector Agrícola Delegación Estatal Guerrero Sección Estadísticas.

Anónimo. 2008. Estadísticas del cultivo de jamaica en el estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). (consultado 28/07/2011).

Anónimo. 2010. Estadísticas del cultivo de jamaica en el estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx). (consultado 28/07/2011).

Balami, A. 1998. The effect of processing conditions packaging and store on selected quality attributes of Mungza Ntusa. M. Sc. Thesis, University of Ibadan, Nigeria.

Carroll P. Wiltsie. 1996. Crop Adaptation and Distribution. Iowa State University. W. H. Freeman and Company. San Francisco, California. USA. 639 p.

Galet, P. 1979. A practical Ampelography. Grapevine Identification. Comstock Publ. Ass. Cornell University Press. Ithaca. 248 pp.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, 4<sup>a</sup>. de. Ed. UNAM. México. 252 pp.

Haji Faraji, M. and A.H. Haji Tarkhani, 1999. The effect of sour tea (*Hibiscus sabdariffa*) on essential hypertension. J. Ethnopharmacol. 65:231-236.

Omer, E.A., M.E. Khattab and M.E. Ibrahim, 1997. Effect of pinching and foliar application of some growth regulators on two new early mature varieties of *Hibiscus sabdariffa* L. Egypt J. Hort. 24:117-130.

Pin-Der, D. and Y. Gow-Chin, 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. J. Food Chem. 60:639-645.

Tseng, T., T. Kao, C. Chu, F. Chou, W. Lin and C. Wang, 2000. Induction of apoptosis by *Hibiscus protocatechuic* Acid in Human Leukemia Cells via Reducion of Retinoblastoma (RB) Phosphorylation and Bcl-2 expresión. Biochem. Pharmacol. 60:307-315.