

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Evaluación de Fertilizantes Quelatados en la Producción y Productividad de Berenjena (*Solanum melongena*) en Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ ALFREDO AGUILAR LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial

para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Evaluación de Fertilizantes Quelatados en la Producción y Productividad
de Berenjena (*Solanum melongena*) en Condiciones de Invernadero

Por:

JOSÉ ALFREDO AGUILAR LÓPEZ

Tesis

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobado por:



Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal



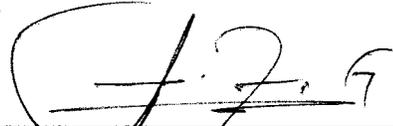
Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente
Coasesor



M. C. Felipe Abencerraje Rodríguez
Coasesor



M. C. Alejandra R. Escobar Sánchez
Coasesor suplente
"ANTONIO NARRO"



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre, 2013

DEDICATORIA

*Por ser siempre la primera en levantarse y la última en acostarse. Por dar todo sin esperar nada a cambio. Por escucharme sin juzgar. Por poner siempre una tirita a mis heridas. Por hacer que termine en sonrisa lo que comienza con lágrimas. Por eso y mucho más, mis triunfos se la dedico a la mejor **MADRE** del mundo. Porque de ella aprendí que la vida no es más que luchar y luchar, y que es necesario salir adelante sin importar la condición de vida en que estemos, que siempre hay que tener la frente en alto en cada instante en cada segundo de vida que Dios no regala y que la vida es un riesgo y por lo tanto todo aquel no se arriesga, simplemente no es nadie y no llegara en nada.*

*A mí **PADRE** y a mis tres hermanos, mis triunfos también se la dedico a ellos, porque reconozco que sin el apoyo económico y moral de todos ellos no hubiera llegado a ser lo que ahora soy, porque de una u otra forma ellos intervinieron directa o indirectamente para poder lograr terminar mi carrera.*

*A la **VIDA** también se la dedico mi triunfo, para que vea que yo puedo, que todo en esta vida se puede. Y que a pesar de los fracasos se puede salir adelante.*

AGRADECIMIENTOS

*Antes que a nadie, agradezco a **Díos**, porque reconozco que gracias a él soy lo que soy, estoy donde estoy y vivo gracias a él. Gracias Dios de todos porque en las buenas y en las malas usted siempre me dio fuerza, valor y coraje para salir adelante y lograr mi carrera, gracias porque me dio salud y dinero para poder solventar mis necesidades económicas. Gracias Dios por darme la fortaleza, la confianza y la Fe en mí mismo y poder vencer las dificultades y adversidades durante el trayecto de mi carrera y así poder superarme. Mil gracias.*

A mí Padre y Madre, César, Edy y Nelly, gracias porque fueron parte importante para poder lograr mi sueño, gracias por su apoyo, cariño y amor, y por alentarme fuertemente cada vez que hubo oportunidad. Mil gracias Familia querida.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, totalmente agradecido con ella, por darme el privilegio de ser parte de ella y sobre todo por darme la oportunidad de terminar mi carrera en dicha institución y lograr ser un profesionalista. Por su infraestructura que me acobijó durante los más de 4 años de mi carrera. Gracias Alma Terra Mater y siempre estarás en mi corazón siempre serás mi segundo hogar.

A mi asesor de Tesis, el Prof. Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente por ser el alma de este proyecto, una persona sencilla y

f fuente de motivación, que sin apenas conocerme, confió en mí y, durante el tiempo de trabajo me ha aportado una buena información científica, convirtiéndose en un gran maestro para mí. Muchas gracias Doctor.

Al Prof. Dr. Emílio Rascón Alvarado por su participación y apoyo en este trabajo. Gracias Doctor.

Al Prof. M. C. Felipe Abencerraje Rodríguez por su apoyo y consejos. Gracias Ingeniero.

A todo el personal que labora en el Departamento de Suelos, Gracias porque fueron punto importante para mi formación académica.

A todos mis compañeros y amigos de la generación, gracias por su amistad y apoyo, siempre estarán en mi corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICAS	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo	4
1.2. Objetivos específicos	4
1.3. Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Descripción del cultivo de la berenjena	5
2.1.1. Botánica	5
2.1.2. Origen	6
2.1.3. Taxonomía.....	8
2.1.4. Características botánicas.....	8
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	9
2.1. Importancia de la Berenjena	11
2.2. Definición de quelatos	12
2.3. Descripción de quelatos	13
2.4. Función de los agentes quelantes	14
2.5. Uso de los fertilizantes quelatados en cultivo.....	15
2.6. Hierro (Fe)	15
2.6.1. En hierro en las plantas	15
2.6.2. Formas de absorción del hierro en las plantas	16
2.6.3. Funciones metabólicas del hierro en las plantas	17

2.6.4. Síntomas de deficiencia del hierro	17
2.6.5. Exceso del hierro en las plantas	18
2.6.6. Sinergismo y antagonismo del hierro	19
2.7. Cobre (Cu)	19
2.7.1. El cobre en las plantas	19
2.7.2. Formas de absorción del cobre	20
2.7.3. Funciones metabólicas del cobre	21
2.7.4. Síntomas de deficiencia del cobre.....	21
2.7.5. Exceso del cobre en las plantas	22
2.7.6. Sinergismo y antagonismo del cobre	23
2.8. Zinc (Zn)	23
2.8.1. El zinc en las plantas	23
2.8.2. Formas de absorción del zinc	24
2.8.3. Funciones metabólicas del zinc	24
2.8.4. Síntomas de deficiencia del zinc.....	25
2.8.5. Exceso del zinc en las plantas	26
2.8.6. Sinergismo y antagonismo	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. Ubicación del experimento	28
3.2. Material vegetal utilizado	28
3.3. Siembra	29
3.4. Establecimiento del experimento.....	29
3.4.1. Mezcla del suelo	29
3.4.2. Transplante	29
3.4.3. Riego	29
3.5. Descripción de los tratamientos	30
3.6. Tratamientos utilizados	30
3.6.1. Palaubioquim Fe 6%.....	30
3.6.2. Palaubioquim Zn 6%.....	31
3.6.3. Tradecorp Fe: Quelato EDTA de Fe	31
3.6.4. Tradecorp Cu: Quelato EDTA de Cu	31

3.6.5. Tradecorp Zn: Quelato EDTA de Zn	32
3.7. Aplicación de los tratamientos.....	33
3.8. Programa de nutrición	33
3.9. Cosecha	34
3.10. Diseño experimental.....	34
3.11. Variables evaluadas	34
3.11.1. Número de hojas.....	34
3.11.2. Número de flores	34
3.11.3. Número de frutos	35
3.11.4. Altura de la planta.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
4.1. Variables evaluadas.....	36
4.1.1. Número de hojas.....	36
4.1.2. Número de flores	37
4.1.3. Número de frutos	38
4.1.4. Altura de la planta	39
V. CONCLUSIONES	43
VI. LITERATURA CITADA.....	44
VII. APÉNDICE	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1	Tratamientos estudiados en el experimento	48
2	Análisis de varianza de la variable número de hojas	48
3	Análisis de varianza de la variable número flores	48
4	Análisis de varianza de la variable número de frutos	48
5	Análisis de varianza de la variable altura de la planta	48
6	Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable numero de hojas	49
7	Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable numero de flores	49
8	Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable numero de frutos	49
9	Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable altura de la planta	49

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Figura N°		Página
1	Tratamientos estudiados en el experimento	36
2	Análisis de varianza de la variable número de hojas	37
3	Análisis de varianza de la variable número flores	38
4	Análisis de varianza de la variable número de frutos	40

RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende comprobar el efecto de la aplicación de Fertilizantes Quelatados en el cultivo de Berenjena (*Solanum melongena*) en Condiciones de Invernadero, esto con el objetivo de determinar si tiene efecto positivo en la producción y la productividad de dicho cultivo. El experimento se llevó a cabo en invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el ciclo primavera-verano en condiciones de invernadero con siembra directa realizada el 11 de Marzo del 2011. Se utilizó un diseño bloques al azar donde se evaluaron cuatro variables, con seis tratamientos para cada una: altura de la planta, número de frutos, número de flores y número de hojas. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis en el programa estadístico SAS versión 9 (SAS, 2009), para detectar diferencia estadística en cuanto a los tratamientos, se empleó la prueba de comparación de medias mediante la metodología Tukey ($\alpha= 0.05$). Obteniéndose como resultado que la aplicación de los fertilizantes quelatados provocó un efecto positivo en las cuatro variables mencionadas anteriormente, ya que todos los valores estuvieron por arriba del testigo, demostrándose que el quelato zinc fue sobresaliente, y con ello se puede considerar que el cultivo de berenjena requiere en proporciones considerables este microelemento, sin descuidar los demás elementos evaluados para la buena producción y productividad al hacerlos necesarios en todas sus actividades fisiológicas.

Palabras Claves: Quelatos, Producción, Productividad.

I. INTRODUCCIÓN

Ramírez (1997), menciona que dentro de la amplia variedad de hortalizas que se producen en el mundo, la berenjena es un cultivo cuya producción va en constante aumento, gracias al comportamiento de la demanda en el mercado internacional. A partir de la segunda mitad de la presente década, la producción mundial de berenjena ha registrado un crecimiento constante, superando la barrera de los 15 millones de toneladas, que en la primera mitad no logró rebasar de acuerdo con el mismo autor.

Aserca (1999), expone que la berenjena es una de las hortalizas desconocida en diversos países, no muy generalizada en algunos y comúnmente apreciada en otros, entre los que destacan China, India, Japón, EUA y algunos países del Mediterráneo. Se ubica dentro de lo que hoy se ha dado por llamar cultivos no tradicionales, entendidos éstos “como aquellos productos que aunque no destacan en las estadísticas comerciales o de producción, son importantes generadores de ingreso a nivel microregional. Esta hortaliza se sitúa dentro de los productos agrícolas denominados hortalizas orientales, no solo por ser originaria del oriente, sino también por los mayores.

La producción mundial de berenjena, conforme a datos de la Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en 2009, que registra los correspondientes a solamente 68 países, se ubica en las 34 millones de toneladas. Se estima que el total real superaría los 45 millones de toneladas, de contarse con los datos del total de los países productores.

A pesar de ello, se destaca en la información disponible una importante evolución en los últimos 15 años, con un incremento del 165% pasando de 12.8 millones de toneladas en 1990 a 34 millones en 2005 (FAO, 2009).

Más del 80% de la producción se concentra en China e India, siendo el primero de estos el responsable de más del 53%, y 30% el segundo. Les siguen en importancia aunque con una participación muy reducida: Egipto con un 3.1%, Turquía 2.9%, Japón 1.2%, Italia 1.1%, Sudan 0.9% e Indonesia con 0.8% (FAO, 2009).

Según Internacional Trade Certer (ITC) (2009), en su informe global, establece que las importaciones totales para el año 2006 se estimaron en US\$278.6 millones, y se comercializó 282,958 toneladas. El crecimiento entre el 2002-2006 fue del 15%. El principal importador es EE.UU, con el 16% de participación del mercado mundial, le sigue Francia y Alemania (15% cada uno), Reino Unido 12%, Canadá, Italia y Países Bajos con 5%, la Federación Rusa con 4%, Siria y Suiza con 3%, Bélgica, Suecia e Irak 2% cada uno. Europa representa el 66% de las importaciones totales de berenjena (ITC, 2009).

En relación a las exportaciones, durante el 2006 se comercializó US\$282.9 millones con una cantidad de 298, 984 toneladas de berenjena. El crecimiento durante el 2002-2006 fue del 12%. España es el principal exportador del mundo, con el 34% de participación; le sigue Países Bajos con 25%, México con 15%, Jordania con 6%, EE.UU 4%, Francia e Italia 2%, Turquía, Bélgica,

Kenia, Alemania, Honduras, China, Malasia, Republica Dominicana 1% (ITC, 2009).

La berenjena, al igual que una gran cantidad de productos hortofrutícolas originarios de otros continentes, han encontrado en nuestro país las características adecuadas para su desarrollo. De tal suerte, la superficie dedicada a su cultivo se ha incrementado regularmente y la producción se ha duplicado en los últimos siete años (Usaid-Red, 2007).

Esta hortaliza presenta, pues, perspectivas muy favorables para la conversión agrícola en México, máxima que casi la totalidad se exporta, y genera mayores beneficios económicos que los productores tradicionales, que deben enfrentar mercados saturados (Usaid-Red, 2007).

Las principales regiones productoras las ubicamos en tres estados:

Sinaloa, considerado como el primer productor del país, ubica su zona productora en el Valle de Culiacán. Cuenta en la actualidad con una gran diversidad de tipos de berenjena, entre las que se encuentran la americana, china, filipina, inglesa, italiana, japonesa, oriental, tailandesa e incluso orgánica, de las que casi el cien por ciento se destina al mercado internacional. La época de cosecha se da durante los meses de noviembre a marzo, extendiéndose en algunas ocasiones hasta mayo (Usaid-Red, 2007).

En el caso de Nayarit, la producción se ubica en la región de Villa Hidalgo, produciendo berenjena de los tipos americana y china durante los meses de noviembre a marzo.

En Morelos, la zona productora se ubica en las regiones de Emiliano Zapata, Temixco y Miacatlán, destinando prácticamente la totalidad de su producción al mercado nacional. La berenjena que se cultiva es la tipo americana, cosechando la mayoría de sus superficies, también durante el ciclo O/I (Usaid-Red, 2007).

Hoy en día, son innumerables las recetas gastronómicas que se pueden hacer con esta hortaliza y a pesar de carecer de poderes afrodisiacos o excitantes, cuenta con otras propiedades entre las que destacan su función como laxante, diurético, estimulante de la secreción biliar, además de facilitar la digestión y reducir el índice de colesterol en la sangre (Usaid-Red, 2007).

De acuerdo con todo lo anterior se pretende comprobar los siguientes objetivos e hipótesis:

1.1. OBJETIVO

Determinar el comportamiento de producción y productividad del cultivo de la berenjena mediante la aplicación de microelementos quelantes.

1.1.1. Objetivos específicos

Cuantificar el número de flores y frutos en el cultivo de la berenjena en base a la fuente de agente quelante.

Identificar el crecimiento en altura en la planta de berenjena en relación a la fuente de fertilizante.

1.2. HIPÓTESIS

Las plantas de berenjena presentan un comportamiento diferente en función del agente quelante aplicado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción del cultivo de la berenjena

2.1.1. Botánica

De acuerdo con Illescas y Vesperinas (1989), mencionan que la berenjena es una planta herbácea anual pero, en climas favorables, puede rebrotar y mantenerse en cultivo más de un año. Su sistema radical es fuerte y está muy desarrollado, tanto en profundidad como lateralmente. Posee un tallo semileñoso, cilíndrico, verde o de color violáceo, piloso, rígido, erecto y de crecimiento indeterminado, alcanzando al aire libre, una altura de entre 0,5 y 1,5 m.

Dimitri (1995), expone que este vegetal tiene un alto porcentaje de agua. Es bajo en carbohidratos, proteínas y grasas por lo que se considera bajo en calorías. El mineral más abundante es el potasio, pero contiene también calcio, magnesio y fósforo en pequeñas cantidades. Con respecto a las vitaminas, podemos encontrar en la berenjena vitamina C, provitamina A en pequeñas cantidades. Este vegetal tiene una característica muy importante: es muy fácil de digerir si está cocida y pelada. No la consuma cruda, pues de esta forma contiene una sustancia llamada "solanina", la cual es tóxica y puede provocar migraña y alteraciones gastrointestinales (Dimitri, 1995).

Según Sarli (1999), expone que las hojas son sencillas, alternas ovadas u oblongo-ovadas y grandes, con los márgenes ligeramente lobulados, recubiertos en el envés de una vellosidad de color grisáceo. También es frecuente la presencia de espinas en las nerviaciones prominentes o en el pecíolo de las hojas, esto de acuerdo con el mismo autor.

Las flores, de color blanco o violeta más o menos intenso según la variedad, suelen aparecer en forma solitaria o bien formando ramilletes de dos o más flores. La corola es rotada, de 2,5 a 4,5 cm. de diámetro. Las anteras tienen de 6 a 8 mm. de largo y el estilo es exerto o inserto. El cáliz es persistente, tomentoso y espinoso (Dimitri ,1995).

Sarli (1999), expone que los frutos son bayas ovoides, cuyo mesocarpio (pulpa) amarillo, rosado o rojo es la parte utilizable. Las variedades con frutos que presentan pulpa rojo-oscura y semillas negras, se prefieren a los de pulpa rosada y semillas claras, de acuerdo con el mismo autor anterior. Los frutos se forman a los 20 meses del trasplante y 6 u 8 meses después maduran. Las semillas son pequeñas, aplastadas, de color marrón y muy abundante, obteniéndose hasta 2.500 semillas/fruto. Su poder germinativo medio en condiciones normales es de 4-6 años (Sarli, 1999).

2.1.2. Origen

De acuerdo con López (2005), menciona que la berenjena se originó posiblemente en el norte de la India, donde se ha encontrado en su estado

silvestre (plantas espinosas de frutos amargos). En la India ocurrió la mayor domesticación de los tipos de fruta grande no-amarga. De allí se diseminó hacia el este, hasta la China, para el siglo 5 dC. China se convirtió en un segundo centro de domesticación de la berenjena, especialmente de los tipos de fruta pequeña. Hacia el oeste fue llevada por los árabes, llegando a España para el siglo 13; probablemente fue llevada a África por los persas. Para el siglo 16 se conocían en Europa variedades de berenjena con espinas y sin espinas en sus tallos, hojas y el cáliz de las frutas. Los españoles la introdujeron al Nuevo Mundo, diseminándose posteriormente por todas las Américas (Usaid-Red, 2007).

La berenjena es originaria de las zonas tropicales y subtropicales asiáticas. Se cultivó desde tiempos muy antiguos en la India, Birmania y China. Hacia el año 1.200 ya se cultivaba en Egipto, desde donde fue introducida en la Edad Media a través de la Península Ibérica y Turquía, para posteriormente extenderse por el Mediterráneo y resto de Europa. Fue en el siglo XVII cuando se introdujo en la alimentación, tras ser utilizada en medicina para combatir inflamaciones cutáneas y quemaduras (Sarli, 1999).

En la región indo-birmana, bajo la selección natural y artificial, estas plantas habrían evolucionado hacia formas domesticadas. La selección tanto en la India como en otras regiones habría producido los cultivares modernos y al mismo tiempo, se habrían desarrollado formas adventicias espinosas. Como alternativa, D'Arcy y Pickett (1991) sugieren que los frutos de especies

silvestres emparentadas con la berenjena podrían haber llegado desde África hasta la India arrastrados por las corrientes marinas.

Muchas de las *Solanaceae*, y en especial muchas de las especies domesticadas del genero *solanum*, son originarias del continente americano. Una interesante excepción la constituyen la berenjena *Solanum melongena* y sus especies relacionadas, las cuales tiene su origen en el Viejo Mundo (Daunay *et al.*, 2001).

2.1.3. Taxonomía

De acuerdo con Gonzales (1984), menciona que la Berenjena pertenece a la familia de las Solanaceae, genero Solanum, orden de los Solanales, es una hortaliza que también se le puede conocer como flor de huevo o nana. Es un cultivo de zonas tropicales y subtropicales, por debajo de los 1600 metros sobre el nivel del mar (msnm). Su ciclo vegetativo va de 70 días luego del trasplante (Benacchio, 1982), 75-150 días (Barandas, 1994), su tipo fotosintético es de las C₃.

2.1.4. Características botánicas

Según expone Benacchio (1982), la berenjena es una planta herbácea anual. Mide de 0,7 a 1,0 m de altura, con varias ramificaciones erectas, pilosas-espinosas. Hojas enteras, ovaladas, grandes (15 a 25 cm de largo) y muy pilosas en la cara abaxial. De acuerdo con Barandas en 1994 las flores se

presentan solitarias o en pequeños racimos, de tamaño mediano, con cáliz de 5 o más sépalos espinosos, con corola de 5 o más pétalos de color violáceo y con estambres que encierran el ovario que después de autofecundación dará origen al fruto o baya que constituye el órgano de consumo. Los frutos de la berenjena son bastante variables, de forma redonda a alargada, de tamaño muy pequeño (2 cm) a grandes (30 cm de largo), de epidermis lisa o corrugada (Barandas, 1994).

Existen diversas variedades de color oscuro, rayadas o de color más claro, alargadas, cortas esto de acuerdo con Barandas (1994). Los frutos brillantes de color negro o morado oscuro son más demandados. La estructura interna de la berenjena en estado inmaduro es comparable a la baya de tomate pero, en la medida que avanza la madurez, se hace difícil distinguir los diferentes tejidos porque las paredes del fruto se fusionan con tejido desarrollado a partir de la placenta, formando una sola masa de tejido parenquimatoso, en el que se encuentran inmersas semillas pequeñas (2 mm) pardas y planas (Daunay *et al.*, 2001).

2.1.5. Requerimientos edafoclimáticos

Según menciona Daunay *et al.*, (2001), es un cultivo de climas cálidos y secos, por lo que se considera uno de los más exigentes en calor (más que el tomate y el pimiento). Soporta bien las temperaturas elevadas, siempre que la humedad sea adecuada, llegando a tolerar hasta 40-45°C. La temperatura

media debe estar comprendida entre 23-25°C.

A temperaturas próximas a la mínima biológica (10-12°C) o a la máxima (40-45°C), se reducen los procesos biológicos, induciendo el retraso del crecimiento y afectando a la floración y la fecundación y posterior desarrollo del fruto. La planta se huela con temperaturas por debajo de los 0°C de acuerdo con Daunay *et al.*, (2001). La temperatura óptima para floración se ubica entre 20 y 30°C (Yuste, 1997).

Se produce preferentemente bajo riego, requiriendo de 340 a 515 mm por ciclo de producción, pero también puede prosperar en regiones con una precipitación anual entre 600 y 1200 mm según Benacchio en 1982, puede tolerar condiciones de sequía (Barandas, 1994).

Según Yuste (1997), la humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 65%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento. Efectos similares se producen cuando la humedad relativa es escasa. Tan importante como el valor de la humedad relativa, es el del déficit de presión de vapor, que depende de la humedad ambiente y la temperatura, siendo conveniente valores comprendidos entre los 4 y los 5 gramos sobre metro cúbico (g m^{-3}) (Yuste, 1997).

De acuerdo con Yuste (1997), menciona que es una planta muy exigente en luminosidad, requiere de 10 a 12 horas de luz, por lo que en días cortos (otoño-invierno) es necesario aprovechar al máximo las horas de luz para evitar el ahilamiento, malformación de flores y hojas, deficiente fecundación, frutos deformes y pulpa esponjosa, que se agrava en condiciones de humedad relativa superior al 65%.

Este cultivo se puede desarrollar en suelos francos, franco-arcillosos pero bien drenados (Benacchio, 1982). Según investigaciones de Yuste (1997), define que puede prosperar en suelos de textura areno-arcillosa. La textura más favorable es la arcillo-arenosa, de consistencia media (Ibar y Juscafresa, 1987). Requiere suelos profundos (Yuste, 1997), por lo general mayores a 1 m.

Según Ignatieff, citado por Moreno (1992), los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7, aunque en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH comprendidos entre 7 y 8,5. En suelos ácidos presenta problemas de crecimiento y producción (Yuste, 1997). Es menos resistente a la salinidad del suelo y del agua de riego que el tomate y más que el pimiento, siendo más sensible durante las primeras fases del desarrollo (Rozema, 1996).

Los efectos de la salinidad en una planta pueden depender de multitud de factores como la edad (Ayers et al., 1952; Bernstein y Hayward, 1958),

humedad relativa (Hoffman y Jobes, 1978), temperatura (Mozafar y Oertli, 1992) e irradiación (Meiri *et al.*, 1982), entre otros.

Existe la posibilidad de que la sensibilidad a la salinidad se manifieste en un estado temprano de desarrollo, mientras que en estadíos posteriores, aún a niveles medios de sal, el rendimiento en algunos cultivos como la cebolla o la remolacha pueda aumentar (Lunin *et al.*, 1963).

Es moderadamente (< 2.5 mS/cm en el suelo y en el agua <1.7 mS/cm como límite) tolerante a la salinidad (Ibar y Juscafresa, 1987).

2.2. Importancia de la Berenjena

La berenjena (*Solanum melongena* L.), conocida como *eggplant* en Estados Unidos, como *aubergine* en Francia e Inglaterra y como *brinjal* en la India, es una de las pocas especies de solanáceas cultivadas que no es originaria de América. La berenjena se cultiva en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, especialmente en Asia, así como en países del Mediterráneo. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2007), la producción total de berenjena a nivel mundial fue de 32,039.103 t, lo cual la sitúa en el sexto lugar mundial entre las hortalizas en cuanto a producción, siendo únicamente superada por el tomate, la sandía, las coles, la cebolla y el pepino (FAO, 2007).

De acuerdo con datos de la FAO (2007), a nivel mundial los principales productores son: China con 18,000.103 t, y la India con 8,450.103 t. Le siguen, aunque a mucha distancia, Egipto con 1000.103 t y Turquía con 791.103. En Europa se producen 838.103 t, siendo Italia y España los mayores productores con 271.103 t y 185.103 t respectivamente. El rendimiento medio a nivel mundial de berenjena es de 27 toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$), aunque existe una gran variación entre países.

De esta forma, en países como China e India que son los mayores productores de berenjena del mundo, los rendimientos son de 15 y 16 $t\ ha^{-1}$ respectivamente, mientras que en países como España y Francia los rendimientos medios son de 43 y 41 $t\ ha^{-1}$ respectivamente. Unos casos especiales son los de Holanda y Bélgica que gracias a métodos intensivos de cultivo bajo invernadero obtiene rendimientos medios de 420 y 266 $t\ ha^{-1}$ respectivamente, resultando un valor 15 veces mayor al de la media mundial en el caso de Holanda (FAO, 2007).

2.3. Definición de quelatos

De acuerdo a Wozniak y Martineau (2007), un quelato es una molécula en la que un ion metálico (Fe, Cu, Zn, Mn, etc.) se une mediante varios enlaces a una molécula orgánica (agente quelante), de manera que el ion quelato cambia sus propiedades y, normalmente, aumenta su estabilidad en disolución. Estos mismos autores mencionan que en la naturaleza se encuentra un amplio rango

de ligandos, los que satisfacen diversas necesidades de vías metabólicas y controlan el almacenamiento, la liberación y la detoxificación de elementos en las células.

En la actualidad se reconocen seis quelatos que pueden ser utilizados en la agricultura: Ácido etilén-diamino-tetraacetato (EDTA), Ácido pentético o ácido complejo dietilén-triamino-pentaacético (DTPA), Ácido hidroxietilén-diamino-triacético (HEDTA o HEEDTA), Ácido etilén-diamino-di-(o-hidroxip-metil-fenilacético) (EDDHMA), Ácido etilén-diamino-di-(5-carboxi-2-hidroxifenilacético) (EDDHCA) (González, 2007).

2.4. Descripción de quelatos

Garate y Bonilla (2008), mencionan que los quelatos sintéticos más utilizados son los derivados Poliaminocarboxílicos; el EDTA es el agente quelante más conocido, si bien hay otros con los que se obtienen mejores resultados en agricultura, como el EDDHA (Ácido etilén-diamino-diortohidroxifenilacético), que forma con el Fe un quelato más estable.

Aplicaciones foliares y radiculares de microelementos “quelatados” hacen que el microelemento, protegido de la insolubilidad a través del enlace con la molécula quelatante, resulte plenamente disponible a la absorción activa de las raíces o de las células foliares (Calderón, 1997).

La notable eficacia de esta clase de molécula no es debida solamente a su capacidad “físico-química” de proteger el metal de la insolución; siendo la absorción en sí misma un proceso activo y altamente selectivo, los quelatos de síntesis presentan características “bioquímicas” que los hacen ser válidamente “reconocidos” de las enzimas vegetales que se encargan de transportar los micronutrientes al interior de los tejidos vegetales según datos de Salisbury en 1991. Los microelementos pueden ser absorbidos con o sin molécula quelante. Por esta razón, por ejemplo, algunas monocotiledóneas no reconocen el EDDHA como transportador de hierro y por lo tanto el Fe-EDDHA puede resultar una molécula ineficaz en esta clase de plantas en el tratamiento de las deficiencias de hierro (Salisbury, 1991).

2.5. Función de los agentes quelantes

Lucena (2007), menciona que el uso de quelatos es la forma más eficaz de corregir la clorosis, esto por su especial forma de acción, diferente al del resto de los fertilizantes, mientras que en cualquier fertilizante el principio activo es el propio elemento a aportar; en los quelatos el agente quelante que lo acompaña es el responsable principal de incrementar la solubilización, transportarlo hacia la raíz de la planta, ceder el elemento y volver a solubilizar.

Los quelatos son productos de alta estabilidad capaces de mantener los iones metálicos rodeados de una molécula orgánica (agente quelante) de modo que queden salvaguardados del entorno que favorecería su precipitación en forma de hidróxido insoluble y no disponible para la planta (Lucena, 2006).

La eficacia de quelatos está suficientemente contrastada aunque hay que tener en cuenta que deben emplearse siempre los productos adecuados a cada condición agronómica y elemento, a la dosis correcta y con productos que presenten una calidad comercial contrastada (Salisbury, 1991).

2.6. Uso de fertilizantes quelantes en el cultivo

Los nutrientes quelatados/acomplejados han sido utilizados en la agricultura durante miles de años en la forma de fertilizantes orgánicos naturales. En 1952, se introdujeron quelatos sintéticos (Venegas, 2007). Esto estimuló la investigación conducente al desarrollo de formulaciones sintéticas y naturales de agentes quelatantes y minerales quelatados.

Sharma y Dietz (2006), mencionan que el número de estos productos en el mercado aumenta cada año. Los primeros productos usaron ligandos solos tales como lignosulfonatos, ácido cítrico, ácidos húmicos, EDTA sintético, etc.

En los últimos treinta años, se han expandido dramáticamente nutrientes quelatados/acomplejados yendo de varios quelatos sintéticos a glicina y mezclas hidrolizadas de quelatos de aminoácidos (Höfte, 1993).

2.7. Hierro (Fe)

2.7.1. El hierro en la plantas

De acuerdo con Pandilla W (2002), el hierro está formado parte del 0,015% de la materia seca de la planta y la mayor parte está localizada a nivel radicular, y aunque puede parecer poca cantidad, este elemento cumple funciones

importantes en la planta. Bajo condiciones normales de humedad del suelo, capacidad de campo, buena aireación y una fertilización balanceada, no se advierte una deficiencia de este elemento.

El hierro en las plantas es prácticamente inmóvil, de tal forma que la mayor parte se concentra en las raíces y en las hojas hasta la senescencia (Whitehead, 2000), moviéndose únicamente una pequeña proporción hacia los tejidos jóvenes, que son los más afectados en condiciones de escasez.

Los contenidos de hierro en las plantas se encuentran en torno a 100 miligramos por kilogramos (mg kg^{-1}) según Dominguez-Vivancos (1997), mientras que Davies (1980) y Mayland y Wilkinson (1996) consideran como normales rangos entre 25 y 500 mg kg^{-1} y 5-150 mg kg^{-1} respectivamente, incrementándose hasta 1000 mg kg^{-1} según Whitehead (2000).

El pH es un factor que influye de forma decisiva en el equilibrio que existe entre las formas solubles e insolubles del hierro (Whitehead, 2000); así los óxidos e hidróxidos de hierro juegan un papel importante en la disponibilidad y asimilabilidad de este elemento descendiendo esta última a pH mayores de 6.

2.7.2. Formas de absorción del hierro en las plantas

Cristóbal (2009) afirma que la planta lo absorbe de forma activa Fe^{2+} después de ser reducido el Fe^{3+} por una reductasa férrica en el exterior de la planta.

En el suelo, el Fe^{3+} y Fe^{2+} son los dos estados de oxidación en los que el hierro es soluble, siendo los quelatos de Fe(III) los predominantes; aunque depende de la especie en cuestión, por lo general el Fe^{2+} es tomado preferiblemente por la planta (Marschner, 1995).

2.7.3. Funciones metabólicas del hierro en las plantas

De acuerdo con Pandilla W (2002), el hierro es catalizador que ayuda a la formación de clorofila y actúa como portador de oxígeno. También colabora en la formación de ciertos sistemas enzimáticos respiratorios. Debido al papel que tiene este metal para la formación de la molécula de clorofila, el Fe es elemento esencial para la producción de energía en las plantas.

Según Cerveñansky (2011), el Fe en las plantas es un componente de sustancias de oxidación – reducción de respiración y fotosíntesis. Actúa como catalizador y portador de oxígeno y en numerosos sistemas enzimáticos, especialmente respiratorios (Cristóbal, 2009). Promueve la formación de clorofila, mecanismo enzimático que opera en el sistema respiratorio celular, reacciones que involucran la división y crecimiento celular (Eyal, 2008).

2.7.4. Síntomas de deficiencia del hierro

De acuerdo con Marschner en 1995 expone que la deficiencia de Fe es la sintomatología más fácil de reconocer de las provocadas por otros

micronutrientes ya que produce un tipo de clorosis realmente característica. Los síntomas van a variar dependiendo de la edad de la hoja, de la gravedad de deficiencia y en ocasiones de las condiciones del medio.

Debido a que el hierro no se transloca tan fácilmente dentro de la planta; los síntomas aparecen en las hojas jóvenes como clorosis intervenal y el crecimiento se retarda, esto dicho por Cristóbal (2009). De acuerdo con Lara, *et al.*, (2004), la deficiencia limita el desarrollo de la planta y en casos severos causa la muerte de la misma.

2.7.5. Exceso del hierro en las plantas

Soldatini *et al.*, (2000); Donnini *et al.*, (2003), mencionan que de los dos estados de oxidación que presenta en Fe, es el ion ferroso el que puede causar esta sintomatología. En condiciones aeróbicas es muy extraño que se produzca una acumulación de Fe^{2+} en el suelo, sin embargo, en condiciones anaeróbica, el Fe III se reducirá a Fe^{2+} siendo esta las especies más abundante e incrementando la solubilidad de Fe en el suelo. Por lo que la toxicidad de hierro no se conoce en condiciones normales de cultivos, sin embargo en los arrozales esta situación es muy común por lo que la toxicidad de Fe^{2+} puede ser un aspecto nutricional importante que se debe controlar. En las hojas se inicia con pequeños puntos rojizos a marrones sobre la base de esta que acaba propagándose a toda la hoja, que pardea (Soldatini *et al.*, 2000; Donnini *et al.*, 2003).

2.7.6. Sinergismo y antagonismo del hierro

Juárez et al., (1996), indican que altas concentraciones de Fósforo (P) disminuyen la absorción y movilización del Fe en el suelo debido a la formación de fosfatos férricos, o a la adsorción de fosfatos sobre las superficies de los coloides férricos.

Se pueden producir relaciones de antagonismo o sinergismo entre el hierro y otros nutrientes; así en el caso de los micronutrientes las relaciones antagónicas se producen entre Ca-Fe, Fe-Cu, Fe-Zn y Fe-Mn (Loué, 1988).

Las deficiencias de hierro se produce por desbalance iónico, especialmente exceso de cobre y/o manganeso que interfieren en su absorción, dicho por Cristóbal (2009).

De acuerdo con Caraspe (2009), se presenta sinergismo con el Mg

2.8. Cobre (Cu)

2.8.1. El cobre en las plantas

Gran parte de este elemento se encuentra en la planta como plastocianina de la hoja (Dell, 2005). Es componente de diversas enzimas que intervienen en la nutrición de la planta, tiene un papel preponderante en la fotosíntesis y formación de clorofila (Escorcia, 2010). El contenido medio de cobre en planta oscila entre 5 y 20 mg kg⁻¹ sobre materia seca (Loué, 1988). Autores como Whitehead (1995) y Babnik *et al.* (1996) encontraron concentraciones de cobre

en leguminosas que oscilaban entre 5 y 12 mg kg⁻¹, mientras que para gramíneas el rango se encontraba entre 3 y 15 mg kg⁻¹.

Estudios llevados a cabo por Mosquera y González (2001) en Galicia mostraron que las concentraciones más altas de cobre en planta se registraban durante los meses de verano, mientras que los mínimos se producían durante la primavera. Hopkins *et al.* (1994), afirman que las concentraciones de este micronutriente se mantenían estables a lo largo del año, disensión que puede explicarse por las diferentes condiciones climáticas en ambos estudios.

2.8.2. Formas de absorción del cobre en las plantas

El cobre se absorbe por las plantas principalmente de forma activa como Cu²⁺, siendo un elemento que interviene en procesos de oxidación-reducción y que forma parte de varios enzimas (Kabata y Pendías, 1985, Kabata 2000). En solución acuosa, el ion Cu es absorbido muchísimo más rápidamente que el Cobre Quelatado por agentes quelantes como el EDTA (Coombes *et al.*, 1977) o el DietilenTriaminoPentaAcético (DTPA) (Wallace, 1980a, b).

En las raíces (savia exprimida) y en la savia xilemática más del 99% del Cobre se encuentra como quelato. (Graham, 1979). En la savia xilemática y floemática el Cobre muy probablemente se encuentra acompañado con aminoácidos y compuestos relacionados. (White *et al.*, 1981a, b).

2.8.3. Funciones metabólicas del en las plantas

Autores como Eyal (2008), menciona que es activador principal en la fotosíntesis, función principal en la etapa reproductiva, enzimas de la función respiratoria, rol indirecto en la producción de clorofila, incremento en el contenido de azúcares, intensifica el color, mejora el sabor de las frutas y vegetales.

Participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas y enzimas implicadas en procesos de óxido/reducción (Agro.es, 2012)

2.8.4. Síntomas de deficiencia del cobre en las plantas

De acuerdo con Del y Grove (2005), los síntomas típicos de la deficiencia de Cu son clorosis, necrosis, distrofia foliar y muerte descendente. Los síntomas generalmente aparecen en los tejidos de los brotes, lo que es un indicativo de la pobre distribución de Cu en plantas con deficiencia de este nutriente.

La falta de Cu afecta al crecimiento reproductivo (formación de granos, semillas y frutos) mucho más que al crecimiento vegetativo. En las flores de plantas con adecuado suplemento de Cu, las anteras (que contienen polen) y los ovarios tienen mayor contenido y demanda de este nutriente. De igual forma, el polen proveniente de plantas con deficiencia de Cu no es viable (Agarwala et al., 1980).

La deficiencia de Cu disminuye la actividad de esas enzimas, provocando la acumulación de fenoles y la reducción de la lignificación y de sustancias melanóticas. La reducción del transporte fotosintético de electrones, como consecuencia de menores contenidos de plastocianina, una proteína que contiene Cu, disminuye la tasa de fijación de CO₂, de modo que el contenido de almidón y de carbohidratos solubles (especialmente sacarosa) también se reduce (Reuter et al., 1981). Este es el principal factor que provoca la reducción de la producción de materia seca en plantas que sufren de deficiencia de Cu durante el crecimiento vegetativo.

2.8.5. Exceso del cobre en las plantas

De Saussure (2000), observó por primera vez los síntomas de toxicidad de cobre en planta. En general, los síntomas típicos de la toxicidad de cobre son un crecimiento raquítico de las plantas con clorosis, un amarillamiento blanquecino similar a la clorosis férrica y un sistema radical atrofiado con un color pardo intenso. Las altas concentraciones de cobre, además de interferir en la absorción y utilización del hierro en la planta, también puede afectar a otros elementos como fósforo y zinc.

2.8.6. Sinergismo y antagonismo del cobre

Hay que resaltar que este micronutriente presenta un cierto grado de antagonismo con elementos como P, Ca, Fe, Zn (Kabata, 2000). Según

Escorcia (2010), la presencia de hierro, manganeso y aluminio afecta su disponibilidad.

2.9. Zinc (Zn)

2.9.1. El zinc en las plantas

El Zinc actúa formando parte de diferentes sistemas enzimáticos, de la misma forma que el manganeso y el magnesio (Whitehead, 2000). Los niveles de zinc en planta no suelen superar las 100 miligramos por kilogramos (mg kg^{-1}) (Domínguez-Vivancos, 1997), encontrándose generalmente en el rango 20-100 mg kg^{-1} (Loué, 1988), rango que para Kabata (2000) es 12-47 mg kg^{-1} en el caso de las gramíneas y 24-45 mg kg^{-1} para las leguminosas.

Las concentraciones de Zn que pueden considerarse fitotóxicas varían con las especie, el genotipo, así como el estado de desarrollo (Romheld y Marschner, 1991; Kabata, 2000); aunque en general Kabata y Pendías (1985), Kabata (2000) y Whitehead (2000) consideran que se produce fitotoxicidad cuando la concentración es superior a 200 mg kg^{-1} , aunque depende de la especie y del estado de maduración en el que se encuentre.

A nivel de la planta se puede producir una interacción entre el zinc y el magnesio, dado que ambos elementos presentan un radio iónico similar, que produce que el magnesio ocupe las posiciones del zinc (Mortvedt et al., 1983). Asimismo, se debe tener en cuenta que el zinc puede reducir la transferencia de

cobre desde las raíces hasta los órganos aéreos (Loué, 1988; Whitehead, 2000).

2.9.2. Formas de absorción del zinc por las plantas

Rodríguez (2005), menciona que la planta absorbe iones de zinc principalmente como hidróxido de zinc ($Zn(OH)_2$ y Zn^{2+}). En cuanto que el Zn es absorbido por las raíces como ión bivalente Zn^{2+} . También es muy fácilmente absorbido por la epidermis foliar y por las ramas (Gaviola, 1985).

2.9.3. Funciones metabólicas del zinc en las plantas

Fancelli (2006) menciona que su función principal es la de activador enzimático, catalizando innumerables reacciones en procesos metabólicos como la respiración, la síntesis de clorofila y proteínas. Es además precursor del triptófano y el ácido indol acético.

Está involucrado en numerosas reacciones enzimáticas en procesos como la fotosíntesis, transporte de electrones, activación del ácido indolacético, etc. El Zn es importante en la regulación del crecimiento vegetal y participa como activador de numerosas enzimas como la anhidrasa carbónica, e interviene en la síntesis de proteínas (Casierra y Poveda, 2005).

En las plantas, el Zn influye sobre los procesos fotosintéticos, siendo un componente esencial de varios sistemas de enzimas para la producción de energía, la regulación y síntesis de proteínas, el mantenimiento de la integridad de la membrana de la raíz; así mismo, interviene en el crecimiento y la fisiología de la planta. Se dice que este elemento tiene un papel en la resistencia/tolerancia a organismos patógenos (Webb, 1994). Además, se ha encontrado que los iones zinc interfieren en los movimientos estomáticos, perturbando los flujos de agua a través de la membranas (Yang *et al.*, 2004).

2.9.4. Síntomas de deficiencia del zinc en las plantas

En condiciones de campo la fertilización fosforada en suelos alcalinos suele producir síntomas de deficiencia de zinc (Robson & Pitman, 1983); fenómeno que involucra al menos de modo parcial una disminución de la micorrización y, consecuentemente, una merma de la absorción de zinc (Loneragan & Webb, 1993).

Al sufrir una deficiencia de Zn, la generación de O_2^- aumenta y se produce un aumento típico de la permeabilidad de la membrana plasmática a medida que los radicales tóxicos de O_2 libres rompen los dobles enlaces de los ácidos grasos poliinsaturados y los fosfolípidos de las membranas. Esto lleva a una pérdida de azúcares, aminoácidos y potasio (K). El aumento de la oxidación de lípidos en las hojas lleva a la destrucción de la clorofila, necrosis y crecimiento

atrofiado producto de la oxidación del AIA, particularmente bajo una alta intensidad luminosa (Marschner y Cakmak, 1989; Cakmak, 2000).

La deficiencia de Zn es un problema que se manifiesta a nivel mundial en casi todos los cultivos. Casi el 50% de los suelos utilizados para la producción de cereales presentan bajos niveles de disponibilidad de Zn, que no solo reduce los rendimientos de los cultivos sino también su valor nutricional (Graham, Welch 1996).

La deficiencia de Zn puede manifestarse en suelos que poseen niveles adecuados de este micronutriente, por diversas razones: encalado (insolubilización), elevada fertilización fosforada (efecto antagónico) o un sistema de alta producción (deficiencia relativa) (Scheid López, 2006).

2.9.5. Exceso del zinc en las plantas

Los síntomas de toxicidad por Zn incluyen clorosis y crecimiento reducido de la planta; actúa inhibiendo la fijación de CO₂, el transporte de los hidratos de carbono en el floema y altera la permeabilidad de la membrana celular, fuerte quemado y fitotoxicidad sobre el área foliar (Efroymsen et al., 1997; Marschner, 1998).

Haslett et al. (2001), argumentan que este metal es muy móvil en el floema, independiente de la forma de aplicación, ya que, al adicionar ZnSO₄ a plantas

de *Triticum aestivum* por vía foliar y en las raíces, la acumulación se notó en las regiones meristemáticas, en la base de las hojas y de la raíz, exhibiendo además inhibición en el crecimiento del retoño. Por otro lado, la reducción en el crecimiento se puede justificar con el reporte de Wallnöfer y Engelhardt (1995), en el que se menciona que el exceso de Zn disminuye la biosíntesis de giberelinas y de triptofano, precursor primario de la auxina ácido indol-3-acético y responsable en gran parte de la división celular.

2.9.6. Sinergismo y antagonismo del zinc

Wallnöfer y Engelhardt (1995), afirman que hay antagonismo entre Zn-B. El exceso de P impide la absorción y la capacidad de la planta de absorber Zn (Phelan *et al.*, 1995).

Zinc-hierro: la función metabólica del hierro en las plantas está relacionada en cierta forma con el suministro de Zn, según Eyal (2005). Rodríguez (2005) menciona que la absorción de Zn por la raíz se ve influenciada por otros elementos como calcio, magnesio, hierro, manganeso y cobre.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en condiciones de invernadero del Departamento de Horticultura, dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, la cual se encuentra localizada geográficamente a 25° 23' latitud norte y 103° 01' longitud Oeste con una altitud de 1,743 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Internet 7).

3.2. Material vegetal utilizado

El material utilizado fue semilla de Berenjena variedad Lucía, casa comercial Rijk Zwaan, es una variedad de Berenjena de planta vigorosa con entrenudo medio. Hoja media que permite la ventilación. Frutos siempre sin espinas. Planta que vegeta bien en meses fríos con buen comportamiento frente a Botrytis. Frutos ovals alargados que mantienen el color en los meses más conflictivos del invierno. Muy buen comportamiento postcosecha con color negro intenso del fruto. Los frutos nunca tienen espinas en el cáliz. Forma constante oval alargada. Recomendada para plantaciones de invernadero desde mediados de Agosto hasta primeros de Septiembre, y de primavera a partir de Abril. Aire libre, a partir de Mayo. (Internet 8).

3.3. Siembra

La siembra se realizó el día 11 de Marzo del 2011, la cual se hizo en forma directa en charolas de polietileno de 200 cavidades, utilizando Peat Moos como sustrato para la germinación.

3.4. Establecimiento del experimento

3.4.1. Mezcla de suelo

Esta actividad se realizó utilizando la mezcla de arena, limo y arcilla en una proporción de 20:20:60% respectivamente, utilizando macetas de polietileno con capacidad de 12 litros. El sistema de riego utilizado fue con cinta Netafin, calibre 6000, con un gasto por gotero de 0.91 litros por hora (L/h).

3.4.2. Trasplante

Las plántulas fueron trasplantadas uniformemente y con buen sistema radicular. El trasplante se llevó a cabo el día 18 de Abril, procediendo a trasplantar una plántula por maceta, se manejó una densidad de población de 1.5 plantas por metro cuadrado ($p\ m^2$).

3.4.3. Riego

Los riegos se realizaban diariamente con una duración de 1 a 2 horas, hasta llegar a una capacidad de campo, cabe mencionar que se regó un día antes del trasplante para que estuviera la humedad necesaria para el trasplante, el primer riego se aplicó el día siguiente después del trasplante.

3.5. Descripción de los tratamientos

Para este experimento se utilizaron los diferentes tipos de quelatos como lo fue:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el experimento.

Tratamiento	Fertilizante	Cantidad	Plantas por Tratamiento
T ₁	Testigo S/A	0	5
T ₂	Tradecorp Fe	1 g · L	5
T ₃	Tradecorp Cu	1 g · L	5
T ₄	Palaubioquim Fe	1 MI · L	5
T ₅	Palaubioquim Zn	1 MI · L	5
T ₆	Tradecorp Zn	1 g · L	5

Aplicación de los Tratamientos cada 8 días. Aplicación de Fertilización base cada 5 días (Fertidrip)

3.6. Tratamientos

3.6.1. Palaubioquim Fe 6%

Quelato EDTA de hierro eficaz, estable e indicado para prevenir y corregir clorosis férrica en suelos ácidos y cultivos hidropónicos.

3.6.2. Palaubioquim Zn 6%

Quelato EDTA de Zinc eficaz e indicador para prevenir y corregir las carencias de Zicn.

3.6.3. Tradecorp Fe: Quelato EDTA de Fe

Indicado para prevenir y corregir la clorosis férrica en suelos ácidos y en cultivos hidropónicos. Tradecorp Fe proporciona el hierro necesario totalmente

quelado y estable, en forma soluble y asimilable para los cultivos. Tradecorp Fe está recomendado en suelos ácidos, fertirrigación, cultivos hidropónicos y preparación de sustratos.

Tradecorp Fe se caracteriza por la solubilidad total e instantánea en cualquier tipo de agua, sin formar grumos ni dejar sedimentos, manteniendo limpios los tanques y buena compatibilidad con la mayoría de los fertilizantes y productos fitosanitarios normalmente utilizados.

Es soluble en agua: 13,2 % p/p, el agente quelatante es EDTA, su presentación es en polvo, tiene un grado de quelatación máximo, su intervalo de pH de la fracción quelada es de 4 a 7 y su color es marrón.

3.6.4. Tradecorp Cu: Quelato EDTA de cobre

Es eficaz, estable e indicado para prevenir y corregir las carencias de cobre. Es soluble en agua: 14,5 % p/p, el agente quelante es EDTA, su presentación es en microgránulos dispersables, su grado de quelación es máximo, tiene un intervalo de pH de la fracción quelada de entre 4 a 9 y es de color azul.

3.6.5. Tradecorp Zn, Quelato EDTA de Zn

Presentado en forma de Microgránulos dispersables, indicado para prevenir y corregir los estados carenciales debidos a deficiencias y desequilibrios en la asimilación de zinc. *Tradecorp Zn* proporciona el zinc

necesario totalmente quelado y estable, en forma soluble y asimilable para los cultivos. Tradecorp Zn se caracteriza por la solubilidad total e instantánea en cualquier tipo de agua, sin formar grumos ni dejar sedimentos, manteniendo limpios los tanques.

Alta y rápida eficacia en aplicaciones foliares, ya que el producto es fácilmente asimilable por el cultivo y absorbido por la cutícula debido a la estructura orgánica del agente quelante. Al igual que ocurre con el manganeso, la corrección de la deficiencia es más rápida mediante la aplicación por vía foliar, ya que la movilidad de estos dos elementos es bastante reducida. Sin embargo, la aplicación continuada del producto por vía radicular proporcionará la concentración soluble adecuada de este micronutriente para prevenir futuras deficiencias.

Es soluble en agua: 14 % p/p, su agente quelante es EDTA, tiene una presentación de microgránulos dispersables, su grado de quelación es máximo, su intervalo de pH de la fracción quelada es de 4 a 9 y es de color blanco.

3.7. Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos Tradecorp Fe, Tradecorp Cu, Palaubioquim Fe, Palaubioquim Zn, Tradecorp Zn, se realizó la disolución en agua anteriormente mencionada, aplicando por planta 250 mL vía suelo, hasta los 30 ddt (fin de crecimiento vegetativo), posteriormente la cantidad de solución

se incrementó a 500 mL, siendo constante esta cantidad hasta la cosecha, las aplicaciones fueron a intervalos de 8 días, iniciando el 20 de Abril y terminando el día 28 de junio de 2011.

3.8. Programa de nutrición

La fertilización se realizaba en cada planta unas horas antes del riego o durante el riego, los tratamientos se aplicaban semanalmente, se realizó una fertilización de fondo en la cual se adicionó el fertilizante comercial Ferti-Dripcon una formula 20-30-10, más microelementos en combinación con calcio, magnesio y azufre, con una dosis recomendada de $5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, por lo tanto se adicionó $45\text{-}50\text{g}\cdot 150\text{m}^2$, esta fertilización se repitió dos veces durante el ciclo del cultivo.

Antes del trasplante y 15 días antes de la recolección de igual manera con el fertilizante comercial MAP soluble (11-52-00), este fertilizante se le aplicó al cultivo cuando ya tenía dos semanas de establecido en el campo experimental, con una dosis de $2.5\text{g}\cdot 20\text{L}^{-1}$ y adicionando 50mL^{-1} por planta, directamente a la base del tallo. En conjunto con el fertilizante comercial algaenzimas, a base de aminoácidos en una dosis recomendada de $1.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ y de 50 mL^{-1} por planta, resaltando que este solo se aplicó una vez durante el ciclo del cultivo, con la finalidad de estimular el crecimiento de las plantas.

3.9. Cosecha

Esta actividad se realizó a partir del día 20 de mayo 60 días transcurridos desde el proceso de la siembra con intervalos de 8 días entre cortes. Se llevaron a cabo seis cortes en total.

3.10. Diseño experimental

El análisis de varianza se realizó bajo el diseño completamente al azar, analizando los datos mediante el paquete estadístico SAS versión 9 (SAS, 2009), para detectar diferencia estadística en cuanto a los tratamientos, se empleó la prueba de comparación de medias mediante la metodología de tukey ($\alpha = 0.05$). Los tratamientos fueron seleccionados completamente al azar con 5 tratamientos más el testigo y con 10 repeticiones cada uno.

3.11. Variables evaluadas

3.11.1. Número de hojas

Para la variable número de hojas se tomaron 3 plantas del lugar de establecimiento del cultivo donde las hojas se fueron contando una a una, el reporte se expresó en unidades (unidades).

3.11.2. Número de Flores

En el caso de esta variable se contabilizaron todas las flores por planta considerando 10 repeticiones, el reporte se expresó en unidades (unidades).

3.11.3. Número de frutos

Al igual que la anterior variable se contabilizaron todos los frutos por planta considerando 10 repeticiones, el reporte se expresó en unidades (unidades).

3.11.4. Altura de la planta

Para esta variable tomamos la planta y con un cinta de tres metros se le tomaron las medidas desde la base del tallo hasta la parte más alta de la planta esto se realizó para cada tratamiento los resultados se reportaron en centímetros (cm).

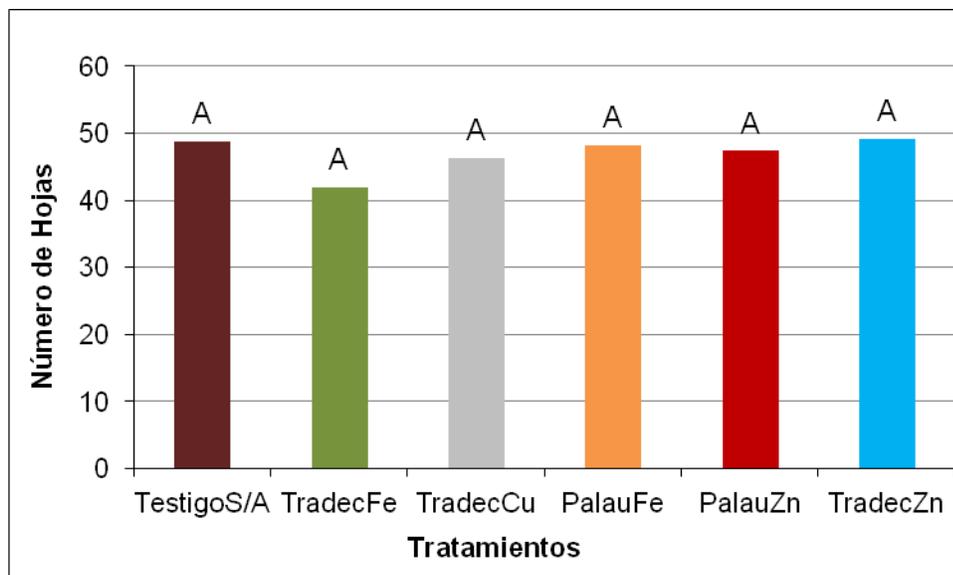
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de Hojas

De acuerdo al ANVA los resultados para la variable número de hojas muestran que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo muestran las siguientes tendencias. Los tratamientos T₂, T₃, T₅ y T₅ tuvieron efecto negativo, puesto que dichos valores estuvieron por debajo del testigo. La figura nos muestra que el T₂ (quelato de Fe) presentó una respuesta menor, debido a lo establecido por Legaz, *et al.*, en 2011 donde mencionan que la carencia de hierro se manifiesta en las nuevas brotaciones, incluso cuando estas están en fase de desarrollo, como consecuencia de la escasa traslocación de este elemento desde las hojas adultas a otros órganos.

Lo anterior que coincide con Quintero en 2005 quien dice que la concentración de hierro en las raíces normalmente es superior al de las hojas, además que el quelato es descompuesto por los microorganismos liberándose el hierro en la superficie de la raíz, el que probablemente es fuertemente absorbido por la pared celular o precipitada en su mayoría en el apoplasto como Fe (OH)₃.

El resultado también se relaciona con lo dicho por Rivero en 2006 que cuando las plantas crecen más allá de la etapa de plántula, la demanda de zinc se hace mayor en la etapa de formación de las hojas.

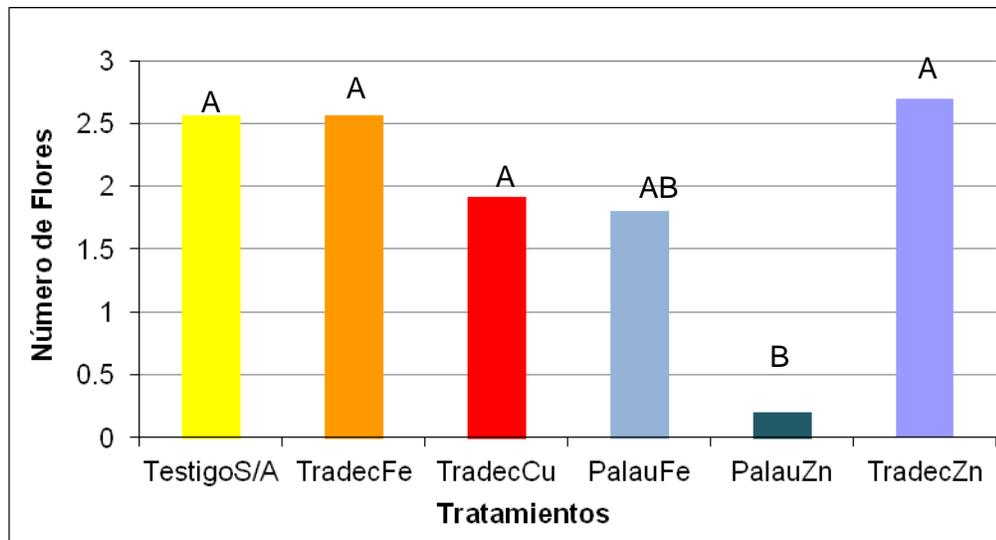


Grafica 4.1 Número de hojas obtenido en el experimento por efecto de tratamientos.

4.2 Número de Flores

Los resultados de esta variable se muestran que si hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Muestran las siguientes tendencias, los tratamientos T_3 , T_4 y T_5 tuvieron efecto negativo, esto porque tuvieron los valores menores que la del testigo. El T_2 no tuvo efecto porque su valor es el mismo valor que tiene el testigo.

A comparación del T_6 (quelato de zinc) que tuvo el valor más alto de todos los tratamientos, tuvo un efecto positivo, esto se relaciona con un estudio realizado por Alloway en 2007 mostró que, cuando se agregó zinc a cinco diferentes tipos de cultivos, los rendimientos subieron entre 3.6% y 35.3% en trigo, arroz, soya, maíz y hasta de un 87.9% en naranja.

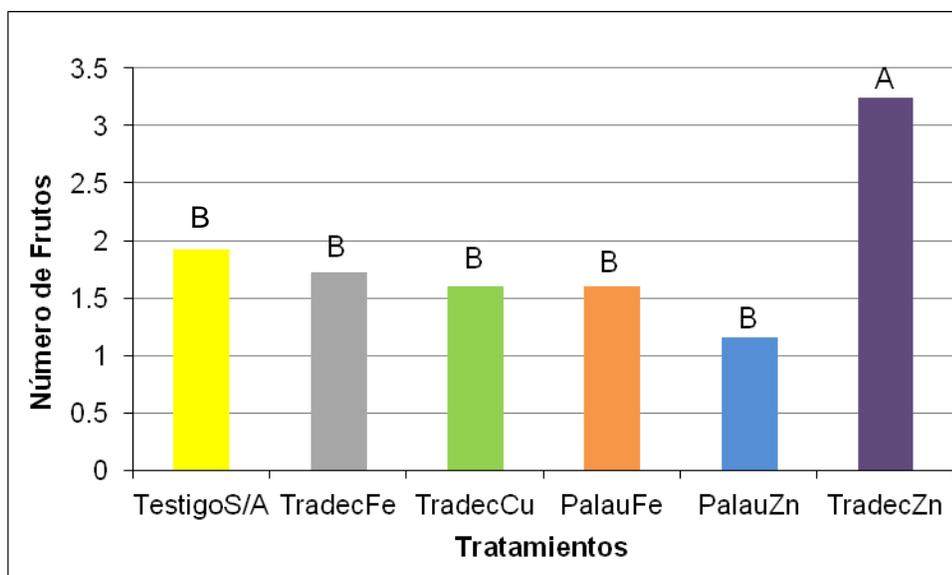


Gráfica 2. Número de flores obtenido en el experimento por efecto de tratamientos.

4.3 Número de Frutos

En base a la gráfica de abajo se observa que entre tratamientos si hubo diferencia significativa para la variable número de frutos, se describen las siguientes tendencias.

En los tratamientos T₃, T₃, T₄ y T₅ tuvieron los valores por debajo del testigo, esto quiere decir que tuvieron efecto negativo. El T₆ fue el tratamiento con mayor valor, superando casi al doble al testigo por lo que da a entender que tuvo un efecto positivo. Esto se relaciona en experimento que realizaron Carsky y Reid (1990) donde observaron la respuesta al zinc para el rendimiento en grano de maíz en los primeros cinco de siete años evaluados, el incremento en rendimiento promedio fue mayor del 20 % en todas los años.



Grafica 3. Número de frutos obtenido en el experimento por efecto de tratamientos.

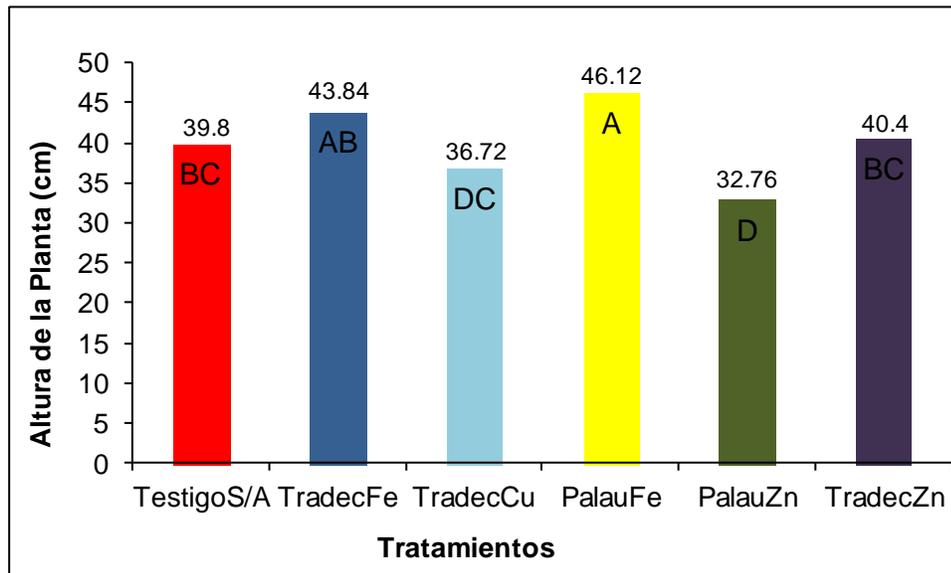
4.4 Altura de la Planta

En la gráfica N° 4 se muestran los resultados de la última variable estudiada, altura de la planta, donde se puede observar claramente que hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Los tratamientos T_2 , T_4 y T_6 tuvieron efecto positivo ya que el valor de cada uno de ellos fue superior a la del testigo. El T_4 (quelato de Fe) obtuvo mayor efecto, esto se atribuye a que el hierro está involucrado en las relaciones de división y crecimiento celular, lo cual se ve reflejado en una mayor altura en las plantas según Ronen, *et al.*, en 2008.

Lo anterior también se relaciona con un experimento realizado por Weinstein y Robbins en 2001 en cultivo de girasol en solución nutritiva, comprobaron que al

adicionar 0.5 p.p.m. de Fe en forma de FeEDTA a una solución con 10 p.p.m. de manganeso (en forma de MnO_4) la planta se desarrolló en excelentes condiciones especialmente el sistema radical. Por otro lado el valor de los tratamientos T_3 y T_5 fue por debajo del testigo por lo cual nos da a entender que el efecto de cada uno de ellos es negativo.



Grafica 4. Altura de la planta obtenido en el experimento por efecto de los tratamientos.

V. CONCLUSION

Con base a los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de los fertilizantes quelatados provocó un efecto positivo en las cuatro variables evaluadas: para el número de hojas todos los tratamientos tuvieron efecto positivo, para número de flores los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₅ se incrementaron esta variable, el tratamiento T₆ tuvo un efecto muy positivo para la variable número de frutos, y para la altura de la planta el quelato de Fe zinc fue efectivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Agricultura de las Américas.** 1981. "Hierro, elemento vital para las plantas y los animales." 30 (1-2): 14 - 26
- Agro-exportación de Productos no Tradicionales"** AGROALFAPECUARIA, Quito 2002.
- Álvarez F., A., M.** 2000. Calidad y eficacia de los quelatos férricos (FeDDHA, FeEDDHMA, FeEDDHSA, FeEDDHCA) como fertilizantes. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Asher, C.J.** 1991. Beneficial elements, functional nutrients and possible new essential elements. In: Mortvedt, J.J., F.R. Cox, L.M. Shuman, R.M. Welsh. (Ed.). Micronutrients in Agriculture. Madison: Soil Science Society of America 2:703-723.
- Avilés, E. 2009.** Efecto de la gallinaza compostada sobre el rendimiento y calidad de berenjena china (*Solanum melongena*). Informe final de Investigación del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS). IDIAF-JICA-SEA. La Vega, República Dominicana. 15 p.
- Avilés, E. 2009.** Efecto de dosis de fertilizantes químico sobre el rendimiento y calidad de berenjena china (*Solanum melongena*). Informe final de Investigación del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS). IDIAF-JICA-SEA. La Vega, República Dominicana. 15 p.
- Azcon B. J., M. Talón.** 2008. Fundamentos de fisiología vegetal capitulo 8. Nutrición mineral y producción vegetal. Segunda edición. pp. 150-152.
- Cadahía, C.** 2005. Fertirrigación/cultivos hortícolas, frutales y ornamentales, ediciones. Mundiales-prensa, España, 2005. pp. 33-46.
- Calderón, S. F.** 1994. Diagnostico foliar. Fundamento y empleo en algunos cultivos. En: Mojica, S. (ed.) *Fertilidad de suelos y diagnóstico de control*. Bogotá: Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. pp. 305-324.
- Casado, C.** 2000. Efecto de la aplicación conjunta de aminoácidos y quelatos férricos a plántulas de girasol (*Helianthus annuus*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- Casierra P. F., J. Poveda.** 2005. La toxicidad por exceso de Mn y Zn disminuye la producción de materia seca, los pigmentos foliares y la calidad de

fruto en fresa (*Fragaria* sp. cv. camarosa). Suelos, fertilización y manejo de agua.

Castelan E. M., A. E. B. Román. 2004. Fisiología de la producción forzada en Guayaba. II. Nutrientes y respuesta floral, INCI. V.29 (12). pp. 2.

Cepeda D., J. M. 2007. Química de suelos. Editorial trillas. Capítulo 4: fenómenos de intercambio iónico en el suelo. Capacidad de absorción. pp. 77-80.

Cristóbal H. C. 2009. Evaluación de la producción de biomasa por efecto. Aplicación exógena de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) en orégano mexicano (*Lippagroveolens*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 18-19.

Bugella A., E. Quelatos de cobre (II) y otros cationes divalentes derivados del ácido N-(2-acetamido)iminodiacético en estado sólido, Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 2003.

Ferenci, A. G. Gambetta, J. Franco, H. Arbiza y A. Gravina. 2011. "Crecimiento del fruto, tamaño final y productividad en naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* L. Osb.). Con la aplicación de ácido-diclorofenoxipropiónico". *Agrociencia*, III (1): 51-57 pp.

Gárate, A., Lucena, j. j. 1991. Eficacia de quelatos de Fe en un sistema de riego por goteo. *Suelo y Planta*. 1:439-451.

Gárate A. y I. Bonilla. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal (2008), segunda edición, capítulo 8: Nutrición mineral y producción vegetal. Pp. 150-151.

García Y. P. 1987. Interacciones de fertilizantes de Fe, Mn, Cu y Zn con sustratos de cultivo utilizados en riego por goteo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.

Giaconi, V. 1995. Cultivo de las hortalizas. Undécima edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp. 337.

Guillén, M., Fernández, F., Caro, M. 1965. Evolución anual de nutrientes en hojas de frutales. *IV Vid. Anal. Edaf. y Agrobiol.* 24:327- 341.

Grotz, N. Guerinot, M. L. 2006. Molecular aspects of Cu, Fe and Zn homeostasis in plants. *BiochemicalETBiophysicalAct.* 1763: 595-608.

Identificación de Mercados y Tecnología para Productos Agrícolas Tradicionales de Exportación". mag / iica - Subprograma de Cooperación Técnica, Quito Ecuador, 2001

Internet 1.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/072/ca072.pdf>.09:25a m.08/06/2013).

Internet 2.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/072/ca072.pdf>.09:30a m.08/06/2013).

Internet 3.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/072/ca072.pdf>.09:40a m.08/06/2013).

Internet 4.

<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/072/ca072.pdf>.10:09a m.08/06/2013).

Internet 5.

<http://openpublic.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/Technological%20Package%20-%20Eggplant.pdf>. 16/04/2013.01:14am.

Internet 6.

<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1845/1/HIERRO.pdf>.16/04/2013 .01:20a.m.

Jordá J. D. 1990. Dinámica de los quelatos FeEDDHA y FEDETA en suelos calizos. Consecuencias en su efectividad como correctores de la clorosis férrica. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. LOUÉ, A. 1988. Los micronutrientes en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Kyrkby E. y R. Volker. 2004. Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. pp 2.

Lemos E. A., M. G. Tellería., M. A. Vergara y P. Prystupa. 2012. Fertilización foliar con cobre: ¿aumenta el contenido proteico de los granos en cebada cervecera? Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. pp 3.

Loue, A. 1998. Los microelementos en agricultura. Mundi-prensa, Madrás. Genet. 252: 87-92 pp.

Lucena, J. J. 1986. Contribución al conocimiento de la quelación en el sistema suelo planta. Estabilidad de quelatos férricos en suelos calizos. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

- Lucena, J. J.** 1997. Micronutrientes. Quelatos. pp: 99-121. *In* Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. C. Cadahía (Ed.). Mundiprensa. Madrid.
- Lucena, J. J.** 2007. Uso de quelatos férricos en agricultura, Departamento Química Agrícola Universidad Autónoma. 28049 Madrid.
- Martínez, G. F.** 1995. Elementos de la fisiología vegetal. España: Artes gráficas – Ediciones Mundi-prensa. Academy of Science, 11-22 pp.
- Maroto, J. V.** 1989. Horticultura herbácea especial. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. España. 255-279 pp.
- Navarro, J., Mataix, J., Sánchez-Andreu, J., Juárez, M.** 1991. Incidencia de la fertilización foliar de quelatos de hierro y micronutrientes en los niveles de N, P, K, Ca, Mg y Na en hojas de “*Vitis vinifera*” cv Aledo.
- Norvell, W. A., Lindsay, W. L.** 1969. Reactions of EDTA complexes of Fe, Zn, Mn and Cu with soils. *Soils Sci. Soc. Am. Proc.* 33:86-91.
- Piagessi, D. A.** 2004. Microelementos en la nutrición vegetal. Lanciano Italia: meta, srl, corso Trento. 28-35 pp.
- Pérez L. C., L. E. Rodríguez., M. I. Gómez.** 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombiana *Agronomía Colombiana*, Vol. 26 (3), pp. 477-485.
- Rodríguez, S. Pinochet., T. Matus, B.** 2001. Fertilización de cultivos. Santiago, LOM, Ediciones. 117 p.
- Ruiz, R., Navia, T.** 1982. Fijación del hierro en suelos de la zona central. *Agricultura Técnica (Chile)*. 42(3):217-221.
- Sala, M. N.** 1987. Eficacia de la aplicación foliar de quelatos en uva de mesa. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Valdez, L. A.** 1990. Producción de hortalizas. Primera reimpresión. Editorial Limusa. 128-134 pp.
- Wozniak E. M. y J. R. Martineau.** 2007. Quelatos/Complejos Derivados Naturales de Cytozyme. *Plant Nutrition for Sustainable Agriculture*, Volumen 10, (2).

VII. APÉNDICE

Cuadro 1 A. Análisis de varianza de la variable número hojas.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	5	1465.906667	366.476667	1.29	0.2787
Repeticiones	10	38762.24000	285.01647		
Error	136	47778.94000			
Total	149				

C. V. = 35.93536 Media: 6.98000

Cuadro 2 A. Análisis de varianza de la variable número de flores.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	5	66.8666667	16.7166667	4.16	0.0033
Repeticiones	4	546.5866667	4.0190196		
Error	136	792.8333333			
Total	149				

C. V. = 35.8672 Media: 1.966667

Cuadro 3 A. Análisis de varianza de la variable número de frutos.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	5	16.62666667	4.15666667	2.21	0.0717
Repeticiones	4	256.3466667	1.8849020		
Error	136	376.5933333			
Total	149				

C. V. = 33.3274 Media: 1.873333

Cuadro 4 A. Análisis de varianza de la variable altura de la planta.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamientos	5	1191.293333	297.823333	8.76	<.0001

Repeticiones	4	4623.680000	33.997647
Error	136	8806.460000	
Total	149		

C. V. = 14.59877 Media: 39.94000

Cuadro 5 A. Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable Número de Hojas.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
6	49.200	A
1	48.840	A
4	48.200	A
5	47.360	A
3	46.320	A
2	41.960	A

Medias con la misma literal no son significativamente diferentes.

Cuadro 6 A. Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable Número de Flores.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
5	2.7600	A
2	2.5600	A
1	2.5600	A
3	1.9200	A
4	1.8000	AB
6	0.2000	B

Medias con la misma literal no son significativamente diferentes.

Cuadro 7 A. Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable Número de Frutos.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
6	3.2400	A
1	1.9200	B
2	1.7200	B
3	1.6000	B
4	1.6000	B
5	1.1600	B

Medias con la misma literal no son significativamente diferentes.

Cuadro 8 A. Comparación de medias mediante la prueba Tukey de la variable Altura de la Planta.

Tratamiento	Media	Grupo Tukey
4	46.120	A
2	43.840	AB
6	40.400	BC
1	39.800	BC
3	36.720	DC
5	32.760	D