agronomía&ambiente
Revista de la Facultad de Agronomía UBA 37 (2)

EFECTO DE LA DENSIDAD POBLACIONAL SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA FLOR DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.).

M Sc. Álvaro José González Martínez[1], Ing. María Alejandra Chamorro Íncer[2]

[1]Responsable Unidad de Investigación de Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UI-UNIAV-Nicaragua), [2] Asistente UI-UNIAV.

Agradecimiento:
M Sc. Francisco José Chavarría-Ñamendi, Docente investigador UI-UNIAV.
Ing. Rita Aracely Hernández - Tesista
Ing. Angélica María Zúniga - Tesista
Ph D. Joel Rojas Hernández - Docente investigador UNIAV.
Ing. Ricardo Campo Landero, Asistente UI-UNIAV.

Recibido: 4/08/2017
Aceptado: 11/12/2017

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la densidad poblacional sobre el crecimiento y rendimiento de flor de jamaica (*H. sabdariffa* L.) variedad reina salvadoreña en el departamento de Rivas, Nicaragua. Se empleó un DBCA con dos tratamientos: densidad poblacional de 4.444 y 10.000 plantas ha^{-1} con tres repeticiones. Las variables evaluadas en las plantas fueron: altura total, número de ramas, diámetro basal y de copa, número de cáliz y rendimiento de cáliz deshidratado y semilla; en el cáliz se midió longitud, diámetro y peso. Se encontró que la densidad poblacional de 4.444 plantas ha^{-1} favoreció el crecimiento en diámetro basal, diámetro de copa y en mayor número de cáliz no así la altura total y número de ramas de las plantas. En el rendimiento de cáliz deshidratado g MS $planta^{-1}$ y kg MS ha^{-1} no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. En relación al rendimiento de semilla $planta^{-1}$ (g) no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero sí en el rendimiento de semilla kg ha^{-1} (P=0,0131) siendo la densidad de 10.000 plantas ha^{-1} la que registró mayor promedio. En longitud, diámetro y peso de cáliz el mejor resultado se registró con la densidad de 10.000 plantas ha^{-1}. Por lo tanto se considera oportuno emplear densidades poblaciones altas en el cultivo de flor de jamaica variedad reina salvadoreña e investigar el comportamiento de otras variedades bajo las mismas condiciones.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa*, distancias de siembra, cáliz, semilla.

EFFECT OF POPULATION DENSITY ON THE GROWTH AND PERFORMANCE OF THE FLOWER OF JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.)

SUMMARY

Evaluated the effect of population density on the growth and yield of hibiscus (*H. sabdariffa* l.) variety queen Salvadoran in the Department of Rivas, Nicaragua. A DBCA was used with two treatments: population density of 4.444 and 10.000 plants ha^{-1} with three replicates. The variables evaluated in the plants were: total height, number of branches, basal and cup diameter, calyx number and yield of dehydrated calyx and seed; length, diameter and weight were measured in the calyx. It was found that the population density of 4.444 plants ha^{-1} favored growth in basal diameter, cup diameter and in greater number of calyx, thus not the total height and number of branches of the plants. In the yield of dehydrated chalice g MS plant-1 and kg MS ha^{-1} no significant differences between treatments were detected. There was no statistically significant difference between the treatments, but the seed yield kg ha^{-1} (P = 0,0131), with the density of 10.000 plants ha^{-1} which recorded a higher average. In length, diameter and calyx weight the best result was recorded with the density of 10.000 plants ha^{-1}. Therefore it is considered opportune to employ high population densities in the cultivation of jamaican queen variety and to investigate the behavior of other varieties under the same conditions.

Key words: *Hibiscus sabdariffa* L, sowing distances, calyx, seed.

11.indd 131 22/1/2018 9:16:58 a. m.

INTRODUCCIÓN

La flor de jamaica (*H. sabdariffa* L.), es un planta anual perteneciente a la familia Malvaceae, cultivada en regiones tropicales y subtropicales (Vaidya, 2000). Sus tallos son destinados a la producción de fibra (Chatterjee *et al*., 2008), los cálices en la elaboración de vinos, frescos, dulces, infusiones, colorantes y las semillas como alimento para animales (Cid-Ortega y Guerrero-Beltán, 2015; González-Stuart, 2011; González, 2014), y tostada para consumo humano (Meza, 2012), sus hojas también se utilizan para complementar nutrientes en la alimentación (Atta *et al*., 2010). Presenta propiedades anticolesterolémicas y antihipertensivas (McKay *et al*., 2010), por presentar una actividad antiesclerótica (Chang-che *et al*., 2003) y antioxidante (Pérez y Ortiz, 2011).

A nivel mundial China, India y Sudán son los mayores productores de flor de jamaica, con un rendimiento de 2.000, 1.500 y 910 Kg MS ha^{-1} respectivamente (Vallecillo y Gómez, 2004; Mazaud *et al*., 2004), con una densidad poblacional de 40.000 plantas ha^{-1} (Sudán), de 416.000 plantas ha^{-1} (Tailandia) y en Egipto se registran 20.408, 28.571 y 47.619 plantas ha^{-1} (Fald y Gebauer, 2004; Sermsri *et al.,* 1987; Shalaby y Razin, 1989). En América latina el cultivo es muy difundido y en México presenta un fluido interés comercial (Alarcón y Legaria, 2013; Ramírez *et al.,* 2011) donde se cosechan aproximadamente 18.761 ha con rendimientos promedios de 280 kg MS ha^{-1} (SIAP, 2007).

En Nicaragua se cultivan alrededor de 306 ha (INIDE, 2011), con densidades de 10.000 plantas ha^{-1} [1] donde los productores utilizan áreas reducidas y con poca tecnificación lo que genera bajos rendimientos. La principal producción se concentra en los departamentos de Granada, León, Chinandega, Rivas, Estelí y Matagalpa (Vallecillo y Gómez, 2004).

Se estima que los rendimientos están influenciados por la variedad y el manejo, sin embargo en la variedad "Reina salvadoreña" no se dispone de información sobre la densidad poblacional óptima que genere mayores rendimientos; en este sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la densidad poblacional sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de flor de jamaica (*H. sabdariffa* L.), variedad "Reina salvadoreña".

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ejecutó de agosto a diciembre del 2014, en la finca Guadalupe propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), ubicada en el departamento de Rivas, Nicaragua. Rivas se encuentra situado entre las coordenadas 11° 26' 15,81" latitud norte y 85° 50' 010" longitud oeste (Google earth, 2016), sus tierras se elevan entre los 100 y 455 msnm (Salas, 1993), en promedio registra precipitaciones, temperaturas, humedad relativa y vientos de 985,6 mm, 27,5 º C, 77,5 %, y 0,09 m s^{-1} respectivamente (INETER, 2014).

El suelo del área experimental es del tipo arcillo limoso (40, 46 y 14% de arcilla, limo y arena) y con pH de 6,5; el contenido de nutrientes: N, P y K es de 27,4, 55, 630,6 kg ha^{-1} respectivamente y un contenido de MO (materia orgánica) de 2,74% (Laboratorio de suelos UNIAV, 2014).

Diseño experimental y tratamientos

Se empleó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones. El área experimental correspondió a 816 m^2 en los cuales se ubicaron las parcelas experimentales (6), con una división o separación entre los bloques y parcelas experimentales

1 Gómez, E. 2015. Problemática de la producción en el cultivo de Rosa de jamaica (comunicación personal). Rivas, NI. Cooperativa Hibiscus RL.

11.indd 132 22/1/2018 9:16:58 a. m.

de 5 y 4 m respectivamente. Los tratamientos fueron, Dp1: densidad poblacional de 10.000 plantas ha^{-1} y Dp2: densidad poblacional de 4.444 plantas ha^{-1}. El área por parcela experimental para ambas densidades, fueron de 28 y 63 m^2 respectivamente, con un total de 28 plantas por parcela.

Tamaño de la muestra

Las unidades de muestreo consistieron en 10 plantas ubicadas en las hileras centrales (2 y 3), correspondientes al área útil de la parcela. Esto de acuerdo a lo planteado por la fórmula propuesta por Munch y Ángeles (1990):

$$n = \frac{N * z^2\, p * q}{(N-1)e^2 + z^2 * p * q}$$

n=Tamaño de muestra
N=Tamaño de la población (28)
z= Valor Z al nivel de confianza 95% (1,96)
p=Proporción éxito esperado (0,90)
q=Proporción de fracaso esperado (0,10)
e= Magnitud de error (0,10)

Luego se ajustó mediante la siguiente fórmula:

$$n_{adj} = \frac{n}{\left(1 + \frac{n}{N}\right)}$$

n_{adj}=Tamaño de muestra ajustada
N = Tamaño de la población (28)
n= Tamaño de la muestra calculada (16)

Instrumentos para la recolección de la información

Se elaboraron formatos para la recopilación de información de las variables de crecimiento en las plantas: altura total, número de ramas, diámetro basal y de copa; de rendimiento: número de cáliz y kg MS de cáliz y semilla; y las variables en el cáliz: longitud, diámetro y peso de cáliz fresco. Posteriormente se elaboró una base de datos en el programa Excel para registrar todas las variables.

Operacionalización de variables
Manejo del ensayo

Se realizó una prueba de germinación utilizando 3 muestras de 100 semillas cada una, obteniendo una germinación promedio de 93,6% en un periodo de 1 a 5 días, registrándose la mayor germinación el primer día con 86,7%.

Para la establecimiento del ensayo se utilizó el método de siembra indirecta para ello se construyó un semillero de cama alta (1,5 m de largo y 0,75 m de ancho), el cual se desinfectó con cal dolomita a razón de 0,45 kg/ m^2.

El trasplante se realizó a los 29 días después de la siembra (DDS) cuando las plántulas alcanzaron 30 cm de altura y 7 hojas verdaderas en promedio.

A los 13 días después del trasplante (DDT), se realizó el control químico de las arvenses con Glifosato a razón de 7,5 ml l^{-1} de agua, de forma asperjada con bomba de mochila. Se realizaron 2 fertilizaciones básicas con la fórmula 12-30-10, una al momento de la siembra y la segunda a los 57 DDT a razón de 1,42 qq ha^{-1}. A los 40 DDT se registran las primeras plantas afectadas por un complejo de hongos fitopatógenos (*Fusarium oxysporum, Cladosporium herbarum, Curvularia lunata, Colletotricum gloeosporioides* y *Fusarium sp*) en muestras de tejido vegetal que presentaron la misma sintomatología ensayos de experimentales con el mismo cultivo en el año 2015 (Laboratorio de Micología IPSA, 2015), para el manejo de la afectación de estos patógenos se realizaron 8 aplicaciones de Carbendazim y Rydomil con una frecuencia entre aplicaciones de cada ocho días y se eliminaron también las plantas afectadas.

Variables de crecimiento
Altura total, diámetro basal y diámetro de copa

Las variables se monitorearon con una frecuencia de 15 días, para un total de 7 mediciones en el ciclo del cultivo. La altura total de la planta se midió desde el nivel del suelo hasta

11.indd 133 22/1/2018 9:16:58 a. m.

el ápice de la misma con una cinta métrica y la lectura se registró en cm. El diámetro basal del tallo se midió a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, con un pie de rey (Skurtype) y el dato se registró en mm. Para el caso del diámetro de copa se realizaron dos mediciones, norte-sur y este-oeste, ambas en cm.

Cantidad de ramas por planta

A partir de los 30 DDT y con frecuencia de 15 días se contabilizó el número total de ramas por planta.

Cantidad y peso total de cálices

Al momento de la cosecha se contabilizó el total de cáliz y se registró el peso en kg de materia fresca (MF) planta^{-1}, para esta última variable se utilizó una balanza electrónica marca OCS – Crane Scale con precisión de 10 g.

Variables evaluadas en el cáliz

Longitud, diámetro y peso de cálices

Para la evaluación de estas variables se seleccionaron al azar 9 cálices por planta (3 pequeños, 3 medianos y 3 grandes), la longitud se midió desde la base del epicáliz hasta la punta de las brácteas con una cinta métrica y se registró en cm. El diámetro se midió en forma perpendicular a la longitud en la parte central debajo de donde terminan las brácteas del epicáliz con pie de rey y su lectura se registró en mm. Para el peso del cáliz se empleó una balanza electrónica con precisión de 0,01 g y la lectura se registró en g.

Rendimiento de cáliz y semilla

La cosecha se realizó a los 125 DDT, considerando lo planteado por Ramírez-Cortés *et al*., (2011) quien señala que un indicador de cosecha son 24 días después de iniciada la floración. Esta se realizó de forma manual utilizando tijeras de podar, el material cosechado por planta se pesó en balanza electrónica Crane Scale y el dato se registró en kg de MF planta^{-1}.

Para determinar el contenido de MS se seleccionó una muestra de cáliz y cápsula con un peso de 200 gr de MF de cada repetición de los tratamientos, misma que fueron colocadas en un horno a temperatura constante de 65 °C durante 72 h para registrar el peso seco final (Ruíz, 2001). Para la determinación del % de MS se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%\, MS = \frac{Peso\ seco}{Peso\ fresco}\ x\ 100$$

Análisis estadístico

En todas las variables se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) en el programa estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo *et al*., 2008), aplicando la prueba de comparación de medias de LSD Fisher.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de crecimiento en las plantas

a. Altura total, número de ramas, diámetro basal y de copa en las plantas

En los seis momentos de medición (Cuadro 1), los tratamientos no difieren estadísticamente en altura total de las plantas. A los 105 DDT las plantas registraron en promedio una altura de 140,1 cm esto difiere a lo planteado por Hidalgo y Cano (2010), quien señala que las plantas a esta edad presentaron una altura de 160 cm.

Entre los 60 – 105 DDT el tratamiento con densidad poblacional de 4.444 plantas ha^{-1} registró los mayores promedios de diámetro basal de las plantas (P= 0,0272), así mismo las plantas de este tratamiento presentaron los mejores resultados en diámetro de copa a los 90 y 105 DDT (P=0,0002 y P= 0,0003), superando en un 26,3 y 19,1 % respectivamente al otro tratamiento, al disponer las plantas de mayor espacio vital (2,25 m^2 planta^{-1}) en este tratamiento habría permitido una mayor captación de luz solar y nutrientes del suelo. Con respecto al número de ramas totales los

11.indd 134 22/1/2018 9:16:59 a. m.

Cuadro 1. *Altura total, diámetro basal, diámetro de copa y número de ramas por edad medidas cada 15 días entre los 30 y los 105 días después del trasplante en plantas de Hibiscus sabdariffa variedad Reina salvadoreña cultivadas en Rivas, Nicaragua en el año 2014.*

Edad (DDT)	Altura (cm)		D. basal (mm)		D. Copa (cm)		Número de ramas	
	Dp1	Dp1,5	Dp1	Dp1,5	Dp1	Dp1,5	Dp1	Dp1,5
30	39,6 a	41,9 a	6,9 a	7,8 a	29,6 a	31,3 a	8,7 a	9,6 a
45	59,6 a	60,6 a	14,6 a	16,1 a	63,3 a	69,2 a	13,4 a	15,2 a
60	92,6 a	93,1 a	18,9 a	21,4 b	89,8 a	96,6 a	17,4 a	17,8 a
75	121,0 a	124,2 a	23,5a	26,6 b	101,6 a	99,2 a	20,2 a	23,9 a
90	132,1 a	135,1 a	26,0 a	30,2 b	116,7 a	147,4 b	21,5 a	28,6 a
105	140,7 a	139,5 a	28,6 a	32,6 b	133,7 a	159,3 b	25,5 a	30,0 a

Dp1: densidad poblacional de 10.000 plantas ha^{-1} y Dp1,5: densidad poblacional de 4.444 plantas ha^{-1}. Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0,05$).

tratamientos no difirieron estadísticamente (Cuadro 1).

A los 90 DDT las plantas registraron en promedio una altura, diámetro basal y número de ramas de 133,6 cm, 28,1 mm y 25,1 ramas respectivamente; estos resultados difieren a lo encontrado por Terán y Soto (2004), en la variedad Jersy con densidades de 10.000 plantas ha^{-1} quienes estimaron una altura promedio de 83,1 cm, diámetro basal de 18,5 mm y 10,5 ramas $planta^{-1}$.

La tasa de crecimiento estimada de las plantas fue variable según la edad, para altura el mayor crecimiento ocurrió durante el periodo de los 45 – 60 días registrando un promedio de 2,2 cm $día^{-1}$, para el diámetro basal entre los 30 – 45 días con un crecimiento de 0,5 y 0,6 mm $día^{-1}$ respectivamente, en ancho de copa el mayor promedio se estimó entre los 45 - 90 días para un crecimiento 2,2 y 3,2 cm $día^{-1}$ respectivamente, en relación al número de ramas la mayor formación ocurrió entre los 90 - 105 días para un promedio de 0,3 y 0,5 ramas $día^{-1}$ respectivamente.

b. Sobrevivencia, rendimiento de cáliz y cápsula

El % de sobrevivencia fue variable según el tratamiento y edad de las plantas, el promedio de sobrevivencia fue del 64,3 %, esta se registró desde a los 8 – 104 DDT contabilizando el número de plantas vivas, afectadas y muertas; los tratamientos difieren estadísticamente en sus resultados (P=0,0151) y la mayor sobrevivencia la presentó la densidad poblacional de 4.444 plantas ha^{-1} superando en más del 51% al otro tratamiento (Cuadro 2).

La enfermedad “mal del talluelo” o “pata prieta” causada por un complejo de hongos fue la principal causa de mortalidad de las plantas, datos promedios de afectación de las plantas estimados entre los 40 – 104 DDT (64 días) oscilaron entre 0,3 – 48,8%, en este sentido Cara *et al.* (2009) afirma que una vez iniciada la infección de la enfermedad, se disemina a todo el cultivo llegando a originar el 100 % de mortalidad en las plantas.

En relación al número de cáliz $planta^{-1}$ los tratamientos no difieren estadísticamente. En promedio las plantas presentaron 215,7 cáliz, superior a los 126 y 158 cáliz $planta^{-1}$ estimados por Cárdenas (2015) y Carrascal *et al.* (2013) respectivamente en un material genético no especificado (Cuadro 2).

Respecto al rendimiento de cáliz deshidratado g MS $planta^{-1}$ y kg MS ha^{-1} los tratamientos no difieren estadísticamente (Cuadro 2), para esta última variable la densidad poblacional de 10.000 plantas ha^{-1} presentó el mayor valor con un rendimiento de 1.085,7 kg

11.indd 135 22/1/2018 9:16:59 a. m.

MS ha^{-1}, esto difiere a lo estimado por Herrera (2015) quien encontró un rendimiento superior a 8,3% con la misma variedad.

En el rendimiento de semilla planta^{-1} (g) los tratamientos no difieren estadísticamente, no obstante en el rendimiento de semilla kg ha-1 se encontraron diferencias estadísticas significativas (P=0,0131) siendo la densidad de 10.000 plantas ha^{-1} la que presentó el mayor promedio superando en más del 151% a la densidad de 4.444 plantas ha^{-1}, sin embargo es importante mencionar que para esta variable no se encontraron antecedentes de investigaciones por lo que estos resultados se consideran un primer intento para la determinación del rendimiento de semilla del cultivo de flor de jamaica (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje (%) de sobrevivencia, número de cáliz fresco, rendimiento de cáliz deshidratado y semilla a los 105 días después del trasplante en plantas de Hibiscus sabdariffa variedad Reina salvadoreña cultivadas en Rivas, Nicaragua en el año 2014.

Variable	Tratamientos	
	Dp1	Dp1,5
% sobrevivencia	51,2 a	77,4 b
N° cáliz planta^{-1}	180,8 a	250,6 a
g MS planta^{-1} (cáliz)	230,0 a	300,0 a
kg MS ha^{-1} (cáliz)	1085,7 a	939,2 a
g semillas planta^{-1}	18,3 a	10,8 a
kg semillas ha^{-1}	93,8 b	37,3 a

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05).

Tamaño del cáliz

Longitud, diámetro y peso de cálices

Datos promedios de longitud y peso del cáliz indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Respecto a la longitud del cáliz, ambos tratamientos son inferiores en un 56% a los 7,8 cm estimados por Herrera (2015). La misma tendencia se encontró en lo referido al peso del cáliz donde Carrascal *et al.* (2013) reportaron valores ligeramente superiores de 10,6 y 11,0 gr a los encontrados en este trabajo, pero usando densidades poblaciones de 10.000 y 6.944 plantas ha^{-1} respectivamente.

El diámetro difiere estadísticamente (P=0,0002) entre los tratamientos. La densidad poblacional de 10.000 plantas ha^{-1} supera en más del 9% al tratamiento con 4.444 plantas ha^{-1} (Cuadro 3). En promedio los tratamientos presentaron un diámetro de 23 mm similar a lo encontrado por Ramírez *et al.* (2011), Herrera (2015) y Carrascal *et al.* (2013), quienes reflejan datos promedios de 23,6, 23,0 y 22,0 mm respectivamente.

Cuadro 3. Longitud, diámetro basal y peso de cáliz a los 105 días después del trasplante en plantas de Hibiscus sabdariffa variedad Reina salvadoreña cultivadas en Rivas, Nicaragua en el año 2014.

Tratamiento	Longitud (cm)	Diámetro (mm)	Peso (g)
Dp1	5,0 a	24,0 b	10,4 a
Dp1,5	4,9 a	22,0 a	9,8 a

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05).

CONCLUSIONES

En densidades poblacionales altas (10.000 plantas ha^{-1}), el valor promedio del diámetro basal y de copa es menor en relación a las densidades poblaciones bajas (4.444 plantas ha^{-1}), donde las plantas de *Hibiscus* disponen de un mayor espacio vital. Para las variables altura total de las plantas, número de ramas y de cáliz planta^{-1} los tratamientos no difieren estadísticamente.

El rendimiento de cáliz deshidratado g planta^{-1} es menor en densidades poblacionales altas (10.000 plantas ha^{-1}), sin embrago su rendimiento kg ha^{-1} aumenta debido a la mayor cantidad de plantas por unidad d superficie.

El rendimiento de semilla g planta^{-1} y kg ha^{-1} tiende a ser superior en densidades poblacionales altas (10.000 plantas ha^{-1}), y de acuerdo a los usos potenciales de la misma

11.indd 136 22/1/2018 9:16:59 a. m.

se considera una alternativa importante para la agroindustria.

La densidad poblacional no tiene efecto sobre la longitud y peso del cáliz, no obstante el diámetro tiende a ser mayor en densidades poblacionales altas (10.000 plantas ha^{-1}).

RECOMENDACIONES

En función de los resultados encontrados se recomienda utilizar la variedad reina salvadoreña con densidades poblacionales altas de 10.000 plantas ha^{-1}, bajo los criterios de buena selección del terreno y el manejo oportuno en épocas de mayor precipitación para evitar la diseminación de enfermedades fungosas.

Realizar más estudios en lo referido al crecimiento en la variedad Reina salvadoreña que valoren la condición nutricional de las plantas mediante la aplicación de diferentes enmiendas de fertilización, asimismo estudios sobre los componentes nutricionales de la semilla y sus posibles alternativas de implementación.

Evaluar otras variedades de *H. sabdariffa* para conocer su adaptabilidad y rendimientos con densidades de 10.000 plantas ha^{-1}.

BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, N y J.P. Legaria. 2013. Caracterización morfológica de una muestra etnográfica de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Revista Chapingo, México. Serie Horticultura 19(1): 85-98.

Atta, S; A.B Diallo; Y. Bakasso; B. Sarr; M. Saadu y R.H. Glew. 2010. Micro-element contents in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) at different growth stages. A*frican Journal of Food, Agriculture, Nutrition y Development* 10(5): 2615-2628.

Cara, M; J.A Arellano; J. Benavides; M. Bueno; A. Martínez, J. M. Gómez; Y. Serrano; M. L. Guirado; J. M. Rodríguez; M. Santos; F. Diánez y J. C. Tello. 2009. Patógenos asociados a la marchitez de tomate tipo "cherry" en la provincia de Granada. Estudio particular de las fuentes de inóculo de *Phytophthora parasitica* causante de la podredumbre del tallo. Biol. San. Veg. Plagas 35: 283-296.

Cárdenas, I.M. 2015. Respuesta del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes a tres dosis en la parroquia Teniente Hugo Ortiz. Tesis Ing. agrónoma. Universidad Central de Ecuador. 83 p.

Carrascal, O; J. Vergara y J. Amaris. 2013. Evaluación de cuatro densidades de siembra de flor de jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. en la vereda kilometro tres del municipio de Yondó, Antioquia. Revista Citecsa 3(5): 54-74.

Chan-Che, C; H. Jeng-Dong; W. Sang-Fa; Ch. Huei-Ching; Y. Mon-Yuang; K. Erl-Shyk; H. Yung-Chyan and W. Chau-Jong. 2003. *Hibiscus sabdariffa* Extract Inhibits the Development of Atherosclerosis in Cholesterol-Fed Rabbits. *Journal of Agricultural and Food Chemestry* 51(18): 5472–5477.

Chatterjee, A; A. Roy and S.K Ghosh. 2008. Acquisition, transmission and host range of a begomovirus associated with yellow vein mosaic disease of mesta (*Hibiscus cannabinus* and *Hibiscus sabdariffa*). *Australasian Plant Pathology* 37: 511-519.

Cid-Ortega, S and J. A. Guerrero-Beltrán. 2015. Roselle calyces (Hibiscus sabdariffa), an alternative to the food and beverages industries: a review. Journal of Food Science and Technology 52(11): 6859–6869.

Di Rienzo J.A., F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C.W. Robledo. 2008. *InfoStat, versión 2008.* Grupo InfoStat, FCA. Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 336 p.

Fald, K and J. Gebauer. 2004. Crop Performance and Yield of Groundnut, Sesame and Roselle in an Agroforesty Cropping System with *Acacia senegal* in North Kordofan (Sudan). Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics 105(2): 149-154.

González, M. 2014. Descriptores para la caracterización y registro de variedades cubanas de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Revista Cultivos Tropicales 35(3): 90-93.

González-Stuart, A. 2011. Herbal product use by older adults. Maturitas 68(1): 52-55.

Google earth. 2016. US Dept of State Geographer. Image Candsat, Copernicus. Data SIO NOAA. Navy, Navy. NGA/ GEBCO.

11.indd 137 22/1/2018 9:16:59 a. m.

Herrera, EE. 2015. Evaluación de densidades de siembra para variedades de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en Escuintla, Quezaltenango. Tesis Lic. en Ciencias Agrícolas con énfasis en gerencia agrícola. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 100 p.

Hidalgo, S.G y L.E. Cano. 2010. Cultivares de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). 2 p.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales). 2014. Condiciones climáticas del departamento de Rivas. Unidad de registro, Rivas.

INIDE (Instituto Nacional de Información y Desarrollo), MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2011. IV Censo Nacional Agropecuario, Cenagro. Nicaragua. 70 p.

IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria). 2015. Análisis Fitosanitario de Micología. Muestra recibida por: Karla Herrera Zelaya.

Laboratorio de suelos UNIAV. 2014. Análisis físico y químico de suelo. Realizado por: Ing. Guillermo Ponce.

Mazaud, F; A. Röttger and K. Steffel. 2004. Hibiscus: post - harvest operations Management for Improved Market Access. FAO. 20 p.

McKay, D.L; C.Y Chen; E. Saltzman and J.B. Blumberg. 2010. *The Journal of Nutrition* 140 (2): 298-303.

Munch, L y E. Ángeles. 1990. Métodos y técnicas de investigación. México. Editorial Trillas. 166 p.

Pérez, D & Y. Ortíz. 2011. Determinación de la capacidad antioxidante de bebida de flor de jamaica y tamarindo. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. 21(1) 31-33.

Ramírez-Cortés, B; F.J. Caro-Velarde; M.J. Valdivia-Reynoso; M.H. Ramírez-Lozano y M.L. Machuca-Sánchez. 2011. Cambios en tamaño y características químicas de cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) durante su maduración. Revista Chapingo Serie Horticultura 17(2): 19-31.

Ruíz, R.P. 2001. Determinación gravimétrica de agua por secado y pesaje, los protocolos actuales analíticos en química de alimentos. Estados Unidos.

Salas, J.B. 1993. Árboles de Nicaragua. Nicaragua. IRENA. 388 p

Sermsri, N and S. Jatuporuponge; Y. Murata. 1987. Studies on Roselle (*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima* L.) Cultivation in Thailand. Japanese Journal of Crop Science 56(1): 70-72.

Shalaby A.S and A.M. Razin. 1989. Effect of Plant Spacing on the Productivity of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Grown in Newly Reclamed Land. Journal Agronomy & Crop Science 162: 256-260.

SIAP (Sistema de Información Agropecuaria). 2007. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2007. México, DF (En línea). Consultado el 11 de octubre del 2017. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp

Terán, Z y F. Soto. 2004. Evaluación de densidades de plantación en el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). Revista Cultivos Tropicales 25(1): 67-69.

Vaidya, KR. 2000. Natural cross-pollination in roselle, *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvaceae). Genetics and Molecular Biology 23(3): 667-669.

Vallecillo, M y E. Gómez. 2004. Cultivo de la rosa de jamaica *Hibiscus Sabdariffa* L: perfil de proyecto. Nicaragua. IICA. 51 p.

11.indd 138 22/1/2018 9:16:59 a. m.