

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS



**Quantificación del Contenido de Minerales en Cuatro Variedades de Jamaica
(*Hibiscus sabdariffa* L.) Evaluadas en Condiciones de Invernadero**

POR

JAZMÍN MORALES VÁZQUEZ

TÉSIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

Cuantificación del Contenido de Minerales en Cuatro Variedades de Jamaica
(*Hibiscus sabdariffa* L.) Evaluadas en Condiciones de Invernadero

POR:

JAZMIN MORALES VAZQUEZ

TESIS:

A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


MC. JOSE SIMON CARRILLO AMAYA

VOCAL:


Ph.D. EDUARDO EMILIO MADERO TAMARGO

VOCAL:


MC. CLAUDIO IBARRA RUBIO

VOCAL:


DR. HECTOR JAVIER MARTINEZ AGÜERO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

**Cuantificación del Contenido de Minerales en Cuatro Variedades de Jamaica
(*Hibiscus sabdariffa* L.) Evaluadas en Condiciones de Invernadero**

POR:

JAZMIN MORALES VAZQUEZ

TESIS:

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



MC. JOSE SIMON CARRILLO AMAYA

ASESOR:



Ph.D. EDUARDO EMILIO MADERO TAMARGO

ASESOR:



MC. CLAUDIO IBARRA RUBIO

ASESOR:



DR. HECTOR JAVIER MARTINEZ AGÜERO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por permitirme llegar hasta donde estoy. Por ser guía en mi camino, por no soltarme durante el trayecto de mi carrera profesional y ser mi fortaleza en todo momento.

A mi papá Feliceo Amiter que desde el cielo yo sé que él está muy orgulloso de que su última hija está cumpliendo uno de sus mayores sueños.

A mi madre Flora por ser el pilar y el motivo de mis logros agradezco infinitamente su gran amor y apoyo incondicional.

A la M.C. Rosa Elvira Romero Hernández por su amistad, consejos y apoyo. Y por hacer menos difícil estos cuatro años y medio.

A la Dra. María Dolores Muy Rangel por todo su apoyo, sus consejos y por ser una excelente persona y por el apoyo para llevar a cabo este trabajo.

Al MC. José Simón Carrillo Amaya por todo su apoyo como asesoren este estudio y por sus consejos.

Al MC. Claudio Ibarra por apoyarme con la revisión de mi tesis.

Al Dr. Eduardo Madero por todo su apoyo como tutor y por sus consejos.

Al Dr. Esteban Favela Chávez, Al ME. Víctor Martínez Cueto. Al Ing. Nava, Al Dr. Lucio, Norita, al Dr. Marco Alfredo Hernández Vera.

A Werner y su equipo de trabajo de laboratorio de nutrición y suelos del CIAD por compartirme de sus conocimientos y enseñanzas, a Jenny Hinojosa Gómez, a la Dra. Zochitl por su Hospitalidad y apoyo.

A mis amigos(as). A Mayra Días de Santiago, Berenice Escalante López, Lucrecia Fernández Márquez, Ángeles Cruz Morales. Daniel Gómez, José palomino, Jesús Ortiz

A mis compañeras(os), David Lorenzo, Juan Carlos Pérez y José Luis Hernández

DEDICATORIA A MIS PADRES

Feliceo Amiter Morales Vázquez (†) y Flora Vázquez López aunque mi papá ya no está conmigo yo sé que desde el cielo él está muy orgulloso de mi y que en compañía de papá DIOS están de fiesta festejando este momento y viendo que yo soy toda una mujer profesionalista, a mi madre que es mi pilar y mi motivo por la cual día a día me esfuerzo para ser mejor hija y mejor persona madre te AMO y eres mi mayor orgullo mi ejemplo a seguir.

A mis hermanas por apoyarme en todo momento y ser mis cómplices y mis mejores amigas y darme ánimos para seguir adelante a pesar de que tan difícil fuera la situación ellas siempre han estado en todo momento apoyándome tanto económicamente como moralmente especialmente a Olivama y Eugenio que han sido quienes me han apoyado sin importar la situación los AMO.

Abuelito querido Benicio Vázquez (†) Y Justina López (†) Por ser los mejores abuelos del mundo yo sé que están muy orgullosos de mí y desde el cielo ustedes me ayudan y me cuidan a mi abuelita Paula Vázquez Días y a mi abuelito Eugenio Morales (†) por apoyarme en todo momento

A los dos grandes amores de mi vida. Mi pareja por su amor incondicional, por todo el apoyo y confianza que me brinda y por ser el mejor esposo, hombre y compañero de vida y a mi BB por ser la bendición más grande que Dios me a regalado los AMO mucho mis tesoros

RESÚMEN

En el presente estudio se realizó la evaluación de cuatro variedades de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en condiciones de invernadero, efectuándose los análisis físico-químicos de hojas de Jamaica en los laboratorios del Centro de Investigación y Alimentación y Desarrollo la Unidad Culiacán (CIAD), considerándose como principal objetivo determinar el contenido de minerales en base a la concentración de los mismos en hojas de cuatro variedades de Jamaica; El segundo objetivo fue determinar la adaptación de las variedades de jamaica en condiciones de invernadero. Las variedades evaluadas fueron Uajicari tardía roja (UTR), UAN69A, CT y CRTR. Para la dinámica de crecimiento se evaluaron seis variables las cuales fueron fecha de crecimiento de planta, número de ramas productivas, porcentaje de frutos por planta, peso seco unitario, peso fresco unitario, peso fresco por planta, peso seco por planta. Las cuales fueron determinadas cada 8 días la cuantificación de minerales micros y macros se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica y se leyó a una longitud de onda de 535 a 700 nm y un espectrofotómetro de UVV.

Palabras clave: Pecíolo, jamaica, minerales, adaptabilidad, espectrofotómetro.

INDICE

RESÚMEN.....	III
INDICE	IV
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO:	3
1.2 HIPÓTESIS	3
1.3 META	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 ORIGEN, HISTORIA DE LA JAMAICA	4
2.2 IMPORTANCIA	5
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	7
2.4 CARACTERÍSTICA BOTÁNICA	8
2.4.1 Raíz	8
2.4.2 Tallo	8
2.4.3 Hojas	8
2.4.4 Flores	8
2.4.5 Cáliz	9
2.4.6 Fruto	9
2.4.7. Semillas	9
2.5 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	9
2.6 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	9
2.6.1 Luz y Temperatura	9
2.6.2 Humedad	10
2.7 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	11
2.8 ÉPOCA DE SIEMBRA	11
2.9 FOTOPERIODO	12
2.10 DEMANDA HÍDRICA:	12
2.11 FERTILIZACIÓN	12
2.12 FLORACIÓN.....	14
2.13 PLAGAS Y ENFERMEDADES	14
2.13.1 Principales Plagas	15
2.13.2 Enfermedades	15
2.14 MANEJO DE PLAGAS.....	15
2.15 COSECHA:.....	16
2.17 PERFIL FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19

3.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	19
3.2 DISTRIBUCIÓN DEL EXPERIMENTO	19
3.3 VARIABLES EVALUADOS.....	19
3.4 DETERMINACIÓN DE ÁREA FOLIAR:	20
3.5 MUESTRAS PARA ANALIZAR	20
3.6 PERFIL FÍSICOQUÍMICO EN AGUAS.....	21
3.6.1 Determinación de pH y CE en agua	21
3.6.2 Digestión en agua para la determinación de fósforo (P) y elementos menores (Cu, Zn, Fe y Mn)	22
Material	22
3.6.3 Determinación de fósforo en agua	22
3.6.4 Determinación de nitratos en agua	24
3.6.5 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y cloruros en agua	25
3.6.5.1 Carbonatos	25
3.6.5.2 Bicarbonatos.....	26
3.6.5.3 Determinación de Cloruros	27
3.6.6 Determinación de Metales en Agua K, Na, Ca y Mg por Absorción Atómica	27
3.6.7 Determinación de Potasio (K) y Sodio (Na) en el espectro AA de absorción atómica AA220	28
3.6.8 Determinación de calcio (Ca) y magnesio (Mg) por absorción atómica AA220	28
3.6.9 Determinación de zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y , manganeso (Mn)	29
TABLA 1 DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS EN AGUA	31
3.7 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH).....	31
3.8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	31
3.9 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	31
3.10 NITRITO (NO ₂ ⁻), NITRATO (NO ₃ ⁻)	31
3.11 FOSFATOS (PO ₄ ⁻)	31
3.12 BICARBONATOS (HCO ₃ ⁻).....	32
3.13 CLORUROS (Cl ⁻).....	32
3.14 SULFATOS (SO ₄ ⁻).....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
ALTURA DE PLANTA	33
MICRONUTRIENTES EN HOJA	40
MACRONUTRIENTES	44
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1.</u> Dinámica de desarrollo de planta de cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016	33
<u>Figura 2.</u> Número de ramas productivas de cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016.....	34
<u>Figura 3.</u> Peso fresco por planta evaluada en cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	36
<u>Figura 4.</u> Peso seco por planta evaluada en cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.....	37
<u>Figura 5.</u> Peso húmedo por planta evaluada en cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	38
<u>Figura 6.</u> Peso seco por planta evaluada en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	39
<u>Figura 7.</u> Contenido de fe en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	40
<u>Figura 8.</u> Contenido de zinc en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	41
<u>Figura 9.</u> Contenido de magnesio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016	42
<u>Figura 10.</u> Contenido de cobre en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016	43
<u>Figura 11.</u> Contenido de nitrógeno en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD Culiacán, Sin. 2016	44
<u>Figura 12.</u> Contenido de fosforo en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD Culiacán, Sin. 2016	45
<u>Figura 13.</u> Contenido de potasio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin 2016	46

<u>Figura 14.</u> Concentración de calcio en 4 variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. Culiacán, Sin. 2016	47
<u>Figura 15.</u> Contenido de sodio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán. Sin, 2016	48
<u>Figura 16.</u> Contenido de azufre en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán. Sin, 2016	49
<u>Figura 17.</u> Contenido de cobre en 4 variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016	50

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 DESCRIPCION DE MUESTRAS EN AGUA	31
---	----

I. INTRODUCCIÓN

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), es una planta anual nativa de África e intensamente cultivada en las regiones tropical y subtropicales de algunos países como la India, Sudan, Egipto, Senegal y Tailandia por sus cálices (Meza Chavarría, 2012). Se ubica dentro de la sección *furcaria* del genero *Hibiscus* en la familia Malvaceae, esta especie es conocida comúnmente como Rosa Jamaica, Serent, Aleluya, Agria de Guinea y Roselle. (Cid-Ortega and Guerrero Beltran 2012

Howard y Howard, 1924. Describen a la Jamaica como un arbusto anual que puede alcanzar hasta los 3.0 m de altura aproximadamente, con tallos lisos muy ramificados ramas que emergen cerca del tallo; estipulas generalmente simples y lineales; hojas lobuladas lanceoladas, peciolo a menudo con una línea de pelos en la parte superior, pedúnculo solitario, cálices con sépalos unidos de 5 a 7 sépalos vellosos, apicales unidos sobre su base y añadidos al cáliz, flores formadas de 8 a 12 bracteolas lineales; el fruto es una capsula con semillas uniformes (Martínez, 2010).

Su importancia social radica en que el cultivo lo atienden productores de escasos recursos que realizan la cosecha manual, lo que propicia ocupación pero origina incrementos en los costos de producción. En México se cosechan 18 mil hectáreas de jamaica con un rendimiento promedio de 265 kg ha⁻¹, Aunque la superficie cosechada y el rendimiento por unidad de superficie son bajos, los agricultores obtienen altos ingresos por su buen nivel de comercialización y el incremento en la demanda. (Ariza-Flores; Serrano-Altamirano 2014).

En México se considera que la Jamaica fue introducida por los españoles en la época colonial. Actualmente esta planta se cultiva exclusivamente para la producción de sus cálices y se siembra principalmente en los estados de Guerrero, Oaxaca, Colima, Michoacán y Nayarit. Siendo ese estado de Guerrero el principal productor en nuestro país ya que produce el 94.8 % del valor total de producción. Salinas, (Morena y-Zúñiga-Hernández.2012)

La Jamaica es un producto agropecuario comercialmente no tradicional, ya que no destaca en las estadísticas comerciales; aunque, para los pequeños productores sería una buena opción, ya que obtendrían un máximo de beneficios económicos y con una menor inversión, si se compara con otros productos comercialmente tradicionales, como son los granos.(Aragón García, Torija Torres *et al.* 2008)

A los extractos que se obtienen a partir de éstos se les han atribuido diversas propiedades medicinales como efectos diuréticos, coleréticos, reducción de la presión arterial, estimulación de la peristalsis intestinal, reducción de los niveles de colesterol; acción astringente, digestiva, emoliente y sedativa.(Galicia-Flores, Salinas-Moreno *et al.* 2008)

En el mercado mexicano, dentro de los criterios de calidad de la Jamaica se consideran la acidez del extracto y el número de extracciones que pueden realizarse a partir de los cálices. A pesar de que la Jamaica producida en Guerrero tiene un alto contenido de ácidos, que resulta atractivo para usos medicinales, las características y condiciones que ha impuesto el mercado obligan a producir con calidad y bajos costos para ofrecer un producto competitivo.(Galicia-Flores, Salinas-Moreno, *et al.* 2008)

1.1 OBJETIVO:

Determinar la concentración de minerales nutricionales de cuatro variedades de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en condiciones de invernadero.

1.2 HIPÓTESIS

Ho; La concentración de minerales es mayor para los diferentes minerales considerados en este estudio en la parte foliar, con respecto al peciolo en jamaica (*Hibiscus sabdariffa*. L)

Ha; la concentración de minerales es igual para los diferentes minerales considerados en este estudio en la parte foliar con respecto al peciolo del cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*. L).

1.3 META

Obtención de un artículo científico.

Obtención de una tesis de licenciatura.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen, Historia de la Jamaica

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) es una planta anual nativo de África e intensamente cultivada en las regiones tropical y subtropicales se ubica dentro de la sección furcaria del genero *Hibiscus* en la familia Malváceae. La Jamaica ha sido extensamente cultivada en la India, Sudan, Egipto, Senegal y Tailandia por sus cálices de color rojo, los cuales son usados para hacer mermeladas, gelatinas y refrescos. (Clydesdale *et al.* 1979).

Menciona que pertenece al Oeste de la India como su posible centro de origen, mientras que sólo señala a la jamaica es una planta de origen asiático.(Galicia-Flores, Salinas-Moreno *et al.* 2008)

Tiene muchas aplicaciones en la medicina popular en diferentes países del mundo En China es usada para el tratamiento de hipertensión, daño al hígado y fiebre. (Pin-De y Gow-Chin, 1997; Tseng *et al.*, 2000; Mohamed *et al.*, 2007).

Durante la época colonial, los españoles fueron quienes introdujeron la jamaica en México. Actualmente se siembra en once estados, siendo Puebla el cuarto productor con el 6.59% de la producción nacional solo por debajo de Guerrero (63.14%), Oaxaca (13.20%) y Michoacán (13.14%). En Puebla, la producción se concentra en cinco municipios del sur del estado, siendo el principal productor Huaquechula con el 49.07% de la producción estatal debido a los más altos rendimientos, lo cual le confiere un papel esencial en la producción de jamaica a nivel estatal. (Romano, C.M.M.S. *et al.* 2017)

En México fue introducida por los españoles durante la colonización. Los principales países productores de jamaica son China, India y Sudán. México ocupa el séptimo lugar de esta lista, siendo el estado de Guerrero el mayor productor.(Galicia-Flores, Salinas-Moreno *et al.* 2008)

La Jamaica pertenece al género *Hibiscus* de la familia Malvácea que incluye al algodón, al kenaf, la okra y la malva arbórea, es una planta anual con tallos lisos;

las hojas más bajas son ovadas y las hojas superiores con 3-5 lóbulos 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 Guardado, *et al.*, Soto Rocha *e.* 2009).

2.2 Importancia

Es una planta de uso múltiple de la que se puede aprovechar tallos, hojas, frutos y semillas lo que resulta en una gran variedad de productos para el mercado. Los tallos son utilizados para producir pulpa para papel o fibra textil, también son importantes en la producción de un mucílago que se utiliza en la industria de los cosméticos, y las hojas pueden usarse como verduras en forma directa, (Ángel, Alfredo *et al.* 2009)

Los tallos son utilizados para producir pulpa para papel o fibra textil, también son importantes en la producción de un mucílago que se utiliza en la industria de los cosméticos, y las hojas pueden usarse como verduras en forma directa. (Ángel, Alfredo *et al.* 2009)

Algunos estudios indican que los compuestos de extracción acuosos de los sépalos pueden utilizarse como un tratamiento eficaz contra la leucemia (Tseng *et al.*, 2000)

En algunos países africanos la jamaica cobra importancia en la producción de fibras, debido a que ésta puede sustituir al algodón en la elaboración de ropa de cama y manteles y también porque se considera que es más resistente que el yute. (Contreras Guardado, Soto Rocha *et al.* 2009)

Los principales países productores de jamaica son sin China, India y Sudan. México ocupa el séptimo lugar y dentro de este país el estado de Guerrero es la entidad con mayor producción, (Anónimo, 2005)

En el año 2004 la producción nacional fue de jamaica fue de 2500 t y para el 2008 alcanzó las 3768t, que representó un incremento de 66.2 a 80% de la producción nacional. (Alarcon C.N, *et al.* 2013)

Este cultivo, cada día está tomando mayor importancia por productores y consumidores debido a sus diversos usos en la cocina, repostería, industria y fábricas textiles, utilizando el cáliz para elaborar aguas frescas, gelatinas, jaleas, mermeladas, ponche, refrescos, vinos entre otros. Las hojas y tallos se consumen en forma de ensaladas, además se utiliza como abono para las plantas, proporcionándole nutrientes al suelo y las semillas se han utilizado como sustituto afrodisíaco del café. (Watt&Breyer–Brandwijk, 1962)

En la medicina herbolaria los cálices se utilizan para controlar el peso, es un remedio popular para los abscesos biliares, cáncer, debilidad, dispepsia, fiebre, hipertensión, neurosis, problemas del corazón, resfriados y tos. Actúa como laxante y previene el cáncer, también las hojas son utilizadas en forma de polvo para uso externo en la curación de heridas y llagas. (García, 1995)

2.3 Clasificación taxonómica

Según Patiño (1975) la Clasificación Taxonómica de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) es como se indica.



Reino	Plantae
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Anthophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malváceae</i>
Genero	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>sabdariffa</i> L.

Patiño (1975) define a las siguientes variedades que se cultivan por sus frutos o cálices.

Rica. Es una variedad pequeña pero productiva y más frondosa que las otras variedades, sus tallos y cálices son rojos oscuro, hasta 5 cm con hojas verdes con las nervaduras rojizas.

Víctor. Es una variedad vigorosa siendo toda la planta de color verdoso.

Archer. Es una variedad vigorosa de color verdoso, siendo la variedad más productiva y comercial

Las que se cultivan por sus fibras según Patiño (1975) son:

Hibiscus altísima sabdariffa L: Su tallo de esta variedad mide hasta 3.5 metros de altura y es también poco ramificado y hojas estrechas.

Altísima sabdariffa: el tallo de esta variedad mide 3.5 metros de altura y es también poco ramificada y de hoja estrecha de dos tipos: el intermedio y el encarnado. (Acevedo Villanueva R. 2003)

2.4 Característica botánica

2.4.1 Raíz

Herbáceo y poco profundo, aumentando su profundidad hasta 1,5 m en suelos francos arenosos, se desarrolla un promedio de 1 a 1,20 m. (Nochari, 2001)

2.4.2 Tallo

Es de forma cilíndrica, ramificado y alcanza diámetros de 1,5 a 2 cm, de color rojizo generalmente aunque también puede ser de color verde. Contiene abundante fibra que resulta muy útil para los trabajos de artesanía, dándole un valor añadido a la planta, con ramas largas que emergen cerca de la base del tallo (Teniente 1983)

2.4.3 Hojas

Las hojas superiores con 3-5 lóbulos, lineales o elípticos, finamente dentados y hojas inferiores normalmente enteras y ovaladas. Los pecíolos pueden ser cortos o largos y lisos, lóbulos angostos, borde aserrado, nervadura central, glándula grande cerca de la base en el envés. (Díaz Pérez, Ramos Delgado *et al.* 2011)

2.4.4 Flores

Las flores generalmente se transmiten por separado en las axilas de las hojas. Los sépalos en la base de las flores Son solitarias y hermafroditas con bractéolas de 8-10 segmentos unidos en la base al cáliz, que es rojizo y succulento acrescente en la fructificación que forma una copa grande, de color rojo oscuro, pedunculos cortos y sabor ácido, los pétalos son de 4-5 cm de longitud, amarillos o blancos, con una

mancha púrpura en la base y una columna estaminal poco saliente. (Bahaeldeen *et al.* 2012)

2.4.5 Cáliz

El cáliz de 2 cm de largo, 5 pétalos de 4-5 cm de largo, de color amarillo y verde pálido al inicio de la floración, carnoso y rojo brillante cuando inicia el desarrollo de las semillas, y sabor ácido, estambres numerosos, ovario superior con 5 carpelos cerrados y placentación axial. (Bahaeldeen *et al.* 2012)

2.4.6 Fruto

La fruta varía de púrpura oscura a rojo brillante (a veces blanco) en la madurez y son bastante carnosos. Es una cápsula espinosa, de 5 carpelos, con semillas duras de 15 a 20 semillas de media por baya. (Bahaeldeen *et al.* 2012)

2.4.7. Semillas

son pequeñas, de color café oscuro y con un peso medio de 2 g. (Díaz Pérez, Ramos Delgado *et al.* 2011).

El gran potencial económico que tiene la semilla de jamaica debido a su valor nutritivo y a su elevado rendimiento por hectárea, en el futuro podría manejarse una alta concentración de este subproducto en espacios reducidos. (S. Dominguez *et al.* 2007)

2.5 Propiedades Físicas y Químicas

El *Hibiscus* destaca su contenido en ácidos orgánicos entre ellos los ácidos. Cítrico, málico

2.6 Requerimientos Climáticos

2.6.1 Luz y Temperatura

Es una planta que se caracteriza por su adaptación en ambientes cálidos. La jamaica es susceptible al fotoperiodo corto. Para su crecimiento requiere un rango de temperatura que va de 21 a 25 °C con luz continua. (Ocampo, 1990)

La jamaica prefiere los suelos de textura media con una profundidad 50- 150 cm de capa arable salinidad de menos de 4.0mmhos/cm de conductividad eléctrica nivel moderado de fertilidad natural y un rango de pH de 6.0-7.8. (Mc caleb, 1996)

Anotó que para promover el desarrollo vegetativo, se debe mantener la planta con una iluminación diaria de trece horas; al disminuir esta exposición se induce la floración y se detiene el crecimiento. (Morton, 1987)

En resumen, para que nuestros cultivos de Flor de Jamaica *Hibiscussabdariffa* L, presenten un buen desarrollo se recomienda que tenga la presencia de luminosidad por lo menos de diez horas diarias.(Duke, J, A 1983)

Este cultivo se adapta a diferentes clima, crece en climas áridos, este arbusto es muy adaptable al clima tropical y semi-tropical es una especie muy delicada en cuanto a requerimientos climáticos aunque es tolerante al frio tiene gran capacidad de adaptación en áreas de zona templada y puede cultivarse desde la mínima altura sobre el nivel del mar hasta los 500m para poder garantizar la cosecha. (Acevedo Villanueva *et al.*, Lasso Mendoza, 2014)

Sin embargo estudios hechos en Nicaragua demuestran que el cultivo se puede desarrollar con temperatura que oscila entre los 25°C a 38°C y régimen lluvioso de 900 a 1400 mm al año y un mejor desarrollo con una precipitación anual promedio 900mm y suelo franco arenoso sin que se produzca encharcamiento a fin de evitar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades originadas por hongos y bacterias ya que también presenta un buen desarrollo cuando la temperatura oscila entre 15 °C y 36°C y soporta temperaturas desde los 12°C a 46°C. (.Acevedo Villanueva *et al.*,Mendoza, 2014)

También se puede cultivar en clima tropical y sub tropical del país sobre el nivel del mar de 0 a 1400 metros y temperatura de 22 °C y una precipitación de 500 a 1000 mm anuales. (Acevedo Villanueva and Mendoza, 2014)

2.6.2 Humedad

Según el Instituto Tecnológico de el Salvador reporta que la precipitación pluvial óptima es alrededor de 1500 mm, siendo la mínima de 1000 mm. (Rojas, 1999)

Requiere una precipitación mensual de de 130 a 250 mm en los primeros tres a cuatro meses de crecimiento. (Bahaeldeen. *et al.* 2012)

2.7 Requerimientos nutricionales

Esta planta crece bien en distintas clases de suelos 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, también este cultivo se ve favorecido al incorporar abonos verdes al suelo. Generalmente se le encuentra en terrenos de topografía ondulada o plana, ubicándose las plantaciones preferiblemente cerca de las viviendas. (Ramos Grajales 2011)

2.8 Época de siembra

De acuerdo con la literatura concerniente al manejo agronómico de la (*Hibiscus sabdariffa* L.), en regiones áridas y semiáridas la siembra puede iniciarse en mayo o en junio para cosechar en octubre. Las fechas de secado de los cálices recolectados después de la cosecha coinciden con el cese de las lluvias y el advenimiento de las épocas de verano (Urbina, 2009).

. También se recomienda, para obtener plantas robustas, con abundantes ramas y mayor cantidad de frutos se recomienda seguir las fechas de siembra indicadas, ya que siembras tardías dan como resultado plantas pequeñas, de poco follaje y producción. (Meza, 2012)

Se recomienda colocar entre tres y cinco semillas por golpe. La siembra puede ser directa o mediante trasplante y la germinación comienza luego de dos o tres días de enterrada la semilla. Debe hacerse una limpia del terreno. También es propicia la construcción de un semillero almácigo para cuidar las plantas en sus primeras fases para luego realizar el trasplante, con lo cual no solo se ahorrará tiempo sino recursos. Hay que recordar, también que la semilla es muy pequeña y por esto le será difícil competir con las herbáceas y otras dificultades que se presentan en los suelos de la región andina colombiana. El cultivo del semillero se realiza mediante semillas que deben sembrarse con una distancia de diez cm al cuadro y

enterrándolas con 1 cm de profundidad. El trasplante puede realizarse cuando las plantas alcanzan 10 cm de altura (Martínez, 1992).

Cuando se trata de siembra directa se aconseja colocar de tres a cinco semillas por punto con una distancia de 90 cm entre plantas y 130 cm entre surcos. La cantidad de semilla para sembrar 0.70 ha es de 3.0 lb ó 1.362 kg. (Urbina, 2009)

El momento adecuado a la siembra depende del lugar. Cuando se siembra muy temprano quiere decir que la luminosidad diaria, el desarrollo vegetativo predomina, el ciclo vegetativo se alarga y los cálices alcanzan menos peso y cuando se siembra en los días más cortos del desarrollo vegetativo de las plantas es reducido y la floración se inicia ya con menos desarrollo de crecimiento. (Torral 2006)

2.9 Fotoperiodo

La planta requiere de un fotoperiodo de doce horas luz. 30 Durante el periodo de reproducción requiere de un periodo de oscuridad mínimo de 11.5 horas y para la época de floración un periodo de 12,5 a 13,5 horas luz por día. (Cano, 2004)

El autosombreamiento puede causar hongos en la planta durante su etapa inicial de desarrollo, sin embargo las distancias estrechas pueden resultar útiles para la protección del suelo. (Naturland, 2009)

2.10 Demandahídrica:

Se recomienda la aplicación de riegos ligeros cada ocho días después del trasplante. (*Hibiscus sabdariffa* L.) es una planta que exige hidratación durante el desarrollo vegetativo pero no tolera el encharcamiento ni la densidad poblacional que le reduzca la penetración de luz solar. (Meza, 2012)

2.11 Fertilización

Se debe prestar atención a las necesidades nutricionales de la planta, pues esta requiere una mayor demanda de nutrientes durante el periodo vegetativo para lo cual se puede aplicar una mezcla de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en la siembra. Se recomienda, del mismo modo, la aplicación de abonos foliares y compost para mejorar las condiciones del terreno. Debe evitarse el uso de estiércol fresco ya que puede aumentar el gas metano y con esto producir requema, lo que

conduce a que la planta sea vulnerable a plagas y enfermedades. Se sugiere “aplicar 80 kg de nitrógeno y 30 kg de fósforo durante la siembra, incorporado al suelo o en su defecto abono orgánico (compost) también distribuido en todo el terreno. (Meza, 2012)

La planta debe ser fertilizada de manera moderada, dado a que entre los requerimientos de su producción están el crecimiento acelerado, tallos gruesos, buen desarrollo radicular y precocidad en la floración. (Cano, 2004)

Fertilización foliar

Según León (2005), una fertilización es el complemento de una fertilización, ya que al ser aplicados pueden mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo. También las aplicaciones foliares complementarias de NPK repetidas veces y en pequeñas dosis, actúan como estimulante a la absorción de los nutrientes por las raíces; estos son recomendadas para cultivos de alto rendimiento. (Cardenas, 2015)

Nutrición

La interpretación del análisis con base en tablas de fertilidad, indica la disponibilidad para la nutrición de las plantas y la capacidad que tiene ese suelo de retener temporalmente y hacer disponibles a median o y largo plazo los elementos que aportan los fertilizantes. La interpretación de un análisis de suelos se hace utilizando tablas de fertilidad hechas por especialistas en esta área (Álvarez, y Velozo, 1974).

La jamaica es una planta que se considera resistente y tiene un buen crecimiento incluso en suelos pobres mientras estén bien drenados. (McCaleb, 2000)

No obstante, la aplicación de fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos es una práctica común en el cultivo de jamaica, siendo los fertilizantes orgánicos más empleados el abono de vaca, cabra, oveja y pollo, mientras que la fórmula NPK (10-10-20) es el fertilizante inorgánico típicamente utilizado, pero a concentraciones menores de las recomendadas. (Diouf, 2007)

Demuestra que la administración de éstos, ya sea al aplicarlos en el suelo o de manera foliar, repercute en una respuesta positiva de la planta en variables como lo son la altura, número de ramas, número de frutos, número y área de las hojas, rendimiento, peso fresco y peso seco de cálices. (Toral, 2005)

Época de siembra: la jamaica es muy sensible a los cambios en la duración de luz en el día, además de que su floración comienza cuando los días se vuelven cortos; por tanto, la fecha de siembra debe ser acorde a la longitud del día. (Mc. Caleb, 2000)

Los estudios acerca de la época de siembra de jamaica concuerdan en que mientras más temprano se fije la fecha se obtendrán mejores respuestas en el crecimiento vegetativo de la planta y en el rendimiento de los cálices, así como en el peso de los cálices y las semillas.

Irrigación: el cultivo de jamaica requiere un abastecimiento pluvial de 5 a 10 pulgadas durante los primeros 3 o 4 meses de crecimiento, los periodos secos son deseables para los últimos meses de desarrollo pues valores altos de humedad durante la cosecha disminuyen la calidad de los cálices y reducen el rendimiento de éstos. (McCaleb, 2000)

2.12 Floración

La (*Hibiscus sabdariffa* L.) comienza a florecer en tiempo semiseco, alrededor de los 100 o 120 días de sembrada de forma definitiva. Cuando termina la floración se recomienda dejar 20-25 días para la formación y madurez del cáliz, es ahí cuando se puede realizar la primera corta.

2.13 Plagas y Enfermedades

A finales del siglo xix y comienzos del xx las plagas y enfermedades se hicieron frecuentes en casi todos los cultivos tropicales. Las pérdidas ocasionadas a la economía por las plagas obligaron a los científicos obligaron a los científicos, en

diferentes centros del saber, a investigar y encontrar remedios para erradicar. (Prieto, 2011)

2.13.1 Principales Plagas

Entre las principales plagas que atacan las hojas de la planta encontramos las hormigas, los áfidos o pulgones, los trips, los gusanos soldados y algunos pseudococcidos. Después del trasplante, el suelo, por su parte, puede ser atacado por la gallina ciega (*Phyllophaga*) y el comején (*Isóptera*). El gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y el falso medidor (*Tricoplusia ni*) afectan el follaje y atacan las partes más tiernas de la planta. El pulgón (*Aphi*) y los trips (*Thysanoptera*) se presentan, sobre todo, en épocas de sequía, cuando la planta se estresa por falta de hidratación. Asociación. (Naturland, 2000)

2.13.2 Enfermedades

Pudrición en el cuello de la raíz causada por *Phytophthora parasítica*.

Manchas foliares causadas por *Phoma sabdariffae*.

Piedra negra, gomosis, enfermedades de germinación.

Pudrición de tallo ocasionada por *Machrophomina phaesolina*.

Anillamiento del tallo y muerte descendente causada por *Rhizoctonia solani*.

Pudrición radicular y pudrición de las plántulas causada por *Botrytis cinerea*.

Pudrición blanca de la raíz por *Sclerotium rolfsii*.

Daño radicular o muerte por *Meloidogyne arenaria*.

2.14 Manejo de Plagas

Meza hace algunas recomendaciones. Para combatir el pulgón y los trips deben ser aplicados productos orgánicos, ya que el control de estas plagas es más fácil. El gusano soldado y el falso medidor, por su parte, pueden controlarse con aplicaciones de preparados a base de ajo y chile, en el follaje durante la mañana. (Meza, 2012)

2.15 Cosecha:

Del arbusto se cosechan sus flores de color rojo que se ponen a secar en asoleaderos por varios días posteriormente se comercializa, en México el agua de jamaica es un excelente sustituto del refresco.

La recolección de los cálices (se llama así al fruto de la (*Hibiscus sabdariffa* L.) se realiza de quince a veinte días después de la floración, cuando estos alcanzan la madurez. Los cálices están listos para la cosecha cuando se encuentran quebradizos y con la base roja ya frágil. (Martínez, 1992)

Las dos etapas consta de corte de planta y despique, la caída de las hojas en más de un 50% indica que el lote esta próxima, los cálices con tonalidad roja se cosecha después de que la flor ha caído pero antes de que las capsulas se sequen y abran. Prolongar la cosecha puede ocasionar que los cálices disminuyan su calidad por exposición al sol y daños por enfermedades. (Contreras *et al.*, 2009)

Para el caso de material precoz la cosecha inicia a fines de noviembre y diciembre a enero y consiste en cortar con machete la planta desde el tallo principal, se junta en montones y se traslada a las casa para que ahí cosechen el cáliz. Esta cosecha y despique consiste en separar la flor de la planta en forma manual o mecánica. (Contreras *et al.*, 2009)

Por otro lado, la cosecha de la jamaica se realiza a partir de que la flor ha caído y antes de que el fruto, por resequedad, se abra para dejar salir las semillas ya maduras. Mientras más tiempo pasen juntos el cáliz y el fruto en maduración, más susceptible será el cáliz a daños, resquebrajamiento por el sol y un deterioro general en su calidad. (McCaleb, 2000; Arbex de Castro, 2004)

Selección: es una labor que depende de la presentación que requiera el producto final. Si se pretende envasar la flor seca, el consumidor prefiere la flor completa con un grado de acidez y aminoácidos de los siguientes elementos como son ácido ascórbico con 6.7mg, glutámico de 7.2 y aspártico con 16.3g.

2.17 Perfil Físicoquímico del Agua

La calidad del agua está determinada por la cantidad y tipo de sales que la constituyen. Esta puede crear o corregir suelos salinos o alcalinos. La concentración de sales en el agua reduce el agua disponible para los cultivos, es decir la planta debe ejercer mayor esfuerzo para poder absorber el agua; puede llegar incluso a sufrir estrés fisiológico por deshidratación, afectando esto su crecimiento. Dependiendo de la clase de sal disuelta, éstas alteran y modifican el desarrollo de la estructura del suelo, lo cual reduce su infiltración. (Auquilla, 2006)

El análisis químico del agua de riego se utiliza básicamente con dos propósitos: el primero es determinar la calidad de ésta agua para su empleo en irrigación así como la tolerancia de los cultivos; el segundo es establecer el grado de calidad para fertirrigación. (Auquilla, 2006)

Para evaluar su aptitud con fines de riego, se debe en primer lugar hacer un muestreo representativo y luego, en laboratorio, determinar entre otros los siguientes parámetros: pH, cantidad de sales totales disueltas; niveles de calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros, boro y Relación de Sodio Adsorbido (R.A.S.). (Auquilla, 2006)

La cantidad mínima de agua que se necesita para llevar a cabo los análisis químicos ordinarios es de un litro. Debe tenerse cuidado que la muestra sea representativa. Para evitar algunos cambios químicos o biológicos que puedan alterar la composición de la muestra, conviene mantener el agua en refrigeración a 5° C, por tiempos no mayores a 4-5 días. Los envíos de agua sin refrigeración no deben tardar más de dos días en llegar al laboratorio. (Auquilla, 2006)

El contenido total de sales de una muestra de agua para riego se reporta como Conductividad Eléctrica (CE). Las unidades de medida son usualmente milimhos por centímetro (mmhos/cm) o en su equivalente milisiemen por centímetro. (mS/cm). (Auquilla, 2006)

El agua químicamente pura no conduce electricidad, a diferencia del agua con sales que sí lo hace. La CE de un agua común es de 0.60mmhos/cm. El sodio y el cloruro pueden ser tóxicos a los cultivos aunque en muchos casos su efecto sobre la impermeabilidad al agua puede llegar a ser más limitante antes de que éstos manifiesten su efecto tóxico. Esto no se da en ciertos cultivos más sensibles, como el aguacate. El sodio afecta la estructura del suelo y la infiltración del agua. Sin embargo, el sodio por sí solo provee poca información acerca de la calidad del agua, y su comportamiento depende más bien de los niveles de calcio y magnesio. Si el magnesio y calcio son altos, éstos atenúan el efecto dañino del sodio. (Auquilla, 2006)

Las sales y minerales disueltas en el agua de riego son dejadas en la solución del suelo y su concentración aumenta a medida que el agua se evapora o es absorbida por las plantas. Esto da como resultado una salinidad del suelo y una RAS comúnmente de 1.5 a 3 veces más alta que el agua de riego (asumiendo que exista buen drenaje y lixiviación). Con pobre drenaje y poca lixiviación, ésta proporción puede ser hasta 10 veces mayor. (Auquilla, 2006)

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables físico-químicas, así como se sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud, tras cortos o largos periodos de exposición (Rojas, 2002). Los parámetros físicos permiten determinar cualitativamente el estado y tipo de agua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y Características del Área Experimental

La investigación se realizó bajo invernadero en el centro de investigación en alimentación y desarrollo (CIAD) unidad Culiacán. Durante el ciclo de Octubre-Febrero del ciclo 2015 – 2016 que se encuentra ubicado sobre la carretera a El Dorado en el km 5.5, de la Colonia Campo El Diez, en la ciudad de Culiacán Sinaloa y está localizado en las coordenadas 24° 48” 15” de latitud y 107° 25” 52” de longitud.

3.2 Distribución del experimento

La distribución fue completamente al azar, las macetas fueron distribuidas en hileras sencillas con plantas individuales por cada maceta con un distanciamiento de 20cm con una densidad de población de 10 plantas por metro cuadrado utilizándose un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 17 repeticiones.

3.3 Variables evaluados

- Variedad criolla huajicari tardía roja
- Variedad UAN251intermedia roja
- Cruza negra A. tardía roja
- Variedad UAN69A intermedia roja

3.4 Determinación de área foliar:

El procedimiento a seguir fue: se seleccionó 4 hojas de cada variedad y se midió la longitud máxima desde la base del peciolo hasta el extremo del foliolo con una regla. La altura se midió desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja con una cinta de medir y el diámetro del tallo se midió con un vernier de marca AutoTEC.

3.5 Muestras para analizar

Se seleccionaron cuatro hojas con peciolo por cada planta de cada variedad luego se introdujo a una bolsa etiquetada después se separaron las hojas del peciolo se lavaron primero con agua de la llave y después con agua destilada para no afectar o alterar después las muestras después se puso a secar en una estufa a 450° para luego molerlo en un molino splitphase y después se pesó en crisoles 100g de la muestra ya molida en una báscula electrónica para luego colocarlo en la mufla para la determinación de Cenizas (método de calcinación a la mufla). Determinación de Humedad (método 920.39 A.O.A.C 1998).

Minerales realizados mediante las técnicas de la AOAC (1993 y 1995).

La cuantificación de los minerales (Ca, Mg, Fe, P, K, Na Y Zn), se realizó con las cenizas obtenidas de la muestra, a las cuales se les agregaron 5 ml de HCl concentrado para su digestión. Posteriormente, se filtró en matraces de 100 ml y se aforó con agua desionizada.

Para la determinación de fósforo se aplicó el método de colorimetría recomendado por la AOAC de 1995. Para este análisis se agregó 1 ml de la muestra de la digestión en un tubo de ensayo, se preparó un estándar de 10 y 100 ppm y, un blanco. A cada uno de los tubos se les adicionó 1 ml de molibdato de amonio y se dejó reposar por 5 minutos, transcurrido este tiempo se les agregó 1 ml de hidroquinona y 1 ml de sulfito de sodio y se llevó a 8 ml agregando 4 ml de agua destilada se agita y se dejó reposar por 30 minutos para que la muestra obtuviera un color azul.

Trascurrido este tiempo se leyó en el espectrofotómetro de luz UV y VIS modelo 1E-95021226 a una absorbancia de 650 nm, y se usó el estándar que coincidiera con el color de la muestra.

El Ca, Mg, Fe, K, Na, y Zn se determinaron por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica Varian modelo AA-20. El Ca, Mg, Fe y Zn se analizaron mediante lámparas de diferentes longitudes de onda, mientras que el Na y el K fue por emisión de flama.

3.6 Perfil fisicoquímico en aguas

3.6.1 Determinación de pH y CE en agua

Materiales

Muestra de agua

Buffer de pH 7

Agua destilada

Electrodo

Conductímetro

Procedimiento

- 1.- Calibrar el electrodo con el buffer de pH 7.
- 2.- Una vez que este calibrado el equipo se lava el electrodo con agua destilada y se coloca dentro de la muestra y se lee el pH directamente.
- 3.- Una vez que se lee el pH, se calibra el equipo para determinar la conductividad.

4.- Cuando el equipo esta calibrado se lava el electrodo y se coloca en la muestra y se lee la conductividad y los sólidos disueltos totales.

3.6.2 Digestión en agua para la determinación de fosforo (P) y elementos menores (Cu, Zn, Fe y Mn)

Material

Muestra de agua

Vasos de precipitado de 100ml

Placa de calentamiento

Ácido clorhídrico

Procedimiento

1.- Tomar 50 ml de la muestra a digerir y agregarla a un vaso de precipitado de 100 ml (si el agua está sucia primero filtrarla).

2.- Agregar 5 ml de HCl a los vasos con las muestras y tapar con vidrio de reloj.

3.-Se llevan los vasos a una placa de calentamiento la cual se coloca en el número 8 de temperatura y se deja hervir hasta alcanzar un nivel de 20 ml y se retiran.

4.- Cuando las muestras estén frías colocar en una probeta de 50 ml un embudo de filtrado con papel filtro del #1, se procede a filtrar el agua y se mide el volumen el cual se anota en la bitácoras de metales.

3.6.3 Determinación de fosforo en agua

Materiales

Muestra de agua

Estándar de 10 ppm de Fosforo

Molibdato de amonio

Hidroquinona

Sulfito de sodio

Agua destila

Tubos de ensayo

Espectrofotómetro de luz UV-VIS

Procedimiento:

1.- De la muestra de la digestión se toma 1 ml y se deposita en un tubo de ensayo.

2.- Se prepara un estándar de 10 ppm de fosforo y un blanco al cual solo se le agrega agua y los reactivos.

3.- A cada tubo se le agrega 1 ml de molibdato de amonio y se deja reposar por 5 minutos.

4.- Transcurrido este tiempo se le agrega 1 ml de hidroquinona, 1 ml de sulfito de sodio y 4 ml de agua destilada se agita y se deja reposar por 30 minutos.

5.- Se lee en el espectrofotómetro de luz UV-VIS a una longitud de onda de 650 mn.

Cálculos

$$\% \text{ Fosforo} = \frac{C \times F}{\text{---}}$$

1000 x peso de la muestra

Donde:

C= Concentración de Fosforo (lectura del equipo) en ppm

F= ml de la disolución original x ml de la disolución final (ml de la alícuota).

3.6.4 Determinación de nitratos en agua

Materiales

Muestra de agua

Brucina

Ácido sulfúrico

Estándar de 10 y 100 ppm de NO₃

Agua destilada

Tubos de ensayo

Procedimiento

- 1.- Filtrar el agua si está sucia (50 ml) en un vaso de precipitado con papel Watman #1.
- 2.- Tomar un 1 ml de la muestra en un tubo de ensayo.
- 3.- Agregar 5 gotas de brucina al 4% y agitar poco a poco.
- 4.- Agregar 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, 5 ml de agua destilada y esperar 30 minutos.

6.- Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 445 nm.

Nota. Preparar un blanco y un estándar de 10 o 100 ppm de NO₃

3.6.4.3 Cálculos

$$N\text{-NO}_3 = \frac{C * F}{\text{Peso de la muestra}}$$

Peso de la muestra

Dónde:

C= concentración de N-NO₃ en ppm (lectura del equipo)

F= ml de la dilución original x ml de la dilución final

3.6.5 Determinación de carbonatos, bicarbonatos y cloruros en agua

3.6.5.1 Carbonatos

Materiales

Muestra de agua

Fenolftaleína

Ácido sulfúrico

Anaranjado de metilo

Cromato de potasio

Nitrato de plata

Matraz erlenmeyer

Pipeta de cristal

Procedimiento

- 1.- Se toman 5 ml de la muestra filtrada en un matraz Erlenmeyer de 50 ml.
- 2.- Se agregan 5 gotas de fenolftaleína al 0.25% y se tornará de un color rosa.
- 3.- Al obtener esta coloración se titula la muestra con ácido sulfúrico 0.01N hasta que quede transparente y se anota el gasto en la bitácora.

Cálculos

$$Me \text{ CO}_3-/1 = (1000/\text{ml de alícuota}) \times (2 \times P \times \text{normalidad de H}_2\text{SO}_4)$$

Dónde:

P= ml de H₂SO₄ requeridos para obtener el vire del indicador fenolftaleína

3.6.5.2 Bicarbonatos

- 1.- En el mismo matraz donde se determinó los carbonatos se agregan 3 gotas de anaranjado de metilo y agitar manualmente.
- 2.- Titular con ácido sulfúrico al 0.01N y agitarlo hasta obtener un color rojo, anotar el gasto en la bitácora.

Cálculos

$$Me \text{ de HCO}_3-/1 = (1000/\text{ml de alícuota}) \times (T - \text{blanco} - 2p) \times (\text{normalidad del H}_2\text{SO}_4)$$

Dónde:

P= ml de H₂SO₄ requeridos para obtener el vire del indicador fenolftaleína

T= ml de H₂SO₄ requeridos para obtener el vire del anaranjado de metilo

3.6.5.3 Determinación de Cloruros

- 1.- Al mismo matraz agregar 3 gotas de cromato de potasio al 5%.
- 2.- Titular con nitrato de plata al 0.01N hasta obtener un color rojo ladrillo y anotar el gasto en la bitácora.

Cálculos

Me dé Cl/1 = (1000/ml de alícuota) x (ml de AgNO₃ - blanco) x (normalidad del AgNO₃)

3.6.6 Determinación de Metales en Agua K, Na, Ca y Mg por Absorción

Atómica

Materiales

Solución estándar de 100 ppm de los diferentes elementos:

Para K y Na solución estándar de 50 y 100 ppm

Para Ca, Mg, Mn y Fe solución estándar de 5 y 10 ppm

Para Zn y Cu solución estándar de 2 y 5 ppm

Oxido de lantano al 10%

Ácido clorhídrico al 3N

Espectrofotómetro de absorción atómica AA220

Gas acetileno y aire

Matraz aforado de 100 ml

Micropipeta de 0.1 a 1 ml

Matraz Erlenmeyer de 50 y 125 ml

Probeta de plástico de 50 ml

Procedimiento

Digestión de la muestra

- 1.- Se toma 50 ml de la muestra y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
- 2.- Se le agrega 5 ml de HCl 3N y se coloca en una placa de calentamiento, se retira la muestra hasta que disminuya a 20 ml y se filtra en una probeta de plástico de 50 ml y se toma el volumen.
- 3.- Del filtrado se lee el K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu en un equipo de absorción atómica EspectrAA 220.

3.6.7 Determinación de Potasio (K) y Sodio (Na) en el espectrAA de absorción atómica AA220.

Se realiza una curva de calibración de 0 a 100 ppm

- 2.- La cuantificación de Potasio (K) y Sodio (Na) se realiza de la muestra digerida de 100 ml, por medio de emisión de la llama en un espectrofotómetro de absorción atómica, a una longitud de onda de 769.9 y 589.6 nm.

3.6.8 Determinación de calcio (Ca) y magnesio (Mg) por absorción atómica AA220.

- 1.- Se realiza una curva de calibración de 0 a 10 ppm.
- 2.- Colocar un ml de la muestra digerida y un ml de solución de óxido de lantano al 10% en un matraz de 100 ml y aforar con agua destilada.

3.- La cuantificación de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) se realiza por absorción en un espectrofotómetro de absorción atómica a una longitud de onda de 422.7 y 285.2 nm.

3.6.9 Determinación de zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y , manganeso (Mn).

1.- Se realiza una curva de calibración de 0 a 5 ppm para Cinc y Cobre, y de 0 a 10 ppm para Hierro y Manganeso.

2.- La cuantificación de Zinc, Cobre, Hierro y Manganeso se realiza de la muestra digerida a 100 ml por medio de emisión de la llama en un espectrofotómetro de absorción atómica, a una longitud de onda de 213.9, 324.7, 248.3 y 279.5 nm.

DESCRIPCION DE MUESTRAS			
836	Agua verde		
837	Agua blanca		
838	Agua café		
Análisis efectuados	Resultados de muestra		
	836	837	838
pH (25°C)	8.1	8.58	8.65
Conductividad Eléctrica (dS/m)	1.2	3.36	1.85
Sodio (ppm)	28.54	52.48	48.97
Potasio (ppm)	281.56	657.92	432.07
Calcio (ppm)	119.02	406.40	167.68
Magnesio (ppm)	61.01	178.09	91.00
Fierro (ppm)	0.11	0.76	2.75
Manganeso (ppm)	0.01	0.24	0.37
Cinc (ppm)	0.03	0.13	0.36
Cobre (ppm)	0.03	0.06	0.06
Rel. Ads. Sodio (RAS)	0.53	0.55	0.76
Fósforo (ppm)	32.20	26.42	24.62
Sulfatos (meq/L)	0.01	0.02	0.01
Nitratos (ppm)	108.7	47.55	54.03
Carbonatos (meq/l)	0.22	1.5	1.16
Bicarbonatos (meq/l)	5.6	11.6	13.76
Cloruros (meq/l)	2.66	4.2	3.08
Dureza total como CaCO ₃ (ppm)	548.90	1749.71	794.13
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	483.5	1388.3	762.5
Alcalinidad Total como CaCO ₃ (ppm)	291	655	746

TABLA 1 DESCRIPCION DE MUESTRAS EN AGUA

3.7 Potencial de hidrogeno (pH)

El pH es una medida del contenido de ion hidrogeno en medio acuoso. Las aguas que poseen un valor de pH superior a siete son alcalinas, y si es inferior son acidas. El agua de los ríos que no está afectada por la contaminación presenta un pH entre 6.5 y 8.5, dentro del cual los organismos acuáticos capturan y liberan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y respiración, respectivamente. (Hem, 1985)

3.8 Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad es una medida de la actividad eléctrica de los iones en una disolución. Se expresa en unidades de microsiemen por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y se mide con un conductímetro. (APHA, 1995)

3.9 Sólidos disueltos totales (SDT)

Los SDT es una medida de cantidad de sólidos después de ser evaporado la fase acuosa a una temperatura superior a 100°C , se determinan por medio de la gravimetría. (OMS, 1999)

3.10 Nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-)

El nitrógeno (N) se presenta en las siguientes formas: nitrito, nitrato y amonio entre otros. En las aguas superficiales de las primeras, los nitratos se originan de la descomposición por microorganismos de la materia nitrogenada orgánica, como las proteínas y excretas de las plantas y animales. Las segundas los fertilizantes nitrogenados utilizados en los cultivos agrícolas.

3.11 Fosfatos (PO_4^-)

Los compuestos que contienen fósforo (P), tales como los fosfatos y nitratos son bionutrientes, es decir, sustancias necesarias para el crecimiento vegetal (Orozco *et al.*, 2005). El exceso de fosfatos causa la eutrofización, la cual provoca un

incremento incontrolado de floración algas de cianobacterias que producen toxinas en el organismo que las ingiere, y una drástica disminución de oxígeno disuelto en el agua. (Sharpley, 2003)

3.12 Bicarbonatos (HCO_3^-)

Es una medida de la capacidad del agua de aceptar protones. El dióxido de carbono (CO_2) generado de los procesos biológicos al combinarse con el agua forma ácido carbónico (H_2CO_3), el cual rápidamente se descompone en bicarbonato (HCO_3^-). (Romero, 1999)

3.13 Cloruros (Cl^-)

Las concentraciones de cloruros hacen que el agua tenga un sabor desagradable, el cual depende de la composición química del agua, si el catión predominante es el sodio, una concentración de cloruro de 250 mg/L puede tener un sabor salado detectable, pero si prevalecen el calcio y magnesio, no se detecta. (APHA *et al.*, 1995)

3.14 Sulfatos (SO_4^-)

Los gases azufrados como el sulfato de hidrogeno (H_2S) y dióxido de azufre (SO_2) son abundantes en la atmosfera y su origen natural es la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y erupciones volcánicas (Orozco *et al.*, 2005). Los sulfatos llegan al medio acuático mediante la oxidación del SO_2 atmosférico o proveniente de desechos industriales. (APHA, *et al.*, 1995)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se presentan por medio de gráficas para todas las variables evaluadas

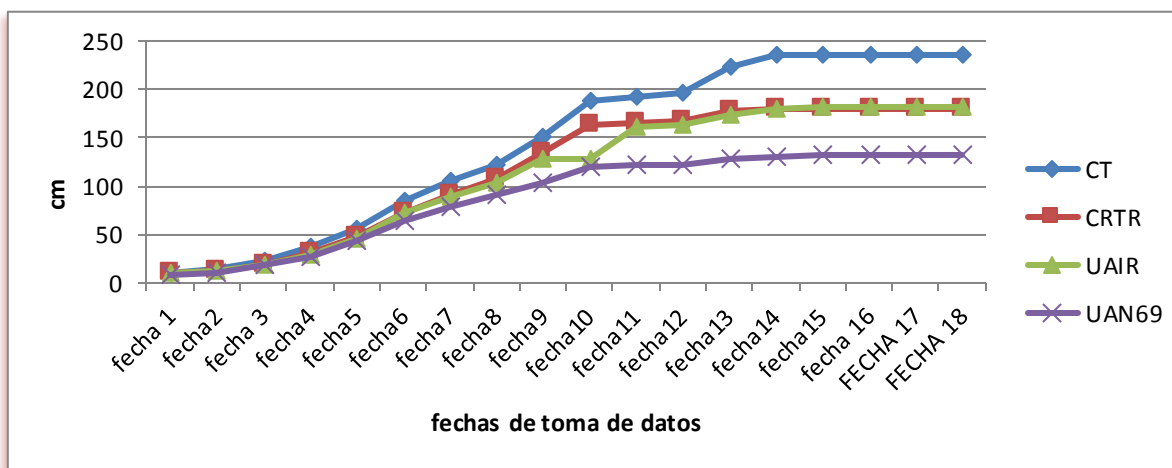


Figura 1. Dinámica de desarrollo de planta de cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016.

Altura de Planta

Las cuatro variedades en estudio mostraron similar comportamiento en la altura de planta, de la primera hasta la séptima semana, incrementándose la velocidad de desarrollo en la variedad CT, de la séptima hasta la semana trece, estabilizándose aproximadamente a 240 cm de la trece hasta la semana dieciocho. Esto significa que esta variedad muestra una mayor cantidad de área foliar lo cual probablemente permite alcanzar un mayor producción de flores y por lo tanto un mayor rendimiento.

La variedad que tuvo mayor altura de ramas productivas fue la CRTR quiere decir que tiene mayor significancia en altura esto puede deberse al tipo de semilla, al manejo de la semilla, a la temperatura y el riego. Esta variedad no por tener mayor altura quiere decir que haya tenido mayor número de producción.

Por el contrario se observa que la variedad UAN69, mostró una menor velocidad de desarrollo, alcanzando un menor crecimiento de planta, que fue aproximadamente de 140 cm, lo cual se relaciona con una menor producción de área foliar, lo anterior significa que esta variedad no se adaptó a las condiciones de invernadero.

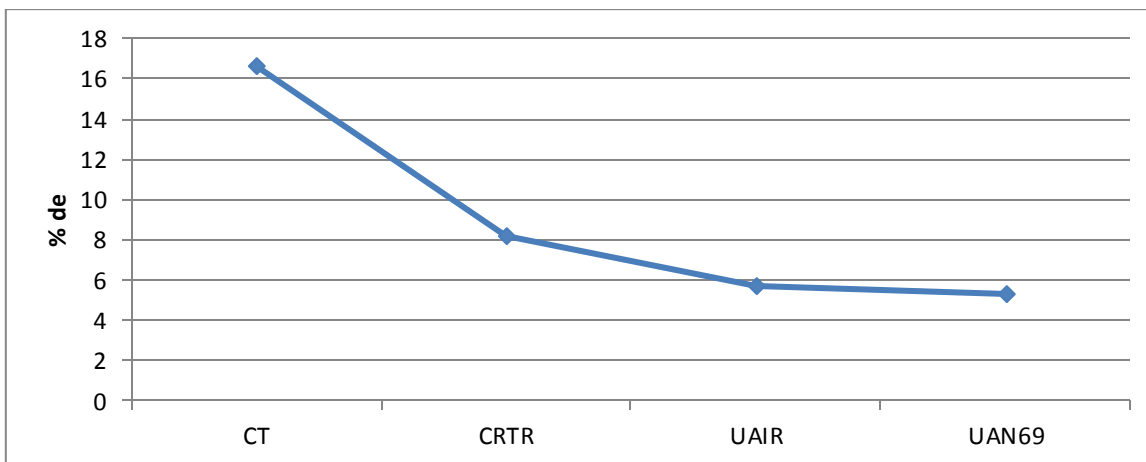


Figura1. Número de ramas productivas de cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016.

En producción de ramas productivas la variedad CT es la que destaca con 17 ramas por planta, en contraste con las demás variedades evaluadas las cuales produjeron entre 7 y 5 ramas por planta (Figura2), este comportamiento muestra una correlación positiva con la variable producción de flores ya que la variedad CT, de igual forma es la que produjo mayor número de flores con aproximadamente 175 flores por planta, cabe indicar que las variedades UAIR y UAN69 presentan una producción de flores de 120 y 46 flores.

Esto se comparó con resultados de (Nochary, 2001), que indican que la planta es muy ramificada y llega a medir de 1 a 2 metros de altura.

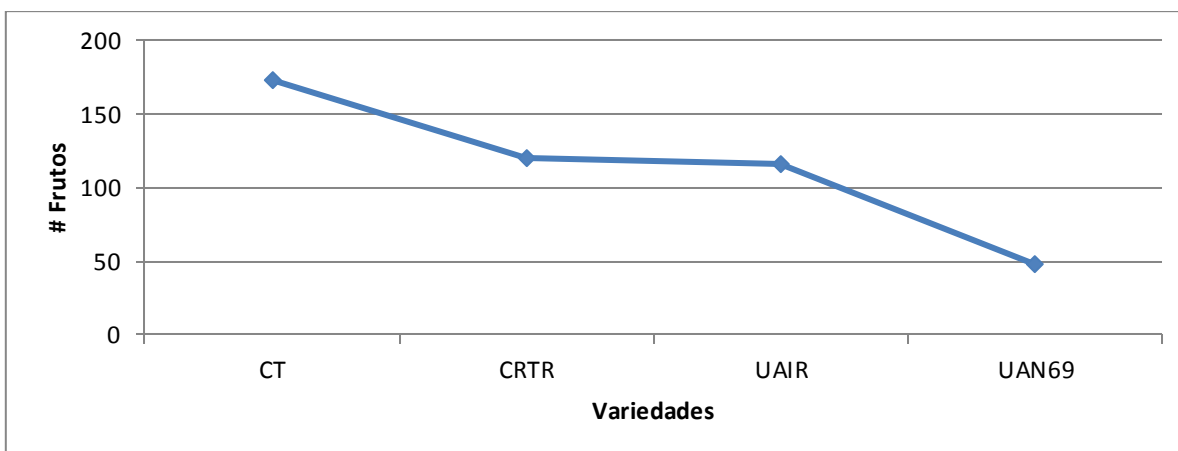


Figura 2. Producción de frutos por planta de cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

En la presente figura se observa que la variedad CT alcanzó la mayor producción de frutos por planta con 175 frutos, y fue UAN69 la que solo produjo 46 frutos por planta en tanto que las variedades CRTR y UAIR produjeron 125 y 122 frutos respectivamente.

Las variedades mostraron una diferencia significativa de frutos por planta obteniendo la mayor cantidad de frutos la CT ($p > 175$) (figura 4). A diferencia de la variedad UAN69 que tuvo menor cantidad de frutos (< 48).

La cuantificación de esta característica indica el nivel de producción de frutos por planta, lo cual es importante dado que a mayor cantidad de frutos el rendimiento final fue superior.

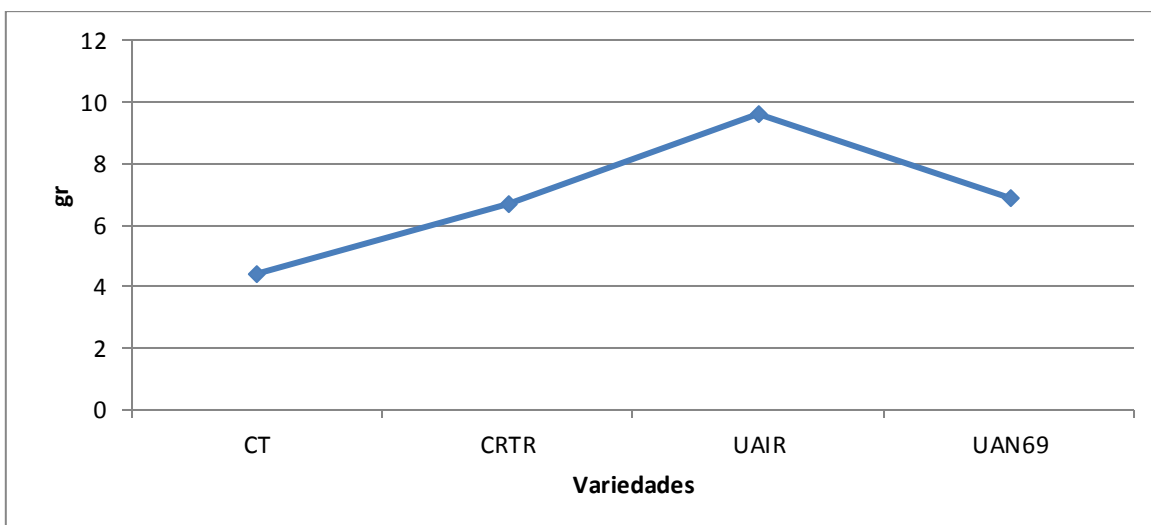


Figura 3. Peso fresco por planta evaluada en cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

De las cuatro variedades la que tuvo mayor cantidad de peso fresco unitario fue la variedad UAIR con un promedio de 8.9.

Por lo contrario la que menor cantidad de peso obtuvo fue la variedad CT con un promedio de 4.5.

Esto con la finalidad de cuantificar el contenido de humedad, se colectó un fruto (flor) por planta en cada variedad para obtener el peso fresco, el cual fue llevado a peso seco, con estos datos se calculó el contenido de humedad en el fruto fresco. En la figura 4 se muestran estos resultados, observándose que la variedad UAIR fue la que mostró mayor contenido de humedad, lo cual indica que esta variedad es de las cuatro evaluadas la ligeramente más tardía; En tanto que UAIR alcanzó un peso de 9.8 gr, en tanto que UAN69 y CRTR mostraron valores de 6.7 y 6.5 gr y con el menor valor resultó CT con 4.5 gr por fruto, esta variedad con menor peso indica un menor contenido de humedad así también probablemente mayor precocidad

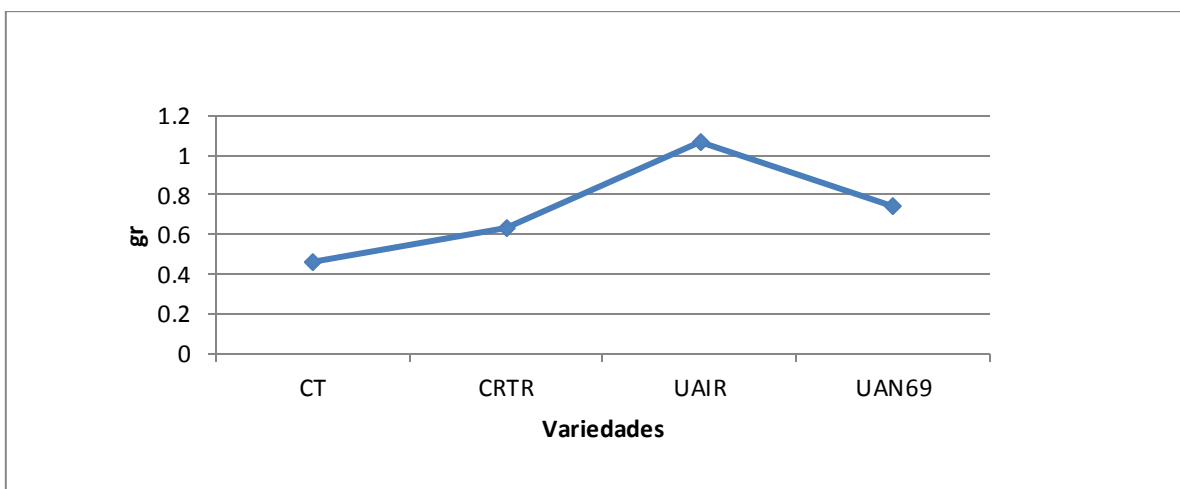


Figura 4. Peso seco por planta evaluada en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

De las cuatro variedades evaluadas la que obtuvo mayor peso seco unitario de fruto (flor), fue UAIR con un promedio de 1.10 gramos. Por el contrario la variedad que obtuvo menor peso fue CT con 0.48 gramos, estos datos indican una tendencia en el sentido de que UAIR acumuló mayor peso debido probablemente a un mayor tamaño de flor ó bien a que al momento del muestreo probablemente fue la variedad más tardía, en comparación principalmente con la variedad CT; encontrándose que las variedades UTR y CRTR mostraron una respuesta media en cuanto a peso seco unitario con valores de 0.70 gramos y 0.68 gramos respectivamente

El fruto ó la flor con alto contenido de humedad no se recomienda almacenarla o consumirla, por las pérdidas que pueden ocurrir por pudriciones en el almacén ó bien al tratar de consumirse en fresco en la preparación de bebidas estas no de la calidad tradicional de la jamaica, no sin considerar la flor en algunos casos se puede utilizar en la preparación de ensaladas frescas combinada con otras verduras.

Estudios realizados demuestran que la flor de jamaica en estado fresco presenta un contenido de humedad promedio de 88.25%. (Duke 1983)

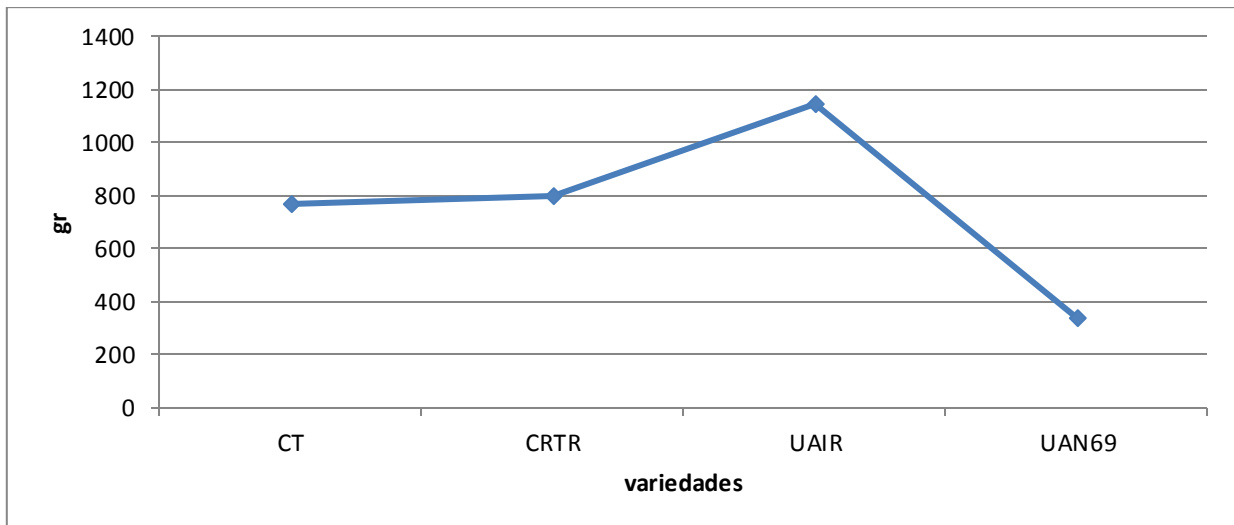


Figura 5. Peso húmedo por planta evaluada en cuatro variedades de jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

De las cuatro variedades la que tuvo mayor valor de peso fresco unitario fue la variedad UAIR con un promedio de 1,190 gr.

Por lo contrario la que menor cantidad de peso obtuvo fue la variedad UAN69 con un promedio de 370 gr.

Las variedades tuvieron una gran importancia significativa ya que la que tuvo mayor peso en fresco fue la variedad UAIR con 1200 gr superando en humedad a las demás variedades

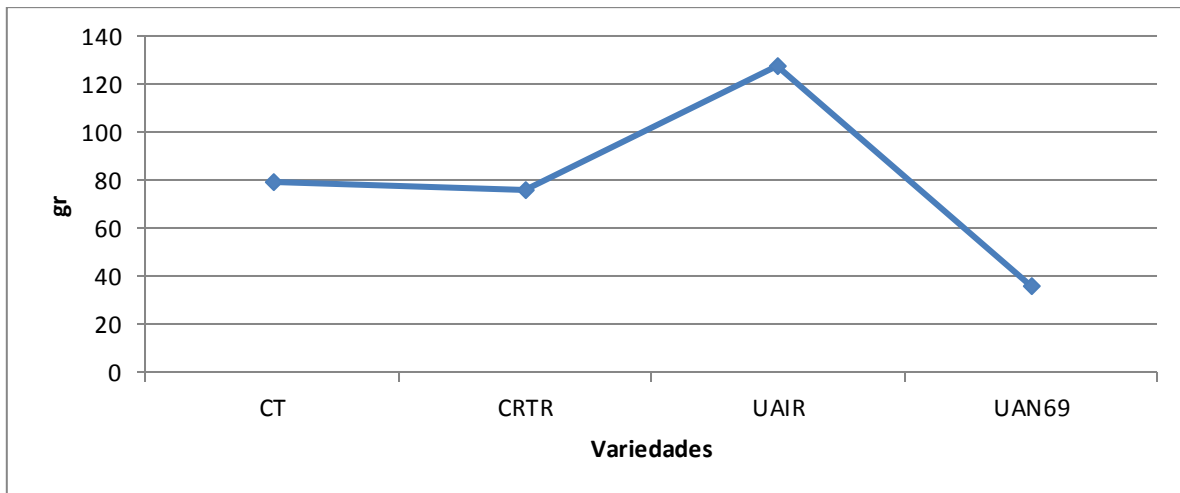


Figura 6. Peso seco por planta evaluada en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

De las cuatro variedades la que mejor peso seco tuvo fue la variedad UAIR con un promedio de 1.15 teniendo mayor significancia.

Por lo contrario la variedad que tuvo menor significancia en peso seco fue la variedad CT con un promedio mínimo de 0.45

Micronutrientes en hoja

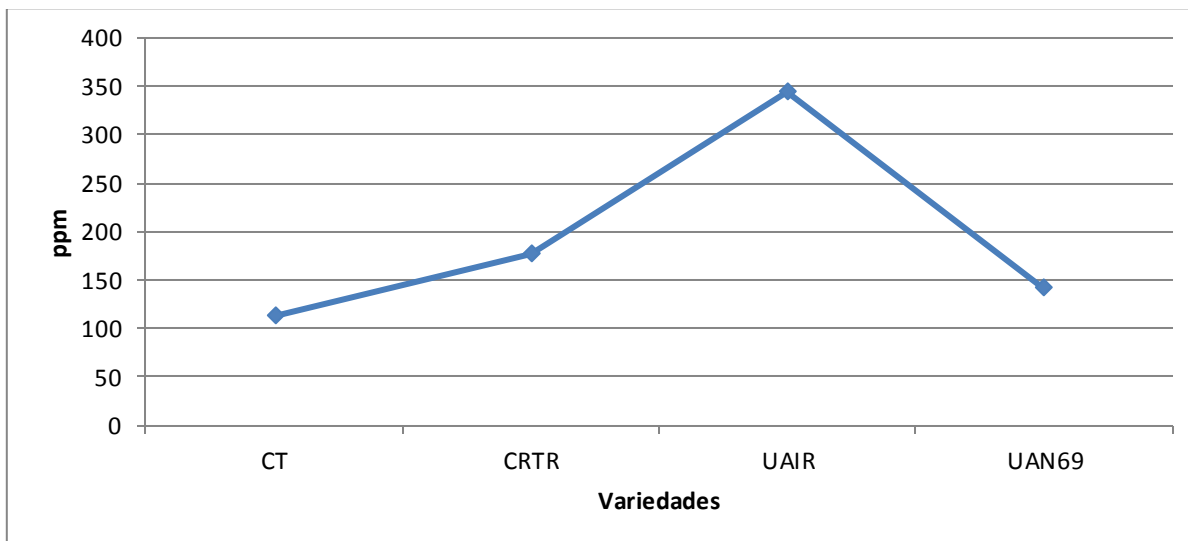


Figura 7. Contenido de Hierro en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

El Fe es un micronutriente para la mayoría de los organismos vivos y es incorporado desde el suelo a la biosfera a través de las plantas (Theil y Briat 2004).

En el estado vegetativo la variedad UAIR presentó mayor contenido de Fe con un valor de 350 ppm en las hojas, en seguida esta la variedad CRTR 180 ppm, después esta la variedad UAN69 con un valor de 147 ppm y la variedad que menor concentración de Fe tuvo fue la variedad CT.

Caruso *et al* (2005) describe que el rango óptimo de suficiencia para Fe está entre 33 -130 ppm.

Con base a lo que se observa en la gráfica se determina que la variedad UAIR tiene muestra una alta concentración de hierro (Fe) con un valor de 347 ppm, en tanto que la variedad CRTR es la que obtuvo una concentración normal con 175 ppm y por su parte las variedades UAN69 y CT muestran valor por debajo de lo normal.

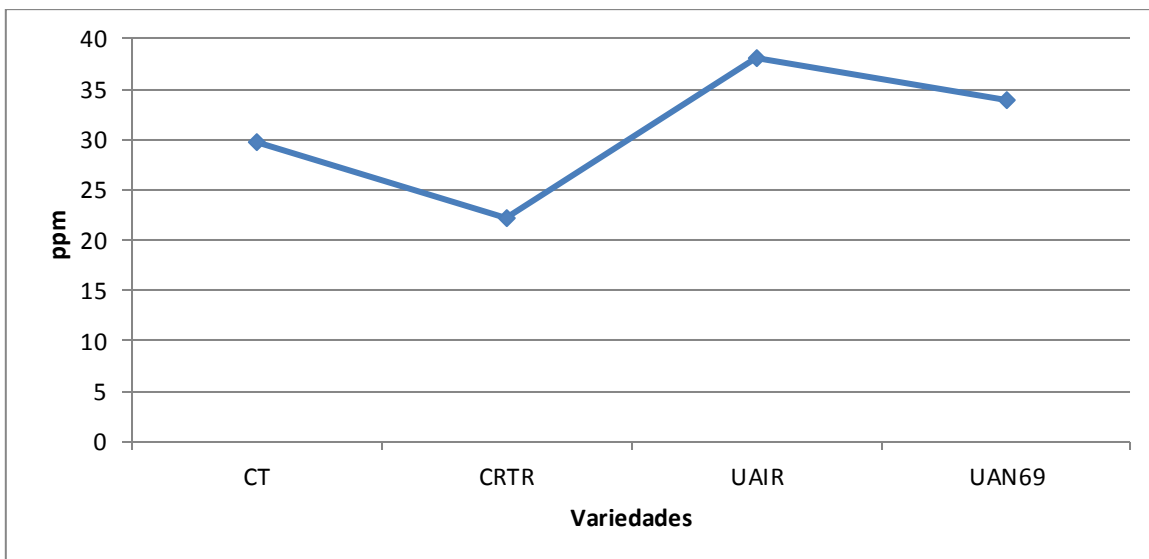


Figura 8. Contenido de zinc en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016.

El Zn es importante en la regulación del crecimiento vegetal y participa como activador de numerosas enzimas como anhidrasa carbónica e interviene en la síntesis de proteínas la deficiencia de Zn se presenta en brotes nuevos de la planta. (Favela, *et al.* 2000)

La variedad que obtuvo un mayor contenido de Zn fue UAIR con 38ppm un promedio significativo de las demás variedades que tuvieron un contenido de Zn inferior o similar.

Y la variedad que obtuvo menor cantidad de Zn fue CRTR con 22ppm

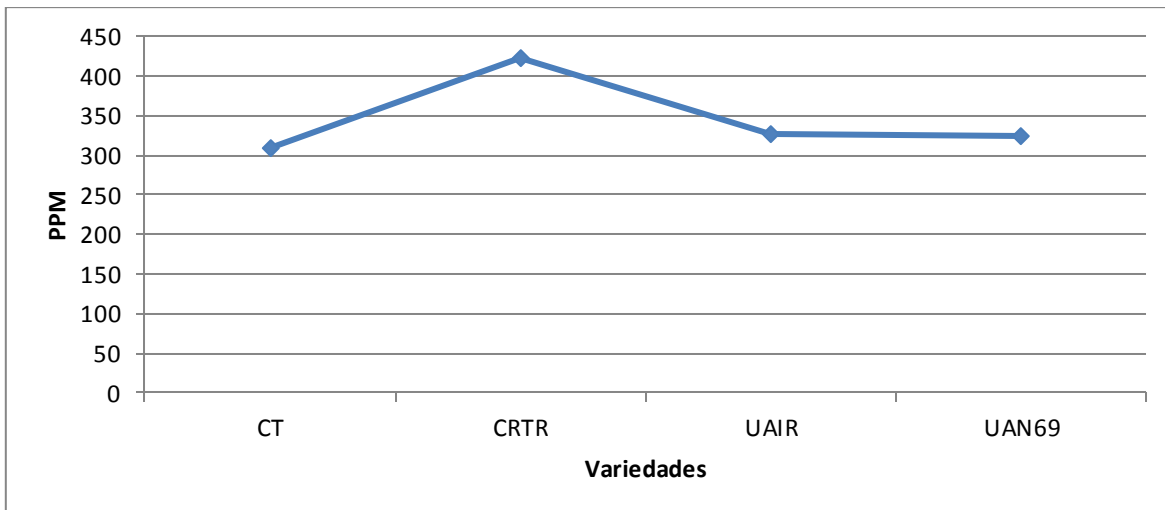


Figura 9. Contenido de magnesio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016.

El Mg es un micronutriente esencial para la síntesis de clorofila su función principal está relacionada con la activación de enzimas como la arginasa y las fototransferasas. (Romheld y Mars, 1993)

De las 4 variedades la que tuvo significancia y por lo tanto una mayor concentración de Mg fue la variedad CRTR con un valor de 430 ppm.

Y la que menor significancia obtuvo fue CT con un valor de 310 ppm.

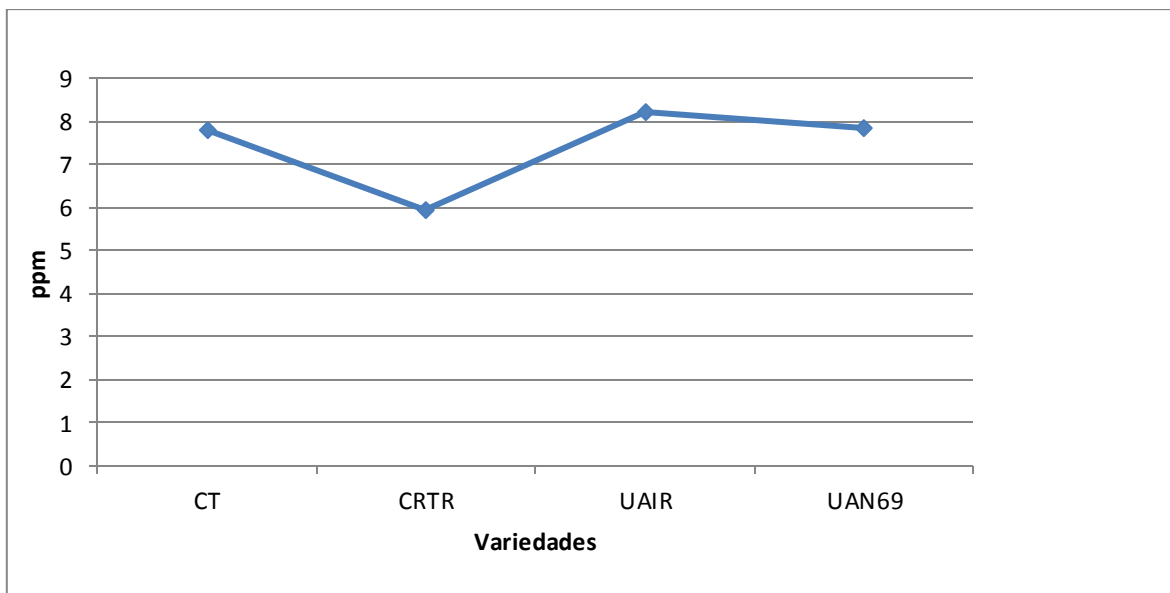


Figura 10. Contenido de Cobre en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD. Culiacán, Sin. 2016

El Cu es un micronutriente que se encuentra presente en diversas enzimas o proteínas implica en los procesos de oxidación y reducción (Raven *et al*, 1999).

De las cuatro variedades la mayor concentración de Cu se observó en la variedad UAIR seguida por las variedades CT y UAN69 las que presentaron igual concentración de Cu, por el contrario la variedad CRTR fue la que tuvo una menor concentración de Cu con un valor de 6 ppm

Macronutrientes

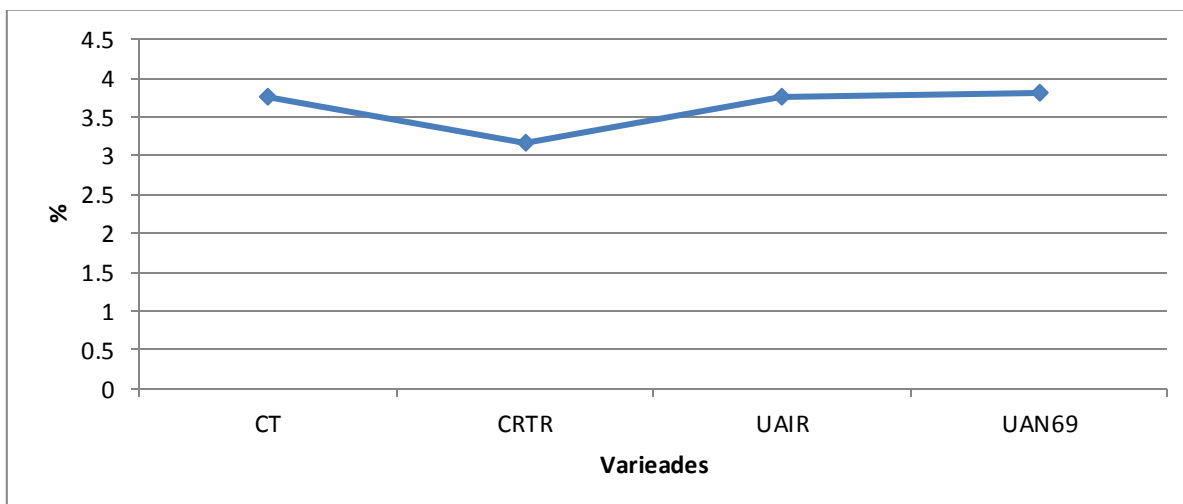


Figura 11. Contenido de Nitrógeno en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD Culiacán, Sin. 2016.

El nitrógeno (N) es el elemento mineral que las plantas necesitan en grandes cantidades y es considerado el nutriente limitante para el crecimiento y rendimiento de los cultivos. (Antal, *et al*, 2010.).

El N es el que más acumula la planta de Jamaica en mayor cantidad cuando está en la etapa reproductiva.

En la gráfica observamos que las cuatro variedades son similares ya que obtuvieron buena concentración de N, la variedad UAN69 con un valor de 3.9 %, la cual muestra ligeramente mayor concentración, en comparación con la variedad CRTR que obtuvo menor cantidad con un valor de 3.3%, sin embargo cabe indicar que esta variedad está dentro del rango de lo requerido de la planta

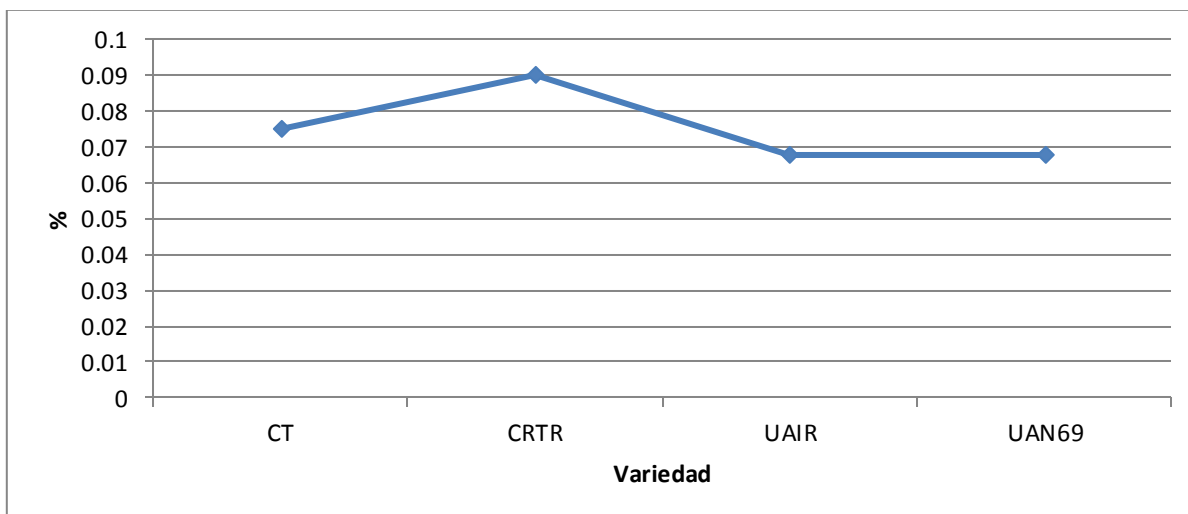


Figura 12. Contenido de Fósforo en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL CIAD Culiacán, Sin. 2016.

El P es un elemento esencial para las plantas y se requiere una mayor concentración en los tejidos dependiendo el tipo de cultivo. (Jeschke *et al*, 1996)

El contenido de P en las diferentes variedades de Jamaica resultó altamente significativo, donde las variedades mostraron concentraciones de 0.069 a 0.09 por ciento siendo la variedad CRTR la que obtuvo 0.09% mientras que las variedades UAIR y UAN69 mostraron concentraciones de 0.069%.

Los resultados obtenidos difieren a los encontrados por (Jeschke *et al*, 1996)

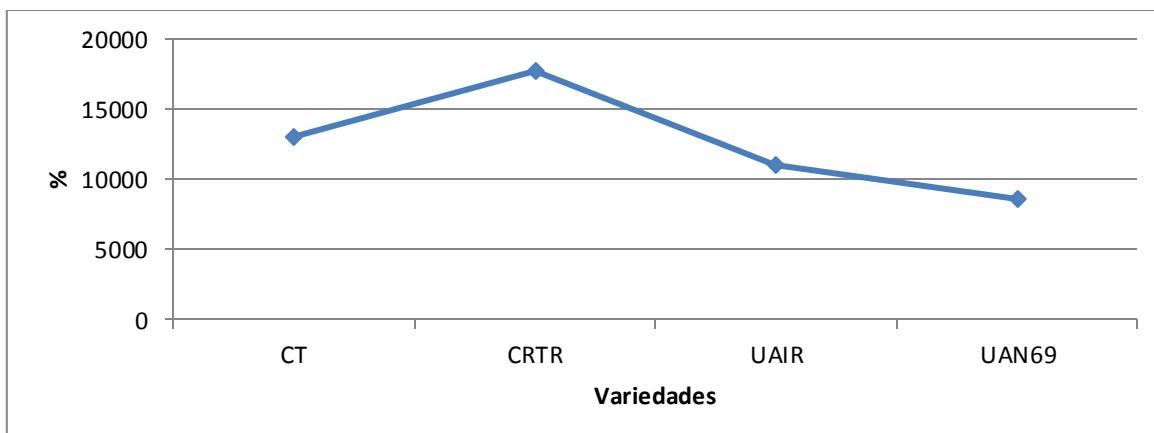


Figura 13. Contenido de Potasio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán, Sin 2016.

De las cuatro variedades de Jamaica evaluadas, la variedad que obtuvo una mayor concentración de potasio fue CRTR con aproximadamente 18,000 ppm, en tanto que UAN69 solo concentró 8,000 ppm, igualmente CRTR resultó con mayor concentración de fósforo, lo que no ocurre con la concentración de nitrógeno, lo cual indica cierta ineficiencia en cuanto a la capacidad de concentración de este elemento.

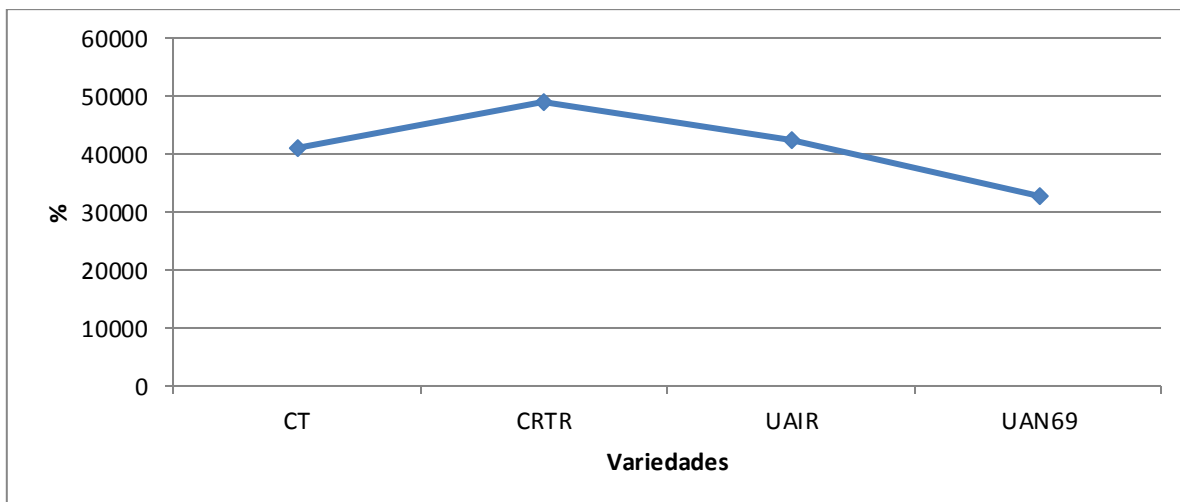


Figura 14. Concentración de calcio en 4 variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. Culiacán, Sin. 2016.

Referente a la cuantificación de la concentración de calcio en las variedades evaluadas se observó que la variedad CRTR fue la que mostró mayor concentración de este elemento menor, observándose una correlación de la concentración de calcio con la concentración de fósforo y potasio en relación a esta variedad; por el contrario la variedad UAN69 es la que muestra menor concentración de calcio así también lo mismo mostró con la concentración de fósforo y potasio

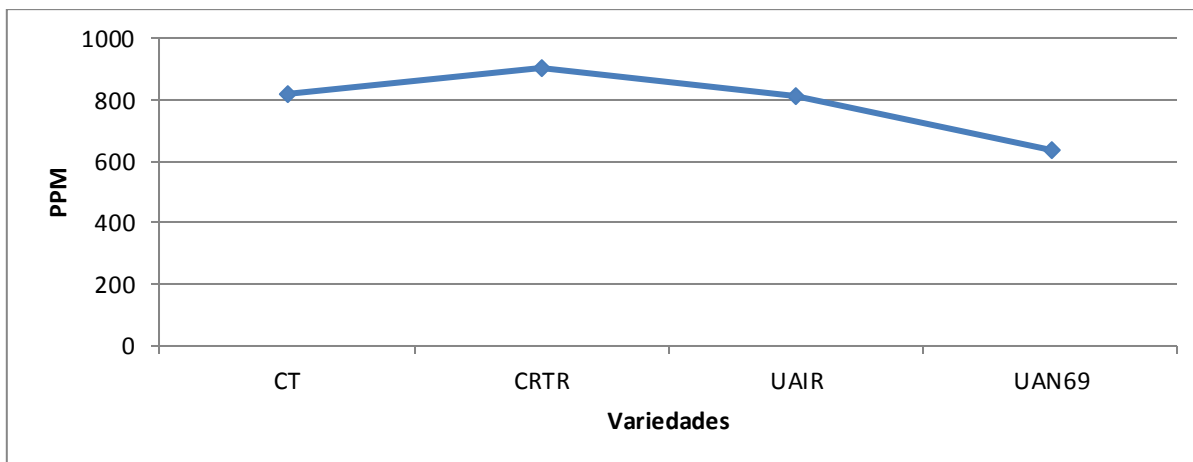


Figura 15. Contenido de sodio en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán. Sin, 2016.

El sodio estimula el crecimiento a través del alargamiento celular y puede sustituir al potasio como un soluto osmóticamente activo (Gil-Martínez, 1994).

De las cuatro variedades la variedad que mayor concentración de sodio tuvo fue la CRTR con un promedio de 875ppm, esta variedad ha tenido una mayor concentración de minerales en la hoja de la Jamaica. Por lo contrario la variedad que menor concentración de sodio tuvo fue variedad UAN69 con un promedio de 625ppm.

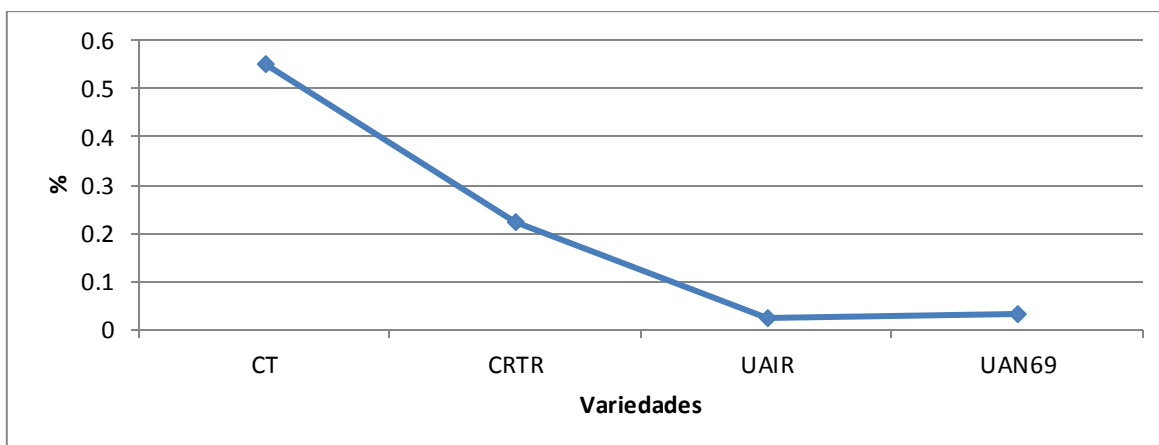


Figura 16. Contenido de azufre en cuatro variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero. UAAAN-UL. CIAD Culiacán. Sin, 2016.

La concentración de S en las cuatro variedades de Jamaica no fue tan estable la variedad que más concentración de azufre fue la variedad CT con un promedio de 0.58 y las que menos concentración tuvieron son UAIR con 0.2

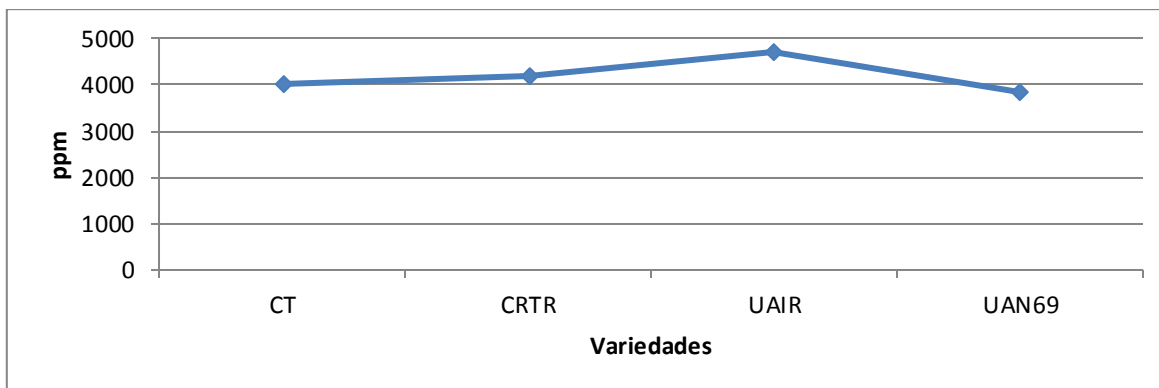


Figura 17. Contenido de cobre en 4 variedades de Jamaica evaluadas en condiciones de invernadero en UAAAN UL. CIAD Culiacán, Sin. 2016

El papel más importante que desempeña en la planta es el cobre por su presencia en el centro de las moléculas de clorofila y por esto es esencial en la fotosíntesis, también está involucrado en el metabolismo de proteínas (Mengel y Kirkby, 2001),

De las cuatro variedades la que mayor concentración de cobre tuvo fue la variedad UAIR. Con un promedio de 4975.ppm

De lo contrario la variedad que menor concentración de cobre tuvo fue la variedad UAN69 con un promedio de 3999.ppm

V. CONCLUSIONES

La variedad UAIR fue la mejor en cuanto a mayor concentración de fierro.

Las mejores variedades por su alta capacidad de concentración de minerales como fierro, zinc, magnesio y cobre fueron UAIR y CRTR.

En cuanto a nitrógeno por la alta capacidad de concentración de este elemento, las mejores variedades fueron UAN69 y CRTR.

El comportamiento de las variedades en cuanto a concentración de fósforo resultó mejor CRTR.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Cruz, *et al* .Enero-abril 2013. Caracterización morfológica de una muestra etnográfica de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Revista Chapingo serie horticultura.vol 1. Universidad autónoma Chapingo México.
- Acevedo Villanueva, R. and M. A. Lasso Mendoza. 2014. Evaluación de la producción de plántulas de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Diferentes Sustratos Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.
- Alarcon C. N. Legaria S. Porfirio, J.2013. Caracterización Morfológica de una muestra etnografica de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura. Vol 19. Num 1. Universidad Chapingo México. P 80-98.
- Álvarez, C. y Velozo, C.(1974). Contribución a la caracterización de suelos del área basáltica alrededores de Laureles, Depto. de Salto; primera aproximación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. P 30.
- Anónimo. 2005. Anuario Estadístico del Estado de Guerrero. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. pp: 30-50.
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/español/sistemas/aee05/estatal/gro/index.htm> [26 Abril del 2018]
- Antal, T.; Mattila, H.; Hakala-Yatkin, M.; Tyystjärvi, T. and Tyystjärvi, E. 2010. Acclimation of photosynthesis to nitrogen deficiency in *Phaseolus vulgaris*. *Planta* 232:887-898.
- APHA 1995. (American Public Health Association, US); AWWA (American Water Works Association, US); WPCF (Water Pollution Control Federation, US).Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid, Díaz de Santos, S.A., 2-1 a 2-105, 3-1 a 3-186, 4-1 a 4-235, 9-1 a 9-179.
- Aragón García, A., *et al*, 2008. Control de plagas de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Con *Gliricidia sepium* (Jacq.) en Chiautla de Tapia, Puebla. Avances en

investigación agropecuaria. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria.

Ariza-Flores R., V. Serrano A., S. Navarro G., M.E. Ovando-Cruz., E. Vázquez-García., A. Barrios-Ayala., A.C. Michel-Aceves., S.H. Guzmán-Maldonado., M.A. Otero-Sánchez. 2014. Variedades mexicanas de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Alma Blanca y Rosalíz de color claro, y Cotzaltzin y Tecoanapa de color rojo. Revista fitotecnia Mexicana. 37(2): 181-185.

Aquilla, R. C: Astorga, y., Jiménez, F. 2006. Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenta del río Jabonal, Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiental 48: 81-92.

Bahaelden, B.M.; Abdelatif, A.S.; Abdelhafiz, A.D. 2012. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Sudan, cultivation and their uses. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 1(6):48-54. <http://www.bepils.com/may2012/10.pdf>

Cano Zepeda, J. 2004. El cultivo de jamaica orgánica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en México. Agroproductos y servicios orgánicos de Uruapan, Michoacán.

Cardenas, L.I. M. 2015. Respuestas del cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes en la parroquia teniente Hugo Ortiz. Tesis Universidad Central del Ecuador facultad de Ciencias Agrícolas carrera de Ingeniería Agronómica Quito Ecuador.

Caruso, T.; Barone, E.; Marra, F.; Sottile, P.; La Mantia, F.; De Pasquale, C. 2005.

Effect of rootstock on growth, yield and fruit characteristics in cv. Bianca pistachio (*Pistacia vera* L.) trees, XIII Grempa Meeting on Pistachios and Almond 1- 5 June 2003/ Mirandela- Portugal. Options Méditerranéennes. 63:117-122.

Cid-Ortega, S and J. Guerrero, Beltran. 2012. Propiedades Funcionales de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental. Temas selectos de ingeniería de alimentos.

- Clydesdale, J. H. Main, and F. J. Francis. 1979. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Anthocyanins as Colorants for Beverages and Gelatin Desserts. *Journal of Food Protection*: March 1979, Vol. 42, No. 3, pp. 204-207.
- Contreras G. José Ángel, Jesús M. Soto Rocha, Alfredo Huchin Ch. 2009. Tecnología para el Cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Quintana Roo. Folleto Técnico No. 3. CIRS Campo Experimental Chetumal.
- Contreras G. José Ángel, Jesús M. Soto Rocha, Alfredo Huchin Ch. 2009. Tecnología para el Cultivo de Jamaica en Quintana Roo. Folleto Técnico No. 3. CIRS Campo Experimental Chetumal.
- Díaz Pérez, B., et al. 2011. "El cultivo de rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.)." Congreso de Estudiantes Universitario de Ciencia, Tecnología e Ingeniería Agronómica Universidad Politécnica de Madrid.
- Diouf, M., Gueye, M., Faye, B.; Dieme, O. and Lo, C. 2007. The commodity systems of four indigenous leafy vegetables in Senegal. *Water SA* 33(3): 343-348 special edition.
- Duke, J. A. 1983. (*Hibiscus sabdariffa* L.). Germ plasm Resources Laboratory. Maryland, USA, Mimeografiado. 8 p
- Favela, C. H.; Cortes, G. G.; Alcántar, B. J.; Etchevers, C. A. and Rodríguez, A. J. 2000. Aspersiones foliares de zinc en nogal pecanero en suelos alcalinos. *Terra* 18:239-245.
- Fernández P L 2011). Plagas, enfermedades y sabers agrícolas en el caribe, un estudio de caso. Centro de Ciencias Humanas y Sociales CSIC.
- Galicia-Flores, L. A.; Salinas-Moreno, y.; Espinoza, García, B. M.; Sánchez-Feria, C. 2008. Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 14(2) 121-129. <http://>

www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/abe2f9c3ec926a671fddfb_d99e82d1ef.pdf [Noviembre 2017]

García, M., E. 1995. Efecto del deterioro de tres tamaños de semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), bajo diferentes periodos de envejecimiento acelerado. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Edo de México. 81 p

Gil-Martínez, F. 1994. Elementos de fisiología vegetal: relaciones hídricas nutrición mineral, transporte, metabolismo, editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 105.

Hacher L. E., Kosson, D. S., Young, L. Y., Cowan, R. M. 2001. Measurement of Iron (III) bioavailability in pure iron oxide minerals and soils using anthraquinone-2,6-disulfonate oxidation. Environ Sci. Technol. 35:4886-4893.

Hem, J.D. 1985. Study and Interpretation of the. Chemical Characteristic of Natural Water (en línea) 3 ed. USA, U. S. Geological Survey Water Supply Paper 2254. 225 p. consultado 19 de abril de 2016. Disponible en <http://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/html/pdf.html>. Febrero 2018

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6408/Influencia_de_uso_del_suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Abril 2018]

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96253/Jamaica_monografias.pdf. [Abril 2018]

https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf [Abril 2018]

Jeschke, W. D.; Peuke, A.; Kirkby, E. A.; Pate, J. S. and. Hartung, W. 1996. Effects of P deficiency on the uptake, flows and utilization of C, N and H₂O within intact plants of. *Ricinus communis* L. J. Exp. Bot. 47:1737-1754

Martínez Sánchez, C. 2010. "Etiología e incidencia de hongos asociados al manchado de cálices de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) En Guerrero, México." Tesis. Montecillo, Texcoco, Edo. De México

- Martínez, E. 1992. Diagnóstico de la situación actual del cultivo de la rosa de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), en los municipios de Granados, El Chol y Salama del departamento de Baja Verapaz. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala
- Mc Caleb, R.S. 2000. Hibiscus. Production. Manual (*Hibiscus sabdariffa* L.). 10 de mayo de 2014
- Mccaleb, R.1996. Manual de producción de roselles (*Hibiscus sabdariffa* L.) Herb. Research. Fundación USA.
- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 2001.Principles of plant nutrition.5th Edition.KluwerAcademic Publishers. The Netherlands. 849 pp.
- Meza Chavarría, P. 2012. Guía: flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Nicaragua: ADES. 25 p
- Moreno D. R. 1978. Clasificación de pH Del suelo, contenido de sales y nutrientes asimilables. INIA-SARH. México D.F.
- Morton, J. F, 1987. Fruits of Warm Climates.Miami: Echo pointbooks y Media. Págs. 281-286.
- Morton, J. F. 1987. Roselle. In: C.F. Dowling (Ed). Fruit of warm climates.Media.Inc. Greensboro, NC.
- Ocampo A, E. R. 1990. Estudio vegetativo y reproductivo de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) asociada con maíz. Tesis profesional. CSAEGRO. Iguala. Guerrero, México. 10 p.
- OMS (Organización Mundial de la Salud, US). 1999. Guías para la calidad del agua potable. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. 2 ed. Ginebra: OMS. V. 3, 255 P.

- Orozco, B. C; Pérez, S.A; Gonzales, D.M.N; Rodríguez, V.F; Alfayate, B.J.M. 2005. Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. Madrid, España, Thomson. 97-100.
- Patiño, N.A. 1995. Cultivo y aprovechamiento de la Jamaica. Dirección general de extensión Agrícola .Chapingo México 2-10 p.
- PIN-DER, D; GOW-CHIN, y. 1997. Antioxidative activity of three herbal water extracts. Journal Food Chemical 60: 639-645. doi: 10.1016/S0308-8146(97)00049-6
- Ramos Grajales, y. k. 2011 interacción de (*phytophthora*) parasítica Dastur) y (*Fusarium oxisporum Schlechtend*) en el cultivo de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Tesis UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Rojas, P. J. P. 1999. Perspectivas de ampliación del mercado de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), del Estado de Guerrero. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Económico Administrativas, Universidad Autónoma de Chapingo. Edo de México.67 p.
- Rojas, R. 2002. Guía para la Vigilancia y Control de la calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente (OPS/CEPIS). 353 P.
- Romano, C, M, M. del S. Luna, F, V, G. Romero, R, C, O. 2017. Estrategia para el fortalecimiento de la producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Huaquechula, Puebla. Revista Edúcate conciencia. Tepic, Nayarit. México Vol., No. 16. 140-153p.
- Romero, R.J.A. 1999. Calidad del Agua. 2 ed. México, Alfa omega Grupo Editor, S.A. 176 p.
- Romheld, E. and Marschner, H. 1993. Function of micronutrients in plant. Mortvedt, J. J.; Cox, F. J.; Shuman, L. M. and Welch, R. M. In: micronutrients in agriculture. 2th (Ed.). J. Amer. Sochort. Sci. Madison Wisconsin. 297-328.

- S. Domínguez D, A Domínguez López, A. Gonzales Huerta y S Navarro Galindo. 2007. Genética de imbibición e Isotermas de adsorción de humedad de la semilla de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Universidad Autónoma del Estado de México Revista Mexicana de Ingeniería Química vol. 6.
- Sharpley, A.N; Daniel, T; Sims, T; Lemunyon, J; Stevens, R; Parry, R. 2003. Agricultural Phosphorus and Eutrophication. 2 ed. Washington, D.C., USA, United States Department of Agriculture. pp.
- Teniente, O.R. 1983. Respuestas de la fertilización mineral y densidades de población por el sistema de producción Maíz- Jamaica en la región de Tecoaapa, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Monterrey. Monterrey N.L. 56p.
- Theil, E. C. and Briat, J. F. 2004. Plant ferritin and non-heme iron nutrition in humans. Harvest plus. Technical monograph series. 293 pp
- Toral F, J, R, 2006. Fuente de fertilización Orgánica para el Establecimiento del cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Tesis de maestría Universidad de Guadalajara Centro de Ciencias Agronómicas Departamento de producción Agrícola coordinación de posgrado.
- Toral, F.J.R., Pérez, G.A., Carreón, A.J., Martínez, R.J.L., Rodríguez, R.R. and Casas, S.J.F. 2005. Niveles de fertilización mediante vermicomposta en el cultivo de la Jamaica. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA 193-197.
- Tseng, T.; kao, T.; Chu, C.; Chou, F.; LIN, W.; Wang, C. 2000. Induction of apoptosis by *Hibiscus* Protocatechuic Acid in Human Leukemia Cells via Reduction of Retinoblastoma (RB) Phosphorylation and Bcl-2 expression. Biochemical Pharmacology 60: 307-315. doi:10.1016/S00062952(00)00322-1
- Ucan C, I. 1993. Respuesta a la fertilización en el cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. Pp 5-6.

Urbina Torres, F. 2009. Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado Agrícola, cultivo de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) MCA/ Nicaragua, contrato.No/CRM/IDG/DAF/21/C/0208/00661.Chemic international, Inc.

Watt, J. M. & M. G. Breyer–Brandwijk.1962. The medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa. 2nd ed. E. & S. Livingstone, Ltd., Edinburgh and London.1457 p.