

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Crecimiento y producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) bajo diferentes concentraciones de solución nutritiva en invernadero.

Por:

**CAROLINA PÉREZ FERRERA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Torreón, Coahuila, México  
Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARREARAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) bajo diferentes concentraciones de solución nutritiva en invernadero.

Por:

**CAROLINA PÉREZ FERRERA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**


Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna  
Principal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Eliseo Raygoza Sánchez  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Juan Manuel Nava Santos  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. Edgardo Cervantes Alvarés  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
M. E. Víctor Martínez Cueto  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) bajo diferentes concentraciones de solución nutritiva en invernadero.

Por:


**CAROLINA PÉREZ FERRERA**

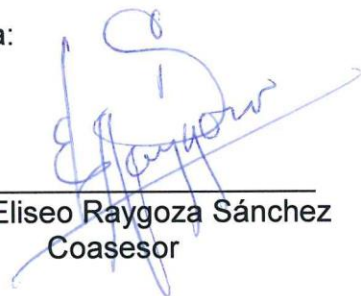
TESIS

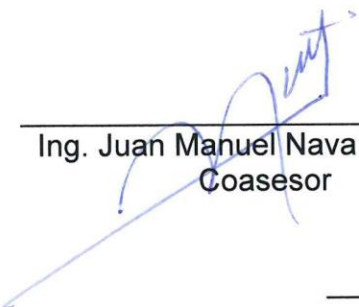
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**


Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna  
Asesor Principal

  
Ing. Eliseo Raygoza Sánchez  
Coasesor

  
Ing. Juan Manuel Nava Santos  
Coasesor

  
MC. Edgardo Cervantes Alvares  
Coasesor

  
M. E. Víctor Martínez Cueto  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Marzo 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por permitirme terminar esta etapa de mi vida y sobre todo haberme cuidado todos estos años que estuve fuera de casa y lejos de mi familia.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA por darme la oportunidad de cursar una carrera brindándome los conocimientos necesarios para ser una buena profesionista.

A mis amigas y amigos Leslie Andrea Morga de la Rosa, Josefina Pérez Gregorio, Dalia Gisel Tarango Hernández, Ana María Núñez Bosques, Jaideni Pérez Sánchez, Leonel Trejo Dothe por cada uno de sus consejos, apoyo y sobre todo por cada una de sus palabras de aliento que me brindaron cuando sentía que ya no podía más, gracias por su amistad.

A mis profesores de la carrera por brindarme sus conocimientos, consejos que me brindaron cuando más lo necesitaba muchas gracias.

A mi comité asesor: Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, Ing. Eliseo Raygoza Sánchez e Ing. Juan Manuel Nava Santos por el apoyo que me brindaron durante la realización de mi tesis.

## DEDICATORIAS

A DIOS y a la Virgen de Guadalupe por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, darme salud para lograr mi objetivo y su infinito amor.

A mi madre Sr. Paula Ferrera Bojay por apoyarme en todo momento, ser mi mejor amiga, sus consejos, sus valores que me enseñaron hacer mejor persona, por no dejarme caer cuando sentía que ya no podía, pero sobre todo por el amor que me brinda y cariño cada día.

A mi padre Sr. Pedro Pérez Villeda por ser mi ejemplo a seguir, mi mejor amigo, enseñarme que no importa cuántas veces me caiga siempre hay que levantarse, sus consejos, sus valores y confianza que siempre me brindo y sobre todo por el amor que me brinda y cariño cada día.

A mi hermana C. Karen Pérez Ferrera por ser mi mejor amiga, confidente, apoyo incondicional y sobre todo enseñarme que la familia es primera que no importa la distancia siempre estaremos juntos para apoyarnos y salir siempre adelante todos juntos.

A mis abuelitos Gilberta Villeda cantero (†) y Irineo Pérez Pérez (†) que me enseñaron que aunque la vida no es fácil siempre hay que luchar por nuestros sueños y cuidarme desde el cielo los quiero mucho.

A mis abuelitos María Sebastiana Bojay Segundo y Eulalio Ferrera Casablanca por cada uno de sus consejos, valores, enseñarme que a pesar que la vida no es fácil siempre hay que luchar por nuestros sueños hasta alcanzarlos.

A mis tíos (a) por su apoyo moral e incondicional durante esta etapa de mi vida, enseñarme que no importa la distancia la familia siempre estará ahí para apoyarnos.

A mis primos (a) por brindarme su apoyo, confianza y enseñarme que no importa si una puerta se cierra siempre abra una que se abrirá.

## RESUMEN

El cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es de gran importancia debido a sus propiedades y usos potenciales que tiene. Uno de los principales problemas que viven los agricultores es la falta de información en cuanto a fertilización en condiciones de riego en el cultivo de jamaica. Ante esta situación que viven los productores de flor de jamaica se planteó el siguiente trabajo con el objetivo de evaluar el crecimiento y producción de jamaica bajo diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero. El trabajo se realizó en el invernadero número tres del departamento de Horticultura que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en periférico Raúl López Sánchez s/n col. valle Verde en el municipio de Torreón, Coahuila. Los tratamientos evaluados fueron: porcentajes de solución nutritiva Steiner al 100, 80, 70% y un testigo de vermicomposta. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con diez repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de ramas, número de cálices, rendimiento, peso seco de semilla y cáliz. Los resultados manifiestan que las plantas mostraron un comportamiento favorable en número de cálices, ramas, peso seco de cáliz y rendimiento.

Palabras clave: Nutrición, Rendimiento, *Hibiscus sabdariffa* L. y Solución nutritiva.

## INDICE DE CONTENIDO

<b><i>agradecimientos</i></b> .....	<b><i>i</i></b>
<b><i>dedicatorias</i></b> .....	<b><i>ii</i></b>
<b><i>resumen</i></b> .....	<b><i>iii</i></b>
<b><i>índice de cuadros</i></b> .....	<b>5</b>
<b><i>índice de imágenes</i></b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
OBJETIVO GENERAL: .....	8
JUSTIFICACIÓN .....	8
HIPÓTESIS .....	8
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
Origen de la Jamaica.....	9
Clasificación taxonómica .....	9
Descripción geográfica.....	10
Descripción botánica .....	10
Raíz .....	10
Hojas .....	10
Flor .....	11
Fruto .....	11
Ciclo del cultivo.....	11
<b><i>Variedades de jamaica</i></b> .....	<b>12</b>
Variedad Tecoanapa .....	12
Variedad Cotzaltzin.....	12
Variedad alma blanca.....	13
Variedad Rosaliz .....	13

Características químicas.....	14
Propiedades nutritivas propiedades nutrimentales de jamaica .....	15
Sustancias que contiene y uso .....	15
Importancia económica .....	16
Mercado de la flor de jamaica .....	17
Producción nacional .....	17
Requerimiento del cultivo .....	18
Clima .....	18
Temperatura .....	19
Fotoperiodo.....	19
Suelo .....	19
Humedad relativa .....	19
Fertilización .....	20
Fertilización inorgánica .....	20
Fertilización orgánica.....	20
Fertilización foliar .....	21
Plagas y enfermedades .....	21
Hormiga arriera.....	21
Grillo ( <i>Achaeta assimilis</i> Fabr.) .....	21
Enfermedades .....	22
Hongo pata prieta ( <i>phytophthora</i> parasítica Dastur) .....	22
Cenicilla ( <i>Erysiphe cichoracearum</i> ).....	22
Ojo de gallo o manchas al follaje ( <i>Phomoides</i> spp.) .....	22
Técnica de producción de la jamaica .....	23
Preparación del terreno.....	23
Siembra .....	23
Labores de culturales .....	23
Poda de la jamaica .....	23
Control de plagas y enfermedades .....	23



Cosecha.....	24
Secado o deshidratado .....	24
Agricultura protegida .....	24
Técnicas de producción de jamaica en hidroponía .....	24
Tipos de invernaderos .....	25
Sustratos .....	27
Propiedades de los sustratos.....	28
Propiedades físicas .....	28
Propiedades químicas.....	28
Perlita .....	28
Vermicomposta.....	29
Arena.....	29
Fibra de coco .....	29
Vermiculita.....	30
Turba .....	30
Solución nutritiva .....	30
El pH en la solución nutritiva .....	32
Presión osmótica .....	33
Conductividad eléctrica CE .....	34
<b><i>materiales y métodos</i></b> .....	<b>35</b>
Localización del sitio de estudio.....	35
Localización del sitio del experimental. ....	35
Datos climáticos del lugar.....	35
Diseño experimental.....	36
<b><i>MATERIAL y equipo utilizado</i></b> .....	<b>36</b>
Descripción del invernadero.....	37
Contenedores y sustratos.....	37

Trasplante de la plántula.....	37
Preparación de los porcentajes de solución nutritiva .....	38
Tutoreo de plantas .....	38
Fertilización .....	39
Plagas y enfermedades .....	40
Parámetros evaluados .....	40
Altura de la planta .....	40
Número de ramas .....	40
Número de cálices .....	41
Peso seco de cálices de jamaica .....	41
Peso seco de semilla.....	42
<b>resultados y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>47</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>48</b>

## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Clasificación taxonómica.....</i>	<i>9</i>
<i>Cuadro 2. Propiedades nutrimentales de la jamaica.....</i>	<i>15</i>
<i>Cuadro 3. Usos nutricionales más comunes de la flor de jamaica.....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 4. Superficie Sembrada del 2001-2010.....</i>	<i>18</i>
<i>Cuadro 5. Producción de jamaica en temporal y riego en ciclo agrícola IO y PV del 2015.....</i>	<i>18</i>
<i>Cuadro 6. Relación de concentraciones (me/L) para aniones y cationes, (Steiner, 1980).....</i>	<i>32</i>
<i>Cuadro 7 Solución nutritiva Steiner a diferentes porcentajes UAAAN - UL.....</i>	<i>39</i>
<i>Cuadro 8. Altura de planta (m) y número de ramas de jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva Steiner UAAAN - UL.....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 9. Peso seco de semilla y cáliz de jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva UAAAN – UL.....</i>	<i>45</i>
<i>Cuadro 10. Número de cálices y rendimiento del cultivo jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva Steiner UAAAN – UL.....</i>	<i>46</i>

## INDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Localización del sitio del sitio experimental.....</i>	<i>35</i>
<i>Imagen 2. Distribución y vista general de la unidad experimental para los tratamientos en el cultivo de jamaica.....</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 3. Invernadero de acero galvanizado de cubierta transparente ubicado en la UAAAN UL.....</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 4. Mezcla de sustratos de arena y perlita.....</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 5. Charola de unicel con plántula de jamaica lista para el trasplante. ....</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 6. Tutoreo de plantas de jamaica.....</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 7.presencia de cenicilla en la hoja madura de jamaica.....</i>	<i>40</i>
<i>Imagen 8.cálices frescos después de la cosecha .....</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 9. Cálices deshidratados de los distintos tratamientos. ....</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 10. Peso seco de semilla .....</i>	<i>42</i>

## INTRODUCCIÓN

La jamaica es una planta arbustiva anual perteneciente a la familia de las malváceas originario de África (Bobadilla *et al.*, 2015). Sin embargo se menciona que es originaria del continente asiático posiblemente de India y Malasia (Martínez, 2010). En México fue introducida por los españoles (Pérez *et al.*, 2009), y cultivada desde la época de la colonia en regiones tropicales, cálidas y semicálidas (Ramírez *et al.*, 2011). La *Hibiscus Sabdariffa* L. (jamaica) es una especie con diferentes propiedades y múltiples usos, se le conoce en México como rosa de jamaica, seretent, agría de jamaica y a nivel internacional como roselle (inglés), l'oiselle (francés) entre otros. En México la jamaica se cultiva en los estados de Oaxaca, Michoacán, Colima, Veracruz y Guerrero siendo este último el estado que ocupa el primer lugar a nivel nacional con aproximadamente 90% de la producción total con un volumen mayor a las 3 mil toneladas de cálices por ciclo de cultivo, (Contreras *et al.*, 2009). Este cultivo, cada día está tomando mayor importancia por productores y consumidores debido a sus diversos usos en la cocina, repostería, industria, fábricas textiles y utilizando como abono para las plantas, proporcionándole nutrientes al suelo. La semilla se ha utilizado como sustituto afrodisíaco del café (Pérez *et al.*, 2009). Generando un consumo nacional de jamaica del alrededor de 14,000 ton al año, de las cuales aproximadamente el 50% es importada, con una superficie cosechada promedio a nivel nacional de 19,000 ha en 11 estados de la república mexicana, registrando una tasa de crecimiento anual del 67%, del total de la superficie, 99.9% corresponde al sistema de temporal, mientras que 1% a riego (Martínez, 2010). A pesar que la jamaica proporciona grandes beneficios, unos de los problemas que se enfrenta el productor que siembra en condiciones de riego es que en la actualidad aún no se realizan trabajos sobre una recomendación técnica en cuanto a la fertilización, lo que ofrece la oportunidad a otros investigadores de realizar ensayos de prueba y error para determinar las mejores prácticas culturales para el cultivo (Toral, 2006).

**OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el crecimiento y producción de jamaica bajo diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero

**JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es de gran importancia debido a sus diferentes propiedades y usos potenciales que tiene. En los alimentos, ya que son fuente de colorante y saborizante natural entre otras. Sin embargo actualmente la producción de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) se realiza en la mayor parte en campo abierto en climas subtropicales y tropicales, teniendo como gran limitante la adaptación a los distintos climas, y además la falta información en cuanto la fertilización en condiciones de riego. Ante esta situación que viven los productores a nivel nacional, es indispensable buscar nuevas alternativas de solución en la producción de dicho cultivo en distintos climas con la dosis óptima de fertilización para ofrecer oportunidades de desarrollo a los productores nacionales y garantizar una mayor producción. Además de garantizar una mayor accesibilidad para el consumidor ya, que finalmente tanto consumidor y productor son los que se ven afectados y que en últimas instancias se refleja en el consumo de este y en el ingreso del productor.

**HIPÓTESIS**

Los diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner afectan el crecimiento y producción del cultivo de jamaica

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen de la Jamaica

La rosa o flor de Jamaica *Hibiscus sabdariffa* L., también conocida como rosa de Abisinia o flor de Jamaica (Ríos et al., 2015), es una planta arbustiva anual que pertenece a la familia de las malváceas originaria de África (Bobadilla et al., 2015). Sin embargo se menciona que es originaria del continente asiático posiblemente de la India y Malasia (Martínez, 2010). En México fue introducida por los españoles (Pérez et al., 2009), y cultivada desde la época de la colonia en regiones tropicales, cálidas y semicálidas (Ramírez et al., 20011).

### Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica

Taxonomía	
Reino	Vegetal
Subreino	Plantae
División	Antophitas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledonea
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	Hibiscus
Especie	H. sabdariffa L.

Fuente: Comité nacional sistema producto jamaica. S. C, 2012

### **Descripción geográfica**

Desde el lugar donde se origina, la flor de la jamaica se ha diseminado desde Egipto, Sudan y hasta Senegal por sus propiedades medicinales que tiene, cultivadas también con éxito en Centro América especialmente en México, El Caribe, el Sur y Sudeste Asiático hasta el Sur de China (Cárdenas, 2015).

### **Descripción botánica**

La Jamaica pertenece al género *Hibiscus* de la familia Malvácea (que incluye al algodón, kenaf, okra y malva arbórea), es una hierba anual con tallos lisos (Contreras *et al.* 2009), y abundantes, muy ramificados y de corteza roja (Cid y Guerrero, 2012), generalmente alcanza de 1 a 2 m altura (Mayo, 2010). Las hojas más bajas son ovadas y las hojas superiores con 3-5 lobulados palmeados. Las flores son asilares o en racimos terminales, los pétalos son blancos con un centro rojizo en la base de la columna estaminal, los cálices se alargan en la madurez y los frutos son carnosos, de rojo brillante (Contreras *et al.*, 2009).

### **Raíz**

El cultivo dispone de un sistema radicular bien desarrollado y profundo, muestra una gran adaptabilidad bajo condiciones restrictivas a la humedad del suelo (Mayo, 2010). El sistema radicular es cabelluda, pivotante (Caro *et al.*, 2012),

### **Hojas**

Son verdosas rillentas por abajo; lisas con peciolo largo y una glándula pequeña en el nacimiento de la nervadura de estipulos filiformes. Están compuestas de tres a cinco lanceolados, siendo el centro mucho más largo y una glándula pequeña en el nacimiento de la nervadura de estipulas filiformes. Las hojas situadas en la parte interior del tallo son simples, ovales y más pequeñas. Todas son flexibles, dentadas con las nervaduras principales de carmín y su sabor es ácido ligeramente astringente (Caro *et al.*, 2012).



## **Flor**

Las flores son bisexuales, axilares de colores amarillos claro solitarios, casi sésiles (Caro *et al.*, 2012). Se presentan solitarias en las axilas de las hojas y tallos, miden aproximadamente de 6 a 12 centímetros de ancho, con un centro de color rosa a rojo marrón que cambia a rosado a medida que llega la tarde hasta marchitarse (Meza, 2012).

La floración de la rosa de jamaica se induce cuando los días llegan a ser más cortos y la intensidad de luz se reduce. El florecimiento comienza en octubre en función del material genético utilizado, un fotoperiodo de 13 horas de luz sol durante los primeros 4-5 meses del crecimiento es esencial para prevenir la floración prematura (Godínez, 2017).

## **Fruto**

Es una capsula ovoide, recubierta por el cáliz, conteniendo numerosa semilla (alrededor de veinte), (Caro *et al.*, 2012). Es seco, de cinco lóbulos, compuestos cada uno de tres láminas delgadas y oblongas lisas por dentro y erizadas por fuera, de pétalos finos y picantes. Cada fruto encierra unos veinte granos negros y reniformes. Al madurar su gineceo se va abriendo en 5 partes de 2 a 2.5 cm de largo (Mayo, 2010). Comienzan a madurar a finales de noviembre, la caída de las hojas indica que el fruto está listo para su cosecha (Godínez, 2017).

## **Ciclo del cultivo**

De aproximadamente 6 a 7 meses, es una planta anual (Cárdenas, 2015), la siembra se realiza al inicio de estación de lluvia (mayo – junio), para decrecer paulatinamente hasta las siembras de agosto. El florecimiento comienza en octubre en función del material genético utilizado y las capsulas comienzan a madura a finales de noviembre, la caída de las hojas indica que el fruto está listo para su cosecha (Contreras *et al.*, 2009).

## **VARIEDADES DE JAMAICA**

### **Variedad Tecoanapa**

En 1975 esta variedad se originó en la colecta de semilla de jamaica criolla, realizada en la localidad de Tecoanapa, en el estado de Guerrero, el método que se utilizó para su colecta fue de selección masiva. El ciclo vegetativo de esta variedad es tardío, que corresponde al periodo normal de lluvia, cosechándose en los últimos días del mes de diciembre y hasta la primera quincena de Enero, solo se produce en condiciones de temporal debido que es muy sensible al fotoperiodo. Es de coloración más oscura que el material criollo, tanto en tallos como hojas y cálices, también presenta una gran uniformidad más que otros materiales de la zona jamaquera, tiene una gran tolerancia similar que los criollos cultivados bajo condiciones normales, no resiste mucho a la enfermedad denominada comúnmente como pata “prieta” que es causada por un hongo *Phytophthora parasitica*. Con respecto a las propiedades organolépticas de calidad son similares o un poco mejores que la criolla de donde se originó, contiene mayores cantidades de taninos y antocianinas que las otras tres variedades registradas. Los rendimientos de cáliz seco por hectárea varían de 400 a 450 kg. En condiciones de siembra asociadas con maíz mayor de 750 kg (Mayo, 2010).

### **Variedad Cotzaltzin**

Variedad originada a partir de colectas seleccionadas del material colimeña, el cual es más precoz que los demás, como el criollo Tecoanapa y que Rozaliz, esta variedad fue colectada en la localidad del rancho Municipio de Ayutla de los Libre, Guerrero. Es de similar tolerancia que los criollos cultivados bajo condiciones normales, con respecto a la enfermedad denominada pata prieta la cual es causada por un hongo llamado *Phytophthora parasitica*, es más resistente a la enfermedad. Las propiedades de contenido energético o de calidad es poco menos que la variedad Tecoanapa y que el criollo donde fue originario, también contiene cantidades menores de taninos y antocianinas. El ciclo vegetativo de esta variedad es intermedio estableciéndose cuando inicia el periodo normal de lluvia, y podemos cosecharla en la última quincena del mes de noviembre y hasta los

primeros días de diciembre. Solo se produce bajo condiciones de temporal porque es sensible al fotoperiodo. La coloración de tallos, hojas y cálices es más clara que la Colimeña y presenta mayor uniformidad que los materiales criollos y la propia Colimeña, material donde se colectó, lo cual presenta mucha diversidad en coloración (claro, medio y oscuro). La planta en promedio es más pequeña que los materiales anteriores. Los rendimientos de cáliz seco varían de 350 a 400 kg/ha, en condiciones de siembra en cultivo asociado con el maíz, y rinde más de 600 kg/ha como cultivo solo (Mayo, 2010).

### **Variedad alma blanca**

Variedad originada a partir de una mutación del material denominado colimeña, en el ciclo del cultivo de primavera- verano, en 2000 se identificó en los lugares del municipio de Ayutla de los Libres Guerrero (El Ranchito). Esta variedad es la más sensible a la enfermedad nombrada pata prieta, causada por el hongo *Phytophthora parasitica*, con respecto a las propiedades de organolépticas es de menor contenido, puesto que su color no le ayuda mucho, y es la que contiene menores cantidades de taninos y antocianinas de todas las variedades, es la que contiene mayor cantidad de calcio que las demás variedades. Cuenta con un ciclo de vida precoz, pudiéndose establecer cuando inicia el periodo de lluvia y su cosecha normalmente es en la segunda quincena de noviembre a los primeros días de diciembre, esta variedad solo se cultiva en condiciones de temporal, (lo cual obedece que es sensible al bajo fotoperiodo). La coloración de sus tallos, ramas y hojas son verde limón y los cálices son de color cremoso a blanquecinos, la planta presenta características más pequeñas que los otros materiales anteriores. Los rendimientos de cáliz seco varían de 390 a 450 kg/ha, en condiciones de siembra asociada con el maíz, en cultivo solo tiene un rendimiento hasta de 750 kg/ha (Mayo, 2010).

### **Variedad Rosaliz**

Se originó mediante una mutación de la jamaica criolla, y también fue localizada en la localidad del Ranchito Municipio de Ayutla de los Libres, Gro. Durante el ciclo Primavera-Verano del año 2000, esta variedad es de ciclo más largo que todas las

variedades. Se siembra al inicio de la temporada de lluvia y cosecha en la segunda quincena de enero. Tiene mayor tolerancia más que los criollos cultivados bajo la misma condición de temporal, tolera la enfermedad pata prieta que es causada por un hongo llamado *Phytophthora parasitica*. Con respecto a las propiedades organolépticas y de calidad, son similares a las demás variedades. Donde se originó esta variedad. El suelo contiene menor cantidad de potasio, es por eso que esta variedad cuenta con menor cantidad de taninos y antocianinas que los criollos y que las otras variedades, pero también contiene mayor cantidad de sodio más que las otras. La coloración de sus tallos y ramas son de color rosa pálido, a veces de color verde al madurar la planta, las hojas son de color verde claro menos que la de la variedad Tecoanapa y Cotzaltzin y mayores que la de Alma Blanca, los cáliz son de color rosados en el lomo de los gajos y muy rara vez moteados. Los rendimientos de cáliz seco por hectárea son de 480 a 500 kg/ha, en condiciones de cultivo asociado con maíz y en cultivo solo rinde hasta 800 kg/ha todo esto va a depender del manejo que se le dé al cultivo (Mayo, 2010).

### **Características químicas**

Las flores de jamaica mantienen un alto contenido de ácidos orgánicos, tales como el malico, tartárico, y cítrico. La jamaica tiene dos pigmentos: la hibiscina y gopitina usados como base natural para jarabes y licores de color. Los sustanciales pigmentos de la planta son las antocianinas: cianidina, glucósido que poseen propiedades antioxidantes y que no muestra características mutagenéticas ni tóxicas. Los cáliz secos contienen los flavonoides de gopitina, hibiscina y sabdaretine. El pigmento principal, anteriormente reportado como hibiscina, ha sido identificado como Daphniphyllu, que contiene pequeñas cantidades de myrtillin (delfinidina 3-monoglucosido), Chrysanthenin (cianidina 3-monoglucosido), junto con la delfinidina que también está presente (Rivera, 2015).

## Propiedades nutritivas propiedades nutrimentales de jamaica

Cuadro 2. Propiedades nutrimentales de la jamaica.

<b>CÁLIZ</b>		<b>HOJA FRESCA</b>		<b>SEMILLA</b>	
Humedad	9.2g.	Proteína	1.7 – 3.3%	Humedad	12.9%
Proteína	1.145g.	Grasas	1.1%	Proteínas	3.29%
Grasa	2.61g.	Carbohidratos	10%	Aceite grasa	12.99%
Fibra	12.0g.	Cenizas	1.0%	Celulosa	16.8%
Cenizas	6.90g.	Calcio	0.18%	Pentosas	15.8%
Calcio	1,263mg.	Fosforo	0.04%	Almidon	11.1%
Fosforo	723.2mg.	Hierro	0.0054%		
Hierro	8.98mg.	Ac. Málico	1.25%		
Tiamina	0.117mg.	Humedad	86.2%		
Riboflavina	0.277mg.				
Niacina	3.765mg.				
Ac. Ascórbico	6.72mg.				

Fuente: Sánchez, 2000

### Sustancias que contiene y uso

A la rosa de jamaica se le atribuye una serie de usos tanto nutricionales como medicinales. Toda la planta tiene valor nutritivo por el contenido en proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, y oligoelementos distribuidos en diferentes concentraciones según se trate de la raíz, tallo, hojas, cálices, flores, frutos o

semilla. Los usos nutricionales más comunes se muestran en la Cuadro 3 (Pérez y Ramos, 2011).

Cuadro 3. Usos nutricionales más comunes de la flor de jamaica.

<b>Parte de la planta</b>	<b>Usos nutricionales</b>
- Cáliz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdura.</li> <li>- Té (agua fría, azúcar, limón o canela.)</li> <li>- Elaboración de gelatinas.</li> <li>- Helados</li> <li>- Preparados para postres</li> <li>- Ensaladas ( flor cruda)</li> <li>- Saborizantes de pasteles, en sopas, y postres ( flor cocinada)</li> <li>- Elaboración de jaleas y mermeladas.</li> <li>- Corrector organoléptico de tés de hierbas.</li> <li>- Colorante para alimentos y productos cosméticos.</li> <li>- Sustituto de café (cáliz tostado)</li> </ul>
Semilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceites para sopas y salsas (tostadas y molidas)</li> <li>- Harina desgrasada.</li> </ul>
Hoja y tallo jóvenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede comer tanto crudos como cocidos.</li> </ul>
Raíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comestibles, pero con poco sabor, altamente fibrosas y mucilaginosas.</li> </ul>

### **Importancia económica**

La jamaica es una planta de usos múltiples de la que se pueden aprovechar tallos, hojas frutos y semilla, lo que resulta en una gran variedad de productos para el mercado. Los tallos son utilizados para la producir pulpa para papel o fibra textil,

también son importantes en la producción de un mucilago que se utiliza en la industria de los cosméticos, y las hojas pueden usarse como verduras en forma directa. Los cálices de los frutos se utilizan para bebidas, ates, mermeladas, jaleas, dulces, jarabes, salsas. La semilla es utilizada para la extracción de aceite o alimentos balanceados para animales ya que contiene hasta 20% de proteína (Contreras et al., 2009).

### **Mercado de la flor de jamaica**

La Flor de Jamaica es un cultivo ideal para los países en vías desarrollo cuando la demanda del mercado es favorable pues ofrece a los productores amplias oportunidades económicas ya que tolera sequía y su crecimiento es relativamente fácil, no es apta para una cosecha mecanizada por lo que admite el cultivo artesanal aunque con precauciones sanitarias y puede crecer siendo parte de un sistema de policultivo. Por sus propiedades medicinales y reconocimiento, esta malvácea ha adquirido la atención de los mercados internacionales. No obstante, como en otros productos de especialidad botánica sobre los que apenas está se ejerciendo interés, la información sobre el mercado de la Flor de Jamaica no está disponible de manera inmediata, los precios y producción de esta planta no son muy vigilados y son pocos los reportes de mercado publicados (Ramírez y Nicholls, 2014).

### **Producción nacional**

En México el consumo de jamaica es de alrededor de 14000 ton al año de las cuales aproximadamente el 50% es importada para satisfacer esta demanda. Los países que exportan mayor volumen de jamaica a nuestro país son China y Sudan. La superficie cosechada promedio a nivel nacional, durante el año 2009 fue de 19, 000 ha en 11 estados de la república mexicana, registrándose una tasa de crecimiento anual del 67%. Del total de la superficie, 99.99% corresponde al sistema de temporal, mientras que el 1 % a riego. México, es reconocido entre los principales países productores de jamaica. El 95% de la producción se comercializa en una presentación de cálices deshidratados, y el resto es ofertado

en presentaciones de extractos y mermeladas (Martínez, 2010). Las principales entidades productoras son Guerrero y Oaxaca (Ochoa, 2013).

Cuadro 4. Superficie Sembrada del 2001-2010.

Estado	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Guerrero	14,350.00	14,018.50	14,674.00	14,529.00	15,018.00	15,119.00	14,883.00	14,882.00	14,711.00	14,744.50
Oaxaca	2,500.00	2,490.00	2,325.00	2,385.00	2,435.00	2,453.00	2,216.50	2,304.00	2,307.00	2,398.50
Michoacán	417	407	430	479	1,004.00	735	922	858	650	685
Nayarit	395.5	299.25	275	307.5	268.00	474	455	315.5	397	510.5
Puebla	20	10	0	107	110.00	110	110	302	390	359
Campeche	260	260	180	230	230.00	230	100	200	190	209
Otros	460	168	147	180.5	151.00	50	143.5	45	39.5	2,398.50
Nacional	18,402.50	17,652.75	18,031.00	18,218.00	19,216.00	19,171.00	18,830.00	18,906.50	18,684.50	21,305.00

Fuente: Comité nacional sistema producto jamaica, 2012.

Cuadro 5. Producción de jamaica en temporal y riego en ciclo agrícola IO y PV del 2015.

Estado	Tipo /	Sup.	Sup.	Sup.	Producción	Rendimiento	PMR	Valor
	Variedad	Sembrada (Ha)	Cosechada (Ha)	Siniestrada (Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	Producción (Miles de Pesos)
Guerrero	Jamaica	14,067.00	14,067.00	0.00	4,433.80	0.32	20,419.84	90,537.48
Oaxaca	Jamaica	2,971.30	2,971.30	0.00	927.15	0.31	71,691.98	66,469.22
	Jamaica	415.80	415.80	0.00	245.40	0.59	7,930.11	1,946.05
Puebla	Jamaica orgánica	81.00	81.00	0.00	217.00	2.68	49,850.00	10,817.45
Michoacán	Jamaica	1,935.00	1,935.00	0.00	922.79	0.48	51,360.95	47,395.37
Nayarit	Jamaica	238.50	238.50	0.00	147.65	0.62	54,603.47	8,062.20
Campeche	Jamaica	192.00	192.00	0.00	78.46	0.41	44,885.29	3,521.70

Fuente: gov.mx, SA

## Requerimiento del cultivo

### Clima

La Jamaica se produce mejor en trópicos y subtropicos con lluvia estacional y desde el nivel del mar hasta los 900 m. Prospera como cosecha de verano en regiones templadas para producir follaje, sin embargo, las capsulas no madurarán,



por la presencia de baja temperatura en la etapa de maduración (Contreras *et al.*, 2009).

### **Temperatura**

El cultivo requiere 4-8 meses con temperatura en la noche arriba de 21°C y el rango de la temperatura durante la estación de crecimiento debe estar entre los 10 y 35°C. La jamaica es una planta muy sensible a los cambios en la longitud del día. Esta sensibilidad fotoperiódica de la floración, cuando los días llegan a ser más cortos ( $\leq 12$  horas de luz del sol), requiere que la época de cultivo sea fijada según la longitud del día y no según los requisitos de la precipitación (Contreras *et al.*, 2009).

### **Fotoperiodo**

La planta requiere de un fotoperiodo de doce horas luz. Durante el periodo de reproducción requiere de un periodo de oscuridad mínima de 11.5 horas y para la época de floración un periodo de 12.5 a 13.5 horas luz por día. El autosombreamiento puede causar hongos en la planta durante su etapa inicial de desarrollo, sin embargo la distancia estrecha puede resultar útil para la protección del suelo (Ramírez y Nicholls, 2014).

### **Suelo**

La planta crece bien en distintas clases de suelo y aún con bajo contenido de nutrientes (baja fertilidad), pero los más indicados son los suelos francos, con fertilidad moderada, principalmente en nitrógeno para evitar que la planta crezca demasiado y nos produzca el mayor número de cálices (Mayo, 2010). Este cultivo se puede establecer en suelos de pH de 4.5 a 7.5, que tengan una pendiente no mayor de 50% (Martínez, 2010).

### **Humedad relativa**

El cultivo de la jamaica requiere un abastecimiento pluvial de 5 a 10 pulgadas durante los primeros meses de crecimiento, los periodos secos son deseables

para los últimos meses de desarrollo pues valores altos de humedad durante la cosecha disminuye la calidad de cálices y reduce el rendimiento (Bobadilla *et al.*, 2015).

## **Fertilización**

### **Fertilización inorgánica**

Las recomendaciones de fertilización indicadas son en concentraciones bajas comparadas con la de otros cultivos, para siembra en temporal pueden ser desde 4-6-7, hasta 20-20-10 kg de nitrógeno, fósforo, y potasio (NPK) respectivamente, aplicados todos juntos al momento de siembra, o en la escarda pre-siembra, siempre y cuando se realice esta práctica. En condiciones de riego, en la actualidad aún se realizan trabajos sobre una recomendación (Toral, 2006).

El cultivo con fertilizantes inorgánicos demuestra que la administración de estos ya sea al aplicarlos en el suelo e de manera foliar, repercuten en una respuesta positiva de la planta en variables como lo son la altura las hojas, rendimiento, peso fresco y peso seco de los cálices (Bobadilla *et al.*, 2015).

### **Fertilización orgánica**

En la producción orgánica de cálices de hibiscos se queda prácticamente toda la materia orgánica en el área de influencia en la planta y esta enriquece así el suelo con la aportación de biomasa. También en la producción de hibiscos debería priorizarse el mejoramiento y productividad del suelo, en el sentido de rescatar materia orgánica, microorganismos y mejorar la estructura del suelo dentro del sistema de la sustentabilidad, utilizando biorremediadores del suelo, como podría ser la incorporación de la lombriz roja de California *Eisenia foetida*, la cual ha dado resultados sorprendentes al remediar suelos contaminados con hidrocarburos. Existen algunos estudios del cultivo de la jamaica con la lombricomposta en charolas, en donde se utilizaran distintos desperdicios orgánicos de alimentos para la alimentación de las lombrices *Eisenia foetida*. Se ha confirmado que los desechos orgánicos tratados con la lombriz roja de California *Eisenia foetida* tienen

efectos benéficos en el crecimiento y desarrollo de las plantas con ciclos más cortos y de mayor producción (Toral, 2006).

### **Fertilización foliar**

Una fertilización foliar es el complemento de una fertilización base, ya que al ser aplicados pueden mejorar la calidad y rendimiento del cultivo. También las aplicaciones complementarias de N, P, K, vía foliar repetidas veces y en pequeñas dosis, actúan como estimulantes a la absorción de nutrientes por las raíces; estos son recomendados para cultivos de alto rendimiento (Cárdenas, 2015).

### **Plagas y enfermedades**

A pesar que la jamaica proporciona grandes beneficios, uno de los problemas que enfrenta el productor son la constante pérdida en su producción generados por daños ocasionados por insectos plagas (Pérez *et al.*, 2009).

Entre las plagas que se encuentran causando daños importantes al cultivo de la Jamaica están: *Atta mexicana* (Hormiga Arriera), *Sphenarium purpurascens* Chapulín, (Aragón *et al.*, 2008).

#### **Hormiga arriera**

Durante el primer mes de su cultivo la jamaica es muy sensible al ataque de hormiga arriera, la cual defolia las plántulas dejando solamente varetas. Para el combate de esta plaga, se utiliza fosforo de aluminio (tableta) depositando una directamente en el agujero con sulfuramida 5 g de i.a./kg en dosis de 20 g/hormiguero o sea 4 tabletas, se debe aplicar principalmente cuando no exista humedad o cuando no llueva (Contreras *et al.*, 2009)

#### **Grillo (*Achaeta assimilis* Fabr.)**

Esta plaga ataca a la jamaica en estado de plántula durante los primeros 15 días después de la emergencia, cortándolas desde la base del tallo, su ataque intenso llega a reducir la sobrevivencia y en consecuencia se hace necesaria la resiembra. Para su combate se aplica cipermetrina 200 g de i.a. /L, en dosis de 0.5 L/ha, su

época de aplicación es cuando se observan los primeros daños al cultivo. (Contreras *et al.* 2009)

### **Enfermedades**

La planta de jamaica es susceptible al ataque de diferentes enfermedades a continuación se describen a las principales:

#### **Hongo pata prieta (phytophthora parasítica Dastur)**

Este hongo es causante de la principal enfermedad en etapa vegetativa y de maduración de la planta. Se caracteriza por una pudrición a la altura de la base de tallo, que invade parte de las raíces y avanza hacia la parte superior del tallo. Como consecuencia la planta empieza a marchitarse, las hojas se tornan amarillentas y caen prematuramente, posteriormente la planta muere e invade todas las plantas de la cepa. En el estado de Quintana Roo, su ataque es mínimo y su prevención está relacionada con los eventos de lluvia excesiva y las partes de terreno bajo donde se acumulan el exceso de agua. Para su control se utilizan clorotalonil 250 g i.a/ kg en dosis de 1 kg/ha (Contreras *et al.*, 2009).

#### **Cenicilla (Erysiphe cichoracearum)**

Se observa en las hojas, cálices y sobre el tallo, pequeñas partículas blanquecinas. Una medida preventiva y de control es disminuir la densidad de población para que exista mayor penetración de los rayos solares. En forma química se sugiere mancozeb 80 en dosis de 1.5 kg/ha (Contreras *et al.*, 2009).

#### **Ojo de gallo o manchas al follaje (Phomoides spp.)**

Son pequeñas quemaduras de color café que se observan en el follaje. Para su control se utilizan mancozeb el cual se utiliza en dosis de 800 g de i.a. /ha.

Una de las enfermedades más recurrente en la jamaica es la pudrición de la raíz, la cual se puede prevenir fácilmente cuidando que no haya un exceso de irrigación ni plantas propensas a desarrollar esta patología (Bobadilla *et al.*, 2015).

## **Técnica de producción de la jamaica**

La Técnica de producción de jamaica según Esteves (1989) es la siguiente:

### **Preparación del terreno**

La preparación del terreno se hace mediante el barbecho y rastreo, como en el caso del maíz ya que sus raíces son profundas. Generalmente la preparación del terreno se realiza en los meses de mayo y junio antes de la siembra.

### **Siembra**

Esta se realiza entre los meses de junio- agosto. La siembra se hace por semilla, depositando en el surco de cuatro a seis semillas por golpe. La distancia entre surco es de 92 cm a 1 m. y entre mata y mata de 50 a 80 cm y hasta 1 m. según la variedad y fertilidad del suelo. También se puede sembrar en vivero y posteriormente trasplantarlo al campo, cuando las plántulas tengan de 8 a 10 cm.

### **Labores de culturales**

Se da la primera escarda cuando las plantas hayan alcanzado de 10 a 15 cm y la segunda escarda se le da cuando tenga una altura de 30 a 40 cm.

### **Poda de la jamaica**

Esta práctica no está generalizada en la región y son pocos los agricultores que la realizan. Sin embargo, existe evidencia que al despuntar la jamaica, esta produce mayor número de ramas y eso mejora la calidad y rendimiento. En tal caso, la poda deberá realizarse cuando la planta mida 70 centímetros de altura (Barrios *et al.*, 1993).

### **Control de plagas y enfermedades**

Por lo común el combate de plagas y enfermedades es mínimo; solo cuando el ataque es intenso de algunas plagas como la “hormiga arriera”, se aplica el polvo “Fitoklor”, coleópteros y algunas cochinillas entre otras.

## **Cosecha**

La cosecha se efectúa a los quince días después de la floración por los meses de diciembre y enero. El método utilizado para la cosecha de la jamaica consiste en cortar toda la planta, se junta en montones para ser cosechada, esto se hace de dos maneras: la primera consiste en desprender cáliz por cáliz por medio de los dedos; este método proporciona una jamaica limpia pero tardado y empleando más mano de obra. El segundo método consiste en utilizar una especie de horqueta hecha de lámina por la cuales se hace pasar toda la planta; este método es más rápido utiliza menos mano de obra, pero deja basura y residuos de cosecha entre otros

## **Secado o deshidratado**

Una vez cosechado el producto, se pone a deshidratar (Esteves, 1989) para que la flor no pierda su color y sus propiedades aromáticas se recomienda secar bajo la sombra sobre una malla metálica fina que permita la aireación y así la producción por hongos. Es necesario remover periódicamente para oxigenar el producto uniforme. El tiempo de secado puede oscilar entre 10 días, el mismo puede variar según la temperatura ambiental (Cárdenas, 2015).

## **Agricultura protegida**

Otra técnica de producción es mediante el cultivos en invernadero ya que da una ventaja sobre la producción a cielo abierto porque se establece una barrera entre el ambiente externo y el cultivo, creando un microclima interno que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento, granizo, plagas, entre otras) y controlar factores como la temperatura radiación, concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa entre otras (Juárez *et al.*, 2015).

## **Técnicas de producción de jamaica en hidroponía**

Cabe mencionar que por lo regular en México su cultivo se lleva a cabo durante el periodo de primavera-verano principalmente en zonas que presentan climas cálidos, por otro lado, gracias a sus características esta planta se puede producir a

través de distintas técnicas y en diferentes épocas del año, lo que permite cubrir la demanda que ésta genera.

Una opción para llevar a cabo su cultivo es la hidroponía, la cual es una técnica que permite cubrir los requerimientos de las plantas así como tener un estricto control sobre la producción, además es fácil de llevar a cabo y no requiere de una gran inversión. Para realizar esta actividad en casa sólo se necesitan los siguientes materiales: alguna semilla de jamaica (la variedad va a depender de las necesidades del productor y de las características de la región); también se requiere de un sustrato con buen drenaje como el peat moss; contenedores con mínimo 30 centímetros de profundidad y una charola para germinación; solución nutritiva para flores y una regadera con agua.

El primer paso es llenar la charola con un poco de sustrato previamente humedecido e introducir de una a dos semillas por cavidad a una profundidad de un centímetro. Una vez que la semilla este colocada es momento de llevar la charola a un sitio que no reciba luz directa y que cuente con una temperatura constante que no pase de los 25 grados, esto ayudará a estimular la germinación, después de los primeros siete o 12 días comenzarán a brotar las primeras plántulas, en ese momento es importante llevar la charola a un sitio que reciba un poco más de luz e incluir la solución nutritiva a los riegos para beneficiar el crecimiento de las plantas. Ya que éstas tengan tres pares de hojas verdaderas es momento de llevar a cabo el trasplante a un contenedor más grande, se sugiere hacer esta actividad durante la mañana o la tarde para ayudar a que las plantas se recuperen más rápido y para evitar que sufran algún daño. El primer paso es humedecer el sustrato y dividirlo entre el número de contenedores disponibles (Grupo Hydro Environment, 2017).

### **Tipos de invernaderos**

Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según, se atienda a determinadas, características de sus elementos constructivos (por su perfil

externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura (Gassó y Solomando, 2011).

Clasificación según la conformación estructural o perfil externo:

**Invernaderos planos o tipo parral:** este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción. La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y horizontal (Gassó y Solomando, 2011)..

**Invernaderos en raspa y amagado:** su estructura es muy similar al tipo parral pero varía la forma de la cubierta, se aumenta la temperatura máxima del invernadero en la cumbre, que oscila entre 3 y 4,2 m, formando lo que se conoce como raspa. En la parte más baja, conocida como amagado, se unen las mallas de la cubierta al suelo y horquillas de hierro que permite colocar los canales para el desagüe de agua pluvial. La altura del amagado oscila de 2 a 2,8 m, de las bandas entre 2 y 2,5 m (Valenzuela *et al.*, 2015).

**Invernadero asimétrico:** Difiere de los raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. Para ello el invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol. La inclinación de la cubierta debe ser aquella que permita que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la cubierta al mediodía solar durante el solsticio de invierno, época en la que el sol alcanza su punto más bajo. Este ángulo deberá ser próximo a 60° pero ocasiona grandes inconvenientes por la inestabilidad de la estructura a los fuertes vientos. Por ello se han tomado ángulo comprendidos entre los 7 y 9° en la cara sur y entre los 15 y 23° en la cara norte (Gassó y Solomando, 2011).

**Invernadero de capilla:** Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas. Si la inclinación de los planos de la techumbre es mayor a 25° no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia. La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves



unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación (Gassó y Solomando, 2011).

**Invernadero de doble capilla:** Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbrera de los dos escalones de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera. Además también poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales. Este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas (Gassó y Solomando, 2011).

**Invernadero túnel o semicilíndrico:** Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas (Gassó y Solomando, 2011).

### **Sustratos**

Un aspecto importante en la producción en invernadero es el medio que se utiliza para el crecimiento de la planta, que puede ser suelo o un sustrato orgánico o inorgánico (Cruz et al., 2012). El sustrato es el medio en el cual las raíces puedan crecer y también sirve como soporte a la planta, puede estar constituido de un solo material o mezclas (Puerta *et al.*, 2012).

Las características del sustrato es que tenga buena retención de humedad, intercambio catiónico moderado, libre de mala hierba, de bajo costo, fácil de desinfectar para evitar plagas y enfermedades; además, es necesario el uso de contenedores como cubetas, ollas, macetas, bolsas de polietileno, etc., de distintos tamaños y formas (Lacara y García, 2012)

Los sustratos más utilizados son los siguientes: perlita, cascarilla de arroz, arena, grava, residuos de hornos y calderas, piedra pómez, aserrines y virutas, ladrillos y

tejas molidas (libres de elementos calcáreos o cemento), y anime (poliuretano expandido) (Acevedo, 2003).

## **Propiedades de los sustratos**

### **Propiedades físicas**

Un sustrato está constituido por partículas sólidas y espacios libres que dejan entre sí, denominados poros que conforman el espacio poroso total (Martínez y Soriano, 2014). Por lo que un buen sustrato debe tener buenas propiedades físicas como son: aireación y drenaje, retención de agua y bajo peso húmedo por volumen (Cabrera, 1998).

### **Propiedades químicas**

Estas propiedades influyen en el suministro de nutrientes a través de la capacidad de intercambio catiónico, la cual depende, en gran medida, de la acidez del sustrato. Las características químicas y nutritivas de un sustrato pueden ser modificadas con la adición de fertilizantes. Entre las características químicas importantes de los sustratos se encuentran el contenido de macro y micronutrientes, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. Un equilibrio de estos tres factores permite tener un sustrato adecuado para el crecimiento del cultivo (Gómez, 2001).

### **Perlita**

Este material es un tipo de arena volcánica de sílice que calentada a unos 760°C se funde y se hincha formando copos muy porosos, proceso que no da un material estéril (Florián y Roca, 2011). La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 9.0 a 8.0, sin amortiguamiento químico, no tiene capacidad de intercambio iónico y no tiene nutrientes minerales es más útil para incrementar la aireación de la mezcla, ya que tiene un estructura muy rígida. Da lugar a que el tamaño de las partículas vaya disminuyendo conforme estas se parten con el uso (Acevedo, 2003).

## **Vermicomposta**

La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento. Las compostas se usan como sustratos debido a su bajo costo. La producción de tomate en invernadero puede efectuarse en mezclas de vermicomposta y arena como sustratos; 12.5 % de vermicomposta en mezclas con 87.5% de arena producen el mismo rendimiento que un testigo de arena con solución nutritiva % de a (Rodríguez *et al.*, 2008)

## **Arena**

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen) ; su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 810 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores (InfoAgro, SA) .El principal sistema de riego que se asocia a esta técnica es el riego por goteo. Se deben aplicar de dos a cinco riegos por día, dependiendo de la especie cultivada, la etapa fenológica, variedad y condiciones del ambiente, temperatura y humedad relativa (Lara, 2000).

## **Fibra de coco**

Este producto se obtiene de fibra se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (Quiñónez, 2014). Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200

kg/m<sup>3</sup>. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee (InfoAgro, SA).

### **Vermiculita**

Es un silicato hidratado de magnesio, aluminio y hierro, con estructura trilaminar y moléculas de agua entre sus láminas. Este material se transforma industrialmente a altas temperaturas haciendo que el agua se evapore rápidamente y provoque la expansión laminar lo que da al material una estructura porosa y esponjosa. Asimismo, tiene potasio y magnesio asimilables por las plantas. Por tanto es un material activo químicamente (Fernández, 2010).

### **Turba**

Uno de los materiales más ampliamente utilizados como sustrato para la producción de plántula es la turba (peat moss). Es un material orgánico formado por la descomposición lenta de vegetales, que se extrae de depósitos de restos de vegetación acuática, pantanosa, que se encuentra en regiones pantanosas con exceso de humedad y deficiencia de oxigenación. Uno de los principales elementos que lo integran son los restos parcialmente descompuestos de musgo del género *Sphagnum* además de juncos y juncia; se encuentra principalmente en zonas pantanosas. La turba provee de características óptimas como medio de crecimiento para las plantas, por ello ha sido explotado de forma comercial especialmente por los países de clima templado (Villegas et al., 2017).

### **Solución nutritiva**

Las primeras soluciones nutritivas surgieron en 1860 y continuaron su desarrollo hasta mediados de siglo pasado, figurando entre las clásicas la de Knop en 1860, Crone en 1900, Arnon en 1902 y Hougland en 1950 (Intagri, 2009). La solución nutritiva (SN) consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro forman parte de la solución nutritiva. Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas

iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones. Los aspectos de la solución nutritiva que en mayor medida influyen en la producción son: (1) la relación mutua entre los cationes, (2) la relación mutua entre los aniones, (3) la concentración de los nutrimentos, debido a que éstos se encuentran en forma iónica, la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica (CE), (4) el pH, y (5) la temperatura (Lara, 2000). Su uso al 100 % de su concentración depende de diversos factores, como los ambientales (Cruz *et al.*, 2012).

Como por ejemplo el uso de solución nutritiva en el cultivo de (*Actinidia deliciosa*) que de acuerdo con (Barraza, 2015), se manifiesta como aumento de peso, volumen, área o longitud por unidad de tiempo, desde el momento de la antesis hasta que los frutos alcanzan la madurez. Igual comportamiento se obtiene para otras variables del crecimiento de diferentes cultivos como es el pepino como en acumulación de materia seca de tallos, materia seca de hojas.

En 1961 Steiner en Holanda, propuso el concepto de la solución nutritiva universal (Intagri, 2009). Con igual presión osmótica y pH, independientemente de las modificaciones de interés que afecten a cambios en las relaciones mutuas de aniones, o cationes (López *et al.*, 2011). Esta solución nutritiva clasifica a los nutrimentos según su carga eléctrica. Los aniones (carga negativa) considerados son el fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$ ), mientras los cationes (carga positiva) considerados son potasio ( $\text{K}^+$ ), calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ). Steiner propuso que debe existir una relación entre estos aniones y cationes para que las plantas puedan aprovecharlos al máximo. Determinó que la relación entre los aniones deben de oscilar entre; 50-70 % de  $\text{NO}_3^-$ , 3-20% de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y 24-40% de  $\text{SO}_4^{=}$ . Para el caso de los cationes 30-40% de  $\text{K}^+$ , 35-55% de  $\text{Ca}^{++}$  y 15-30% de  $\text{Mg}^{++}$ . Finalmente sugirió que la solución nutritiva universal debía contener las proporciones entre aniones y cationes como se muestra en la cuadro 6.

Cuadro 6. Relación de concentraciones (me/L) para aniones y cationes, (Steiner, 1980)

Aniones y cationes		
NO <sup>3-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sup>-4</sup>	SO <sup>4=</sup>
60%	5%	35%
Ca <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Mg
45%	35%	20%

La Solución Universal de Steiner sigue siendo muy utilizada como base en la actualidad. Sin embargo, además de la concentración de nutrientes (expresada a través de la conductividad eléctrica) y del balance de aniones y cationes, para elaborar una solución nutritiva adecuada hay que considerar otra serie de factores como: el pH, aportes del suelo (en su caso), aportes del agua, sinergismo y antagonismo entre nutrientes, requerimientos específicos del cultivo, dosis de micronutrientes y la forma de quelatarlos si es necesario, otros nutrientes como sodio, cloruros, amonio y bicarbonatos, etapa fenológica del cultivo, etc. (Intagri, 2009).

Los parámetros que caracterizan a la SN son: el pH, la presión osmótica y la relación mutua entre los aniones y cationes (Favela et al., 2006).

### El pH en la solución nutritiva

El pH de la solución nutritiva (SN) se determina por la concentración de los ácidos. El pH se define una vez que se establece la proporción relativa de los aniones y los cationes, y la concentración total de ellos en me L-1, lo cual significa que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la SN y no puede cambiar independientemente. El pH apropiado de la SN para el desarrollo de los cultivos se encuentra entre los valores 5.5 y 6.5; sin embargo, el pH de la SN no es estático, ya que depende del CO<sub>2</sub> en el ambiente, de que la SN se encuentre en un contenedor cubierto o descubierto, del ritmo de absorción nutricional, de la

fuentes nitrogenadas utilizadas, etc. Así por ejemplo, la SN de Steiner contiene solamente  $\text{N-NO}_3^-$ , el cual ocasiona un pH fisiológicamente alcalino; a medida que las plantas absorben el  $\text{N-NO}_3^-$ , la SN tiende a alcalinizarse, debido a que a la absorción del  $\text{N-NO}_3^-$  la acompaña una liberación de  $\text{HCO}_3^-$  u  $\text{OH}^-$ . Cuando se adiciona el  $\text{N-NH}_4^+$  el pH se amortigua, ya que al absorberlo el  $\text{N-NH}_4^+$  al  $\text{H}^+$  lo liberan las raíces y la SN se acidifica. El pH de la SN se controla con el fin de neutralizar la presencia de los bicarbonatos en el agua de riego, ya que estos iones producen un elevado pH, y un alto contenido de ellos en la zona radical provoca la inmovilización del P, Mn y Fe (Favela *et al.*, 2006).

### **Presión osmótica**

La cantidad total de los iones de las sales disueltas en la SN ejerce una fuerza llamada presión osmótica (PO); en la medida que aumenta la cantidad de iones se incrementa esta presión. La PO es una propiedad físico-química de las soluciones, la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos. En la medida que la PO es mayor, las plantas deben invertir más energía para absorber el agua y los nutrientes, por lo cual la PO no debe elevarse. La PO apropiada para los cultivos depende de la especie y variedad. La época del año (condición ambiental) influye en la PO de la SN que pueden soportar las plantas: en el invierno éstas tienen mejor desarrollo con alta PO que en el verano. La PO también influye en la absorción de agua y de los nutrientes, pues a mayor PO, menor es la absorción; además, la absorción de nutrientes se ve afectada de manera diferencial: la absorción de  $\text{SO}_4$  es más restringida que la de  $\text{NO}_3$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4$ ; el Ca más afectado que el Mg, y éste que el K, lo cual ocasiona un desbalance de la SN, este desbalance es un factor que influye en la pudrición apical de los frutos. Una medida indirecta y empírica para determinar la PO de la SN es la CE (Favela *et al.*, 2006).

## Conductividad eléctrica CE

La conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema (Gilsanz, 2007). El rango de conductividad eléctrica requerido para un adecuado crecimiento del cultivo se encuentra entre 1,5 a 3,0 dS/m, dependiendo de la especie y de la CE del agua con que es preparada la solución (Carrasco *et al.*, 2007). El alto contenido de sales disueltas en la SN aumenta el efecto osmótico y disminuye la disponibilidad de agua fácilmente utilizable por la planta en el medio de cultivo, lo que afecta la absorción de Ca y da lugar a la pudrición apical de los frutos. Existen varios métodos para el cálculo de la CE de la SN, de los cuales el más sencillo es la medición directa de la CE con un conductímetro. Los otros métodos son matemáticos:

- Método de los miliequivalentes. En toda solución salina se debe cumplir que la suma de aniones sea igual a la suma de cationes. Este método consiste en dividir el total de cationes o de aniones por un factor que fluctúa entre 10 y 12; se debe elegir el factor 10 para conductividad baja y 12 para conductividad alta (Favela *et al.*, 2006).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del sitio de estudio.

El experimento fue realizado en el municipio de Torreón del estado de Coahuila en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en periférico Raúl López Sánchez s/n col. valle Verde. Con coordenadas 25° 33' 17.18" latitud N, 103° 22' 27.94" longitud O y una elevación de 1125 Msnm (**Imagen 1**).

Imagen 1. Localización del sitio del sitio experimental.



Fuente: López *et al.*, 2013

### Localización del sitio del experimental.

El presente experimento se realizó en invernadero número 3 del departamento de Horticultura que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en el municipio de Torreón, Coahuila.

### Datos climáticos del lugar.

El clima en el municipio es de subtipo seco semiárido; la temperatura media anual es de 20 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste, y de 200 a 300 en la parte centro-norte y noroeste, con régimen de lluvia en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasa en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades

de 27 a 44 km/h. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 día en la parte norte-noroeste, sur-oeste, y de uno a dos días en la parte sureste (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, 2014).

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con diez repeticiones para cada tratamiento representado por distintos porcentajes de solución nutritiva Steiner al 100%, 80%, 70% y un testigo de vermicomposta. La unidad experimental fue de 40 plantas.

imagen 2. Distribución y vista general de la unidad experimental para los tratamientos en el cultivo de jamaica.



### **MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO**

El material e instrumentos utilizado en este experimento fueron una carretilla con una pala y un harnero para la mezcla de los sustratos arena y perlita, también se utilizaron 40 bolsas de 10 kg de color negro que fueron utilizadas como macetas, y 3 tambos de color oscuro de 200 litros en los cuales se prepararon las soluciones nutritivas las cuales se mezclaron con la ayuda de un palo de un metro de largo. En el pesado de los fertilizantes para la aplicación de los micronutrientes y macronutrientes se utilizó una balanza granataria. El tutoreo de las plantas se realizó con rafia. Para la aplicación del agua se utilizó un recipiente de un litro.

### **Descripción del invernadero**

El invernadero donde se desarrolló el experimento es de tipo túnel de mediana altura, con una dimensión de: 23 metros de largo por 9 metros de ancho y 14.70 metros de altura es de base de acero galvanizado y cubierto de plástico, para el control de la humedad cuenta con 2 extractores (**Imagen 3**).



Imagen 3. Invernadero de acero galvanizado de cubierta transparente ubicado en la UAAAN UL.

### **Contenedores y sustratos**

Para el trasplante de las plantas de jamaica, se utilizaron arena y vermicomposta como sustrato. Se utilizaron como contenedores bolsas de plástico negras de polietileno con dimensiones de 30x30 cm con una capacidad de 10 kg y un palo para a ser el orificio en donde sería colocada la plántula.



Imagen 4. Mezcla de sustratos de arena y perlita.

### **Trasplante de la plántula**

El trasplante se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 27 cm depositando una planta por contenedor que contenía la humedad adecuada

para el trasplante. Se hizo una aplicación de solución nutritiva de Steiner al 100 por ciento un día después del trasplante.



Imagen 5. Charola de unicel con plántula de jamaica lista para el trasplante.

### **Preparación de los porcentajes de solución nutritiva**

La base de la alimentación de las plantas es la solución nutritiva es por ello que para su óptimo desarrollo los nutrientes minerales se incorporan en el agua. La cantidad de nutriente que requieren las plantas depende de la especie, variedad, etapa fenológica y condiciones ambientales (Lacara y García, 2011).

Pasos para la preparación de la solución nutritiva:

1. Se utilizaron tres tambos con capacidad de 200 litros se llenaron con agua.
2. Se pesaron los nutrientes que fueron nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , nitrato de potasio  $\text{KNO}_3$  Y nitrato de magnesio  $\text{MgSO}_4$ . para los distintos porcentajes.
3. Se agregaron los macro nutrientes y micronutrientes al tambo de 200 litros de agua y se mezclaron lentamente (**Cuadro 7**).
4. Se midió el pH para constatar que estuviera dentro de su rango óptimo 6.5.
5. Se midió la conductividad eléctrica para constatar que estuviera dentro de su rango óptimo de 2.8 ms cm.

### **Tutoreo de plantas**

El tutorado de las plantas de jamaica se realizó a los 28 días después de haber trasplantado la plántula a la bolsa. Utilizando hilo de rafia, sostenida por un alambre galvanizado colocado en forma vertical a una altura de 3.5 m a lo largo de la hilera.

La colocación de los tutores se realizó sobre la base del tallo entrelazando toda la planta hasta la parte más alta de esta, introduciendo la punta de la rafia por debajo de la bolsa con sustratos.



Imagen 6. Tutoreo de plantas de jamaica

### Fertilización

En los tres tratamientos, se aplicó el riego cada tercer día con solución nutritiva ( **Cuadro 7**)

Cuadro 7 Solución nutritiva Steiner a diferentes porcentajes UAAAN - UL.

Soluciones	Gramos		
	100%	80%	70%
Porcentajes	100%	80%	70%
Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	46.36	37.08	32.45
Nitrato de potasio $\text{KNO}_3$	144.57	115.65	101.19
Nitrato de Magnesio $\text{MgNO}_3$	54.49	43.59	32.14
Sulfato de Magnesio $\text{MgSO}_4$	42.944	34.35	20.6
Ácido fosfórico $\text{H}_2\text{fo}_4$	13.4	10.72	9.38

## **Plagas y enfermedades**

El problema que se tuvo en los meses diciembre y enero en el cultivo fue la presencia de cenicienta en algunas plantas. Para su control se utilizó Rally fungicida a 1 gramo por litro de agua.

Imagen 7. presencia de cenicienta en la hoja madura de jamaica



## **Parámetros evaluados**

Se hicieron los muestreos de altura de la planta cada semana durante los meses de julio, agosto y septiembre, mientras que la cosecha se realizó en los meses de diciembre, enero y marzo. Al igual que el peso seco de semilla, cáliz y conteo de número de ramas y cáliz.

### **Altura de la planta**

La altura de la planta, se midió con una cinta métrica, tomando desde la base del tallo hasta la punta de la hoja más joven, esta actividad se realizó semanalmente.

### **Número de ramas**

El conteo de número de ramas planta en cada tratamiento se realizó antes de la primera cosecha.



### **Número de cálices**

Después de la cosecha de cálices de jamaica se prosiguió al conteo de cálices por planta de cada tratamiento.



Imagen 8. cálices frescos después de la cosecha

### **Peso seco de cálices de jamaica**

Una vez determinado el peso fresco, las muestras se sometieron a un proceso de secado bajo temperatura ambiente hasta alcanzar un peso constante. Se obtuvo el peso seco con una balanza digital.



Imagen 9. Cálices deshidratados de los distintos tratamientos.

### **Peso seco de semilla**

Una vez determinado el peso fresco, las muestras se sometieron a un proceso de secado bajo temperatura ambiente hasta alcanzar un peso constante. Se les tomo el peso seco de la semilla con una balanza digital.



Imagen 10. Peso seco de semilla



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Altura de planta

La altura de la planta se presenta en el **Cuadro 8**. El análisis estadístico no detectó diferencia entre tratamientos.

La altura de la planta entre los tratamientos T1, T2, T3 y Testigo fueron de 2.2, 2.1, 2.1 y 1.95 metros, no observándose una diferencia entre ellos por lo que se puede decir que los diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner así como el testigo de vermicomposta no afectaron la altura de la planta. Resultados que difieren con lo reportado por Toral, 2006 en el cultivo de jamaica en donde se encontró mayor altura con fertilización orgánica (vermicomposta).

### Número de ramas

En número de ramas el análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos **Cuadro 8**. El mayor número de ramas se presentó en el tratamiento tres con 48.7 ramas, mientras que los tratamientos 1, 2, y 4 fueron similares con 27.9, 35.3 y 29.4 ramas respectivamente. Lo anterior coincide con Uncan *et al.*, 2005 que reportan que mientras la planta tenga nutrientes disponibles suficientes permite un mejor desarrollo foliar y por consecuencia mayor número de ramas.

Cuadro 8. Altura de planta (m) y número de ramas de jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva Steiner UAAAN - UL

% de solución nutritiva Steiner	Altura de la planta (m)	Numero de ramas
100%	2.2 a	27.90 b
80%	2.1 a	35.30 b
70%	2.1a	48.70 a
Testigo	1.95 a	29.40 b

CV	13.51431	17.00806
P- valor=	0.3101	0.0001

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey <0.01.

### **Peso seco de semilla**

En peso seco de semilla el análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa **Cuadro 9**. El mayor peso se presentó en el tratamiento testigo con vermicomposta con un peso de 9.98 gramos superando a los tratamientos 1, 2, 3 a diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner obteniendo pesos de 2.93, 5.02 y 4.52 gramos lo que indica que la planta reacciona positivamente a la fertilización orgánica. Lo anterior coincide con lo reportado por Toral, 2006 que señala que la jamaica responde positivamente a la fertilización orgánica, ya sea en forma de composta aplicado directamente al suelo, o de ácidos húmicos teniendo una mejor respuesta del cultivo.

### **Peso seco de cáliz**

En peso seco de cáliz **Cuadro 9**, el análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos de solución nutritiva Steiner evaluadas.

En relación con el peso de cáliz se encontró que las plantas irrigadas con 70% de concentración mostraron mayor peso con 8.16 gramos, aunque resultado estadísticamente igual a los tratamientos 2 y 4. Así mismo, el peso menor fue del tratamiento 1 con 5.38 gramos. Resultados que difieren de lo reportados por Toral, 2006 en el cultivo de jamaica en donde se encontró un mejor comportamiento con una fertilización orgánica compuesta de vermicomposta a un porcentaje de 99 gramos por planta.

Cuadro 9. Peso seco de semilla y cáliz de jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva UAAAN – UL.

% de solución nutritiva Steiner.	Peso seco semilla	Peso seco cáliz
100%	2.93 c	5.38 b
80%	5.02 b	6.15 ab
70%	4.53 bc	8.16 a
Testigo	9.98 a	7.46 ab
CV	24.858	29.06
P- valor=	0.0001	0.0141

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey <0.01

### Numero de cálices

En número de cálices por tratamiento a distintos porcentajes de solución nutritiva se presenta en el **Cuadro 10**. El análisis estadístico encontró diferencia altamente significativa entre tratamientos de solución nutritiva Steiner evaluadas.

En número de cálices por tratamiento se encontró que las plantas irrigadas al 80% de concentración mostraron mayor número de cálices con 38.06, aunque resultado estadísticamente igual a los tratamientos 3 y 4, así mismo las plantas que presentaron menor número de cálices fueron las del tratamiento 1. Resultados que difieren con lo reportado por Toral, 2006 en el cultivo de jamaica en donde se encontró mayor número de cálices con la aplicación de vermicomposta con 99 gramos por planta obteniendo un número de cálices de 59.5.

### Rendimiento

El rendimiento total de cálices por tratamiento a distintos porcentajes de solución nutritiva se presenta en el **Cuadro 10**. El análisis estadístico encontró diferencia

altamente significativa entre los tratamientos de solución nutritiva Steiner evaluadas.

En rendimiento total de cálices por tratamiento se encontró que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento 3 con 5.64 ton/ha el cual resultado estadísticamente igual al tratamiento 2 con 4.3111 ton/ha, pero estadísticamente diferentes a los tratamientos 1 y 4 con 2.2160 y 3.4138 ton/ha determinado una tendencia a ser iguales. Lo anterior indica que el mayor rendimiento se obtuvo con las plantas irrigadas al 70% y 80% de concentración de solución nutritiva Steiner. Resultados que difieren de los encontrado por Toral, 2006 en el cultivo de jamaica en donde se encontró con mayor rendimiento con fertilización orgánica de vermicomposta.

Cuadro 10. Número de cálices y rendimiento del cultivo jamaica bajo diferente porcentaje de solución nutritiva Steiner UAAAN – UL.

% de solución nutritiva Steiner.	Numero de cálices	Rendimiento Ton/ha
100%	18.88b	2.22 c
80%	38.06 a	4.31 ab
70%	33.12 ab	5.64 a
Testigo	26.33 ab	3.41bc
CV	23.86326	32.96
P- valor=	0.0001	0.0001

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes prueba Tukey <0.01

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados en el estudio se concluye que:

- La altura de la planta fue similar entre los porcentajes de solución nutritiva evaluadas.
- El mejor número de ramas se presentó con la aplicación de solución nutritiva al 70%.
- El mejor peso seco de semilla se presentó en el testigo.
- El mejor peso seco de cáliz, número de cáliz y rendimiento se presentaron con la aplicación de solución nutritiva al 70% y 80%.

El cultivo de jamaica responde positivamente a la aplicación de solución nutritiva afectando el rendimiento y algunas etapas fenológicas del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, V. R. 2003. Evaluación de la producción de plántulas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) en diferentes sustratos bajo condiciones de invernadero. Ingeniero Agrónomo Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila México. pp.SN
- Arango, G. A., Torija, T. A., Avalleira, C. R., Tapia, R. A., Contreras, M. I. R y López, O. J. F. 2008. Control de plagas de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) con *Gliricidia sepium* (Jacq.) en Chiautla de Tapia, Puebla. Avances en la Investigación Agropecuaria. Vol. 12 (3).pp. 33-42. p. 35
- Barraza, Á, V, F. 2015. Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. Ciencias hortícolas. Vol. 9. (1). pp.60-77.p.63.
- Barrera, M. E., Víctor, H. R Y Meraz, G. A. R. 2014. Invernadero inteligente. Ingeniero en comunicaciones y electrónica. Instituto Politécnico Nacional. México. D.F.pp.1-99. p. 9.
- Barrios, A. A., Teniente, O. R Y Barajas, B. R. 1993. Guía para producir maíz-jamaica de temporal en la costa de guerra. Sarh. No.3. pp. 1-14. p.7.
- Bobadilla, C. G. L., Valdivina, R. M. G., Machuca, S. M. L., Balois, M. R y Gonzales, T. L. 2015. "Factores precosechas, cosecha y poscosecha inherentes al cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*)". *BIO CIENCIAS*. Vol. 3 (4). pp. 256- 268. p. 259-260.
- Cabrera, I. R. 1998. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Chapingo serie Horticultura. Vol. 5 (1).pp. 6-11.p. 7y 8.
- Cárdenas, L. M. I. 2015. Propuesta del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes a tres dosis en la parroquia teniente Hugo Ortiz. Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Ecuador. pp. 1-66. p.8.

- Caro, V. F. J., Machuca, S. M. L y Flores, B. E. P. 2012. El cultivo de Jamaica en Nayarit. Segunda edición. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. pp. 1-93.
- Carrasco, G. Ramírez, P y Vogel, Hermine. 2007. Efecto de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceites esencial en albahaca cultivada en NFT. IDESIA Chile. Vol. 25 (2).pp. 60-62.
- Cid, O. S y Guerrero, B. J. A. 2012. "Propiedades funcionales de la Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa L.*)". *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. Vol. 6 (2). pp. 47-63. p.48-49
- Comité nacional sistema producto jamaica. 2012. Plan rector nacional sistema producto jamaica. Tecnológico de Monterrey. pp. 1- 43. p.9
- Contreras, G. J. Á., Soto, R. J. M y Huchin, C. A. 2009. "Tecnología para el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*) En Quintana Roo". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Chetumal, Quintana Roo, México. Folleto Técnico No. 3. pp. 1- 40. P. 4-5 y 8
- Cruz, C. E., Can, C. A., Sandoval, V. M., Burgarin, M. R., Robles, B. A y Juárez, L. P. 2012. Sustratos en la horticultura. Bio ciencias. Vol. 2. (2). Pp.17-26.p 17.
- Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. 2014. Torreón. [Página web]. Consultado el 20 de Octubre del 2017. Disponible en línea <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05035a.html>.
- Estévez, F. B. 1984. "El problema de la comercialización de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa l.*) En la Costa Chica de Guerrero". Ingeniero Agrónomo Esp. En Economía Agrícola. Universidad autónoma de Chapingo. México. pp. 118-119

- Fabela, C. E., Preciado, R. P Y Benavides, M. A. 2006. Manuel para la preparación de soluciones nutritivas. [Página web]. Consultado el 05 de enero del 2018. disponible en línea [https://www.researchgate.net/profile/Adalberto\\_Benavides-Mendoza/publication/305280176\\_Manual\\_para\\_la\\_preparacion\\_de\\_soluciones\\_nutritivas/links/57867bba08aef321de2c6b65/Manual-para-la-preparacion-de-soluciones-nutritivas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Adalberto_Benavides-Mendoza/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_soluciones_nutritivas/links/57867bba08aef321de2c6b65/Manual-para-la-preparacion-de-soluciones-nutritivas.pdf).
- Fernández, P. M. 2010. Evolución de sustratos de fibra de madera de pino frente a sustratos convencionales en cultivo hidropónico de tomate. Ingeniero Agrónomo. Universitas Navarrensis. Pamplano. pp. 1-77.
- Florián, M. P y Roca. D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. ResearchGate. pp. 37-77.
- Gassó, B. F y Solomando, V. S. 2011."Estructura e instalaciones de un invernadero. Ingeniería Técnica Industrial especialidad Mecánica. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
- Gilsanz, C. J. 2007. Hidroponía. [Página web]. Consultado el 05 de enero del 2018. Disponible en línea <file:///C:/Users/equipo/Desktop/Gilsanz.pdf>.
- gob.mx. SA. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [Página web]. Consultado el 03 de diciembre de 2017. Disponible en línea en: [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/identidad/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/identidad/index.jsp).
- Godínez. B, B, N. 2017. Evaluación de cuatro densidades de siembra para la producción de rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*), diagnóstico y servicios realizados en la aldea limonar. Jacaltenengo, Huehuetenango, Guatemala, c.a. Ingeniero agrónomo en sistemas de producción agrícola. Universidad de san Carlos de Guatemala. Guatemala. pp. 1-72. p.27.
- Gómez, M. F. 2001. Evaluación del bokashi como sustrato para semilleros en la región atlántica se Costa Rica. Universidad Earth. Guácimo, Costa Rica. pp. 1-32. p.3.



- Grupo Hydro Environment. 2017. Como iniciar el cultivo de jamaica por hidroponía. [Página web]. Consultado el 23 de noviembre del 2017. Disponible en línea en <http://hidroponia.mx/como-iniciar-el-cultivo-de-jamaica-por-hidroponia/>.
- InfoAgro. SA. Tipo de sustratos de cultivo. [Página web], consultado 09 de Octubre del 2016. [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos2.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos2.htm)
- intagri, 2009. Las soluciones nutritivas para cultivos protegidos. [Página web]. Consultado: el 03 de diciembre de 2017. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/soluciones-nutritivas-para-cultivos-protegidos#> -.
- Juárez, M. A., de Alba Romenus, K., Zermeño, G. A., Ramírez, H y Benavides, M. A. 2015. "Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero". Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 6 (5). pp. 943-954.
- Lacarra, G. Á. R y García. S. C. 2012. "Vialidad de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Y lechuga (*Lactuca sativa* L.) en invernadero". Universidad de Veracruz facultad de ciencias agrarias. pp. 1-52.
- Lara, H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra Latinoamericana. Vol. 17 (3). pp. 221-229.
- López. D, J., De Carlos. M e Ibarra. E. 2013. Algo de aquí, de allá. [Página web], consultado el 18 de octubre de 2016. <https://algodeaquialgodealla.wordpress.com/category/historia/page/3/>.
- López. O, A., Baca, C. G. A y Fernández, P. Y. L. 2011. Soluciones nutritivas para inducir cambios de concentración de N, P, K en plantas de mango. Ciencias Agrícolas. Vol. 2. (6). Pp. 867-883.p. 869.
- Martínez, P. R Y Soriano, F. A. R. 2014. Propiedades físicas y químicas de los sustratos. inifap. pp. 3. p.2.

- Martínez, S. C. 2010. Etiología e incidencia de hongos asociados al manchado de cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Maestro en ciencias. Colegio de posgrado. Texcoco estado de México. pp. 1-84. p.3-4.
- Mayo, H. H. 2010. "Plagas y enfermedades del cultivo de flor de jamaica en el estado de Guerrero". Ingeniero Agrónomo en parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila México. pp. 1-79.
- Meza. C, E. 2012. Guía: flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) e (*Hibiscus cruentus Bertol*). ADES. Vol. pp. SN.
- Ochoa. N, G, M. 2013. Producción de jamaica en México. [Página web]. Consultado el 23 de octubre del 2016. <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/03/06/produccion-jamaica-mexico>.
- Pérez, D. B Y Ramos, D. J. 2011. El cultivo de rosa de jamaica. Departamento de Producción Vegetal. Vol. 1. pp. 181-184. p. 183.
- Pérez, T. B. C., Aragón, G. A., Bautista, M. N., Tapia, R. A. M y López, O. J. F. 2009. "Entomofauna asociada al cultivo de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa* L.) En el municipio de chiautla de tapia, puebla". *Acta Zoológica Mexicana*. Vol. 25 (2). pp. 239-247. p 240.
- Puerta, A. C.E., R. L. Tania y Ruiz. S. C.A. 2012. Producción de plántula de pimiento (*Capsicum annum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. UDO Agrícola. Vol. 12. (2). Pp298-306. p. 298.
- Quiñonez, F. M. V. 2014. Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de pascua (*Euphorbia pulcherrima; wild. ex klotscch*) para exportación; agroindustrias jovisa, San Miguel Dueñas, Sacatepequez (2007-2010) estudio de caso. Universidad Rafael Landívar. Escuitlan. pp. 1-53.

- Ramírez, G, J. A. Y Nicholls, P, J. E. 2014. Uso y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de jamaica. Ingeniero agrónomo. Universidad nacional abierta y a distancia escuelas de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente programa de agronomía. pp. 1-78. p.19 y 29.
- Ríos, C. O., Arrieta, V. J. R y Vidalea, A. J. A. 2013. "Evaluación de cuatro distancias de siembra de la flor de Jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. en la kilómetro tres del municipio de Yondo, Antioquia". *CITECSA*. Vol. 3 (5). pp. 54-74. p. 5
- Rivera, C, G. 2015. Estudio de mercado para la producción y comercialización de infusiones de te extraídas de la flor de jamaica. Ingeniero en comercio y finanzas. Universidad católica de Santiago de Guayaquil. pp. 1-87. p.5.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Figueroa, V. U., Palomo, G. A., F. C. E., A, R. V. de P., Márquez, H. C y Moreno, R. A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humos de lombriz como sustrato. *Fitotec*. Vol. 31. (3). pp. 265-272. p. 266.
- Sánchez, M.R.M.2000. "Análisis de comercialización y producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) De los municipios de Tecoaipan Y Ayutla de los Libres, Gro." Ingeniero agrónomo administrador. Coahuila México. pp. 1-61. p.17.
- Toral, F. J. R. 2006. Fuente de fertilización orgánica para el establecimiento del cultivo de jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. Maestros en ciencias agrícolas y forestales. Universidad de Guadalajara. Zapotan. Jalisco. pp. 1-66.p.26-27.
- Uncan, C. I., Sánchez, C. del F., Contreras, M. E y Corona, S. T 2005. Efecto de la densidad de población y releo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate. *Revista Fitotecnias Mexicana*. Vol. 28 (1) pp. 33-38.

- Valenzuela, L. D.A., Martínez, L. V., Rodillo, L. J. M Y Torreblanca, I. E. 2015. Diseño de un sistema para el monitoreo de un invernadero. Ingeniero eléctrico electrónico. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad universitaria México. D.F.pp.123.p. 6.
- Villegas, T. G.O., Domínguez, P. M. L., Álvarez, P. M., Andrade, R. M., Sotelo, N. H., Martínez, R. G. M., Aguilar, C. M., Castillo, C. C. y Magadan, S. M. del C. 2017. Sustratos como material de última generación. OmniaScience. Morelos. Pp.1-47. p. 18.