

EVALUATION AND SELECTION OF GENOTYPES OF JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) UNDER RAINFED CONDITIONS IN TUTUTEPEC, OAXACA, MEXICO

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE GENOTIPOS DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN TUTUTEPEC, OAXACA, MÉXICO

Ovando-Cruz, M.E.^{1*}; Salinas-Moreno, Y.²; Gálvez-Marroquín, L.A.¹; Ortiz-Curiel, S.³; Martínez-Bolaños, M.³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Melchor Ocampo No. 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oaxaca. C. P. 68200. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-INIFAP. Km. 8, Carretera Libre Tepatitlán-Lagos de Moreno. Av. Biodiversidad # 2470. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, CP. 47600. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa. Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas. C.P. 30870.

*Autor por correspondencia: galvez.luis@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate phenological, morphological and yield variables of genotypes of Jamaica from Nayarit, under rainfed conditions in Río Grande, Tututepec, Oaxaca, México.

Design/methodology/approximation: Nine genotypes were evaluated [UAN-7, UAN-8, UAN-13, UAN-16, UAN-29, UAN-30, UAN-31, Negra Quiquinta (NQ) and Tempranilla Flor (TF)] and as a regional witness the Jersey Acriollada variety (JA). A block design was used completely at random. The variables evaluated were: days to flowering and harvest; plant height and first fruit; number of branches and calyxes; and yield of fresh and dried calyxes per plant. The stockings were compared by the Tukey test.

Results: The later genotype was UAN-30, with 100 days at flowering and 133 days at harvest, the earliest were UAN-7, UAN-13 and JA, which in turn had lower height, while UAN-8, UAN-16, UAN-30 and TF, were the highest. The highest yields of fresh calyxes were obtained in UAN-7, UAN-13 and UAN-16 (531.71, 545.97 and 532.83 g/plant, respectively); NQ and JA obtained the lowest (346.41 and 336.23 g/plant, respectively). The highest yields of dry calyxes were obtained from UAN-8, UAN-16 and TF (63.02, 59.17 and 60.15 g/plant, respectively).

Findings/conclusions: The earliest genotypes to have 50% flowering were JA, UAN-7 and UAN-13; UAN-30 was the latest. UAN-7, UAN-29 and JA, showed greater precocity for harvest; the latest was UAN-30. The highest yields of dried calyxes were obtained in UAN-8, UAN-16 and TF (58.1, 62.3 and 58.47% higher than JA, respectively).

Keywords: phenology, morphology, yields of *Hibiscus*.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar variables fenológicas, morfológicas y de rendimiento en genotipos de jamaica procedentes de Nayarit, bajo condiciones de temporal en Río Grande, Tututepec, Oaxaca, México.

Diseño/metodología/aproximación: Se evaluaron nueve genotipos [UAN-7, UAN-8, UAN-13, UAN-16, UAN-29, UAN-30, UAN-31, Negra Quiviquinta (NQ) y Tempranilla Flor (TF)] y como testigo regional la variedad Jersey Acriollada (JA). Se empleó un diseño bloques completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: días a floración y cosecha; altura de planta y a primer fruto; número de ramas y cálices; y rendimiento de cálices frescos y secos por planta. Las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey.

Resultados: El genotipo más tardío fue UAN-30, con 100 días a floración y 133 días a cosecha, los más precoces fueron UAN-7, UAN-13 y JA, que a su vez presentaron menor altura, mientras UAN-8, UAN-16, UAN-30 y TF, fueron las de mayor altura. Los mayores rendimientos de cálices frescos se obtuvieron en UAN-7, UAN-13 y UAN-16 (531.71, 545.97 y 532.83 g/planta, respectivamente); NQ y JA obtuvieron los menores (346.41 y 336.23 g/planta, respectivamente). Los mayores rendimientos de cálices secos se obtuvieron de UAN-8, UAN-16 y TF (63.02, 59.17 y 60.15 g/planta, respectivamente).

Hallazgos/conclusiones: Los genotipos con mayor precocidad para tener 50% de floración fueron JA, UAN-7 y UAN-13; UAN-30 fue la más tardía. UAN-7, UAN-29 y JA, presentaron mayor precocidad para cosecha; el más tardío fue UAN-30. Los mayores rendimientos de cálices secos se obtuvieron en UAN-8, UAN-16 y TF (58.1, 62.3 y 58.47% superiores a JA, respectivamente).

Palabras clave: fenología, morfología, rendimientos de *Hibiscus*.

y Jersey Acriollada, con rendimientos promedio de cálices secos de 495 y 325 kg ha⁻¹ (Serrano, 2011). En fechas recientes, Ariza *et al.* (2014), informaron rendimientos de 376.5 a 570 kg de cálices secos por hectárea en las variedades Alma Blanca, Rosaliz, Cotzaltzin y Tecoaapa, que son variedades adaptadas a las regiones productoras de Guerrero y Oaxaca. Sin embargo, Caro-Velarde *et al.* (2016) reportaron rendimientos promedio de 900 kg ha⁻¹ de cálices secos en genotipos adaptados a las condiciones del estado de Nayarit. No existen reportes sobre el comportamiento de estos genotipos de origen Nayarita al ser cultivados en la región Costa de Oaxaca, que es la principal zona productora, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar y seleccionar nuevos genotipos promisorios de jamaica bajo condiciones de temporal en la región Costa de Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Sitio Experimental Costa de Oaxaca dependiente del Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca del INIFAP, ubicado en Río Grande, Municipio de Tututepec, Oaxaca (97° 25' 19.37" LO y 19° 59' 38.1" LN, a 7 m de altitud), bajo condiciones de temporal del ciclo agrícola primavera-verano 2017.

Los genotipos de jamaica evaluados fueron: UAN-7 (U7), UAN-8 (U8), UAN-13 (U13), UAN-16 (U16), UAN-29 (U29), UAN-30 (U30), UAN-31 (U31), Negra Quiviquinta (NQ), Tempranilla Flor (TF) y Jersey Acriollada (JA). Esta última se utilizó como testigo regional. Todos los materiales con el prefijo UAN fueron proporcionados por la Universidad Autónoma de Nayarit. Las características edáficas del sitio de trabajo fueron:

INTRODUCCIÓN

La Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es un cultivo de importancia para las áreas tropicales de México, donde se cultiva como monocultivo o en asociación con maíz (*Zea mays* L.). La superficie sembrada en México es de 20,061.31 ha, de donde se obtienen 7,538 toneladas de cálices secos (SIAP, 2016), cantidad que abastece a menos del 50% de la demanda nacional; el déficit se importa de países de África y Asia. Los cálices de jamaica se utilizan frescos o secos para preparar bebidas refrescantes, mermeladas, vinos, helados, chocolates, agentes saborizantes, jaleas, pudines y pasteles (Bolade *et al.*, 2009). Por su composición particular en compuestos fitoquímicos tales como ácidos orgánicos, antocianinas, polisacáridos y flavonoides y la relación de la ingesta de estos compuestos con efectos benéficos a la salud humana (Cid-Ortega *et al.*, 2012), hace que los cálices de jamaica sean de interés para la industria alimentaria y farmacéutica.

Los principales estados productores de jamaica son: Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima, Puebla, Tabasco y Veracruz. Oaxaca ocupa el segundo lugar a nivel nacional con una superficie sembrada de 2,726 ha (SIAP, 2016). Las variedades cultivadas por tradición en la Costa de Oaxaca son Criolla Oaxaca

suelo migajón arenoso, pH de 6.3 y contenido de materia orgánica de 1.9%, 20.4 mg kg⁻¹ de N, 87.3 mg kg⁻¹ de P y 43.3 kg ha⁻¹ de K. La siembra del experimento se realizó el 27 de agosto de 2017. Durante el periodo de desarrollo del experimento, la temperatura promedio fue de 26.3 °C y precipitación pluvial acumulada de 495.6 mm (Figura 1).

Las plantas se establecieron en un sistema de siembra de marco real, con distancia de 1×1 m (10,000 plantas ha⁻¹). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron las distintas variedades que se aleatorizaron dentro de cada bloque. En cada tratamiento se utilizaron 35 plantas distribuidas en cinco surcos de 7 m de longitud. Como parcela útil se utilizaron 15 plantas de los tres surcos centrales de cada repetición (esto se realizó para eliminar el efecto de orilla). El manejo agronómico consistió en dos aplicaciones de fertilizante: a los 30 d, después de siembra (10 g planta⁻¹ de 17N-17P-17K) y la segunda a los 60 d, posteriores a siembra (10 g planta⁻¹ de 46N-0-0). El control de malezas y cosecha de cálices frescos fue de manera manual. Las variables evaluadas en cada tratamiento fueron: número de días al formar la primera flor (DPF), días a tener el 50% de floración (DF), días a tener la última flor (DUF) y días a cosecha (DC). También se evaluaron las variables: altura al primer fruto, altura de planta, número de ramas y cálices por planta, peso fresco y seco de los cálices. Esta última, se realizó mediante secado al sol de los cálices frescos, hasta estandarizar un contenido de humedad del 12 %.

Los datos se analizaron mediante ANOVA y las comparaciones de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$); de igual manera se comprobaron los supuestos de normalidad del error, homogeneidad de varianzas, independencia del error e interacción entre bloques mediante el programa SAS versión 9.0 (SAS, 2002). Para determinar el grado de similitud que guardan entre si las variedades de jamaica, se aplicó un análisis de conglomerados de agrupación jerárquica empleando la distancia euclidiana y el algoritmo jerárquico acumulativo de Ward que minimiza la variación in-

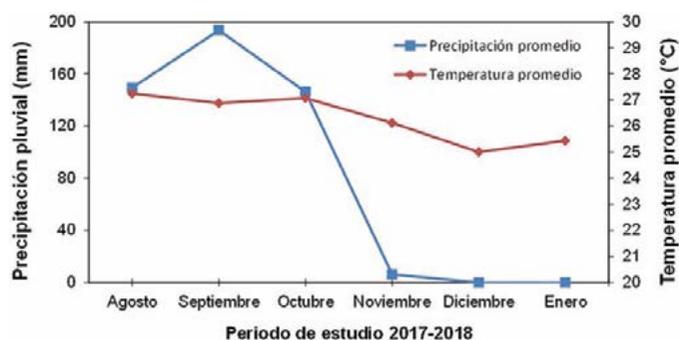


Figura 1. Precipitación pluvial y temperatura media mensual en Rio Grande, Tututepec, Oaxaca durante el periodo agosto 2017-enero 2018.

tra grupos y tiende a generar conglomerados pequeños y de tamaño similar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables fenológicas y morfológicas

Se presentó diferencia estadística ($p<0.05$) entre los genotipos para la variable DPF. De manera general, los valores oscilaron entre 80 y 90 días después de la siembra (dds) para los genotipos evaluados. El genotipo que requirió el menor número de días fue Jersey Acriollada (80 dds), en tanto que los genotipos UAN-8, UAN-16, UAN-30 y UAN-31 fueron los que requirieron el mayor número de días (Cuadro 1).

El periodo para alcanzar 50% de floración promedio (DF) varió entre 85 y 100 dds. Los genotipos con el menor número de días para alcanzar esta etapa fenológica fueron Jersey Acriollada, UAN-7 y UAN-13, en tanto que UAN-30 fue el que requirió el mayor número de días (100 dds). La correlación entre estas dos variables

Cuadro 1. Días a floración y cosecha de 10 genotipos de *Hibiscus sabdariffa* L. bajo condiciones de temporal en Tututepec, Oaxaca, México, ciclo primavera-verano 2017.

Variedad	Días a primera flor	Días a floración (50%)	Días a última flor	Días a cosecha
U-7	82.25d	85.00d	101.25d	116.5de
U-8	89.25a	94.25b	108.25b	122.25b
U-13	81.00d	85.25d	100.25de	116.5de
U-16	88.25ab	91.00c	108.25b	122.25b
U-29	82.25d	90.00c	99.0e	115e
U-30	90.25a	100.25a	120.5a	133.25a
U-31	88.25ab	92.5bc	107.25b	118.5cd
Negra Quiviquinta	86.25bc	90.25c	101.25cd	120.5bc
Tempranilla Flor	85.25c	90.25c	103.5c	118.25cd
Jersey Acriollada	80.25e	85.25d	100.25de	115.25e

En columnas letras similares indican que los valores son estadísticamente iguales (Tukey, $p\leq 0.05$).

(DPF y DF) es elevada ($r=0.89$, dato no mostrado) por lo que se podría optar por medir una u otra. Respecto al periodo de emisión de la última flor, se registró una variación entre 99 y 120.5 dds. El genotipo que requirió el menor número de días fue UAN-29, en tanto que el que requirió el mayor número de días fue UAN-30. De manera general, el periodo requerido para que los diferentes genotipos llegaran a cosecha fue entre 115 y 133 días; los genotipos de cosecha temprana fueron UAN-7, UAN-29 y Jersey Acriollada, mientras que la cosecha tardía se registró en el genotipo UAN-30.

La correlación entre la variable días a última flor (DUF) y días para cosecha (DC) fue de $r=0.95$ (dato no mostrado) por lo que se podría optar por medir una u otra variable, la que resulte más sencilla de medir.

La altura de planta fue significativa en los genotipos de jamaica ($p<0.01$; $cv=8.66$). Las mayores alturas se registraron en los genotipos UAN-8, UAN-16, UAN-30 y Tempranilla Flor; mientras que las menores se presentaron en los genotipos UAN-13 y Jersey Acriollada (Figura 3a). La altura de planta es una característica de interés para el productor ya que en la región Costa de Oaxaca se presentan fuertes vientos en el mes de noviembre que provocan el acame de las plantas de jamaica de porte alto, tal como se ilustra en la Figura 2. El acame, además de dificultar las actividades de cosecha, ocasiona que los cálices frescos establezcan contacto con el suelo y se tenga mayor presencia de enfermedades causadas por hongos, lo que reduce la calidad de los cálices por la presencia de manchas oscuras.



Figura 2. Fotografía que muestra el acame que se presenta en plantas de jamaica.

En lo referente a la altura del tallo donde se presentó el primer fruto de jamaica, existieron diferencias significativas ($p<0.01$, $cv=9.5$) entre los genotipos. El genotipo con menor altura fue Jersey Acriollada, mientras que la de mayor porte fue UAN-30 (Figura 3b). Las variables de altura de la planta de jamaica y altura al momento de la emisión de su primer fruto están determinadas en parte por la sensibilidad al fotoperiodo del genotipo (Ariza *et al.*, 2014). La sensibilidad de la jamaica al fotoperiodo también se ve reflejada en la variable de floración, donde plantas con fotoperiodos menores a trece horas promueven la floración (McCaleb, 1996). Sin embargo, el mismo factor puede influir en la reducción de rendimientos a medida que los días se acortan (Duke, 1978).

El número de ramas por planta fue diferente entre los genotipos de jamaica evaluados ($p<0.01$, $cv=15.38$). Los genotipos con mayor número de ramas fueron UAN-7, UAN-13, Negra Quiviquinta y Jersey Acriollada, con promedio de 11.5 ramas; el menor número se registró en UAN-8 y Tempranilla Flor, con promedio de 6.5 ramas (Figura 3c). El número de ramas está asociado con el rendimiento de cálices tanto frescos como secos (Terán y Soto, 2004). El mayor número de cálices por planta se obtuvo del genotipo UAN-30 (104), mientras que el menor número lo presentó el genotipo UAN-8 (65) ($p<0.01$, $cv=16.77$) (Figura 3d).

Los genotipos de jamaica difieren significativamente en el rendimiento de cálices frescos ($p<0.01$, $cv=12.49$). La variedad Jersey Acriollada tuvo una media de 336.23 g de cálices frescos por planta, rendimientos similares se obtuvieron en los genotipos UAN-8, UAN-29, UAN-30, UAN-31, Negra Quiviquinta y Tempranilla Flor. Sin embargo, los genotipos UAN-7, UAN-13 y UAN-16 presentaron rendimientos promedio de cálices frescos de 531.71, 545.97 y 532.83 g/planta, que corresponden a 58.13, 62.37 y 58.47% más de rendimiento comparado con la variedad Jersey Acriollada (Figura 3e). El aspecto de los cálices frescos se relaciona con el color que estos presentarán al ser deshidratados, y este último es un indicador de calidad e identidad de las

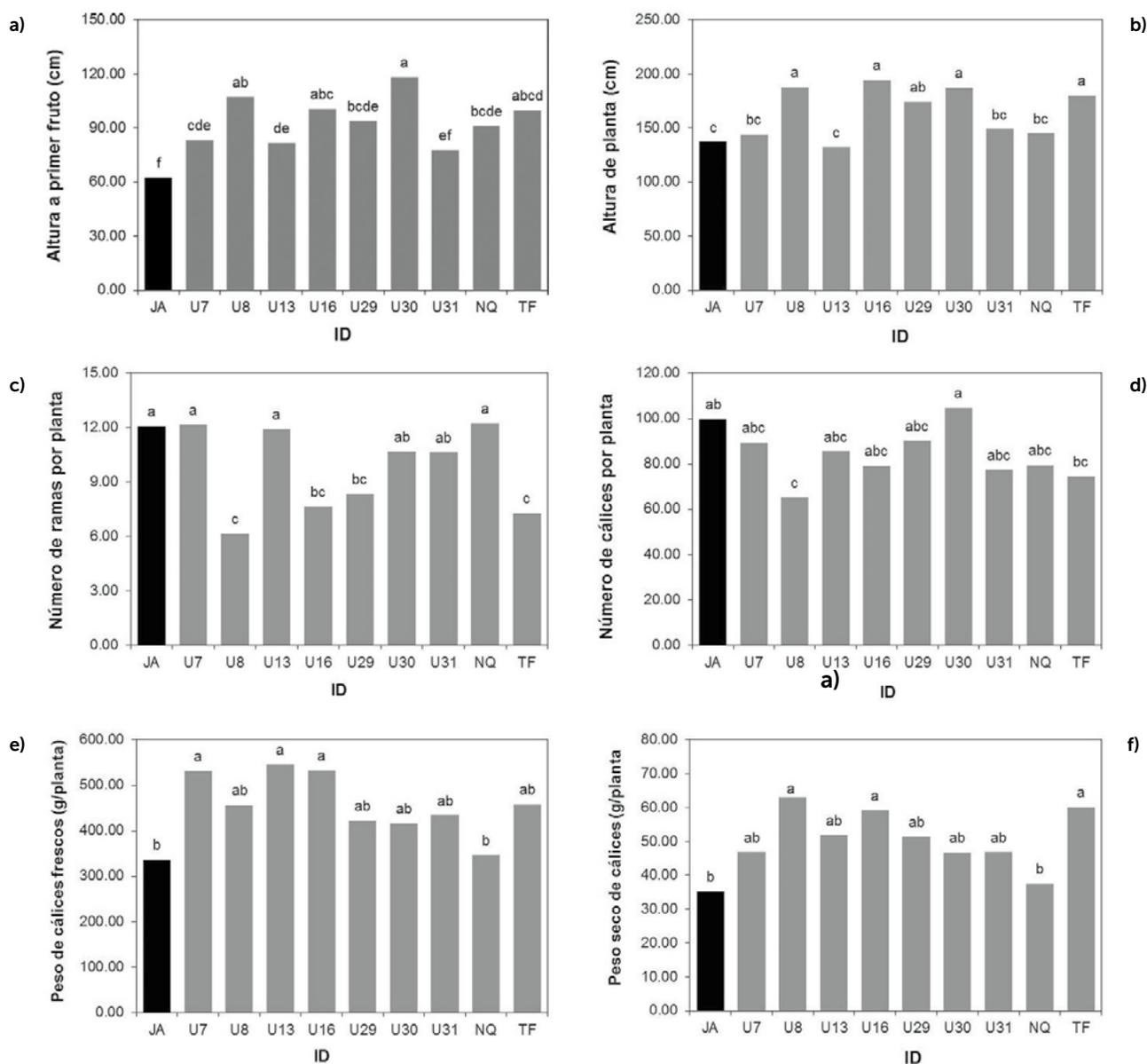


Figura 3. Variables morfológicas de las variedades de *Hibiscus sabdariffa* L., evaluadas durante el ciclo primavera-verano 2017 bajo condiciones de temporal en Tututepec, Oaxaca, México.

variedades de jamaica. En la Figura 4 se muestran fotografías digitales de los cálices frescos de cuatro de los genotipos evaluados, entre los que se incluye el utilizado como testigo (Jersey Acriollada).

Respecto a la variable rendimiento de cálices secos de los genotipos de jamaica evaluados, los mayores valores se obtuvieron en los genotipos UAN-8, UAN-16 y Tempanilla Flor ($p < 0.01$, $cv = 12.4$), en tanto que los menores rendimientos los presentaron las variedades Negra Quiquinta y Jersey Acriollada (Figura 3f).

Los rendimientos obtenidos en los genotipos sobresalientes, superaron a los reportados para variedades loca-

les de jamaica, tales como Alma Blanca, Rosaliz, Coatzalzin y Tecoanapa cultivadas en los estados de Oaxaca y Guerrero (Ariza et al., 2014); así como a los reportados para variedades cultivadas en el estado de Quintana Roo (Contreras-Guardado et al., 2009).

Por el análisis de conglomerados de agrupación jerárquica se formaron 4 grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí (Figura 5). En el Grupo I se localiza la variedad JA, en el Grupo II las variedades U7 y U13, en el III U30 y NQ, y en el IV U31, U29, U8, U16 y TF.

De acuerdo con estos agrupamientos, los genotipos del Grupo IV son las de menor similitud con el genotipo JA,

esta última se caracteriza por su precocidad, baja altura de planta y bajo rendimiento de cálices secos. Los genotipos U8, U16 y TF sobresalieron por sus elevados rendimientos de cálices secos.

CONCLUSIONES

Para las condiciones edafoclimáticas de Tututepec, Oaxaca, los genotipos con mayor precocidad para tener 50% de floración fueron Jersey Acriollada, UAN-7 y UAN-13; la más tardía fue el genotipo UAN-30. Los genotipos con mayor precocidad para cosecha fueron UAN-7, UAN-29 y Jersey Acriollada; el más tardío fue el genotipo UAN-30. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los genotipos UAN-8, UAN-16 y Tempranilla Flor, que fueron 58.1, 62.3 y 58.47 % superiores a la variedad regional Jersey Acriollada, de manera respectiva.



Figura 4. Cálices frescos de genotipos de *Hibiscus sabdariffa* L.: A) Jersey Acriollada, B) U-8, C) U-16 y D) Tempranilla Flor.

LITERATURA CITADA

Ariza-Flores R., Serrano-Altamirano V., Navarro-Galindo S., Ovando-Cruz M. E., Vázquez-García E., Barrios-Ayala A., Michel-Aceves A. C., Guzmán-Maldonado S. H., Otero-Sánchez M. A. 2014. Variedades mexicanas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) 'Alma Blanca' y 'Rosaliz' de color claro, y 'Cotzaltzin' y 'Tecoanapa' de color rojo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37: 181-185.

Bolade M. K., Oluwalana I. B., Ojo O. 2009. Commercial practice of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) beverage production: Optimization of hot water extraction and sweetness level. *World Journal of Agricultural Sciences* 5: 126-131.

Caro-Velarde F. J., Navarrete-Valencia A. L., Machuca-Sánchez M. L., Hernández Villareal A. E. 2016. Catalogo descriptivo de genotipos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) de México. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México. 142 p.

Cid-Ortega S., Guerrero-Beltrán J. A. 2012. Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6: 47-63.

Contreras G. J. Á., Soto R. J. M., Huchin C. A. 2009. Tecnología para el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Quintana Roo. INIFAP. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Chetumal. Chetumal, Quintana Roo, México. 48 p.

Duke J. A. 1978. The quest for tolerant germplasm. In Jung G.A. (Ed.) *Crop tolerance to suboptimal conditions*. ASA Spec. Pub. No 32. American Society of Agronomy, Madison, WI.

McCaleb R. 1996. *Manual de la Producción de Roselle*. USA: Herb Research Foundation.

SAS Institute Inc. 2002. *SAS/STAT® 9.0. User's guide*. Carey, North Caroline, USA.

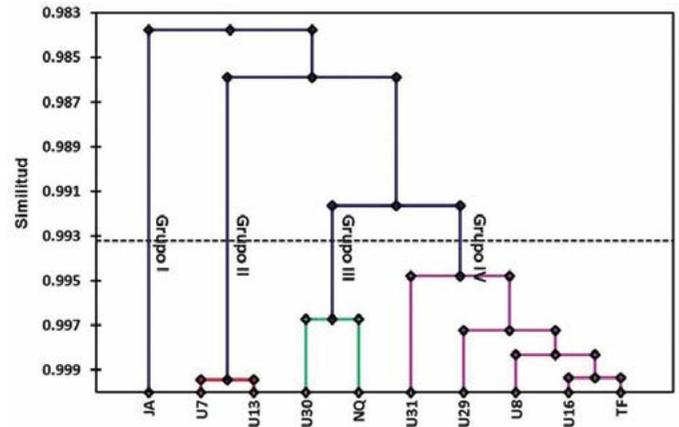


Figura 5. Agrupamiento de 10 genotipos de *Hibiscus sabdariffa* L., cultivados en Tututepec, Oaxaca, México, construido mediante el algoritmo jerárquico acumulativo de Ward y distancias euclidianas a partir de diez variables morfológicas.

Serrano A. V., Navarro G. S., Guzmán M. S. H., Ariza F. R., Herrera, H. G. 2011. Descripción varietal de: Alma Blanca, Cotzaltzin, Rosaliz y Tecoanapa, primeras variedades de jamaica registradas en México. INIFAP. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Etla, Oaxaca. 36 p.

SIAP. 2016. Anuario Estadístico de la producción agrícola. http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/ (Último acceso: 27/02/2018).

Terán Z., Soto F. 2004. Evaluación de densidades de plantación en el cultivo de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Cultivos Tropicales* 25: 67-69.