

Rendimiento de variedades de jamaica con relación a fechas de poda apical

Víctor Manuel Coria Ávalos¹

H. Jesús Muñoz Flores¹

Rocío Toledo Aguilar²

J. Trinidad Sáenz Reyes¹

Gabino Peñaloza Santa Cruz³

Rubén Barrera Ramírez^{4§}

¹Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Av. Latinoamericana núm. 1101, Col. Revolución, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60150. (coria.victormanuel@inifap.gob.mx; muñoz.hipolitojesus@inifap.gob.mx; saenz.j.trinidad@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, México. CP. 40000. (toledo.rocio@inifap.gob.mx). ³Facultad de Agrobiología Pdte. Juárez-UMSNH. Paseo Lázaro Cárdenas núm. 2290, Col. Emiliano Zapata, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60170. (1418888f@umich.mx). ⁴Colegio de Postgraduados-Postgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230.

§Autor para correspondencia: ruben.barrera.ram@gmail.com.

Resumen

El estado de Michoacán es el segundo productor de jamaica en México. La poda en esta especie coadyuva a incrementar el rendimiento de cálices por unidad de superficie. Por ello, el objetivo fue evaluar el efecto de fechas de poda apical en el rendimiento de cuatro variedades de jamaica sembradas en trópico seco de Michoacán. El estudio se realizó durante el ciclo primavera-verano, 2021, en la localidad de Melchor Ocampo, Cunuato, Churumuco, Michoacán. Las variedades evaluadas fueron: Reina Roja (testigo), Patriota, Estrella Costeña y Mulata. La poda apical se realizó a 70, 90 y 107 días después de la siembra (dds) y un testigo sin poda. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 4 x 4, con 10 repeticiones. Se registraron las variables altura de planta, diámetro en la base del tallo, número de ramas laterales, peso fresco y seco de los cálices por planta. Se realizó análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para determinar el efecto de los factores y sus interacciones, prueba de comparación de medias (Tukey $p \leq 0.05$) y correlación de Pearson entre las variables. La poda apical influyó en el rendimiento de cálices de las cuatro variedades de jamaica; la producción más alta se generó a 90 dds; las variedades Mulata y Estrella Costeña produjeron 1 159.6 y 1 107.3 kg ha⁻¹. Los rendimientos obtenidos en el ensayo superaron a los reportados a nivel estatal (570 kg ha⁻¹) y nacional (430 kg ha⁻¹). En general, las variedades de jamaica respondieron positivamente a la poda apical y de no realizarse la producción disminuye.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa* L., labores culturales, manejo agronómico, rendimiento.

Recibido: marzo de 2022

Aceptado: junio de 2022

Introducción

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta arbustiva semileñosa anual o bianual que pertenece a la familia Malvaceae y alcanza entre uno y tres metros de altura (Ortiz-Márquez, 2008). Es nativa de Asia y África tropical, pero actualmente se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, ya que posee cálices comestibles (Mariod *et al.*, 2017) que de acuerdo con el color se pueden distinguir cuatro tipos: verdes, rosas, rojos y rojos oscuros (Babalola *et al.*, 2001).

Dentro de los compuestos bioactivos que se han extraído de los cálices se encuentran: alcaloides, ácidos ascórbicos, β -carotenos, ácido cítrico, flavonoides, polifenoles y antocianinas (delphinidin-3-glucosilósido o hibiscin) (Riaz y Chopra, 2018). En México, existen varios tipos de jamaica que poseen variación en color, tamaño y forma de cálices, hojas y porte de la planta, que se conocen localmente como criolla Tecoanapa, Sudán, Jersey, Rosalíz, China Criolla, Reyna, Alma Blanca y Coneja (Contreras *et al.*, 2009; Serrano, 2008; Caro *et al.*, 2012; Alejo, 2016).

A nivel nacional, en 2019 se cultivaron 18 654 ha con jamaica, distribuidas en 11 estados, entre los que destacan Guerrero, Michoacán y Oaxaca. En Michoacán se cultivaron 1 780 ha, con una producción de 884.3 t de cálices secos por ciclo de cultivo y una derrama económica bruta de \$69 510 950 millones de pesos (SIAP-SADER, 2022). Michoacán ocupa el segundo lugar en producción de jamaica orgánica y convencional; sin embargo, el rendimiento por hectárea obtenido es 570 kg, que es bajo comparado con otros estados donde se ha obtenido 1 t ha⁻¹, lo que está relacionado a prácticas de manejo, condiciones ambientales, problemas fitosanitarios y selección de semilla. El bajo rendimiento en jamaica es imputable; sin embargo, es posible alcanzar mayor rendimiento con el empleo de mejoras en el manejo agronómico, densidad de población (El-Naim *et al.*, 2012; Bobadilla-Carrillo *et al.*, 2016), riego (Babatunde y Mofoke, 2006), materiales genéticos sobresalientes (Caro-Velarde *et al.*, 2012), entre otros aspectos.

Godínez (1988) menciona que la poda en jamaica consiste en eliminar de 10 a 15 cm de la yema terminal en las primeras etapas de crecimiento (1.2 a 1.25 m). Con esta práctica, las plantas de presentan una respuesta inmediata al rompimiento de la dominancia apical, estimulándose el crecimiento lateral e incremento del diámetro del follaje, por consiguiente, hay mayor área de producción de yemas y aumento en la producción de cálices (Escobar, 1997). Hidalgo y Cano (2007) señalan que, con poda a los 75 días a partir de la siembra, se aprecia mayor rendimiento de cálices de jamaica (Babatunde *et al.*, 2002; Terron, 2015). Rojas (2005), indica que para plantas sembradas en junio con altura >1.5 m se debe podar para evitar mayor crecimiento y estimular la ramificación, que facilita al cortador el trabajo en la cosecha porque la flor no está muy alta.

En cuanto al rendimiento, Hidalgo y Cano (2007) afirman que la poda a 75 días después del trasplante afecta significativamente el rendimiento de cálices; sin embargo, sugiere realizar más pruebas para determinar con exactitud la mejor época de poda para cada uno de los cultivares, dado que tienen ciclos diferentes. En el caso particular de cultivares de jamaica en Michoacán, no existen trabajos documentados sobre la aplicación de podas apicales o despunte, por lo regular, es una práctica cultural que los productores de jamaica no realizan. Debido a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de poda apical en el rendimiento de cuatro variedades de jamaica sembradas en condiciones del trópico seco del estado de Michoacán, con la finalidad de incrementar la producción de este cultivo en la entidad.

Materiales y métodos

Localización del estudio

La evaluación se realizó en la localidad de Melchor Ocampo Cunuato, municipio Churumuco, en el estado de Michoacán, ubicado en las coordenadas 17° 45' 54.62'' latitud norte y 81° 47' 36.02'' longitud oeste, a una altitud media de 600 m. El clima es del tipo BS₁(h¹) w(w), semiseco cálido con lluvias en verano, muy cálido (Köppen modificado por García (1973). De acuerdo con los datos de la estación climatológica 'Pastoria' del municipio de Churumuco, Michoacán, la precipitación total anual para el año 2021 fue de 1 036 mm, el inicio de lluvias para esta región fue en el mes de mayo (27.6 mm) y término en noviembre (12 mm), la mayor cantidad de lluvias se concentró en julio (276.1 mm) las temperaturas oscilaron entre 27 a 29.9 °C, con una media anual de 28.4 °C.

De acuerdo con la clasificación FAO-ISRIC y SICS (1999) el suelo corresponde a Regosol éutrico, con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta, con muy poco carbono orgánico; es demasiado delgado y duro, macizo a la vez cuando se seca y no tiene propiedades sálicas (INAFED, 2019). El terreno es plano con una pendiente media de 2% (INEGI, 2009). La vegetación aledaña al área de estudio está conformada principalmente por bosque tropical caducifolio (INEGI, 2009).

Descripción de las variedades

Las variedades Mulata, Estrella Costeña y Patriota, fueron caracterizadas en el Campo Experimental Iguala, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Mulata (JAM-007-231117): 5-6.5 cm de longitud del cáliz, 4 a 5 cm de ancho de cáliz, 110 días a floración (siembra en junio), 145 días a cosecha, 150-175 cm de altura de planta, 6 ramas planta⁻¹, 900-1 000 kg ha⁻¹ de rendimiento de cálices secos, con alto contenido de antioxidantes y de sabor dulce.

Estrella Costeña (JAM-05-231117): 8-9.5 cm de longitud del cáliz, 8.5 a 9.5 cm de ancho de cáliz, 120 días a floración (siembra en junio), 150 días a cosecha, 170-190 cm de altura de planta, 5 ramas planta⁻¹, 1 300 kg ha⁻¹ de rendimiento de cálices secos, alto contenido de antioxidantes y de sabor dulce.

Patriota (JAM-008-231117): 6.5 a 8 cm de longitud del cáliz, 5.5 a 7 cm de ancho de cáliz, 120 días a floración (siembra en junio), 165 días a cosecha, 170-200 cm de altura de planta, 5 ramas planta⁻¹, 1 000 kg ha⁻¹ de rendimiento de cálices secos, con alto contenido de antioxidantes y de sabor dulce.

Reina Roja (testigo): 5.7 cm de longitud del cáliz, 2.9 cm de ancho de cáliz, 102 días a floración, (siembra en julio), 120 días a cosecha, 192-200 cm de altura de planta, 7 ramas planta⁻¹, 440 kg ha⁻¹ de rendimiento de cálices secos, con alto contenido de antioxidantes y de sabor dulce (caracterización propia).

Manejo del experimento

Se realizó barbecho y surcado del terreno, mediante tracción animal y un arado. Posteriormente se efectuó la siembra de las cuatro variedades de jamaica, con un espaciamiento de 0.5 m entre matas y 0.8 m entre surcos, a una densidad de 25 000 plantas ha⁻¹, se sembraron tres semillas por posición a una profundidad de 1 cm, esta actividad se realizó a principios del periodo de lluvias (08 de julio 2021). El experimento se condujo bajo condiciones de temporal. Se realizaron dos deshierbes manuales durante el ciclo del cultivo, a 30 y 60 días después de la siembra (dds), además se realizó un aporque con tracción animal y arado. Para prevenir el ataque de hormiga arriera (*Atta mexicana*) se realizó monitoreo cada tercer día. La escarda se hizo de forma manual (08 de agosto de 2021) con azadón.

VARIABLES DE ESTUDIO

Con base en lo descrito por Godínez (1988), en 10 plantas al azar se realizó poda apical a 70, 90 y 107 dds, con el uso de tijeras de podar (Truper[®]) se cortaron 15 cm del meristemo apical de las plantas. Las variables registradas fueron: altura de la planta (m) registrado con un estadal metálico, diámetro de la base del tallo (cm) medido con un vernier digital (Truper[®]), número de ramas a través del conteo directo, peso en fresco (g) y peso seco (g) de cálices por planta en cada una de las variedades, para esta actividad se utilizó una báscula portátil digital Volke[®] (mod.SF-400) con precisión en gramos.

La cosecha se realizó cuando los cálices alcanzaron la madurez y consistió en cortar las 40 plantas por tratamiento, posteriormente se separaron los cálices del fruto (cápsula) y se obtuvo el peso fresco por planta para extrapolarlo a la hectárea. Los cálices se secaron al aire libre durante siete días, con un coeficiente de pérdida de humedad de 2.5-13.7%, según la variedad, y se registró el peso seco de cálices en gramos por planta, para estimar el rendimiento por hectárea de cálices secos (kg ha⁻¹).

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se utilizó un diseño experimental BCA con arreglo factorial 4 x 4, cuatro variedades de jamaica (factor a) y 4 fechas de poda (factor b), con 10 repeticiones por tratamiento, cada planta de jamaica representó una unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza (Anova) con el procedimiento Glimix con límites de confianza de 95% y nivel de significancia $\alpha = 0.05$, para determinar el efecto de los factores y sus interacciones (a*b).

El modelo estadístico fue $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ijk}$; donde: Y_{ijk} = valor de la variable respuesta de la repetición 1 del nivel i de A y nivel j de B, μ = Media general, A_i = efecto del nivel i del factor A (variedad), B_j = efecto del nivel j del factor B (poda), AB_{ij} = interacción del nivel i de A y nivel j de B, E_{ijk} = error experimental correspondiente a la repetición k del nivel i de A y j de B. Cuando se presentaron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$); además, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables con el procedimiento PROC CORR. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SAS ver. 9.4 (SAS Institute, 2013).

Resultados y discusión

El factor variedades y podas, las variables fueron altamente significativas, con excepción del diámetro basal del tallo que no mostró diferencias entre tratamientos. Similar en variedades*podas, en el diámetro basal del tallo no se obtuvo diferencias entre los tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza del efecto de variedades, fechas de podas y sus interacciones en componentes de rendimiento de jamaica.

| Fuente de variación | GL | Variables | | | | |
|---------------------|----|------------|-----------|---------------|---|---|
| | | ATP (cm) | DBT (cm) | Núm. de ramas | Rendimiento fresco (kg ha ⁻¹) | Rendimiento seco (kg ha ⁻¹) |
| Var (a) | 3 | 119.44 *** | 46.02 *** | 32.2 *** | 311.12 *** | 28.69 *** |
| Poda (b) | 3 | 19.31 *** | 1.04 ns | 174.47 *** | 320.41 *** | 256.4 *** |
| a*b | 7 | 39.5 *** | 8.39 ns | 7.39 *** | 146.83 *** | 15.26 *** |

Var= variedad; GL= grados de libertad; ATP= altura de la planta; DBT= diámetro de tallo; ns= no significativo; ***= significativa estadística ≤ 0.001 .

Comparación de medias de efectos individuales

Altura de la planta (ATP)

En variedades, la prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) indicó tres grupos para esta variable, donde la mayor ATP se presentó en la variedad Mulata (sin poda) con 230.8 cm, seguido de la variedad Patriota con 213.9 cm y los más bajos crecimientos en altura fueron para la variedad Reyna Roja (testigo) con 188.8 cm y la variedad Estrella Costeña de 192.1 cm y su testigo absoluto con 192.1 cm (Cuadro 2).

Respecto al factor b (podas), la mayor ATP se obtuvo con la poda realizada a 107 dds con 203.3 cm, seguido de la ATP de 192.7 cm con poda a 70 y 90 dds (Cuadro 2). La poda apical detuvo el crecimiento del tallo principal de las plantas y el porte de cada variedad con sus características intrínsecas, se esperaba que la altura de las variedades se redujera en comparación con las mismas variedades sin podar; sin embargo, la poda estimula la formación de ramas laterales que en varios de los casos supera al tallo principal, de ahí que las plantas se observen más altas cuando sufrieron una poda que cuando no se realizó. Además, las plantas compiten por luz solar, lo que repercute directamente sobre su producción por ser una planta fotoperiódica (Chavarría, 2012).

Diámetro en la base del tallo (DBT)

En el factor variedades, Mulata alcanzó el mayor DBT con 2.1 cm, seguido Patriota (sin podar) con 1.97 cm, en el grupo tres la *var* Patriota (con poda), presentó 1.91 cm, seguido de *var* Mulata (sin poda) con 1.9 cm, los más bajos DBT correspondieron a las variedades Estrella Costeña y su testigo (sin podar) con 1.6 cm (Cuadro 2). Estos resultados son semejantes con los reportados en Cuba, en seis densidades de siembra de flor de jamaica, donde los rangos del DBT fueron muy similares, ya que en densidad altas el DBT fue de 1.89 a 2.18 cm y densidades bajas de 1.83 a 2.15 cm (Terán y Soto, 2004).

Cuadro 2. Comparación de medias del efecto de variedades, fechas de podas y sus interacciones en componentes de rendimiento de jamaica (Tukey, $p \leq 0.05$).

| Fuente de variación | Variables | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|---------------|---|---|
| | ATP (cm) | DBT (cm) | Núm. ramas | Rendimiento fresco (kg ha ⁻¹) | Rendimiento seco (kg ha ⁻¹) |
| | Variedad | | | | |
| Estrella Costeña (1) | 192.1 (0.97) c | 1.6 (0.02) e | 8.2 (0.17) b | 4844.4 (7.2) a | 1107.3(2.7) ab |
| Testigo absoluto 1 | 191.6 (1.7) c | 1.7 (0.02) de | 6.9 (0.3) d | 3524.4 (7.2) b | 979.4 (4.6) bc |
| Mulata (2) | 192.3 (0.97) c | 2.1 (0.02) a | 11 (0.17) a | 5182.5 (9.7) a | 1159.6 (2.7) a |
| Testigo absoluto 2 | 230.8 (1.7) a | 1.9 (0.02) bc | 6.7 (0.3) d | 3370.6 (9.7) b | 901.9 (4.6) cd |
| Patriota (3) | 213.9 (0.97) b | 1.91 (0.02) bc | 8.5 (0.17) b | 4723.3 (7.2) a | 775.21 (2.7) d |
| Testigo absoluto 3 | 194.0 (1.7) c | 1.97 (0.02) ab | 8.1 (0.17) bc | 3276.3 (7.2) b | 585.6 (4.6) e |
| Reyna Roja (4) | 188.8 (0.97) c | 1.82 (0.02) c | 7.2 (0.17) c | 5088.2 (9.7) a | 992.3 (2.7) bc |
| Testigo absoluto 4 | 192.1 (1.7) c | 1.82 (0.02) c | 6.9 (0.3) d | 5175.6 (7.2) a | 885 (4.6) cd |
| | Poda | | | | |
| 70 dds | 192.7 (1.2) b | 1.8 (0.02) a | 7.9 (0.1) b | 4612.5 (6.1) b | 706.7 (1.8) d |
| 90 dds | 194.3 (1.2) b | 1.9 (0.02) a | 10.6 (0.1) a | 6267.2 (6.1) a | 1372.5 (1.8) a |
| 107 dds | 203.3 (1.2) a | 1.8 (0.02) a | 6.9 (0.1) c | 3999.1 (6.1) c | 946.6 (1.8) b |
| Sin poda | 202.1 (1.2) a | 1.8 (0.02) a | 7.1 (0.1) c | 3861.7 (6.2) c | 837.9 (1.8) c |

ATP= altura de la planta; DBT= diámetro en la base del tallo; letras distintas sobre columnas indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$, entre paréntesis se muestra el error estándar.

Número de ramas

Con relación a las variedades, el mayor número de ramas se presentó en la *var* Mulata (con poda) con 11 ramas planta⁻¹, seguido de las variedades Patriota (con poda) y Estrella Costeña (con poda), con 8.5 a y 8.2 ramas planta⁻¹ respectivamente. El menor número de ramas fue en los tratamientos sin podar que corresponde a las variedades Reyna Roja (sin poda) y la variedad Estrella Costeña (sin poda) con 6.9 ramas planta⁻¹, respectivamente (Cuadro 2). Lo que denota que la poda estimuló la formación de ramas.

Con relación a las fechas de poda, el mayor número de ramas se obtuvo cuando se realizó poda a 90 dds, con 10.6 ramas planta⁻¹ en promedio, mientras que los datos más bajos se obtuvieron en el testigo que fue el tratamiento sin poda con 7.1 ramas planta⁻¹ y a 107 dds con 6.9 ramas planta⁻¹ (Cuadro 2), lo que refleja que si la poda se realiza muy tardía, la planta de jamaica no desarrolla más ramas debido a su condición fotoperiódica, es decir, se presentan los días cortos y las plantas comienzan a formar yemas florales, sin dar tiempo a que se formen más yemas vegetativas.

Rendimiento de cálices frescos (kg ha⁻¹)

Para variedades, Mulata con poda alcanzó un rendimiento de 5 182.5 kg ha⁻¹, seguido del testigo absoluto (sin podar) con 5 175.6 kg ha⁻¹ y la variedad local Reyna Roja con poda, que presentó 5 088.2 kg ha⁻¹. Los más bajos rendimientos corresponden a las variedades Estrella Costeña, Mulata

y Patriota, las tres sin poda con 3 524.4, 3 370.6 y 3 276.3 kg ha⁻¹ respectivamente (Cuadro 2). Con relación al factor podas, el mejor rendimiento de cálices en fresco se presentó cuando se realizó poda apical a 90 dds con 6 267.2 kg ha⁻¹, seguido de poda a 70 dds con 4 612.5 kg ha⁻¹ y los más bajos rendimientos se presentaron en la poda realizada a 107 dds y al testigo absoluto sin poda de la variedad local Reyna Roja con 3 999.1 y 3 861.7 kg ha⁻¹, se confirmó que la poda puede coadyuvar al incremento de la producción de jamaica, pero debe hacerse en un tiempo adecuado, en este caso a 90 dds es lo recomendable, puesto que si se realiza muy tarde no abonará al rendimiento (Cuadro 2).

Al respecto, Escobar (1997) indica que cuando se realiza poda de despunte en plantas de jamaica, éstas presentan una respuesta inmediata al rompimiento de la dominancia apical, se estimula el crecimiento lateral e incrementa el diámetro del follaje, por consiguiente, hay mayor área de producción de yemas florales y aumento de la producción de cálices. Por su parte, Hidalgo y Cano (2007) mencionan que cuando la poda apical se realiza a 75 dds, se aprecia una diferencia significativa en el aumento de la tasa de retorno del cultivo, se detiene el crecimiento apical y se promueve la ramificación que se traduce en un mayor rendimiento de cálices de jamaica.

En cuanto al rendimiento, Cano (2008) afirma que la poda de despunte beneficia significativamente el rendimiento de cálices, donde la mayor producción se registró a los 75 dds. Los resultados obtenidos en este estudio con poda a 90 dds presentó el mayor rendimiento de cálices frescos en las variedades Mulata, Reyna Roja, Estrella Costeña y Patriota. Además, Terron (2015) indica que la poda de despunte beneficia y acelera la fructificación y en cultivos herbáceos favorece la evolución a flor de determinadas yemas axilares o formación de cogollos más abundantes y uniformes, tal y como sucedió en este caso.

Rendimiento de cálices secos (kg ha⁻¹)

El mejor rendimiento se presentó en la variedad Mulata con 1 159.6 kg ha⁻¹, seguido de Estrella Costeña con 1 1107.3 kg ha⁻¹, Reyna Roja y Estrella Costeña (sin poda) con 992.3 y 979.4 kg ha⁻¹, respectivamente. Los más bajos rendimientos se presentaron en la variedad Patriota con poda y sin poda con 775.2 y 585.6 kg ha⁻¹, respectivamente, con un incremento en el rendimiento de un 41% respecto al mayor rendimiento presentado por la variedad Mulata (Cuadro 2).

En el factor podas, el mejor rendimiento se obtuvo cuando se realizó poda apical a 90 dds con 1 372.5 kg ha⁻¹, seguido de la poda a 107 dds con rendimiento de 946.6 kg ha⁻¹, los más bajos rendimiento los presentó el testigo absoluto (sin podar) y a los 70 días con 837.9 y 706.7 kg ha⁻¹, respectivamente, que representa un mayor rendimiento del 44%, cuando se poda a 90 dds (Cuadro 2). Según los reportes del SIAP-SADER (2022), en 2019 en Michoacán el rendimiento osciló entre 290 a 870 kg ha⁻¹, con un promedio de 580 kg ha⁻¹ de jamaica deshidratada y la reportada a nivel nacional que es de 430 kg ha⁻¹. Sin duda, las prácticas agronómicas coadyuvan en mejorar la producción de cualquier cultivo, en este caso el uso de variedades mejoradas (Mulata) y el testigo Reyna Roja, así como las podas de despunte a 90 dds mostraron los mejores resultados. Por su parte, Slamet *et al.* (2013) indicaron que la poda apical influyó en el aumento del diámetro, así como en el peso fresco y seco del cáliz, además, se obtuvo un incremento en el contenido de antocianinas.

Efecto variedades*podas

En el Cuadro 3, se muestran las interacciones entre los factores a*b en altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramas y rendimiento de cálices en fresco y seco por hectárea. La variedad Mulata y poda a los 90 dds mostró la mejor combinación entre los factores a*b, en las variables número de ramas (12.9), peso de cálices en fresco (6 763.2 kg ha⁻¹) y peso de cálices secos (1 623.1 kg ha⁻¹) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) del efecto de interacción variedades*podas en plantas de jamaica.

| Fuente de variación | Variables | | | | |
|---------------------|----------------|---------------|----------------|---|---|
| | ALP (cm) | DBT (cm) | Núm. ramas | Rendimiento fresco (kg ha ⁻¹) | Rendimiento seco (kg ha ⁻¹) |
| 1*1 | 195.1 (1.3) ab | 1.7 (0.03) c | 8.1 (0.02) c | 4842.5 (7.2) c | 786.3 (4.6) f |
| 1*2 | 188.4 (1.3) c | 1.7 (0.03) d | 9.9 (0.02) b | 6093.8 (7.2) ab | 1546.9 (4.6) ab |
| 1*3 | 192.8 (1.3) b | 1.7 (0.03) c | 6.8 (0.02) d | 3596.9 (7.2) d | 988.8 (4.6) d |
| 1*4 | 191.6 (1.7) c | 1.7 (0.02) c | 6.9 (0.3) d | 3524.4 (7.2) d | 979.4 (4.6) d |
| 2*1 | 186.5 (1.3) c | 2.1(0.03) a | 9.3 (0.02) b | 5196.9 (7.2) b | 818.1 (4.6) e |
| 2*2 | 193.7 (1.3) b | 2 (0.03) ab | 12.9 (0.02) a | 6763.2 (7.2) a | 1623.1 (4.6) a |
| 2*3 | 196.8 (1.3) b | 1.9 (0.03) b | 8.1 (0.02) c | 3587.5 (7.2) d | 1037.5 (4.6) c |
| 2*4 | 191.6 (1.7) c | 1.7 (0.02) c | 6.9 (0.3) d | 3524.4 (7.2) d | 979.4 (4.6) d |
| 3*1 | 199.2 (1.3) ab | 1.8 (0.03) bc | 8.1 (0.02) c | 4662.5 (7.2) c | 455 (4.6) g |
| 3*2 | 209.8 (1.3) ab | 2 (0.03) ab | 10.7 (0.02) ab | 6175 (7.2) ab | 1111.9 (4.6) bc |
| 3*3 | 232.7 (1.3) a | 1.9 (0.03) b | 6.8 (0.02) d | 3332.5 (7.2) e | 758.8 (4.6) f |
| 3*4 | 191.6 (1.7) c | 1.7 (0.02) c | 6.9 (0.3) d | 3524.4 (7.2) d | 979.4 (4.6) d |
| 4*1 | 190.2 (1.3) b | 1.8 (0.03) bc | 6.4 (0.02) e | 3748.2 (7.2) d | 786.3 (4.6) f |
| 4*2 | 185.2 (1.3) c | 1.9 (0.03) b | 8.9 (0.02) bc | 6036.9 (7.2) ab | 1208.1 (4.6) b |
| 4*3 | 191.1 (1.3) b | 1.8 (0.03) bc | 6.3 (0.02) 3 | 5479.4 (7.2) b | 1001.2 (4.6) c |
| 4*4 | 191.6 (1.7) b | 1.7 (0.02) c | 6.9 (0.3) d | 3524.4 (7.2) d | 979.4 (4.6) d |

El primer número de la interacción corresponde a la variedad: (1) Estrella Costeña; (2) Mulata; (3) Patriota; y (4) Reyna Roja y el segundo a los días después de la siembra (dds) en que se realizó la poda= 70 (1) 90; y (2) y 107 (3) dds y sin poda testigo (4). ATP= altura de la planta; DBT= diámetro en la base del tallo; letras distintas sobre columnas indican diferencias significativas con $p \leq 0.05$, entre paréntesis se muestra el error estándar.

La aplicación de poda de despunte tuvo efecto en el rendimiento de los cálices en peso fresco y seco, que está relacionado directamente con las otras variables registradas, como altura de la planta y número de ramas; de estas variables, el número de ramas por planta fue la que se relacionó más con el rendimiento, conforme a los datos obtenidos. Las cuatro variedades de jamaica evaluadas respondieron positivamente a las podas a 70, 90 y 107 dds y si no se realiza la producción de cálices es baja (Figura 1).

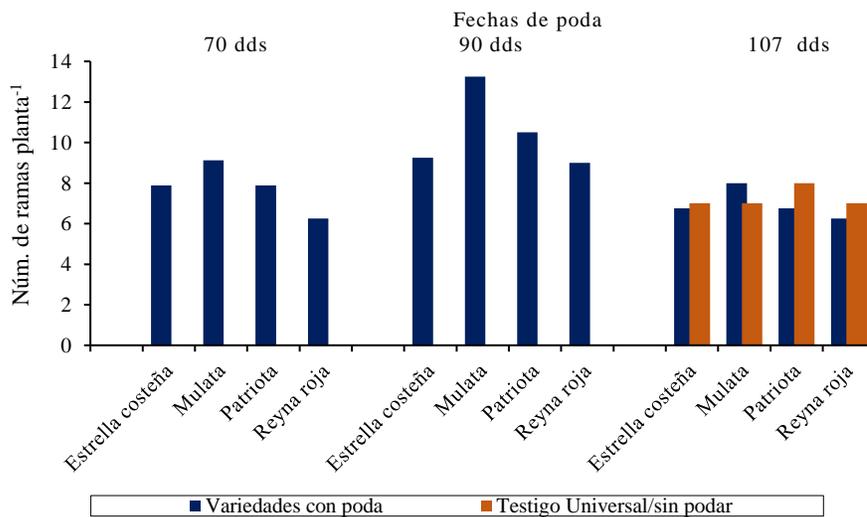


Figura 1. Número de ramas planta⁻¹ en cuatro variedades de jamaica, con poda y sin poda.

En este estudio, podar a 90 dds, fue mejor para aumentar el rendimiento en la producción de los cálices de jamaica (Figura 1). Esta práctica es importante y se recomienda su uso en la producción de jamaica del Bajo Balsas en Michoacán porque favorece la formación de ramas y yemas florales. Escobar (1997); Farizatul *et al.* (2016) mencionan que esta práctica genera una respuesta de mayor área de producción de yemas florales, por lo tanto, aumenta la producción de cálices. Además, Rojas (2005), señala que cuando la planta alcanza 1.5 m de altura, la poda se realiza para facilitar al cortador la cosecha, porque las flores de jamaica quedan disponibles a mejor altura.

En la interacción de las fechas de poda con en el rendimiento de cálices en seco, se observó que a los 70 dds se produce reducción del rendimiento en todas las variedades, sugiriendo que las podas tempranas son favorables para incrementar el rendimiento, por lo contrario, a 90 y 107 dds se visualizó un incremento de rendimiento, con mejores resultados a 90 dds con las variedades Mulata y Estrella Costeña donde se obtuvo rendimiento de 1 623.1 y 1 546.9 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 2). Pal (2018) observó 25 ramas planta⁻¹ y diámetro basal de 4.6 cm con genotipos de India, donde es probable que exista mayor diversidad que la detectada en México (Rubio, 2016). Por consiguiente, y de acuerdo con los hallazgos, de las prácticas agronómicas que se deben realizar en el cultivo de jamaica, la poda de despunte es fundamental para estimular el desarrollo de ramas laterales vigorosas (MINEP, 2005). Sin embargo, la mayoría de los productores de jamaica en la región del trópico seco del estado de Michoacán, no la realizan, básicamente por desconocimiento. Esto conlleva a que los rendimientos que se obtienen sean bajos y no se optimice el potencial productivo de los cultivares de jamaica.

Correlaciones entre variables

Se detectó una correlación positiva entre el peso húmero y seco de los cálices por planta y rendimiento de ambos pesos por ha ($r=0.62^{***}$); es decir, que entre mayor peso húmedo se obtenga de los cálices habrá mayor rendimiento de los cálices tanto en peso fresco como en seco, con una pérdida de humedad entre 6 y 10%, lo que significa que por cada 6 a 10 kg de cálices húmedos se obtiene 1 kg de cálices secos. Es oportuno generar información y que ésta sea utilizada para

aumentar los rendimientos de jamaica que obtienen los productores actualmente, por ende, se obtendría mayor margen de utilidad para las familias. Dada las condiciones climáticas de la región del trópico seco del estado, el cultivo es una buena alternativa para producir en áreas marginadas, donde otros cultivos no prosperan.

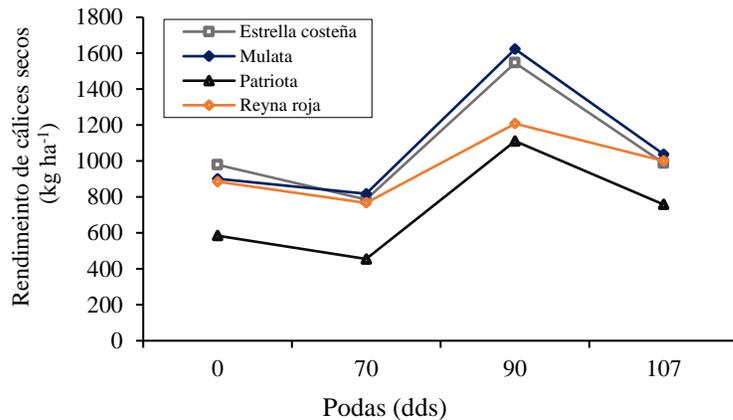


Figura 2. Interacción del rendimiento de cálices secos de cuatro variedades de jamaica y tres fechas de poda.

Es importante precisar otras prácticas de manejo para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo y que en conjunto se coadyuve a obtener mejores rendimientos de los que actualmente se obtienen en la zona de estudio y en otras zonas productoras de jamaica. Estas prácticas de mejora determinan la mejor densidad de siembra, fechas de siembra, fertilización óptima, entre otros.

Conclusiones

La variedad Mulata presentó el mayor diámetro en la base del tallo, a los 70 días; sin embargo, el mayor número de ramas y rendimiento en peso fresco y seco de cálices corresponde a la poda realizada a los 90 días posterior a la siembra. La poda a 90 dds generó los mejores rendimientos de los cálices en seco en las cuatro variedades evaluadas, con mayor rendimiento en las variedades Mulata y Estrella Costeña, con un incremento de 44% con respecto a los tratamientos sin poda.

El efecto de los factores variedades*podas, confirmó que la variedad Mulata a 90 dds generó mejores resultados en número de ramas ($12.9 \text{ ramas planta}^{-1}$), rendimiento de cálices en fresco y seco ($6\ 763.2$ y $1\ 623.1 \text{ kg ha}^{-1}$). Los rendimientos obtenidos superaron en 82.8% a los reportados por el SIAP-SADER (2022) en 2019 para Michoacán, así como la producción promedio obtenidos en años anteriores para esta región del trópico seco del estado y con lo reportado a nivel nacional.

Literatura citada

Alejo, J. A. 2016. Cultivo de jamaica en dos sistemas de producción en Guerrero. Folleto para productores núm. 16. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Centro de Investigación Regional Pacífico Sur, Campo Experimental Iguala. Iguala de la Independencia, Guerrero, México. 11-14 pp.

- Babalola, S. O.; Babalola, A. O. and Aworh, O. C. 2001. Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). J Food Technol. Africa. 6(4):133-134. Doi: 10.4314/jfta.v6i4.19306.
- Babatunde, F. E. and Mofoke, A. L. E. 2006. Performance of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) as influenced by irrigation schedules. Pakistan J. Nutr. 5(4):363-367. Doi:10.3923/pjn.2006.363.367.
- Babatunde, F. E.; Oseni, T. O.; Auwalu, B. M. and Udom, G. N. 2002. Effect of sowing dates, intra-row spacings and nitrogen fertilizers of the productivity of red variant roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Pertanika. J. Tropical Cienc. Agríc. 25(2):99-106.
- Bobadilla, C. G. L.; Balois, M. R.; Valdivina, R. M. G.; Machuca, S. M. L. and Gonzáles, T. L. 2016. Preharvest, harvest and portharvest factors inherent to roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) crop: A review. Rev. Bio CienC. 3(4):256-268.
- Cano, L. C. 2008. Efecto de dos épocas de poda sobre el rendimiento de siete cultivares de rosa jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Huehuetenango y Baja Verapaz, Guatemala. Huehuetenango, Guatemala. Centro Universitario del Nor-Occidente. 45- 61 pp.
- Chavarría, P. M. 2012. Guía: Flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) e (*Hibiscus cruentus* Bertol). Chinandega- Nicaragua. Asociación para el desarrollo ecosostenible (ADEES). Online: <https://bit.ly/2N09Obx>.
- Contreras, G. J. A.; Soto, R. M. y Huchin, C. A. 2009. Tecnología para el cultivo de jamaica en Quintana Roo. Folleto técnico núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Centro de Investigación Regional Sureste, Campo Experimental Chetumal. Chetumal, Quintana Roo, México. 15-40 pp.
- El-Naim, A. M.; Ibrahim, M. I.; Mohammed, E. A. R. and Elshiekh, A. I. 2012. Evaluation of some local sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Genotypes in Rain-Fed. Inter. J. Plant Res. 15-20 pp. Doi:10.5923/j.plant.20120201.03.
- Escobar, G. A. 1997. Evaluación de cuatro periodos de poda de despuntado y dos distancias de siembra, en el cultivo de rosa jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) aldea Obrajuelo, Villa Canales, Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 20-39 pp.
- Farizatul, W. N.; Edaroyati, P. M. W. and Hawa, Z. J. 2016. Potential of roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) calyces quality as affected by pruning intensity method attributes in controlled environment structure. Trans. Malaysian Soc. Plant Physiol. 23(1):162-164.
- García, M. E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). DF., México. 41-56 pp.
- Godínez, O. H. 1988. Cultivo de la rosa de jamaica. Guatemala. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Unidad de Formación de Recursos Humanos. 2-12 pp.
- Hidalgo, V. S. G. y Cano, C. L. E. 2007. Efecto de dos épocas de poda sobre el rendimiento de siete cultivares de rosa jamaica a *Hibiscus sabdariffa* en Huehuetenango y Baja Verapaz, Guatemala. In: Fernández, M. M. V.; Varela, O. G.; Garibay, S. V. y Weidmann, G. (Ed.). 2^{do}. encuentro latinoamericano y del caribe de productoras y productores experimentadores y de investigadores en agricultura orgánica. Antigua, Guatemala. 55-57 pp.
- INEGI. 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. Datos geográficos de Churumuco, Michoacán de Ocampo. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística (16006), Ver. 6.1. <http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos-geograficos/16/16006.pdf>.

- INAFED. 2019. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Municipio de Churumuco. Medio físico y descripción de los municipios de Michoacán. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16029a.html>.
- Mariod, A. A.; Mirghani, M. E. S. and Hussein, I. I. 2017. *Hibiscus sabdariffa* L. Roselle. In: Mariod, A. A.; Mirghani M. E. S. and I. Hussein. On conventional oil seeds and oil resources. Elsevier Inc. 59-66 pp.
- MINEP. 2005. Ministerio para la Economía Popular. Manejo agronómico de los cultivos. Instituto Nacional de Cooperación Educativa. República Bolivariana de Venezuela. 50-83 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos y Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (FAO-ISRIC y SICS). 1999. Base referencial mundial del recurso suelo. Reporte núm. 84. Roma, Italia. 70-93 pp.
- Ortiz, M. S. 2008. Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de jamaica cultivada en el estado Monagas. Tecnología y Pensamiento. 3(2):61-75.
- Pal, A. 2018. Analysis of different phenotypic characters of Mesta (*Hibiscus sabdariffa* L.) to observe the effect of various varieties of the plant. Plant Archives. 18(2):1451-1454. [http://plantarchives.org/18-02/1451-1454%20\(4222\).pdf](http://plantarchives.org/18-02/1451-1454%20(4222).pdf).
- Riaz, G. and Chopra, R. 2018. A review on phytochemistry and therapeutic uses of *Hibiscus sabdariffa* L. Biomedicine Pharmacotherapy. 102(1):575-586. Doi: 10.1016/j.biopha.2018.03.023.
- Rojas, M. A. 2005. Agronomía de la producción de rosa de jamaica. Masaya, Nicaragua. 1-9 pp.
- Rubio, M. A. 2016. Análisis de diversidad genética de 64 variedades de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) mediante marcadores moleculares. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Nayarit-Posgrado en Ciencias Biológico-Agropecuarias. Xalisco, Nayarit, México. 50-74 pp.
- SAS Institute. 2013. Base SAS® 9.4 Procedures guide: Statistical Procedures. Second edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 220-245 pp.
- Serrano, V. A. 2008. Algunas características del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en la costa de Oaxaca. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-CIRPAS-INIFAP. Santo Domingo Barrios Bajos, Etna, Oaxaca, México. Folleto técnico núm. 14. 52 p.
- SIAP-SADER. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Anuario estadístico de la producción agrícola 2019 en México. Jamaica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Slamet, S. X.; Titistyas, G. A. and Arifah, R. X. 2013. The effect of apex pruning on vegetative and generative growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) J. Hort. Indonesia. 4(3):150-156.
- Terán, Z. y Soto, F. 2004. Evaluación de densidades de plantación en el cultivo de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Cultivos tropicales. 25(1):67-69. <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179011.pdf>.
- Terron, P. U. 2015. Tratado de fitotecnia general. Editorial Mundi-Prensa Libros SA. 3ª (Ed.) Madrid, España. 665-675 pp.