

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Calidad de la Ockra (*Abelmoschus esculentus* Moench) Mediante
Adición Suplementaria de Fertilizantes Quelatados

Por:

ABRAHAM ZARAZUA ARVIZU

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Calidad de la Ockra (*Abelmoschus esculentus* Moench) Mediante
Adición Suplementaria de Fertilizantes Quelatados

Por:

ABRAHAM ZARAZUA ARVIZU

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



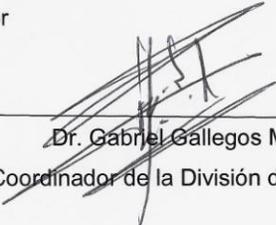
Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente
Asesor Principal



M.C. Rocio Maricela Peralta Manjarrez
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2016



DEDICATORIAS

A mis padres:

J. Martín Zarazua García y Ma. Teresa Arvizu Mata por ser los principales pilares fundadores de mis principios, gracias a ustedes hoy me enorgullece decir que me formaron un carácter y un destino, demostrando su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, además de su esfuerzo y sacrificio para culminar mis estudios.

A mis hermanos:

Juan De Dios, Oscar Lamberto, Ariana Itzel y Berenice por todo el cariño incondicional, el apoyo emocional y la enorme confianza demostrada ante mí a lo largo de mi formación académica, de corazón muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por forjar y perfeccionar ideales de trabajo y formas de ingenio capaces de mejorar cualquier estructura social y laboral.

Al Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente por su total confianza depositada en mí para llevar a cabo la realización del trabajo experimental de investigación y por toda su enseñanza a través de la trayectoria del mismo y mi formación académica así como al compartir experiencias con mígo.

A mis coasesores; el Dr. Alberto Sandoval Rangel y la M.C. Rocio Maricela Peralta Manjarrez; por su tiempo invertido en la revisión de este documento.

A mis hermanos Juan De Dios, Oscar, Ariana y Berenice por su apoyo sentimental, motivacional, por sus buenas palabras y deseos, el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me han dado, por tener la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos y por formar parte de mi trayectoria.

Ing. Martina De la Cruz Casillas

TLQ. María Guadalupe Pérez Ovalle

A mis tíos Gerardo Zarazua García y Martín Arvizu Mata por brindarme su apoyo incondicional ante toda situación presentada tras el trayecto de mi formación.

A mis amigos Martín Rendón, Javier Montes, Hansel G., Francisco J. López, Adán Guerrero, Edwin G. Ramírez, Miguel M., José L. B., Humberto N., José Á. C., Miguel F., Laura E. Morales R., Azucena Morales R., Tania Gpe. R., Ariana M. y Julieta C., por formar y hacer el honor de acompañarme y brindarme su amistad en cada una de las etapas de mi formación social tanto como académica en la institución así como también fuera de ella, sobre todo de amistad y hermandad mostrada hacia mi persona en estos años de estudio y el trayecto de mi vida.

INDICE

DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE DE FIGURAS	ix
I.INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
II.LITERATURA REVISADA	3
2.1 Origen del cultivo.....	3
2.2 Taxonomía.....	3
2.3 Características Generales.....	4
2.3.1 Requerimientos Edafoclimaticos de Cultivo	4
2.3.2 Calidad Nutricional	4
2.3.3 Fenología del Cultivo	4
Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de oca.	5
2.3.4 Crecimiento y Desarrollo de la Planta	5
2.3.5 Calidad Comercial Del Producto E Importancia	6
2.4 Nutrición	7
2.4.1 Definición de quelatos	8
2.4.2 Descripción de los quelatos	9
2.4.3 Uso de los quelatos.....	9
2.5. Efectos sobre el crecimiento vegetal	9
2.5.1 Calcio (Ca).....	9
2.6. Potasio (k)	11
2.6.1. Forma de absorción de potasio por la planta.....	11
2.6.2. Funciones metabólicas y fisiologías de K en la planta	11
2.6.3. Deficiencias de k en las plantas	11
2.6.4 Excesos de k en las plantas	12
2.6.5. Antagonismo de K.....	12
2.6.5. Quelato de potasio.	12
2.7. Magnesio (Mg)	12
2.7.1. Formas de absorción de Mg por la planta	12
2.7.2. Funciones metabólicas y fisiológicas de Mg.....	13

2.7.3. Deficiencias de Mg en la planta	13
2.7.4. Exceso de Mg en la planta	13
2.7.5. Antagonismos de Mg	13
2.7.6 Quelato de Magnesio	13
2.8 Importancia de los microelementos	14
2.8.1 Hierro (Fe).....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Ubicación del Experimento.....	17
3.2 Material Vegetal.....	17
3.3 Siembra.....	17
3.3.1 Método de Siembra.....	17
3.3.2 Establecimiento del Cultivo	17
3.4 Riego	18
3.5 Fertilización.....	18
3.6 Tratamiento fitosanitario	18
3.7 Tratamientos	18
Tabla 2. Descripción de tratamientos.....	19
3.8 Descripción de variables evaluadas	19
3.8.1 Peso fresco de fruto	19
3.8.2 Diámetro de fruto	19
3.8.3 Longitud de fruto	19
3.8.4 Firmeza de fruto	20
3.8.5 Numero de frutos.....	20
3.8.6 Peso fresco de planta	20
3.8.7 Diámetro de tallo.....	20
3.8.7 Longitud de tallo	20
3.8.8 Peso seco de planta	20
3.8.9 DISEÑO EXPERIMENTAL	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Peso fresco de fruto.....	22
4.2 Diámetro de fruto	23
4.3 Longitud de frutos	24
4.4 Firmeza de fruto	25
5.5 Numero de fruto	26

4.6	Peso fresco de planta	27
4.7	Diámetro de tallo	28
4.8	Longitud de tallo	29
4.9	Peso seco de planta	30
4.10	Super oxido dismutasa	31
4.11	Potencial REDOX	32
V.	CONCLUSIONES	33
VI.	BIBLIOGRAFÍA	33
VII.	ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS DE ANEXOS

Tabla 1 A. Análisis de varianza para peso fresco de fruto.....	39
Tabla 2 A. Análisis de varianza para diametro de fruto.....	39
Tabla 3 A. Análisis de varianza para longitud de fruto.....	39
Tabla 4 A. Análisis de varianza para firmeza de fruto.....	40
Tabla 5 A. Análisis de varianza para número de fruto.....	40
Tabla 6 A. Análisis de varianza para peso fresco de planta.....	40
Tabla 7 A. Análisis de varianza para diámetro de tallo.....	41
Tabla 8 A. Análisis de varianza para longitud de tallo.....	41
Tabla 9 A. Análisis de varianza para peso seco de planta.....	41
Tabla 10 A. Análisis de varianza para SOD.....	42
Tabla 11 A. Análisis de varianza para potencial REDOX.....	42
Tabla 12 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso fresco de fruto.....	42
Tabla 13 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; diámetro de fruto.....	43
Tabla 14 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; longitud de fruto.....	43
Tabla 15 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; firmeza de fruto.....	44
Tabla 16 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; número de fruto.....	44
Tabla 17 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso fresco de planta.....	45
Tabla 18 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; diámetro de tallo.....	45
Tabla 19 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; longitud de tallo.....	46
Tabla 20 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso seco de tallo.....	46
Tabla 21 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; SOD.....	47
Tabla 22 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; potencial REDOX.....	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso fresco de fruto del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	22
Figura 2. Diámetro de tallo del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.....	23
Figura 3. Longitud de frutos del cultivo de la ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	24
Figura 4. Firmeza de fruto del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.....	25
Figura 5. Numero de frutos del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	26
Figura 6. Peso fresco de planta del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	27
Figura 7. Diámetro de tallo del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.....	28
Figura 8. Longitud de tallo del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	29
Figura 9. Peso seco de planta (g) obtenidos del análisis estadístico en la comparación de medias.....	30
Figura 10. Super oxido dismutasa del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	31
Figura 11. Potencial antioxidante del cultivo de la ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.....	32

I.INTRODUCCION

En la actualidad, México es uno de los principales exportadores de ockra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) a los Estados Unidos de Norte América. Los principales estados productores son Morelos, Michoacán, Guerrero y Tamaulipas, éste último aporta alrededor de 70% de la superficie nacional. El Norte de Tamaulipas es una región subtropical donde la superficie destinada al cultivo de la ockra es mayor a nivel nacional, actualmente los municipios más importantes en la producción de esta hortaliza son Matamoros, Río Bravo y Valle Hermoso (Díaz y Leal, 1992). Otra región productora en el país es el norte del Estado de Guerrero, que ha ocupado el segundo lugar en la producción nacional.

En el cultivo de la ockra, la principal problemática es el bajo nivel en vida de anaquel del órgano de interés comercial, debido a la poca o deficiente fertilización, las principales experiencias en campo son las bases para comprobar la eficacia de los diferentes métodos utilizados para obtener las dosis de fertilizantes, con el análisis previo de suelo y/o de plantas. Los altos rendimientos y la calidad de los cultivos resultan principalmente de un balance nutricional de micronutrientes, debido a su funciones que no pueden ser remplazadas por otros elementos minerales, es decir, están involucrados directamente en el metabolismo de la planta y una carencia de ellos podría causar una baja de producción y calidad muy considerable (Ronen, *et al.*, 2008).

En base a lo mencionado anteriormente y considerando que las problemáticas recaen muchas de ellas en el manejo nutricional del cultivo a consecuencia de la escasa fertilización, y considerando que se tienen suelos franco-arcillosos y arcillosos donde se desarrolla el cultivo, posiblemente se tienen problemas de asimilación de elementos minerales como el Ca, K, Mg y el Fe en ese tipo de ambiente edáfico, razón por la que se ve reflejado un bajo nivel clorofílico, que es

el principal pigmento antioxidante del órgano de interés comercial, por lo que se plantea el suministro de fertilización quelatada en el cultivo de la ockra para incrementar potencial antioxidante y vida de anaquel del producto.

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes fuentes de fertilizantes quelatados en la productividad y calidad nutracéutica del cultivo de ockra.

1.2 Objetivos específicos

Evaluar la producción y productividad de la planta de ockra mediante la adición de fertilizantes quelatados durante el ciclo productivo.

Determinar el potencial redox de los frutos de la ockra.

Contabilizar el contenido de Quercetinas presentes en los tejidos de los frutos de la ockra al momento de la cosecha.

1.3 Hipótesis

La productividad, producción y calidad nutracéutica y comercial del cultivo de la ockra se verá influenciada por la adición de fertilizantes quelatados.

II.LITERATURA REVISADA

2.1 Origen del cultivo

La ockra (*Abelmoschus esculentus* Moench), es una malvácea anual originaria de Asia o África, se cultiva como hortaliza, y se adapta a climas tropicales y subtropicales donde también es conocida como bombó. Su explotación no es generalizada y se considera como una hortaliza menor o no tradicional, por lo que la información disponible sobre este cultivo es escasa (Díaz y Ortegón, 1997).

La calidad de fruto es determinante para su comercialización; se prefiere fruto de textura suave, de verdor intenso y de forma regular. El rendimiento de ockra es mayor en suelos de textura franco arcillosos (Díaz, *et al.*, 2007). Las características de fruto que México exporta, ya sea para ser procesada, como para consumo fresco deben ser: de textura suave, color verde intenso, bien formados, y diámetro (menor) 'adecuado'. Es importante destacar que estos factores no están estandarizados, se miden de manera arbitraria y son causa de pérdidas en poscosecha. La clasificación del tamaño es según su longitud (cm) en: 'muy pequeño' (<4.4), 'pequeño' (>4.4- 8.9), 'mediano' (>8.9-12.7), y 'grande' (>12.7). También deben de estar libres de pudriciones, materias extrañas y de daños causados por enfermedades, insectos, mecánicos o de otro tipo (Díaz *et al.*, 2003).

2.2 Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Abelmoschus*

Especie: ***Abelmoschus esculentus* M.**

2.3 Características Generales

2.3.1 Requerimientos Edafoclimaticos de Cultivo

Es una malvácea anual que se cultiva como hortaliza, que se adapta a climas tropicales y subtropicales. Requiere temperaturas de 18 °C a 30 °C y precipitaciones de 1000 mm a 1500 mm por año (Adejoye *et al.*, 2009). Según la clasificación de los suelos regionales, aquellos caracterizados como arcillas friables y francas arcillosos son comunes en el norte de Tamaulipas (Loera y Martínez, 1992). Información sobre producción de ockra en suelos con características químicas similares pero de tipos arcillas friables y franco arcillosos, de las localidades de Río Bravo, Tamaulipas, Campo Experimental Río Bravo (CERIB) y "Tenacitas", respectivamente, demostró que la variedad 'Clemson Spineless' registró mayor potencial de rendimiento en los suelos tipo franco arcillosos, Suelos, profundos, ricos en materia orgánica, franco arenoso y arcillo arenoso, adaptándose a otros tipos siempre que no sean demasiado pesados; pH de 5.5 a 7, no tolera los suelos ácidos y el óptimo es entre 6 a 6.5.

2.3.2 Calidad Nutricional

Se considera una hortaliza “menor” o “no tradicional”, pero el contenido alimenticio del fruto es superior comparado al de otras hortalizas como la papa (*Solanum tuberosum L.*) y la calabacita (*Cucurbita pepo L.*), particularmente en lo referido al contenido de vitaminas A, B1, B2, niacina y Ca, Mg y P (Díaz Franco *et al.*, 2007). Roy *et al.* (2014) sostienen que además de su valor nutricional, la ockra posee actividad antioxidante, previniendo el daño celular y las enfermedades relacionadas, además indican que esta hortaliza es fuente de fibra alimenticia (3,3 g por 100 en muestra cruda) y Ca (Margalef *et al.*, 2009).

2.3.3 Fenología del Cultivo

Fisiológicamente, la ockra es una planta perenne adaptada a las condiciones de cultivo anual. Su crecimiento es determinado; después de alcanzar su floración máxima continua floreciendo durante periodos prolongados. En la misma planta se encuentran botones florales, flores y capsulas en diferentes estados de desarrollo. Esta característica no es muy habitual, tiene una profunda influencia en la

fisiología de los diversos estados de crecimiento y en sus características agronómicas que se encuentre la misma (López Bellido, 2003).

Las variables fenológicas siguientes: se consideró como fecha de emergencia, cuando más del 95% de las plántulas habían emergido del suelo; inicio y final de floración, cuando más del 95% de las plantas presentaron la primera y última flor, respectivamente, madurez fisiológica (Escalante *et al.*, 1995).

Tabla 1. Etapas fenológicas del cultivo de ockra.

ETAPA FENOLOGICA	DIAS
Emergencia	6
Inicio de floración	55
Final de floración	122
Madurez fisiológica	155

Cosecha de frutos frescos. Esta se inició a los 64 días después de la siembra y se terminó a los 49 días después del primer corte. Los frutos para corte deben tener las características siguientes: medir de 6 a 9 cm, ser rectos, color verde y sin manchas. Estas son los que se consideran de primera categoría y son de exportación. Frutos de segunda y tercera categoría se miden con base en la curvatura del ápice (Escalante *et al.*, 1995).

2.3.4 Crecimiento y Desarrollo de la Planta

La ockra posee tallos erguidos y fuertes que alcanzan de 0,6 a 1,8 m de altura, hojas grandes y dentadas de cinco lóbulos, de color grisáceo en la parte inferior (envés) y verde oscuro en parte superior (haz). Presenta nervaduras pronunciadas y en la unión de los pecíolos con el tallo produce las flores que en pocos días se transforman en frutos, cápsula alargada y puntiaguda, de un alto valor nutritivo, con una vida útil relativamente corta (7 a 10 días). La flor es típica de las malvas, de color amarillo con el centro rojo o morado (Gaitán, 2004).

2.3.5 Calidad Comercial Del Producto E Importancia

Los frutos de ockra son escasamente utilizados en nuestro país y, tal como ocurre en otras regiones, son demandados por un “mercado étnico” (grupo de consumidores que comparten un mismo origen o nacionalidad y un acervo cultural común) (Vigna *et al.*, 2008).

Según la FAO (2010), la producción aproximada de ockra a nivel mundial es de 7 millones de toneladas, siendo India el primer país productor con el 70 % del volumen mundial. Gran parte del otro 30 % corresponde a México, Estados Unidos, Centroamérica y países caribeños. Se comercializa tanto fresco como congelado, alcanzando esta última forma hasta el 90 % de la producción total.

La calidad de fruto es determinante en la comercialización de la ockra. El productor se enfrenta comúnmente con castigos por el incumplimiento de las normas de calidad de fruto, que ocasionan pérdidas acumulativas de poscosecha. Por lo anterior, algunos productores seleccionan el fruto antes de exportarlo. Se han revelado variaciones significativas en las características de fruto entre cultivares de ockra en función al diámetro, tamaño (muy pequeño, pequeño y mediano) e intensidad de verdor de fruto (Díaz *et al.*, 2003).

Características de calidad en los frutos deberán ser enteros, sanos, frescos con características varietales similares, sin sabor amargo, sin olores extraños, libres de daños causados por plagas u otro tipo de daño mecánico, o de otra naturaleza y desarrollados de acuerdo al tamaño solicitado. Grados de Calidad en los Estados Unidos las normas mínimas para las vainas de la ockra corresponden al US No. 1 y permiten una variación del 10% por manejo, y por el peso el grado no debe exceder más del 5%, en relación a pudrición de vainas no puede ser mayor del 1% (Díaz *et al.*, 2003).

2.4 Nutrición

Los estudios de absorción de nutrimentos permiten establecer las bases de fertilización de los cultivos, de tal manera que puede ser ajustada al ciclo del cultivo. Por consecuencia, se puede optimizar la cantidad de fertilizante a utilizar, evitar el deterioro de los suelos y disminuir el impacto de la fertilización en el ambiente. La mayor eficiencia de los nutrimentos aplicados al suelo para la producción de cultivos se basa fundamentalmente en la posibilidad de aplicarlos según la demanda de la planta y la etapa fenológica (Terry, 2008).

Como resultado de la fertilización convencional, el uso excesivo de nitratos provoca excedentes de follaje en el cultivo de la ockra, lo cual repercute considerablemente en el rendimiento final, disminuyendo también la calidad de anaquel (Díaz *et al.*, 2007). La eficiencia en el aprovechamiento de los elementos minerales por el cultivo aplicados vía suelo depende en gran parte de las condiciones del suelo y de la cantidad de elementos minerales empleados durante el ciclo de cultivo, pues en este caso se provocan antagonismos entre nutrientes y muchos de estos no llegan a ser aprovechados por las plantas, lo que conlleva a una disminución en el volumen de producción y calidad. En dichos procesos se incluyen transformaciones por microorganismos tales como nitrificación, desnitrificación, inmovilización, fijación, precipitación, hidrólisis, así como procesos físicos tales como lixiviación y volatilización (Barber, 1995).

En la actualidad, los quelatos atraen la atención debido a que son una excelente alternativa para adicionar minerales de manera edáfica y foliar a las plantas, los quelatos metálicos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y juegan un papel crucial en la toma de nutrientes y en el metabolismo de todos los sistemas vivos, las interacciones que involucran elementos nutritivos afectan todas las principales vías metabólicas tanto en plantas como en animales. Los quelatos juegan un papel vital en la bioquímica de las plantas (Nowack, *et al.*, 2002).

Los quelatos pueden ser aplicados teniendo siempre presentes las siguientes consideraciones: 1) incrementar la solubilización del metal, tales como hierro (Fe),

zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn);2) transportarlo hacia la raíz y/o hoja de la planta; 3) una vez ahí, ceder el metal (Fe, Zn, Mn), y, 4) la parte orgánica del quelato debe volver a solubilizar más metal (Fe, Zn, Mn) (Alvarez y Fernández, *et al.*, 2003). No obstante existen aguentes quelatantes para cationes tales como Ca, Mg y K, los cuales forman parte de diversos procesos fisiológicos dentro de la planta y con ello es más eficaz la absorción y conducción a donde la planta lo requiera y se encuentren disponibles (Molina, *et al.*,2003). Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas. El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación-reducción, inmovilización, precipitación, etc.(Hsu H. 1986).

2.4.1 Definición de quelatos

La palabra quelato (en inglés chelate) se deriva de la palabra griega "chela" pinza, porque en anillo que se forma entre el quelante o el metal es similar en apariencias a los brazos de un cangrejo con el metal en sus pinzas. Los quelatos metálicos son un complejo de un ion de metal unidos a una molécula orgánica (ligando). Los quelatos más comunes utilizados en la agricultura son EDTA, DTPA y EDDHA (Álvarez y Fernández, *et al.* 2003).

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 quelatante), de manera que el ion quelatado cambia sus propiedades aumentando su estabilidad en una solución, en la naturaleza existe una amplia gama de estos compuestos, los cuales satisfacen diversas necesidades de vías metabólicas, almacenamiento, entre otras funciones y usos (Carvajal de Pabón, *et al.*, 2012).

2.4.2 Descripción de los quelatos

Los quelatos sintéticos más utilizados son los derivados poliaminocarboxílicos; el EDTA (Ácido etilén-diamino-tetracetado) es el agente quelatante más conocido, cabe mencionar que existen otros con los que se obtienen mejores resultados en la agricultura, como el EDDHA (Ácido etilén-diamino-diortohidroxi-fenilacético), que forma con el Fe un quelato más estable que EDTA (Gárante y Bonilla, 2008).

Los quelatos de tipo EDTA sufren descomposición al reaccionar con los sustratos según su reacción química ya que dependerá del pH, presencia de calcio en los materiales y otros materiales competitivos (González, 2007).

2.4.3 Uso de los quelatos

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

2.5. Efectos sobre el crecimiento vegetal

2.5.1 Calcio (Ca)

2.5.1.1 Formas de absorción de Ca en las plantas

Es uno de los elementos más abundantes en la litosfera y puede encontrarse en los suelos en muy variada proporción, dependiendo en gran medida de la roca madre. Sus formas minerales más frecuentes son: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos; los dos primeros con una solubilidad muy variable y prácticamente insolubles el resto (Wiersum, 1979).

El calcio es absorbido por las regiones jóvenes (insubgerizadas) de las raíces de las plantas como Ca^{+2} . El calcio se absorbe y transporta en forma iónica, y su movilidad es mucho mayor en el apoplasto que en el simplasto (Russell y Clarkson, 1976). Wiersum (1979) indica que los efectos sobre la absorción de calcio a través de la manipulación del medio radical, parece ser principalmente

causado por cambios en competencia o disponibilidad de calcio e iones, tales como potasio, nitrato y algunos otros.

2.5.1.3 Funciones metabólicas y fisiológicas

El calcio (Ca) es requerido para mantener la integridad de la membrana y se encuentra en las paredes celulares en forma de pectatos de Ca. El calcio ayuda a mantener la integridad de la célula y la permeabilidad de la membrana celular, favorece el crecimiento y la germinación del polen, y activa gran cantidad de enzimas que intervienen en la mitosis, división y elongación celular. El Ca interviene en la síntesis de proteínas y la transferencia de carbohidratos, y ayuda a desintoxicar la planta de la presencia de metales pesados (Stutte, 1995).

2.5.1.4 Excesos de Ca en las plantas.

El exceso de calcio origina inmovilización de algunos elementos (hierro, boro, cinc y manganeso), al encontrarse el calcio como carbonato, lo que produce un aumento del pH. que favorece la precipitación de dichos elementos, produciéndose una inmovilización de estos y su déficit nutricional para la planta al ser impedida su absorción por el sistema radicular, se ha observado también inhibición de la asimilación del potasio (Moyeja, 2000).

2.5.1.5 Deficiencias de Ca en las plantas

La deficiencia de calcio se reconoce por la formación de manchas amarillas/marrones que habitualmente presentan un estrecho contorno marrón bien definido. Además se frena el crecimiento y en casos serios resulta en ápices más pequeños que no se cierran del todo. Las hojas grandes y más antiguas serán las primeras en presentar síntomas carenciales. A menudo no se trata de las hojas más bajas sino de las inmediatamente superiores (igual que en caso de una falta de magnesio) (Kirk, E.R. 1962).

2.5.1.6 Antagonismos de calcio.

Los antagonismos que presenta este elemento es con manganeso ocasionando la absorción del de calcio se vea afectada y se encuentre disponible el elemento para la planta (Cakmaka, I. 2015).

2.5.1.7 Quelato de calcio

Quelato de calcio está recomendado para cualquier cultivo, ayudando a neutralizar todas las sustancias tóxicas de desecho que la misma produce, mediante la formación de pectatos de calcio. Debe aplicarse durante el ciclo productivo de la planta, por lo menos dos ocasiones. Las solanáceas son susceptibles a la falta de calcio, afectándose de manera negativa la producción final (González, 2007).

2.6. Potasio (k)

2.6.1. Forma de absorción de potasio por la planta

El potasio es absorbido como ion potásico K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico (Tisdale y Nelson, 1982).

2.6.2. Funciones metabólicas y fisiologías de K en la planta

El potasio interviene fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, interviene en la estimulación enzimática (Rodríguez, 1992).

2.6.3. Deficiencias de k en las plantas

Los síntomas que presentan los vegetales ante la deficiencia de potasio se pueden generalizar en reducción general del crecimiento, los tallos y la consistencia general de la planta son de menos resistencia física y presentan un menor vigor de crecimiento, los frutos y semillas reducen tamaño y calidad por una deficiencia en la síntesis, las hojas tienden a “enchinarse”, amarillean los márgenes y luego se necrosan, las manchas avanzan hacia el centro de hoja tornándose marrones, los síntomas aparecen primero en las hojas inferiores y luego en las superiores (Rodríguez, 1992).

2.6.4 Excesos de k en las plantas

La abundancia de este elemento según Rodríguez (1992). Se manifiesta en las siguientes características: mayor crecimiento y vigor, buen desarrollo de flores, frutos y semillas, resistencia al frío y enfermedades criptogámicas, aumento en la calidad de los frutos y por tanto presentara deficiencias de manganeso.

2.6.5. Antagonismo de K

Existen antagonismo entre el amonio y el potasio, ya que ambos son cationes monovalentes, y por consecuente hay un efecto antagónico entre ambas formas iónicas, también presenta esta reacción con el manganeso (Cakmak, I.2015).

2.6.5. Quelato de potasio.

Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas, neutralizando las cargas y evitando antagonismos. El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación-reducción, inmovilización, precipitación, etc. (Hsu H. 1986).

2.7. Magnesio (Mg)

2.7.1. Formas de absorción de Mg por la planta

Magnesio de la solución del suelo: Está en equilibrio con el Magnesio intercambiable y está fácilmente disponible para las plantas. Magnesio intercambiable: Es la fracción más importante para determinar el Magnesio disponible. El Magnesio adsorbido electrostáticamente a las partículas de arcilla y materia orgánica, dependiendo su liberación del efecto que tiene la absorción de un Mg^{2+} en la solución del suelo, en el equilibrio con la fracción intercambiable. Normalmente en equilibrio con el Mg de la solución del suelo. Magnesio no intercambiable: Mg como componente de los minerales primarios en el suelo. El Mg está en la red de cristal la cual es la base estructural directa de los silicatos del suelo. Como el proceso de descomposición de los minerales en el suelo es muy lento, esta fracción de Mg no está disponible para las plantas (Cakmak, *et al.*, 2010).

2.7.2. Funciones metabólicas y fisiológicas de Mg

El Mg tiene varias funciones clave para las plantas, entre ellos, fotofosforilización (Formación de ATP en los cloroplastos, adenosintrifosfato, principal reserva de energía), fijación de bióxido de carbono durante la fotosíntesis, síntesis de proteínas, transporte del floema (savia elaborada) y muchos procesos fisiológicos y bioquímicos (Cakmak, I.2015).

2.7.3. Deficiencias de Mg en la planta

Por ser un nutriente móvil dentro de la planta su deficiencia aparece primero en las hojas viejas, las cuales manifiestan una clorosis intervenal. Si la deficiencia es muy severa los síntomas pueden observarse en hojas jóvenes. Las hojas se vuelven frágiles curvándose hacia arriba. Las puntas de las hojas pueden tomar una tonalidad de rojizo a violáceo si la deficiencia es severa (Cakmak, I.2015).

2.7.4. Exceso de Mg en la planta

El exceso de este elemento, es que puede inhibir la absorción de otros elementos, por citar algunos, potasio (K) y calcio (Ca) creando antagonismo, por tanto no se encuentran disponibles para la planta o en su caso le es más difícil su obtención (Cakmak, *et al.*,2010).

2.7.5. Antagonismos de Mg

Presenta antagonismo con el manganeso soluble, afectando directamente la absorción de magnesio por las plantas y disminuyendo la disponibilidad del mismo (Cakmak, I.2015).

2.7.6 Quelato de Magnesio

Nutriente específico para erradicar deficiencias de este elemento que está directamente relacionado con la formación de clorofila de la que forma parte estructural de su molécula. Es altamente recomendable para prevenir y corregir los estados carenciales, debido a deficiencias y desequilibrios nutrimentales, debido a suelos ácidos, suelos arenosos o zonas con climas de media a alta precipitación (González, 2007).

2.8 Importancia de los microelementos

Los elementos Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, B y Cl, en la nutrición de la planta no deben ser descuidados aunque solo sean requeridos en pequeñas cantidades son de gran importancia para la realización de diferentes funciones metabólicas o estructurales para la planta (Yáñez, 2002).

2.8.1 Hierro (Fe)

2.8.1.1 El Fe en la planta

Es uno de los nutrientes que más problemas presenta dentro de la nutrición de cultivos debido a la capacidad que tienen estos para la transportación del ion (Juárez, 2004).

2.8.1.2 Formas de absorción del Fe por las plantas

La planta lo absorbe de forma activa como Fe^{2+} después de pasar a ser reducido el Fe^{3+} por una reductasa férrica en la planta (Cristóbal, 2009).

2.8.1.3 Funciones metabólicas del Fe en las plantas

En la planta es un componente de oxidación, es decir, reducción de respiración y fotosíntesis, actúa como un catalizador o portador de oxígeno en numerosos sistemas enzimáticos, especialmente en la respiración (Cristóbal, 2009), además estimula la formación de clorofila, mecanismo enzimático que opera en el sistema respiratorio celular, reacciones que involucran la división y crecimiento celular (Eyal, 2008).

2.8.1.4 Deficiencias de hierro (Fe)

La deficiencia de hierro (Fe), caracterizado por falta de clorofilas (clorosis), es un problema de carácter amplio y mundial en suelos calcáreos, así sobre encalados. Debido a su insolubilidad de los compuestos que se forman cuando este elemento se pone en el suelo en forma de sales simples, es necesario agregarlo en forma quelatada (Hansen, 2006).

2.8.1.5 Excesos de hierro (Fe)

De los estados de oxidación que presenta el hierro, es el ion ferroso el que puede causar esta sintomatología, en condiciones aeróbicas es muy extraño que se produzca la acumulación de Fe II en el suelo. Sin embargo, en condiciones anaeróbicas, el Fe III se reduce al Fe II considerándose la especie más abundante e incrementándose la solubilidad del hierro en el suelo, por lo que la toxicidad del hierro no se conoce en condiciones normales de los cultivos, (Juárez 2004).

2.8.2 Zinc (Zn)

2.8.2.1 El Zn en la planta

El Zn es un microelemento excepcional debido a sus diversas funciones en los sistemas biológicos. Se realizan varios procesos fisiológicos y estructurales que dependen de la influencia del zinc (Cakmak, 2011).

2.8.2.2 Formas de absorción de Zn por las plantas

La concentración del zinc (Zn) en el suelo depende de la composición del material parental y de la mineralogía del suelo, especialmente de la concentración de cuarzo. Solamente una mínima fracción del Zn esta en forma intercambiable o soluble. Cerca de la mitad del Zn disuelto está presente como catión hidratado (Hansen, *et al.*, 2006). La fracción soluble como catión divalente hidratado esta inmediatamente disponible para las plantas. Casi no se a encontrado un suelo medianamente provisto de Zn que tenga al mismo soluble en ácido cítrico y que presente dificultad para las plantas en adquirir este elemento (Cadahía, 2005).

2.8.2.3 Funciones metabólicas y fisiológicas del Zn en las plantas

Su función principal es activador enzimático, catalizando innumerables reacciones en procesos metabólicos como la respiración, la síntesis de clorofilas y proteínas. Es además precursor de triptófano y ácido indol acético (Fancelli, 2006).

2.8.2.4 Antagonismos y sinergismos

La absorción del Zn por la raíz se ve afectada por otros elementos como el calcio, manganeso, hierro, manganeso y cobre (Rodríguez, 2004).

2.8.2.5 Deficiencia de Zn en las plantas

La deficiencia de Zn es un problema que se manifiesta a nivel mundial en casi todos los cultivos (Cruzate, 2010). La deficiencia del mismo está íntimamente relacionada con el metabolismo del N. cuando se suprime el Zn, la concentración de proteínas se disminuye y aumenta los aminoácidos. La fuerte disminución del crecimiento como consecuencia de la inhibición en la formación de proteínas (bajo una deficiencia de Zn) resulta un consumo más bajo en carbohidratos lo que conduce a una disminución de fotosíntesis y propicio un aumento en los radicales de oxígeno, alno ser removidos causan una mayor deficiencia de Zn (Marscher, 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del Experimento

La investigación se llevó a cabo en el campo experimental del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México entre las coordenadas 25°21'18.9" latitud norte y 101°02'07.7" longitud oeste con una altitud de 1764 msnm.

3.2 Material Vegetal

El material vegetal que se trabajó en este proyecto fue la ockra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Var. *Clempton Spineless*, debido a que es la variedad que ocupa la mayor superficie establecida en México y la que presenta mayores rendimientos.

3.3 Siembra

3.3.1 Método de Siembra

A las semillas, se les dará un pre-tratamiento de 24 hrs de imbibición en solución de ácido salicílico en una concentración de 10^{-4} Molar, con el fin de estimular el crecimiento celular en las mismas, posterior a esta actividad, se realizará la siembra de las semillas en charolas de poliestireno con capacidad de 200 cavidades, las cuales serán llenadas con sustrato peat moss promix, efectivo para la germinación de semillas y serán monitoreadas constantemente hasta que alcancen una altura de 12 cm que es la condición para realizar el trasplante en las macetas.

3.3.2 Establecimiento del Cultivo

Las plántulas serán trasplantadas en bolsas de plástico con capacidad de 12 litros, considerando dos plantas por metro cuadrado, esta actividad se realizará cuando estas midan 12 cm de altura y presenten al menos dos hojas verdaderas, lo cual se espera que de acuerdo a las condiciones donde estarán en los contenedores, esta etapa fenológica en el cultivo se efectúe a los 30 días posteriores a la siembra.

3.4 Riego

El establecimiento del sistema de riego se realizó mediante mangueras de ½ pulgada y goteros de una capacidad de 1 litro por hora las cuales fueron conectadas a un tambo con capacidad de 200 litros, los goteros se localizaron a una distancia de 30 cm entre cada uno quedando uno por maseta, se realizaba un riego diario de aproximadamente de media hora (dependiendo de las condiciones climáticas cambiaba la frecuencia de riego).

3.5 Fertilización

La frecuencia de fertilización se realizaba cada 8 días y la fertilización base cada 3 días, realizando la aplicación de todos los tratamientos de manera localizada por planta, haciendo una aplicación aproximada de 150 ml por cada planta de la mezcla correspondiente a cada tratamiento. Tomando en cuenta la etapa fenológica la frecuencia de fertilización se modificó, en la primera etapa se realizó cada 15 días, en la segunda cada 8 días, al término de crecimiento vegetativo fue cada 5 y en producción se realizó cada 3 días.

3.6 Tratamiento fitosanitario

Se puso énfasis principalmente en la prevención de posibles apariencias de enfermedades. Realizándose aplicaciones esporádicas durante todo el ciclo del cultivo, asperjando productos preventivos como insecticidas y fungicidas, asiendo alternancia en la aplicación de los productos, las aplicaciones se realizaban en un lapso de tiempo de 8 días entre cada aplicación con la ayuda de un atomizador.

3.7 Tratamientos

Se consideró evaluar fertilizaciones a base de Calcio, Potasio, Magnesio, Fierro de manera quelatada, aplicándolos vía suelo como posibles inductores en la mejora de la calidad nutracéutica y comercial del órgano de interés comercial de la ockra. Los tratamientos a evaluar se describen a continuación:

Tabla 2. Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Fórmula + Quelato
1 (Testigo)	120-50-00
2	120-50-00 + K
3	120-50-00 + Ca
4	120-50-00 + Ca + K
5	120-50-00 + Mg
6	120-50-00 + Ca + K + Mg
7	120-50-00 + Fe
8	120-50 + Mg + Fe
9	120-50-00 + Ca + K + Mg + Fe
10	120-50-00 + Ca + K + Mg + Micros (Fe, Zn, Cu, B)

3.8 Descripción de variables evaluadas

3.8.1 Peso fresco de fruto

En el caso de esta variable incluyo un total de nueve tratamientos y un testigo con cuatro repeticiones cada uno de ellos (diferente número de unidades cada uno). Con la ayuda de una balanza analítica digital de la marca OHAUS modelo TS120 se procedió a pesar los frutos al momento de la cosecha, dicha actividad se realizó en el laboratorio del departamento de horticultura y se reportó en gramos (g).

3.8.2 Diámetro de fruto

Al igual que para el caso de peso de fruto en este parámetro se evaluó un total de nueve tratamientos más un testigo con cuatro repeticiones cada uno de ellos (diferente número de unidades). En cada cosecha efectuada, los frutos de sometían de inmediato a un análisis exhaustivo este consistía en medir el diámetro ecuatorial de cada fruto con la ayuda de un vernier, los datos recabados se reportaron en milímetros (mm). Se recopilaron dichos datos con la ayuda de un vernier.

3.8.3 Longitud de fruto

En la compilación de la variable se hizo uso de una cinta métrica de 1 m de larga midiendo el fruto desde la base del peciolo hasta el ápice del fruto y se reportó en centímetros (cm).

3.8.4 Firmeza de fruto

Esta variable se tomó con un penetrómetro de la marca FRUIT PRESSURE TESTER FT 327 con una puntilla de 4 milímetros, para determinar se realizando una perforación en la parte media del fruto y se reportó en kilogramos ($\text{kg}\cdot\text{cm}^2$). Recabando esta información después de cada cosecha.

3.8.5 Numero de frutos

Para el caso variable se inició la cosecha el 13 de junio del 2015 y terminando el 14 de Julio de 2015, llevándose a cabo 7 cortes para contabilizar todos los frutos por planta considerando las 4 repeticiones por tratamiento por cada corte y se reportó en unidades (unidades).

3.8.6 Peso fresco de planta

Al igual variable se midió pesando todas las plantas de cada tratamiento con la ayuda de una balanza analítica y se reportó en gramos (g).

3.8.7 Diámetro de tallo

Esta variable se recopiló con la ayuda de un vernier tomando en cuenta al igual que la variable anterior todas las plantas y se reportó en milímetros (mm).

3.8.7 Longitud de tallo

En el caso variable se midió con una cinta métrica de 3 metros tomando en cuenta la base del tallo hasta la parte alta de la planta y se reportó en centímetros (cm).

3.8.8 Peso seco de planta

El equivalente de la variable se llevó a cabo con la ayuda de la deshidratación a partir del calor natural, es decir, exponiendo las partes vegetales de forma directa a los rayos del sol, para después pesar cada una de las plantas con la ayuda de una balanza analítica y se reportó en gramos (g).

3.8.9 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 Duncan ($\alpha= 0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso fresco de fruto

De acuerdo al ANVA los resultados para la variable peso fresco de fruto muestran que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo, muestran las siguientes tendencias. Los tratamientos T₂, T₄ y T₅ muestran un efecto negativo, puesto que los valores se encuentran por debajo del testigo. En cuanto al tratamiento 2 (quelato de calcio), tiene un efecto positivo ya que actúa en la división mitótica de las células y por tanto hay más acumulación aparte de ser activador de la síntesis de proteínas según Zavala (2005), según Cooman *et al.* 2005, dice que el calcio también tiene influencia en el aumento de peso en el fruto, también es considerado como un activador de enzimas y de aportar calidad al fruto.

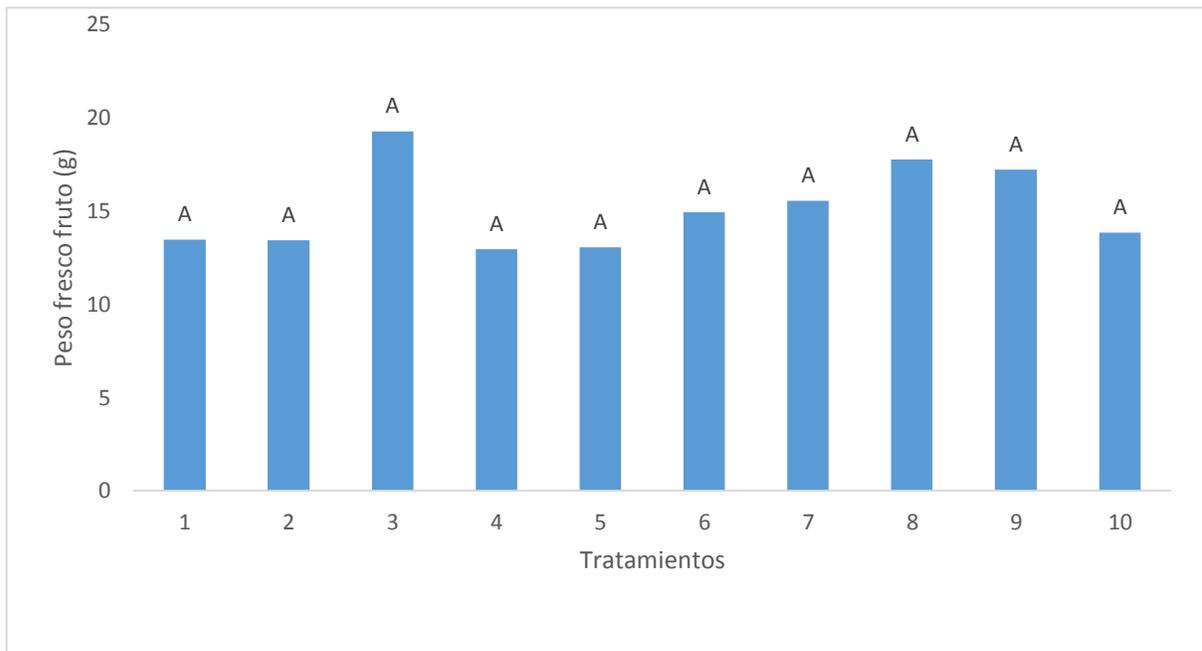


Figura1. Peso fresco de fruto del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

4.2 Diámetro de fruto

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para la variable de diámetro de fruto no muestran diferencia significativa ($\alpha=0.05$), pudiendo decir que los tratamientos de fertilización no tuvieron efecto significativo en el aumento sobre el diámetro de frutos. Según Ferenczi, *et al*, 2011, el conseguir buen calibre en los frutos viene determinado por el amplio número de variables que podrían agruparse en factores endógenos (los genéticos donde cada variedad tiene un calibre característico y la competencia entre órganos en desarrollo) y los factores exógenos (los ambientales como temperatura, pluviometría, suelo y las prácticas culturales como riego, fertilización, cultivo, etc.), esta es una de las causas frecuentes de divergencia entre los resultados recopilados en parcelas experimentales (Ferraris, 2005).

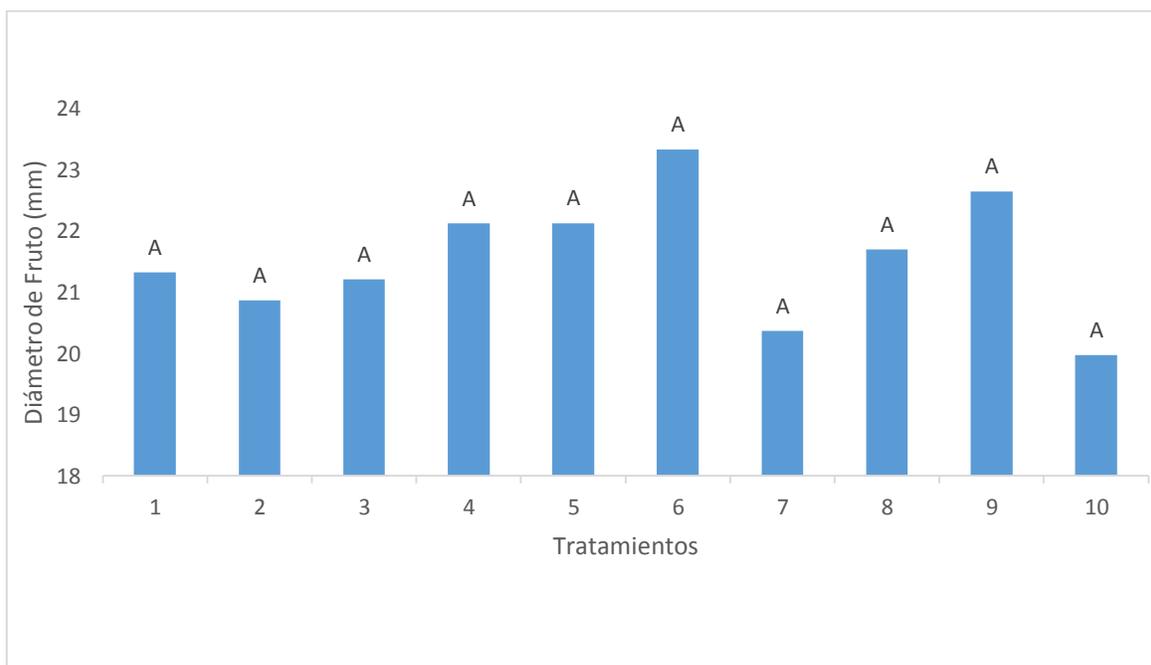


Figura 2. Diámetro de tallo del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.

4.3 Longitud de frutos

De acuerdo a la gráfica siguiente, se observa una significancia entre los tratamientos que se les aplicó quelatos de hierro y magnesio, con respecto al tratamiento a base de calcio y potasio, donde se observa un efecto significativo de las aplicaciones las cuales presentan un efecto positivo en la longitud de fruto, comparado con los tratamientos de calcio y potasio, los cuales expresaron ser los de menor efecto. Sin embargo; los demás tratamientos son no significativos entre sí y por tanto no influyen en esta variable. Esto se atribuye a que el Mg tiene gran influencia en la formación y llenado de frutos (Eloy A. Molina, 2002).

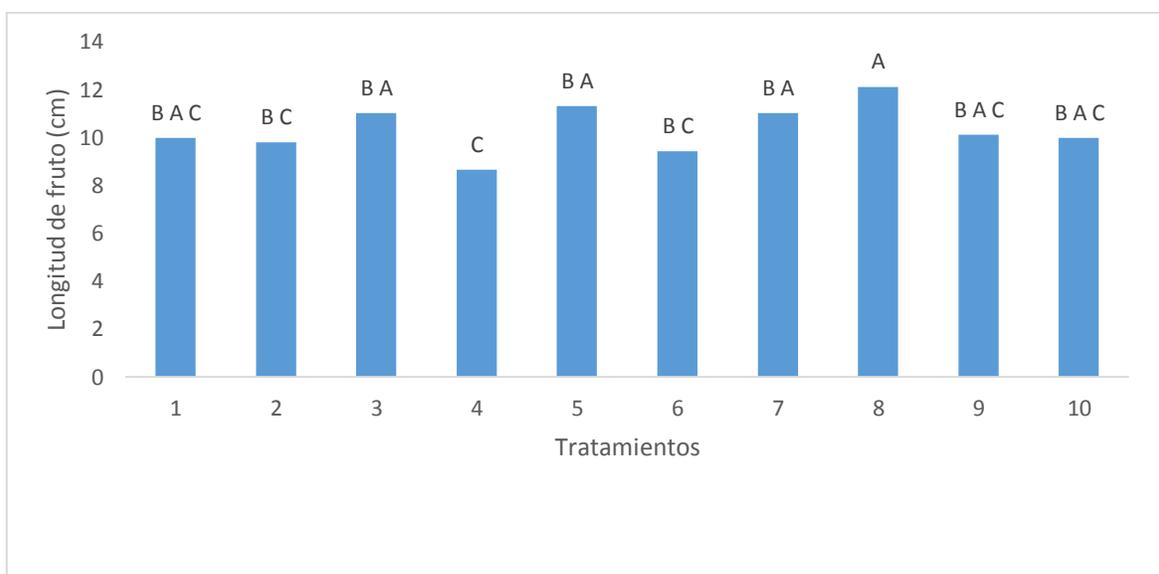


Figura 3. Longitud de frutos del cultivo de la ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

4.4 Firmeza de fruto

Para esta variable de acuerdo al análisis estadístico ANOVA, se observa que hay un efecto positivo de significancia en la comparativa entre los tratamientos y el testigo. El tratamiento 5 fue el que mostro ser superior ante todos los tratamientos y el testigo por lo que se puede decir que las aplicaciones quelatantes de los elementos Ca, Mg y K si tuvieron influencia en el aumento de firmeza en el fruto. El calcio tiene funciones en la división y crecimiento de la pared celular, así mismo en la formación de pectatos de la lámina media de la célula, intervine en la absorción de nutrientes, forma ácidos orgánicos del interior de las células regulando la presión osmótica; interviene en la formación de lecitina y fosfolípidos importantes constituyentes de membrana celular y permeabilidad de membranas; actúan en la división mitótica de las células de meristemo (punto de crecimiento) y absorción de nitratos, participa además en el almacenamiento de azúcares en los frutos y mejora la firmeza de los mismo (Mengel *et al.*, 2001).

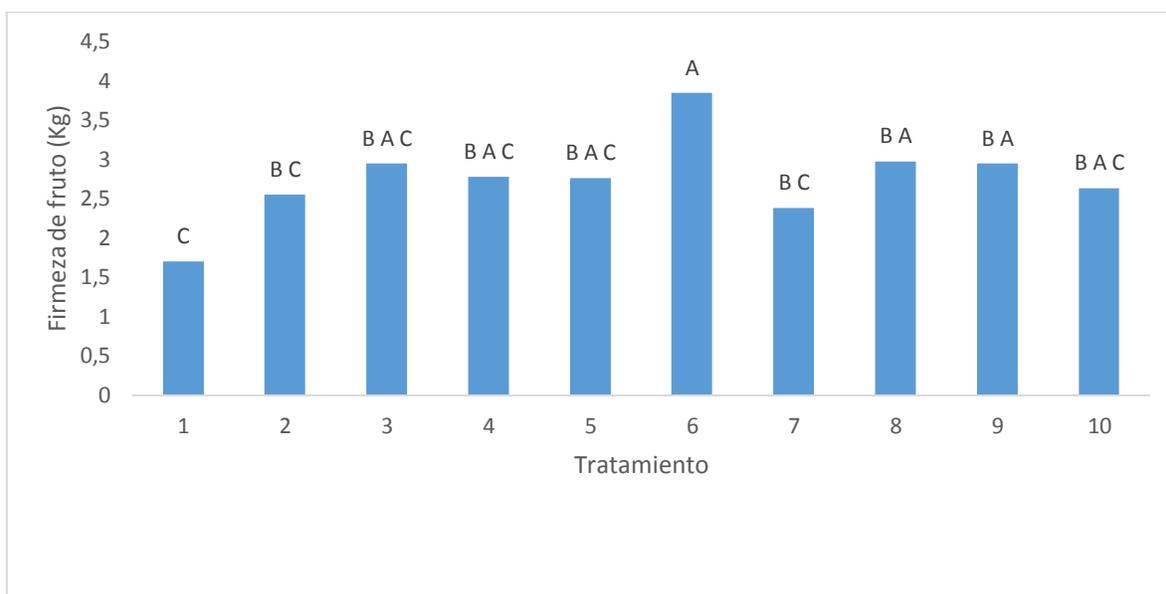


Figura 4. Firmeza de fruto del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.

5.5 Numero de fruto

En base a la gráfica de abajo se muestra que de acuerdo a la agrupación de Duncan no muestran significancia positiva en cuanto a esta variable, pero si muestran mayor productividad los tratamientos T 3 y T10, comparando con los demás tratamientos y el testigo se ven superado. Ferraris, 2010, dice que los micro nutrientes se encuentran asociados a enzimas que regulan distintos procesos metabólicos, generalmente siguen el orden Mn, Fe, Zn y Cu, modificándose según la especie vegetal, el cual se ve afectado al crecimiento reproductivo, formación de granos, semillas y frutos. Coincidiendo con Kirkby y Volker en 2008 que afirman que el Cu está involucrado en el crecimiento reproductivo, inducción de la floración, polinización y establecimiento de frutos.

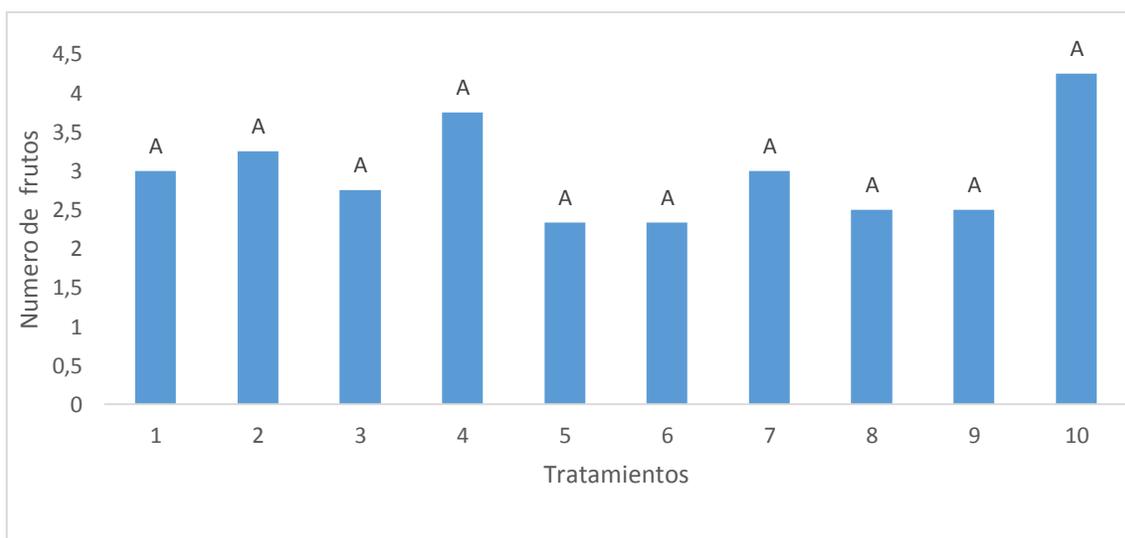


Figura 5. Numero de frutos del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados

4.6 Peso fresco de planta

De acuerdo a la gráfica que se muestra en la parte inferior se ve reflejado el análisis estadístico, en esta variable no se muestra significancia con respecto a la comparativa estadística de Duncan. La comparativa numérica entre las medias de cada tratamiento si muestran ser superiores al comparar con el testigo. El tratamiento 2 (quelato de K) mostro el mayor efecto significativo para esta variable. Jean Paul, *et al*, 2008, menciona que le potasio tiene un efecto significativo en la acumulación de biomasa. Coincidiendo con Andersen, *et al*, 2009, el cual dice que el potasio si tiene influencia en el aumento de biomasa en los tejidos de la planta. Kaya, *et al*, 2001, afirma que las aplicaciones potasio en concentraciones altas se puede traducir en aumento de materia y clorofilas.

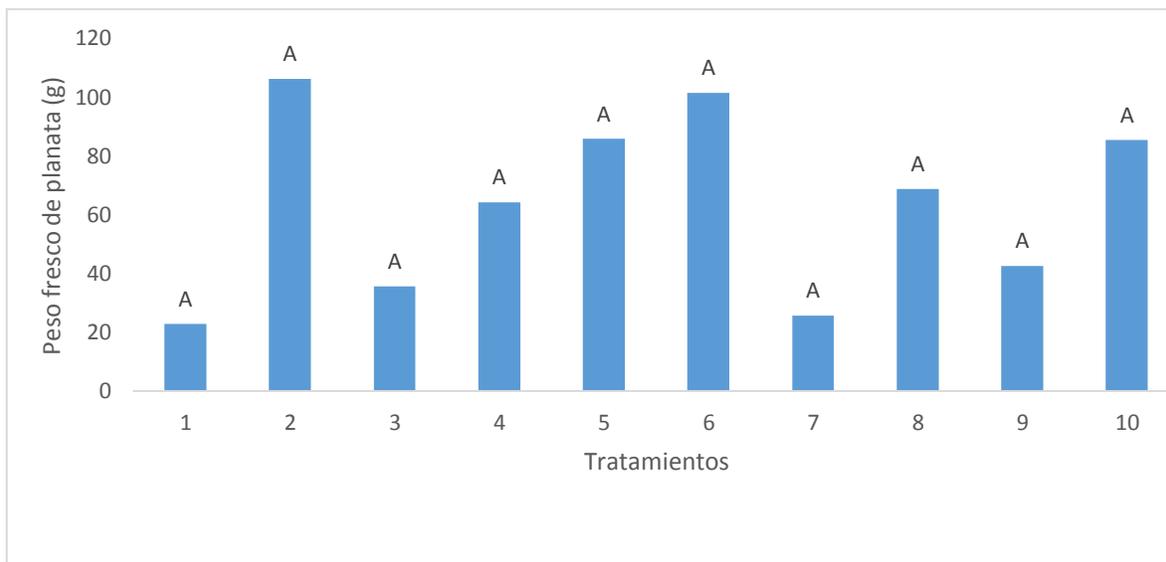


Figura 6. Peso fresco de planta del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

4.7 Diámetro de tallo

Para esta variable según el análisis estadístico y en base a la figura, se observa que hay un efecto positivo de significancia con respecto al diámetro de tallo, ya que todos los tratamientos mostraron un alto grado de superioridad en comparación al testigo y el tratamiento donde se aplicó calcio, donde el tratamiento 6 (la combinación de (Ca, Mg y K) mostro ser el más sobresaliente de todos los tratamientos, siguiéndole el tratamiento 10 con una aplicación similar (mas microelementos adicionales), solo que tuvo un desarrollo menor en el aumento de diámetro del tallo en comparación con el tratamiento 6. Atribuyendo a estos nutrientes la participación en la translocación y acumulación de asimilados en acciones específicas que corresponden a estos, así como su influencia en la acumulación de biomasa resultante de la elongación celular (Yáñez, 2002).

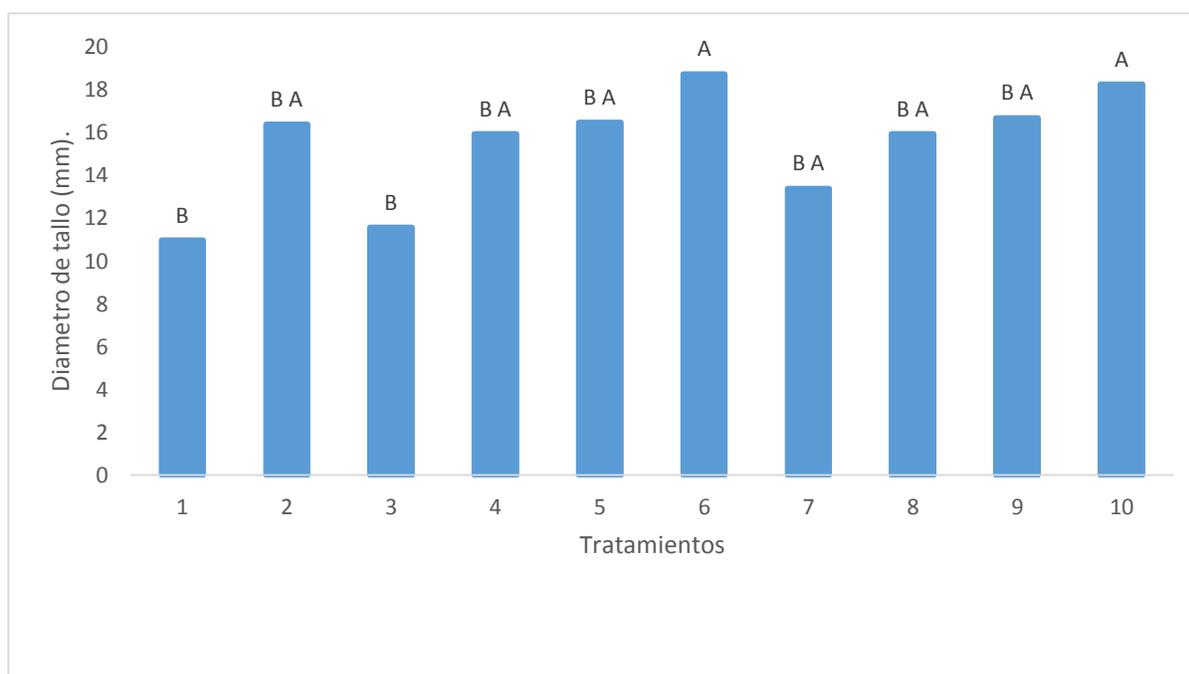


Figura 7. Diámetro de tallo del cultivo de ockra tratada con diferentes nutrientes quelatados.

4.8 Longitud de tallo

Con respecto al ANAVA, si existe diferencia significativa entre los tratamientos, realizándose la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$), obteniendo que los tratamientos, respondieron estadísticamente diferentes en donde los tratamientos 7, 10, 4 y 5 mostraron un efecto superior en comparación del testigo y los demás tratamientos 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.*, 2008.

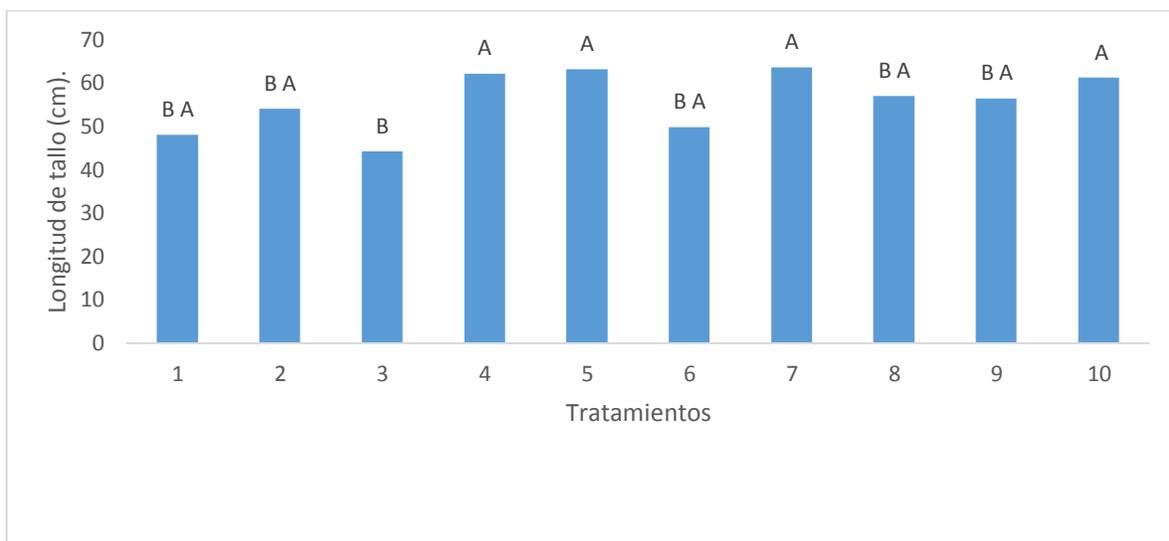


Figura 8. Longitud de tallo del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

4.9 Peso seco de planta

Realizándose el ANAVA respectivo, se obtuvo que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. De acuerdo a esto se practicó la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.05$). Dicha práctica indica que el tratamiento 6 el de mejor comportamiento en la acumulación de materia seca, pero también los tratamientos 4 y 10 mostraron respuesta a su tratamiento, de dicha manera se observa que superan al testigo y demás tratamientos. El k y Ca son promotores y activadores de enzimas y proteínas, así como en la elongación de las células, por consecuente el resultado es la acumulación de biomasa (Eloy A. Molina, 2002).

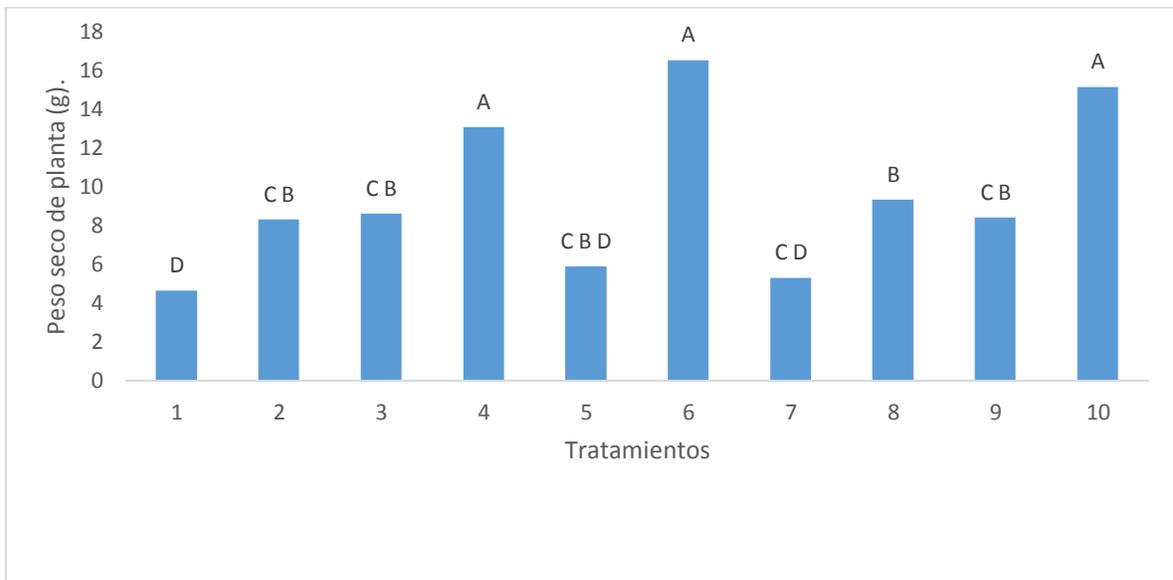


Figura 9. Peso seco de planta (g) obtenidos del análisis estadístico en la comparación de medias.

4.10 Super oxido dismutasa

Respecto al análisis estadístico realizado para esta variable se observa que existe un efecto de significancia positiva en el contenido de SOD el tratamiento que resulto ser más sobresaliente fue el tratamiento 10 (quelatos de Mg, K, Ca, más micronutrientes Fe, Zn, Cu y B) mostro tener una mayor acumulación de SOD que el tratamiento 2 (quelato de k), se atribuye a que diversos metales (Cu,Zn,Fe) participan como componentes de numerosas enzimas y ciertas vitaminas (Soledad, 2007).

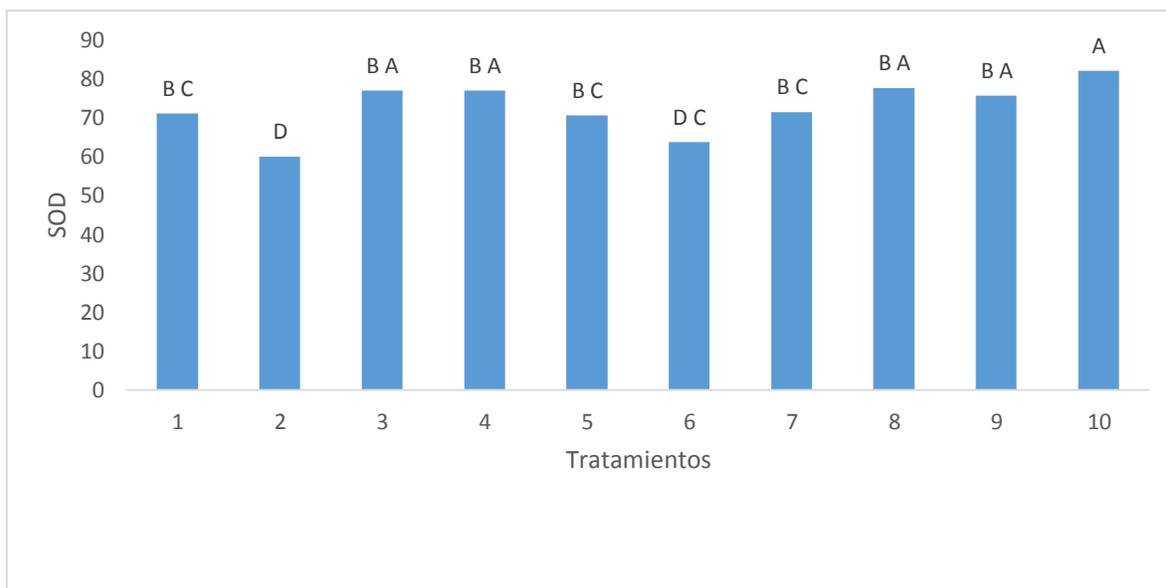


Figura 10. Super oxido dismutasa del cultivo de ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

4.11 Potencial REDOX

Con respecto al análisis ANAVA, se puede observar que si muestran un efecto positivo de significancia en la comparación de medias de acuerdo al modelo de Duncan ($\alpha=0.05$) en la comparación de medias entre los tratamientos.

Se observa que el tratamiento 5 y 8 mostraron tener un efecto positivo de significancia, siendo superior al testigo y los tratamientos restantes del análisis. En la figura se aprecia que el tratamiento 5 y el tratamiento 8 (quelatos los cuales arrojan un efecto negativo, lo que indica que muestran tener una mayor concentración de antioxidantes en comparación a los demás tratamientos aplicados.

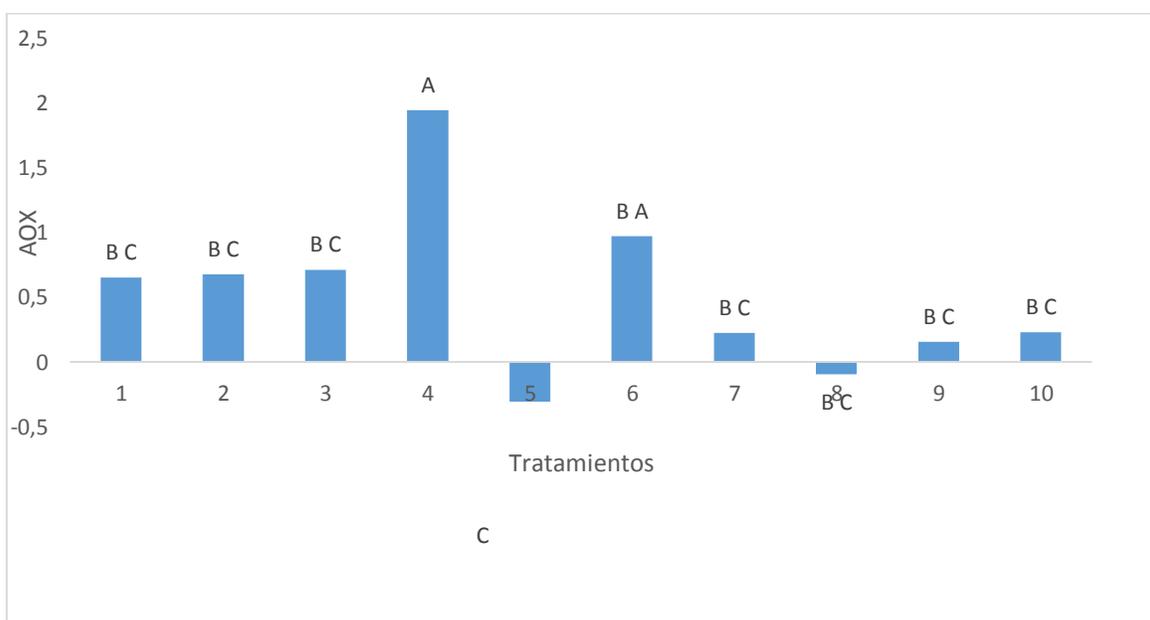


Figura 11. Potencial antioxidante del cultivo de la ockra tratado con diferentes nutrientes quelatados.

V. CONCLUSIONES

La aplicación de nutrientes quelatados en el cultivo de ockra indica estadísticamente que presenta comportamiento positivo en base a calidad nutricional y productividad. El uso de los mismos son una herramienta que facilita y ayuda a la corrección de problemas de antagonismos y rápida eficacia en problemáticas de elementos que son requerido por la planta para desempeñar diferentes procesos fisiológicos y metabólicos necesarios para su sobrevivencia.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

- .Hsu H. 1986.** Chelates in plant nutrition. In: Foliar feeding of plants with aminoacids chelates. California, USA. pp. 209 - 216.
- Adejoye, O.; Awokoya, J. & Oluseyi, E. 2009.** Effect of seasonal changes on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5: 940-943
- Alvarez-Fernández, A. 2000.** Calidad y eficacia de quelatos férricos (FeEDDHA, FeEDDHMA, FeEDDHSA y FeEDDCHA) como fertilizantes. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 5738-5844 pp.
- Álvarez-Fernández, A. Paniagua, P. Abadía, J. y Abadía, A. 2003.** Effects of Fedeficiency chorosis on yield and fruit quality in peach (*Prunus pérsica* L.). J. Agric. Food. Chemi. 51, 2003, pp. 5738-5844.
- Aparicio, V. M. 1999.** Comercialización de crisantemo estándar en San Pablo Ixayoc, Texcoco, Edo. De México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Barber S.A. 1995.** Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach. 2nd Ed. Wiley, New York.

- Braceló J, K Stoyanova Georgieva, J. M Velichkova**, 2009. Silicon amelioration of magnese toxicity in Mn-sencitive an Mn-tolerant maize variates, Sn Docheva, C.Poschenrider, ZI. departamento de biología animal, de vegetal i d´ ecología. Universidad Autónoma de Barcelona. Exp. Bot. 65: 189-197. http://www.uab.es/PDF/PDF_124150380708_es.pdf
- Cakmak, I. and A.M.Yazici. 2010.** Magnesium: Forgotten element in Crop Production. Better Crops 94(2):23-25.
- Cakmak, I.2015.** Sinergismos y antagonismos entre Nutrietes Minerales Durante la Absorcion utrietes Minerales Durante la Absorcion y Transporte en las Plantas Curso Internacional sobre Nutricion de Cultivos. Intagri.
- Carlos Cadahía, 2005.** Fertirrigación, cultivos hortícolas, frutales y ornamentales.
- Carvajal de Pabón Luz M. E H Yahia, R Cartagena, C Peláez, C C Gavira, B S Rojano.** 2012. Capacidad antioxidante de dos variedades de fragaria x ananasa (Weston) Duchese (fresa) sometidas a variaciones de nutrición Vegetal. Medellin, Colombia Revista Cubana de Plantas Medicinales. Versión ISSN 1020-4796. Vol. 17 no.1 Ciudad de la Habana.
- Cooman, A., C. Torres y G. Fischer. 2005.** Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. Agron. Colomb. 23, 74-8.
- Cristóbal Hernández C. 2009.** Evaluación de productos de biomasa por efecto. Aplicación exógena de cobre (Cu) y hierro (Fe) en orégano Mexicano (*Lippiagraveolens*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 18-19.
- Díaz F., A. and Leal L., F. 1992.** Status of horticulture in northern Tamaulipas, Mexico. Subtrop. Plant Sci.45:58-59.
- Díaz F., A.; Ortegón M., A.; Garza C., E. y Ramírez L., A. 2003.** Producción de okra (*Abelmoschus esculentus*) en siembra tardía. Cienc. Tecnol. Aliment. 4:28–34.
- Díaz Franco,A.; Loera Gallardo,J.; Rosales Robles, E.; Alvarado Carrillo, M. & Ayvar Serna, S. 2007a.** Producción y tecnología de la okra

(*Abelmoschus esculentus*) en el noreste de México. *Agricultura Técnica en México* 33: 297-307

- Díaz, F. A., Loera, G. J., Rosales, R. E., Alvarado, C. M., Ayvar, S. S. 2007.** Producción y Tecnología de la Ockra (*Abelmoschus esculentus*) en el Noreste de México. *Agricultura Técnica en México* Vol. 33 Núm. 3 Septiembre-Diciembre p. 297-307.
- Díaz, F. A., Ortegón, M. A. 1997.** Influencia de la fecha de siembra y la poda sobre la producción de cultivares de oca (*Abelmoschus esculentus*). *Agronom. Mesoamer.* 8:93-98.
Ediciones mundi-prensa libros, S. A. Madrid, Español. Pp 113-131.
- Escalante E., L.E.; Escalante E., J.A.; Linzaga E., C. 1995.** La okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Mimeógrafo. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro.
- Eyal Ronnen I. 2008.** Red Hidroponía, Boletín No. 38. Lima Perú. Microelementos en la agricultura.
- Fancelli, AL. 2006.** Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp 11-27. En: M Vázquez. Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina. 207pp.
- FAO. 2010.** Producción de productos alimentarios y agrícolas www.fao.org
- Ferraris Gustavo N. 2012.** Micronutrientes en cultivos extensivos. ¿Necesidad actual o tecnología para el futuro? Desarrollo rural INTA E.E.A. Pergamino, INTA Av Presidente Dr A. Frondizi Km 4,5
- Ferraris, G., L. Couretot y J. Urrutia. 2010.** Tecnología para la aplicación de microelementos en maíz. Dosis y sistemas de aplicación de zinc en combinación de fuentes de nitrógeno-azufradas. V Jornada de maíz. AIANBAINTA EEA pergamino. 11p.
- Fontanetto, H.; Keller, O.; Negro, C.; Belotti I.; Y Giailevra D. 2006.** Inoculación y fertilización con cobalto y molibdeno sobre la nodulación y la producción de soja. INTA, E. E. A. Rafaela. Galrã o.
- Gaitán, T. 2004.** Cadena del cultivo de la okra (*Hibiscus esculentus* L.) con potencial exportador. Managua.

Garófalo J Y A Fehrman: traducido al español por Rubén Regalado y Balerdi Carlos. Rev. 7 2002. Traducido 7 .2003. la “copa encrespada” en palmas y la deficiencia de manganeso. Publicaciones para los horticultores profesionales del condado de Miami Dade. Hoja informativa No. 89.

http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/hidroponia/boletin_38/38articulo-microelementos.pdf

Jean Paul L, Julio C. R. Almeida, José Leonardo M., Laurent Saint André, Marcelo Ventura, Rildo M Moreira y Yann Nouvellon. 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf lifespan and allocation of above-ground growth in Eucalyptus plantations. Published by Oxford University Press. All rights reserved. For Permissions, please email: journals.permissions@oxfordjournals.org

Jimena soledad A., 2007. Editorial de la Universidad de Granada D.L.:Gr.1229-2007 ISBN:978-84-338-4256-2

Juárez M, Cerdán, M; Sanchez Sanchez, A. 2004. Departamento de agroquímica y bioquímica. Facultad de ciencias. Universidad de alicante. Pp 12.

Kaya, C., Kirnak, H., & Higgs, D. (2001). Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal of Plant Nutrition, 24(2), 357-367.

Kirk, E.R. 1962. Enciclopedia de tecnología química. Tomo 1. UTHEA, México, D.F. pp. 267-268 .

Kirkby E y R Volker. 2008. Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Informaciones agronómicas. No. 68.

Legaz F, M D Serna y E Primo. 2011. Sintomatología de deficiencias y excesos minerales en los cítricos instituto valenciano de investigaciones agrarias.

Lopez Bellido, L. 2003. Cultivos industriales. Ediciones Mundiprensa, Madrid.

M. N. Andersena, C. R. Jensenb y R. Löschc. 2009. The Interaction Effects of Potassium and Drought in Field-Grown Barley. I. Yield, Water-Use

Efficiency and Growth. DOI: 101080/09064719209410197. Pag. 34-44.

- Margalef, M.I.; Lozano, L.; Tóffoli, S.L.; Marrupe, S. & Palavecino, I. 2009.** Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) ingrediente no tradicional con propiedades funcionales. Libro de resúmenes del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. Salta
- Mengel, K. Kirkby, E. A. 2001.** Principals of plant nutrition. 3 ed. Berna, International potash Institute. 655 pp.
- Mengel, K., Kirkby E.A., Kosegarten H., and Appel T. 2001.** Principles of plant nutrition. 5th ed. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands: 849 p.
- Molina, E. A. (2002).** Fertilización foliar de cultivos frutícolas..
- Molina, E. A. (2003).** Quelatos como fertilizantes. editores Soto, G. y Melendez, G., "Taller de Abonos Orgánicos", CATIE, Sabanilla, Costa Rica, 6-8.
- Moyeja Santana Juan de Jesús. 2000 /** Lab. Ecofisiología de Cultivos /Sección de Ecofisiología de Cultivos /Línea de Producción Vegetal /Instituto de Investigaciones Agropecuarias 11.
- Nowack, B. 2002.** Environmental chemistry of aminopolycarboxylate chelating agents, *Environ Technol.* 36, pp 4009-4016.
- Rodríguez M., R. y Luján F., M. 2003.** Grano-Delicias y Globo Delicias nuevas variedades de cebolla fotoperiodo corto para el centro de México. Folleto Técnico Número 11. Campo experimental Drelicias. Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias. Delicias Chih. México. 19 p.
- Rodríguez, S.A. 1992.** Fertilizantes, nutrición vegetal. AGT editor. Segunda reimpresión. México, D.F.
- Roy, A.; Shrivastava, S.L. & Mandal, S.M. 2014.** Functional properties of Okra (*Abelmoschus esculentus*(L.) Moench). Traditional claims and scientific evidences. *Plant Sciences Today* 1:121-130

- Russell, R. S. & Clarkson, D. T. 1976.** Ion transport in root systems. In: N. Sunderland: Perspectives in Experimental Biology. Vol. 2. Botany, p. 401-411, Pergamon Press, Oxford and New York.
- Soria, N. 2008.** Nutrición Foliar y Defensa Natural. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador. Consulta electrónica: www.secssuelo.org/XICongreso.
- Stutte, C. 1995.** Laboratory evaluation of TOG NH₄ on cotton, tomato, and soybean. Crop Sci. 35: 1069-1073.
- Terry, L.R. 2008.** Improving nutrient use efficiency. Turkish Journal Agriculture and Forestry 32:177-182.
- Vigna, S.Z.; Olivera, D.F.; Mugridge, A.; Mascheroni, R.H. & Chaves, A.R. 2008.** Características de frutos provenientes de distintos cultivares de okra (*Abelmoschus esculentus*). Libro de resúmenes del XXXI Congreso Argentino de Horticultura). Mar del Plata. Vigna, S.Z.; Olivera, D.F.; Mugri
- Yañez reyes J N. 2002.** Nutrición y regulación del crecimiento de hortalizas y frutas. Tecnología, comercio y servicios agrícolas mundiales. Saltillo, Coahuila. Pp. 22.

VII. ANEXOS

Tabla 1 A. Análisis de varianza para peso fresco de fruto.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	206.4620700	17.2051725	1.14	0.3691
Error	27	406.4312900	15.0530107		
Total corregido	39	612.8933600			

C.V 25.62799 **Media** 15.13900

Tabla 2 A. Análisis de varianza para diametro de fruto.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	75.8761300	6.3230108	0.45	0.9282
Error	27	382.0957100	14.1516930		
Total corregido	39	457.9718400			

C.V 17.44677 **Media** 21.56200

Tabla 3 A. Análisis de varianza para longitud de fruto.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	42.14430000	3.51202500	1.97	0.0707
Error	27	48.24514000	1.78685704		
Total corregido	39	90.38944000			

C. V. 12.92404 **Media** 10.34300

Tabla 4 A. Análisis de varianza para firmeza de fruto.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	11.07401000	0.92283417	1.69	0.1245
Error	27	14.71715000	0.54507963		
Total corregido	39	25.79116000			

C. V. 26.88620 **Media** 2.746000

Tabla 5 A. Análisis de varianza para número de fruto.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	24.90567000	2.07547250	0.93	0.5320
Error	27	60.20650750	2.22987065		
Total corregido	39	85.11217750			

C. V. 51.34618 **Media** 2.908250

Tabla 6 A. Análisis de varianza para peso fresco de planta.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	45029.5728	3752.4644	1.48	0.1933
Error	27	68575.2778	2539.8251		
Total corregido	39	113604.8506			

C. V. 79.01891 **Media** 63.77800

Tabla 7 A. Análisis de varianza para diámetro de tallo.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	319.3511200	26.6125933	1.69	0.1254
Error	27	425.2804800	15.7511289		
Total corregido	39	744.6316000			

C.V. 25.78797 **Media** 15.39000

Tabla 8 A. Análisis de varianza para longitud de tallo.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	2045.809170	170.484097	1.74	0.1124
Error	27	2641.652008	97.838963		
Total corregido	39	4687.461178			

C. V. 17.64604 **Media** 56.05425

Tabla 9 A. Análisis de varianza para peso seco de planta

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	626.6254800	52.2187900	10.07	<.0001
Error	27	140.0632975	5.1875295		
Total corregido	39	766.6887775			

C.V. 23.91385 **Media** 9.524250

Tabla 10 A. Análisis de varianza para SOD.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	1277.830713	116.166428	4.97	0.0014
Error	18	420.886807	23.382600		
Total corregido	29	1698.717520			

C.V. 6.664584 **Media** 72.55600

Tabla 11 A. Análisis de varianza para potencial REDOX.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	11	11.61650333	1.05604576	2.59	0.0352
Error	18	7.33051333	0.40725074		
Total corregido	29	18.94701667			

C.V. 123.1181 **Media** 0.518333

Tabla 12 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso fresco de fruto.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	13.453	4	1
A	13.428	4	2
A	19.258	4	3
A	12.958	4	4
A	13.038	4	5
A	14.93	4	6
A	15.54	4	7
A	17.75	4	8
A	17.203	4	9
A	13.835	4	10

Tabla 13 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; diámetro de fruto.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	21.318	4	1
A	20.863	4	2
A	21.21	4	3
A	22.118	4	4
A	22.125	4	5
A	23.328	4	6
A	20.363	4	7
A	21.69	4	8
A	22.643	4	9
A	19.965	4	10

Tabla 14 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; longitud de fruto.

Duncan Agrupamiento			Media	N	TRAT
B	A	C	9.9875	4	1
B		C	9.8025	4	2
B	A		11.0125	4	3
		C	8.6575	4	4
B	A		11.31	4	5
B		C	9.4175	4	6
B	A		11.0175	4	7
	A		12.1175	4	8
B	A	C	10.115	4	9
B	A	C	9.9925	4	10

Tabla 15 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; firmeza de fruto.

Duncan Agrupamiento			Media	N	TRAT
		C	1.7	4	1
B		C	2.545	4	2
B	A	C	2.9075	4	3
B	A	C	2.7725	4	4
B	A	C	2.7625	4	5
	A		3.8425	4	6
B		C	2.38	4	7
B	A		2.9725	4	8
B	A		2.945	4	9
B	A	C	2.6325	4	10

Tabla 16 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; número de fruto.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	3	4	1
A	3.25	4	2
A	2.75	4	3
A	3.75	4	4
A	2.25	4	5
A	2.333	4	6
A	3	4	7
A	2	4	8
A	2.5	4	9
A	4.25	4	10

Tabla 17 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso fresco de planta.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT
A	22.75	4	1
A	106.2	4	2
A	35.61	4	3
A	64.19	4	4
A	85.73	4	5
A	101.31	4	6
A	25.62	4	7
A	68.59	4	8
A	42.49	4	9
A	85.31	4	10

Tabla 18 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; diámetro de tallo.

Duncan Agrupamiento	Media	N	TRAT	
B	10.955	4	1	
B	A	16.36	4	2
B	11.545	4	3	
B	A	15.92	4	4
B	A	16.468	4	5
	A	18.705	4	6
B	A	13.383	4	7
B	A	15.665	4	8
B	A	16.668	4	9
	A	18.233	4	10

Tabla 19 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; longitud de tallo.

Duncan Agrupamiento		Media	N	TRAT
B	A	48	4	1
B	A	54.125	4	2
B		44.25	4	3
	A	62.625	4	4
	A	63.25	4	5
B	A	49.875	4	6
	A	63.668	4	7
B	A	57	4	8
B	A	56.5	4	9
	A	61.25	4	10

Tabla 20 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; peso seco de tallo.

Duncan Agrupamiento			Media	N	TRAT
		D	4.655	4	1
C	B		8.313	4	2
C	B		8.61	4	3
	A		13.065	4	4
C	B	D	5.883	4	5
	A		16.518	4	6
C		D	5.313	4	7
	B		9.323	4	8
C	B		8.418	4	9
	A		15.148	4	10

Tabla 21 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; SOD.

Duncan Agrupamiento		Media	N	TRAT
B	C	71.013	3	1
D		59.957	3	2
B	A	76.867	3	3
B	A	76.933	3	4
B	C	70.567	3	5
D	C	63.62	3	6
B	C	71.42	3	7
B	A	77.617	3	8
B	A	75.6	3	9
	A	81.967	3	10

Tabla 22 A. Comparación de medias mediante la prueba de Duncan de la variable; potencial REDOX.

Duncan Agrupamiento		Media	N	TRAT
B	C	0.6533	3	1
B	C	0.6767	3	2
B	C	0.7133	3	3
	A	1.95	3	4
	C	-0.3067	3	5
B	A	0.9733	3	6
B	C	0.2267	3	7
B	C	-0.0933	3	8
B	C	0.1567	3	9
B	C	0.2333	3	10