

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Diagnóstico Nutricional de Tomate Establecido en un Sistema de Raíz Flotante
Apoyado con Coadyuvantes Orgánicos

Por

JUAN PABLO ARTEAGA GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila. México

Octubre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Diagnóstico Nutricional de Tomate Establecido en un Sistema de Raíz Flotante
Apoyado con Coadyuvantes Orgánicos

Por:

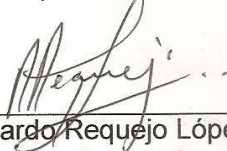
JUAN PABLO ARTEAGA GONZÁLEZ

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

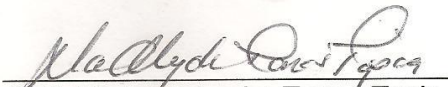
Aprobada





Dr. Ricardo Requejo López
Asesor Principal



M.C. Leticia Escobedo Bocado
Coasesor



M.P. María Alejandra Torres Tapia
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Octubre de 2013

Dedicatoria

A mi hijo Ian Bruno Arteaga Guerrero.

Hijo, este trabajo no significa nada más que una muestra del amor que te tengo, lo que representa me servirá para obtener más oportunidades de brindarte un mejor futuro, es dedicada a ti, porque eres mi mayor inspiración.

Gracias por llegar a mi vida Hijo.

A mis Padres.

El presente trabajo es un obsequio de mi parte en dedicatoria a los esfuerzos que ustedes han hecho por mí. Gracias por sus enseñanzas y tanto cariño regalado.

Ing. Luis Arteaga Quevedo.

Papá, este pequeño logro obtenido es gracias a ti, por los consejos que me brindaste, por estar siempre conmigo y ser mi mejor amigo.

Dra. Alicia González González.

Mamá, gracias por ser un ejemplo de amor, por tantos esfuerzos que has hecho para lograr brindarnos la mejor herencia que se le puede brindar a un hijo, la educación.

Por todo el pasado, les dedico el futuro. Gracias, ahora la responsabilidad es mía.

Los amo papás.

Agradecimientos

A mi “Alma Terra Mater” que me brindó tanto a lo largo de mi carrera; amigos, conocimientos, carácter, ambición. Por mi “Alma Mater” mi corazón desgarró. Que hermosa eres mi querida Antonio Narro.

Gracias a Cristina Catherine Guerrero Rodríguez, por estar siempre conmigo, por tantas cosas que pasamos juntos, por nunca rendirse a pesar de que todo pintara en contra, gracias por tanta paciencia y tanto cariño. Siempre estarás conmigo.

Agradezco de una manera muy especial a todos mis hermanos: Berenice, Teresita, Luis Manuel y Alicia. Los quiero mucho, son unos excelentes amigos. Los recuerdo aunque ahora todos estamos lejos.

A mis asesores, por toda la paciencia y el conocimiento brindado. Por la ayuda en este trabajo, gracias.

Gracias Dr. Ricardo Requejo López. Primeramente por todos los cursos que me impartió y por su apoyo en este trabajo, por las asesorías brindadas y por compartir este logro conmigo.

A todos mis amigos que a lo largo de este andar estuvieron conmigo, gracias por compartir tantas experiencias, unas buenas y otras malas, porque muchas veces aprendimos juntos, gracias por su amistad incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	X
I. Introducción	1
Justificación.....	2
Objetivo General	2
Hipótesis.....	2
II. Revisión de literatura	3
Cultivo del tomate	3
Hidroponía	3
Sistema de raíz flotante	4
Solución nutritiva.....	4
Potencial de óxido reducción (Redox).....	5
Líquido de Lombriz.....	5
Obtención del líquido de lombriz.....	5
Composición del líquido de lombriz	6
Efectos del líquido de lombriz en los cultivos.....	6
Algas Marinas	8
Obtención de las algas marinas.....	8
Composición de las algas marinas	8
Efectos de las algas marinas en los cultivos.....	9
Ácido Fúlvico.....	10
Obtención del ácido fúlvico	10

Composición del ácido fúlvico.....	10
Efectos del ácido fúlvico en los cultivos	11
Métodos de diagnóstico nutricional.....	12
Desviación del óptimo porcentual (DOP)	12
Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS).....	12
III. Materiales y métodos	14
Establecimiento y conducción de la investigación.	14
Material genético.....	14
Obtención y preparación de los tratamientos.....	15
Coadyuvantes orgánicos	15
Formulación de soluciones nutritivas base	15
Análisis de agua y requerimientos óptimos para el cultivo.....	15
Establecimiento de los tratamientos.....	17
Diagnósticos nutricionales	17
Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS).....	17
Desviación del óptimo porcentual (DOP)	20
<u>Desviación del óptimo porcentual (DOP) niveles bajos</u>	20
<u>Desviación del óptimo porcentual (DOP) niveles altos</u>	20
Establecimiento del experimento	21
Sistema de raíz flotante	21
Oxigenación del sistema.....	21
Tutoreo	22
Podas.....	22
Variables evaluadas.....	22
Análisis estadístico.....	23

IV. Resultados y discusión	24
Prueba de medias para cada variable evaluada	24
Peso de tomate.....	24
Altura de planta.....	25
Diámetro de tallo.....	26
Volumen de agua desplazado por raíces.....	27
Peso fresco de raíz	28
Peso seco de raíz	29
Longitud de raíz	30
Resultados del sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS)	31
Resultados del método desviación del óptimo porcentual	32
V. Conclusiones.	35
Vi. Literatura citada	36

Índice de cuadros.

	Pág.
Cuadro 2.1 Composición del líquido lixiviado de la vermicomposta; (Antonio, 2007).....	6
Cuadro 2.2 Composición química de AlgaEnzim ^{MR}	8
Cuadro 2.3 Propiedades generales de los ácidos fúlvicos.....	10
Cuadro 3.1 Resultado de los análisis de agua empleada y meq/L de cada elemento de la solución ideal según Cadahia (2005).....	16
Cuadro 3.2 Valores finales de macroelementos empleados en la solución nutritiva base.....	16
Cuadro 3.3 Valores de microelementos empleados en la solución nutritiva base.....	16
Cuadro 3.4 Valores finales de microelementos empleados en la solución nutritiva base.....	16
Cuadro 3.5 Descripción de los tratamientos.....	17
Cuadro 3.6 Obtención de las relaciones del sistema integrado de diagnóstico y recomendación.....	18
Cuadro 3.7 Obtención de las funciones del sistema integrado de diagnóstico y recomendación, con las normas (relación, medias y coeficiente de variación) de Caron y Parent (1989).....	18
Cuadro 3.8 Obtención de los índices del sistema integrado de diagnóstico y recomendación.....	19

Cuadro 3.9 Cálculos para el tratamiento 2 (75% solución nutritiva y 25% líquido de lombriz). Nivel bajo.....	20
Cuadro 3.10 Cálculos para el tratamiento 2 (75% solución nutritiva y 25% líquido de lombriz). Nivel alto.....	20
Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia correspondiente a las variables evaluadas en el experimento.....	24
Cuadro 4.2 Valores de los índices del sistema integrado de diagnóstico y recomendación para los diferentes tratamientos.....	31
Cuadro 4.3 Sumatoria de los valores obtenidos en las normas DRIS de los diferentes tratamientos.....	32
Cuadro 4.4 Resultados del análisis desviación del óptimo porcentual y valores de los diferentes tratamientos.....	33

Índice de figuras.

	Pág.
Figura 3.1 Localización del sitio experimental.....	14
Figura 3.2 Plántula de tomate variedad Rio Grande.....	15
Figura 3.3 Plántula de tomate en el sistema de raíz flotante.....	21
Figura 3.4 Lavado de raíces e instalación del sistema de oxigenación.....	22
Figura 4.1 Respuesta del peso de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	25
Figura 4.2 Respuesta de altura de planta de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	26
Figura 4.3 Respuesta de diámetro de tallo de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	27
Figura 4.4 Respuesta de volumen de agua desplazado por raíz de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condicione de invernadero, 2012.....	28
Figura 4.5 Respuesta de peso fresco de raíz tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	29

Figura 4.6 Respuesta de peso seco de raíz tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	30
Figura 4.7 Respuesta de longitud de raíz en tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.....	31

Resumen.

En este trabajo se evaluó mediante diagnósticos nutricionales el efecto coadyuvante de los productos orgánicos líquido de lombriz, alga enzimas y ácido fúlvico en tomate.

Se probaron los 10 tratamientos siguientes: T1(testigo)=(100% Solución nutritiva), T2=(25% Líquido de lombriz + 75% Solución nutritiva), T3=(50% Líquido de lombriz + 50% Solución nutritiva), T4=(75% Líquido de lombriz + 25% Solución nutritiva), T5=(25% Alga enzimas + 75% Solución nutritiva), T6=(50% Alga enzimas + 50% Solución nutritiva), T7=(75% Alga enzimas + 25% Solución nutritiva), T8=(2ml/l ácidos fúlvicos + 75% Solución nutritiva), T9=(4ml/l ácidos fúlvicos + 50% Solución nutritiva), T10=(6ml/l ácidos fúlvicos + 25% Solución nutritiva).

Los tratamientos se establecieron bajo un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: peso de tomate, altura de planta, peso seco de raíz, peso fresco de raíz, longitud de raíz y volumen de agua desplazado por raíces. El ANVA y la prueba de medias indicaron que de los coadyuvantes orgánicos empleados, el ácido fúlvico a razón de 4ml/l + 50% de solución nutritiva fue el que generó la mejor respuesta en peso total de tomate, altura de planta y diámetro de tallo. Sin embargo fue superado por el tratamiento testigo en cuanto al balance nutrimental. Se encontró al nitrógeno como el elemento más limitante seguido de fósforo y potasio

Palabras Clave: Diagnostico nutricional, hidroponía, coadyuvantes orgánicos, tomate, raíz flotante.

I. Introducción

El aumento de la población mundial y la disminución de los recursos naturales, como lo son el agua y los suelos fértiles, han provocado que la agricultura esté enfrentando una serie de problemas, entre los más sobresalientes se tiene la escasez de agua, debido a la sobreexplotación de pozos profundos y sistemas de riego poco eficientes, esto sumado a las malas prácticas de fertilización, lo que da lugar a que las regiones agrícolas productivas sean cada vez menores (Calderón, 2011).

Ante este problema, desde hace varios años se ha venido desarrollando la técnica hidropónica, en la cual se le proporcionan a la planta los nutrientes necesarios a base de soluciones. Tiene su etimología griega “hydro” agua y “ponos” trabajo.

En esta técnica se debe tener especial cuidado en la nutrición, ya que solo se proporcionan las cantidades necesarias de minerales para el desarrollo del cultivo, por eso los diagnósticos nutrimentales son importantes. Se han generado diferentes métodos para su empleo, uno en base a porcentajes o en la relación entre elementos, en donde se comparan los valores del cultivo con los niveles óptimos que cita cada autor para detectar desbalances en un determinado cultivo.

En la actualidad las personas se preocupan por la calidad y sanidad de los vegetales, en este sentido la hidroponía es una buena opción que facilita el manejo tanto nutricional como el sanitario (Rodríguez y Muñoz, 2006).

Debido a la baja productividad de los suelos por malas fertilizaciones, y a los problemas de salud generados por residuos químicos agrícolas, se ha venido dando una creciente elaboración de productos nutricionales naturales, como son los líquidos lixiviados de la lombricultura, otros a base de algas marinas y ácidos fúlvicos, los cuales aumentan el rendimiento de los cultivos sin consecuencias para la salud humana (Calderón, 2011).

Justificación

Ante esta situación, la hidroponía apoyada con la aplicación de productos orgánicos, es una opción para obtener productos de buena calidad, bajo costo y alto valor nutritivo. De este modo no solo se atenderá la demanda alimenticia que enfrenta el país, sino que se proveerá de cultivos semi orgánicos a la región donde se cultiven.

Por ello se planteó el siguiente:

Objetivo General

- Evaluar mediante diagnósticos nutricionales el efecto coadyuvante de los productos orgánicos líquido de lombriz, alga enzimas y ácido fúlvico en tomate.

Hipótesis

- El efecto coadyuvante de los productos orgánicos asociados con la fertilización mineral de los diversos tratamientos, provocará la optimización en el balance nutricional en tomate.

II. Revisión de literatura

Cultivo de tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum Mill*) es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial, aunque su valor nutritivo no es muy elevado. Es una planta dicotiledónea, la parte comestible son sus frutos, los cuales se dan en forma de racimos. En México, es la hortaliza con más superficie sembrada y con un valor de producción de más de 36 mil millones de pesos anuales.

Es una planta herbácea, perene, cultivada como anual, su origen es la región andina de Sudamérica, su crecimiento es limitado en variedades determinadas, e ilimitado en variedades indeterminadas, pudiendo llegar a medir 10 metros en un año (Rick1996 citado por Nuez y Chamarro, 2001).

La planta se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas y métodos de cultivos, es moderadamente tolerante a la salinidad.

El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa tanto exterior (forma, tamaño, color) como interior (sabor, textura, dureza), variedades destinadas para el consumo en fresco o procesado industrial (Nuez y Chamarro,2001).

Hidroponía

La técnica hidropónica es un sistema intensivo de producción de cultivos (hortalizas, ornamentales) que se basa fundamentalmente en proporcionar de manera artificial la cantidad de nutrientes esenciales para las plantas, mediante la disolución en agua de formas químicas fácilmente aprovechables para ellas (Rodríguez y Muñoz, 2006).

Los sistemas de producción hidropónicos pueden dividirse en dos grupos.

Cerrados.- En éstos la solución nutritiva recircula aportando de manera más o menos continua los nutrientes que la planta absorberá.

Abiertos.- También llamados a solución perdida, donde la solución nutritiva no se recicla, sino que se elimina cuando el exceso no lo retiene el sustrato en el que están las raíces de las plantas (Rodríguez y Muñoz, 2006).

Sistema de raíz flotante

También conocido como cultivo en agua. Consiste en el crecimiento de los cultivos con sus raíces sumergidas parcial o totalmente en una solución que contenga todos los elementos nutritivos necesarios, incluyendo oxígeno (Sánchez y Escalante, 1988).

Este sistema consta de un recipiente donde se coloca la solución nutritiva y, sobre ella, flotando la pieza de espuma que soporta la planta. En este sistema es necesario cambiar la solución semanalmente, o al menos renovar parte de ella. Las desventajas son que frecuentemente se deben formular las soluciones nutritivas, la necesidad de airear el medio y prever la contaminación del soporte de espuma. En esta técnica los cultivos que mejor se adaptan son aquellos de hoja, como lechuga, espinaca y plantas aromáticas.

Solución nutritiva

Se puede definir como la solución que contiene exclusivamente sales minerales constituidas por los nutrientes esenciales requeridos por las plantas y que permite el crecimiento de estas sin la presencia de suelo o materia orgánica. Su difusión a partir de 1860 se atribuye a J. Sachs, prestigioso botánico alemán (Azcón y Talón, 2008).

De esta manera podemos ver que actualmente los productores de hortalizas pueden variar el contenido de las soluciones nutritivas para controlar la acidez del suelo y la conductividad eléctrica que regula las funciones de absorción de los nutrientes (Burgueño, 1995).

Potencial de óxido reducción (Redox)

El potencial REDOX (ORP) es una propiedad fisicoquímica que presentan los solutos capaces de intercambiar electrones con un electrodo inerte. El potencial REDOX influye en el crecimiento bacteriano en forma independiente del oxígeno disuelto. (Martinez., *et al.*, 2005).

González (2013) observó que tratamientos con soluciones nutritivas complementadas con alga enzimas provocan un bajo potencial REDOX, en cambio, trabajos con soluciones nutritivas completas presentaron un alto valor REDOX ya que no hay microorganismos que demanden oxígeno, seguido de trabajos asociados con ácidos fúlvicos.

Líquido de Lombriz

Obtención del líquido de lombriz

La vermicomposta es el conjunto de excretas de las lombrices, estas tienen la misma apariencia y olor de la tierra negra fresca, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, de gran contenido nutrimental y con una excelente estructura física. En el manual de lombricultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Martínez (2003) le define como el abono elaborado mediante la descomposición y transformación de materia vegetal o animal, realizada por la lombriz roja californiana, la cual presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra.

A niveles comerciales se utiliza estiércol de ganado bovino, por su disponibilidad en cuanto a volumen, también debido a que contiene una mayor cantidad de nutrientes. El manejo de camas de lombrices da como resultado dos presentaciones comerciales, de forma sólida y de forma líquida. El sólido es el resultado de la transformación digestiva y metabólica de la materia. La presentación líquida es el lixiviado de los riegos que se debe hacer para mantener las lombrices a una temperatura fresca (Ferruzzi, 1986).

Composición del líquido de lombriz

Como se ha mencionado anteriormente, el líquido de lombriz es el lixiviado de las camas de lombricomposta al momento del riego (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Composición del líquido lixiviado de la vermicomposta; (Antonio, 2007).

Minerales	Unidades	Concentración
Nitrógeno	%	1.25
Fosforo	%	0.02
Potasio	%	1.21
Calcio	%	3.73
Sodio	%	2.89
Magnesio	%	2.11
Fierro	Ppm	11.80
Cobre	Ppm	4.40
Zinc	Ppm	2.10
Manganeso	Ppm	3.00
Ácidos Húmicos	%	5.01
Ácidos Fúlvicos	%	1.48
PH	-	7.24
Sólidos Totales	%	12.67
Materia Orgánica	%	7.42
Materia Inorgánica	%	5.25

Contenido nutritivo del líquido de lombriz con una densidad de 1.036kg/l

No todos los productos comerciales de líquido de lombriz tienen esta composición, ya que algunas casas de productos o fabricantes rebajan el líquido lixiviado con el fin de rendir el producto lo que disminuye la calidad y eficiencia del mismo. Por otro lado el líquido de lombriz tiene una gran cantidad de agentes microbianos en su composición.

Efectos del líquido de lombriz en los cultivos

Vivas (2002) citado por Bravo (2008) indica que el humus de lombriz es un bioestimulante para la germinación de la semilla, mejora el anclaje y crecimiento de las plántulas, estimula el desarrollo radicular, lo que permite eficientar la toma de agua y nutrientes, ya que la zona de exploración es más amplia, su aporte en la capacidad de intercambio catiónico(CIC) es aceptable, con un valor de 80 a 85

meq/100g lo que ayuda a la liberación y absorción de nutrientes. Es recomendado para todos los cultivos hortícolas y ornamentales.

Bravo (2008) estudió el humus líquido de la lombriz, obteniendo como resultado que cuando se mezcla a altas concentraciones no se obtiene un resultado tan favorable que cuando se mezcla a un 50% con agua.

Ordaz (2007) argumentó que el líquido de lombriz aumenta notablemente el porte de los árboles, arbustos y plantas en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Protege a la planta de cambios bruscos de temperatura y humedad.

Lavelle y Sinder (1997) indicaron que aplicaciones frecuentes de lixiviados de lombriz ayudan a transmitir directamente del terreno a la planta fitohormonas, que son sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, lo que estimula los procesos biológicos en las plantas.

El líquido de lombriz contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en la lombricomposta sólida en los que se incluyen los humatos más importantes. Algunas de las bondades que se pueden presentar es que reduce sensiblemente el riesgo de infección por enfermedades, ya que contiene una alta cantidad de microorganismos; favorece la asimilación de nutrientes a través de enzimas; mejora la salud de la planta haciéndola más resistente; estimula mayor desarrollo radicular; incrementa la producción de clorofila en las plantas y también actúa como potenciador de las actividades de muchos fertilizantes del mercado.

(www.agroforestal.edu.mx)

Algas Marinas

Obtención de las algas marinas

Las algas marinas se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos, principalmente en zonas costeras donde es fácil transportarlas, ya sea frescas o parcialmente desecadas. Las algas marinas actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido de minerales.

Últimamente, se han comercializado extractos líquidos de algas marinas que se aplican a cultivos más costosos, como las hortalizas y las bayas, se consiguen productos mejores y de crecimiento más rápido, habiéndose relacionado estos resultados con la presencia en los extractos de hormonas vegetales similares a las auxinas.

Las algas marinas más usadas para la elaboración de productos agrícolas son las del género *Ascophyllum nodosum*, del orden de las *Fucaceas*. Esta especie ha sido investigada ampliamente con fines agrícolas. Su modo de acción ha sido atribuido a la presencia natural de los reguladores de crecimiento, a los macro y micro nutrientes presentes en las algas (Mc.Hugh, 2002).

Composición de las algas marinas

Por lo general las algas marinas contienen todos los macro y micro elementos (cuadro 2.2), además contienen una gran variedad de compuestos orgánicos, por lo menos diecisiete de los aminoácidos comunes se encuentran en las algas, además contiene un amplio rango de vitaminas que puede ser utilizado por los cultivos (Talamás, 1998).

Cuadro 2.2- Composición química de AlgaEnzims^{MR}

Elemento	Concentración
Materia orgánica	4.15%
Proteína	1.14%
Azúcares	0.13%
Nitrógeno	14,500ppm

Continuación cuadro 2.2	
Elemento	Concentración
Fosforo	750 ppm
Potasio	14,800 ppm
Calcio	620 ppm
Magnesio	1,320 ppm
Sodio	13,660 ppm
Fierro	440 ppm
Zinc	505 ppm
Manganeso	72 ppm
Cobalto	275 ppm
Cobre	147 ppm

Información obtenida en la etiqueta del producto.

Efectos de las algas marinas en los cultivos

Talamás (1998) señala que ciertas proteínas, aminoácidos, flavonoides, ácidos orgánicos y purinas presentes en la materia orgánica son capaces de quelatar micronutrientes. Las algas contienen micronutrientes como el hierro y compuestos quelatantes como manitol. Argumenta que con aplicaciones hechas en tiempo y dosis requeridas abastecería el Fe, Zn, Mo, Co, Mg y Mn. En su trabajo aumentó un 23% el rendimiento y disminuyó el 15% los productos sin valor comercial, con aplicaciones foliares y al suelo en el cultivo de papa.

Lynn (1972) supuso que estos beneficios que aportan los extractos de algas se deben a las propiedades quelatantes de ciertos componentes, ya que se dará un mayor aprovechamiento de elementos mayores y menores.

Franki (1992) citado por Talamás (1998) trabajando con tomate, reportó que los extractos de algas liberan los minerales no disponibles del suelo, por lo que la planta aumentó la asimilación de nutrientes.

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitoreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Hong, 1995).

Ácido Fúlvico

Obtención del ácido fúlvico

Las sustancias húmicas son una serie de moléculas con peso molecular relativamente bajo. El término es usado como un nombre genérico que describe el material colorido o sus fracciones obtenidas en base a sus características de solubilidad:

- Ácidos Húmicos
- Ácidos Fúlvicos
- Huminas

El humus de los suelos de los bosques es caracterizado por un alto contenido de ácidos fúlvicos, mientras que los suelos de las turbas y pastizales se caracterizan por altos contenidos de ácidos húmicos (Stott, 1990).

Fúlvico procede de la palabra “fulvus”, amarillo, en referencia al color que suelen mostrar por una serie de reacciones secundarias. Los ácidos fúlvicos son porciones solubles en agua bajo todas las condiciones de pH. De ahí se desprende su obtención, la cual consta de acidificar la solución y sedimentar el ácido húmico ya que estos no son solubles en pH ácido. Los microorganismos presentes en el suelo utilizan de forma incompleta la lignina, posteriormente estos desechos se convierten en humus del suelo (Franco y Bañon, 1997).

Composición del ácido fúlvico

Los ácidos fúlvicos son porciones solubles en agua bajo todas las condiciones de pH, en el cuadro 2.3 se presentan algunas de sus propiedades.

Cuadro 2.3 Propiedades generales de los ácidos fúlvicos

Propiedad	Ácidos fúlvicos
Color	Amarillo a pardo
Peso molecular	500 a 5000 (Bajo)
% de carbono	40-50

Continuación Cuadro 2.3

Propiedad	Ácidos fúlvicos
% de nitrógeno	<4
% de oxígeno	44-48
Acidez Total	
Grupos funcionales (meq/g)	10-14
Grupos carboxílicos (COOH)	8-9
Grupos metoxílicos (OCH ₃)	<0.5
Grupos alcohólicos (OH)	3-6
Grupos fenólicos (OH)	3-6
Grupos carbonil (C=O)	1-3

(Cepeda, 2007, citado por Cárdenas, 2011)

Efectos del ácido fúlvico en los cultivos

La revista Agro2000 en el año 2001 publicó un artículo en el cual se exponen los beneficios del ácido fúlvico a los cultivos y al suelo, entre los cuales destacan:

- En zonas con alta concentración de calcio, el ácido fúlvico evita que se precipite el fósforo y otros elementos, lo que es benéfico para plantas porque disponen de más nutrientes.
- Facilita la entrada y salida de nutrientes ya que hace más permeables las paredes celulares, por lo que mejora notablemente la absorción y translocación de nutrientes y agroquímicos vía foliar y radicular.
- Gracias a su gran cantidad de microorganismos previene las plagas y enfermedades.
- Contienen 19 de los 21 aminoácidos esenciales que sirven para formar proteínas.
- Debido a su alta CIC (300 a 500meq/100g) atrae una alta cantidad de cationes presentes en los suelos dejándolos a la disposición de las plantas.
- Quelata y pone a disposición de la planta nutrientes de difícil absorción.

El ácido fúlvico es más eficiente como potencializador de aplicaciones foliares que el ácido húmico, además que el pH no afecta la solubilidad en la solución de aspersión, en cambio el ácido húmico tiende a precipitarse en ambientes ácidos (Grupo Bioquímico Mexicano, 1997).

Chen y Aviad (1990) mencionan que el ácido fúlvico y húmico pueden estimular el crecimiento del tallo en plantas cuando se aplican vía foliar a concentraciones de 50 a 300 ppm, o cuando se aplican en soluciones nutritivas a concentraciones de 25 a 300 ppm

Métodos de diagnóstico nutricional

La alimentación de las plantas puede ser considerada bajo dos puntos de vista, el cualitativo y el cuantitativo, el primero de estos se refiere a lo reflejado en su equilibrio el segundo reflejado en la concentración de diferentes nutrientes.

(<http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Diagnostico%20y%20 analisis%20vegetal.pdf>).

Desviación del óptimo porcentual (DOP)

El método de desviación del óptimo porcentual (DOP), también considerado como un método estadístico, usa la comparación de la concentración del nutriente respecto de la norma, pero en una expresión porcentual. En otras palabras, cuantifica la cantidad en que un nutriente se desvía de esa norma individual. De esta manera permite una clasificación u ordenamiento de los nutrientes en función de su efecto limitante.

La sumatoria de los valores absolutos de los índices representa el balance nutritivo total de la planta y puede ser relacionado con la productividad. Este método es fácil de utilizar y sus resultados son muy similares a los obtenidos usando el DRIS (Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación) (Cadahia, 2005).

Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS)

La metodología DRIS ha recibido muchas críticas y modificaciones. El método DRIS considera la materia seca como otro componente para ser utilizado en las relaciones de nutrientes, se usa una expresión diferente que presenta grandes ventajas a la hora de seleccionar normas y realizar los cálculos.

Unos de los problemas encontrados en el uso de DRIS es que hay pocas normas y solo para algunos elementos. Es curioso como una técnica basada en el balance global de todos los nutrientes solo presenta normas para 3 o 5 de ellos perdiendo mucha potencialidad de la metodología (Cadaña, 2005).

III. Materiales y métodos

Establecimiento y conducción de la investigación.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se localiza a 7Km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, con una altitud de 1743msnm, la temperatura media anual es de 19.8°C, con una máxima en los días cálidos de verano de 35°C, y en días de invierno las temperaturas rondan los 5°C (figura 3.1); se estableció en un invernadero tipo túnel de 50m², sus medidas son de 5m de ancho por 10m de largo y una altura de 3.75 metros, cuenta con un extractor de aire en la parte superior y por fuera está recubierto por una malla negra que proporciona un 30% de sombreado, con temperatura promedio al día de 38°C al interior.



Figura 3.1 Localización del sitio experimental

Material genético

Se trabajó en este experimento con la variedad Rio Grande, con hábito de crecimiento semi determinado (figura 3.2). La semilla se plantó el 8 de febrero en charolas de poliestireno, utilizando como sustrato peatmoss y dando un repique a bolsas obscuras de plástico, es un tomate tipo saladette, de buen tamaño y sabor, las plántulas se obtuvieron en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.



Figura 3.2 Plántula de tomate variedad Rio Grande.

Obtención y preparación de los tratamientos

Coadyuvantes orgánicos

Se utilizaron como parte de los tratamientos para este estudio tres coadyuvantes tales como: a) Ácido fúlvico extraído de leonardita procedente del norte del estado de Coahuila, procesados en el Laboratorio de Fertilidad de suelos de la UAAAN; b) Lixiviado de lombriz comercial, obtenido en Empresas Universitarias de la UAAAN; c) Algas marinas, proporcionada por la empresa PalauBioquim, S.A. de Saltillo, Coahuila.

Formulación de soluciones nutritivas base

La solución base para el cultivo del tomate se preparó considerando los macros y micro elementos, en base a esta solución, se trabajaron los diferentes tratamientos, tomando en cuenta los diferentes porcentajes y como base el elemento K. Ya que estos coadyuvantes orgánicos son ricos en este elemento.

Análisis de agua y requerimientos óptimos para el cultivo

En el experimento por fines prácticos se trabajó con soluciones para 100 litros de agua, concentradas en frascos de 3 litros, en los cuales se involucran diferentes coadyuvantes de la nutrición vegetal. A partir del consumo de cada tratamiento se aplicaban las cantidades necesarias de los frascos con la solución concentrada. Para conocer la cantidad de coadyuvante a utilizar se ocupa como base el K. Ya que es el que contiene mayor cantidad, de ese modo no se pasarán los demás elementos. En el caso de ácido fúlvico se preparó a razón de 2, 4 y 6 ml/l de agua respectivamente.

Cuadro 3.1 Resultado de los análisis de agua empleada y meq/L de cada elemento de la solución ideal según Cadahia (2005).

Meq/L	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	HCO ₃	K	Ca	Mg
Agua	---	---	0.041	1	0.002	0.075	0.025
Solución	15	2	5	---	9	10	3
Aportes	15	2	5	0.5 *	9	10	3

*meq/l de ácido (H) para atacar HCO³

Cuadro 3.2 Valores finales de macroelementos empleados en la solución nutritiva base.

Fertilizante	meq/l	Factor	Total 1L	Para 600 L
KNO ₃	5.5	0.1	0.55 g/l	330 g
Ca(NO ³) 4H ² O	10	0.12	1.20 g/l	720 g
K ₂ SO ₄	2	0.08	0.16 g/l	96 g
Mg SO ₄ 7H ₂ O	3	0.12	0.36 g/l	216 g
KH ₂ PO ₄	1.5	0.14	0.21 g/l	126 g
H ₃ PO ₄	0.5	0.07	0.035 ml/l	21 ml

Cuadro 3.3 Valores de microelementos empleados en la solución nutritiva base.

Micro elementos.					
Fe	Mn	B	Cu	Mo	Zn
2 ppm	1ppm	0.5ppm	0.1ppm	0.05ppm	0.1ppm

Cuadro 3.4 Valores finales de microelementos empleados en la solución nutritiva base.

Elemento	Cálculos
Fe	2 mg/l(100/9)= 22.22 mg/l(600 l)= 13.320 g/600L
Cu	0.1 mg/l(100/9)= 1.1 mg/l(600 l)= .660 g/600L
Zn	0.1 mg/l(100/9)=1.1 mg/l(600 l)= .660 g/600L
Mn	1 mg/l (151/55)= 2.74 mg/l(600 l)= 1.644 g/600L
H ₃ BO ₃	0.5 mg/l (61.8/10.8)=2.86 mg/l(600l)= 1.716 g/600L
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂ + 4 H ₂ O	0.05 mg/l (1235.9/671)= (92.2mg/l(600 l))= .055g/600L

Establecimiento de los tratamientos

Se crearon soluciones concentradas en tres litros para diez tratamientos, y se depositaron en frascos de vidrio ámbar; para su aplicación, cada tratamiento fue diluido a 100 litros, identificando los tratamientos como se describen el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5 Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	SN (%)	Agua (ml)	C d N	C d N (ml)
1	100	3000	0%	0
2	75	2275	25%	725 LL
3	50	1550	50%	1450 LL
4	25	830	75%	2170 LL
5	75	2400	25%	600 AE
6	50	1800	50%	1200 AE
7	25	1200	75%	1800 AE
8	75	2800	2 ml/l	200 AF
9	50	2600	4 ml/l	400 AF
10	25	2400	6 ml/l	600 AF

SN=Solución Nutritiva. CN Coadyuvante de la nutrición LL= Lixiviado de lombriz.
AE= Alega Enzims^{Mr}. AF=Ácidos fúlvicos

Diagnósticos nutricionales

Sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS)

Este sistema consto de tres pasos, hacer relaciones entre los diferentes elementos, sacar funciones con una fórmula que a continuación se explicará y presentará, y sacar los índices para cada elemento. Se realiza la sumatoria total de los índices y el tratamiento que más se acerque a cero será el tratamiento con un mejor balance nutricional.

Caron y Parent (1989), exponen las relaciones, medias y coeficientes de variación, para el cultivo del tomate en invernadero, para los elementos con mayor significancia como lo son, N, P, K, Ca, Mg.

Cuadro 3.6 Obtención de las relaciones del sistema integrado de diagnóstico y recomendación.

Elemento	Valor del Análisis	Relaciones	Total Relaciones
N	2.40	N/P	7.272
		N/K	0.458
P	0.33	N/Ca	0.697
		10Mg/N	14.625
K	5.23	K/P	15.848
		Ca/P	10.424
Ca	3.44	10Mg/P	106.363
		10Ca/K	6.577
Mg	3.51	100Mg/K	67.112
		10Mg/Ca	10.203

En el cuadro 3.6 se presentan las relaciones trabajadas con los datos del tratamiento uno (100% solución nutritiva). Para obtener las relaciones se dividen los elementos involucrados, cuando el resultado es un valor muy bajo se multiplica por el número que indica la relación.

Cuadro 3.7 Obtención de las funciones del sistema integrado de diagnóstico y recomendación, con las normas (relación, medias y coeficiente de variación) de Caron y Parent (1989).

Relaciones	Medias	C.V	Funciones
N/P	6.30	23.9	6.460299
N/K	1.06	18.8	-69.676418
N/CA	2.71	25.3	-114.005270
10MG/N	0.76	23.1	789.758487
K/P	6.14	28.1	56.269980
Ca/P	2.45	31.8	102.351975
10Mg/P	4.74	30.7	698.357841
10Ca/K	4.02	18.8	33.839285
100Mg/K	8.00	27.2	271.658137
10Mg/Ca	2.04	32.3	123.891950

Para obtener las funciones se hace lo siguiente:

1. Se le resta la media a la relación correspondiente obtenida en el Cuadro 3.6.

2. El resultado de la resta del paso uno se divide entre el valor menor, ya sea la media o la relación.
3. El resultado de la división del paso dos se multiplica por 1,000.
4. El resultado de la multiplicación anterior se divide por el coeficiente de variación correspondiente a cada relación.

Cuadro 3.8 Obtención de los índices del sistema integrado de diagnóstico y recomendación.

Relaciones	Funciones	Índices	Índices
N/P	6.46029	N	-241.7449691
N/K	-69.67641		
N/CA	-114.00527	P	-215.8600243
10MG/N	789.75848		
K/P	56.26998	K	-44.8877560
Ca/P	102.35197		
10Mg/P	698.35784	Mg	470.9166040
10Ca/K	33.83928		
100Mg/K	271.65813	Ca	31.5761453
10Mg/Ca	123.89195		
Comprobaciones y sumatorias		Comprobación TOTAL 1	0 1004.983

Para obtener los índices se involucran todas las funciones que contengan el elemento en su relación, cuando el elemento en el cual se está obteniendo el índice está en la parte del dividendo se sumará, cuando esté en la parte del divisor se restará siempre y cuando se respeten sus signos (+) o (-) de las funciones, después de esto se dividirá entre el número de relaciones involucradas. Se tomará como ejemplo el índice del nitrógeno.

$$\text{Índice de nitrógeno Trat. 1} = ((6.46) + (-69.67) + (-114.005) - (789.75)) / 4 = -241.7$$

La comprobación para saber si el índice es correcto, se ve cuando la sumatoria de todos los índices es igual a 0, se deben de respetar sus signos (+) o (-).

El tratamiento que en su sumatoria total de los índices, y sin tomar en cuenta los símbolos, de un valor más cercano a 0 será el tratamiento con un mejor balance nutricional.

Desviación del óptimo porcentual (DOP)

En este diagnóstico lo que se busca es conocer en qué porcentaje están desviados los niveles de concentración mineral en las muestras foliares. En este sistema solo se sigue una sencilla fórmula, con los datos obtenidos del laboratorio y los valores citados por Jones (1996) (Cuadro 3.9 y 3.10).

Desviación del óptimo porcentual (DOP) niveles bajos

Cuadro 3.9 Cálculos para el tratamiento 2 (75% solución nutritiva y 25% líquido de lombriz). Nivel bajo.

Elemento	Laboratorio	Nivel Bajo	DOP Nivel Bajo
Mg	3.75	0.4	837.5
Ca	1.55	1.0	55.0
K	4.60	2.9	58.6
Fe	124.00	40.0	210.0
Cu	14.60	5.0	192.0
Mn	115.00	40.0	187.5
Zn	38.40	20.0	92.0
B	35.30	25.0	41.2
N	2.05	4.0	-48.7
P	0.31	0.2	24.0
S	0.48	0.4	20.0

Desviación del óptimo porcentual (DOP) niveles altos

Cuadro 3.10 Cálculos para el tratamiento 2 (75% solución nutritiva y 25% líquido de lombriz). Nivel alto.

Elemento	Laboratorio	Nivel Alto	DOP Nivel Alto
Mg	3.75	0.6	525.00
Ca	1.55	3.0	-48.33
K	4.60	5.0	-8.00
Fe	124.00	200.0	-38.00
Cu	14.60	20.0	-27.00
Mn	115.00	250.0	-54.00
Zn	38.40	50.0	-23.2.00
B	35.30	60.0	-41.16
N	2.05	6.0	-65.83
P	0.31	0.7	-58.66

Jones (1996), reportó en su manual de análisis de plantas los niveles aquí utilizados tanto los altos como los bajos. Para obtener el índice DOP, se multiplican los resultados de laboratorio por 100 ya que estamos hablando de porcentaje, el resultado se divide entre el valor de referencia y al total se le resta 100. Se ejemplifica con el potasio niveles altos.

$$\text{DOP K Nivel alto} - 4.6 * 100 = 460 / 5 = 92 - 100 = -8$$

Este resultado quiere decir que al tratamiento 2 (75% de SN y 25% LL) le faltó un 8 % para tener un balance nutricional óptimo.

Sumando los índices totales de los tratamientos el que tenga un valor más cercano a CERO será el que presente un mejor balance nutricional.

Establecimiento del experimento

Sistema de raíz flotante

Una vez obtenida la plántula de 30 días, se llevó a un sistema de raíz flotante, utilizando recipientes de plástico con tapa (capacidad de 6 litros); cada tapa fue perforada con un taladro hasta lograr un orificio de 4cm de diámetro, donde se colocó una esponja con un corte transversal para facilitar la introducción de la planta de tomate previamente lavada con agua potable para quitar residuos del sustrato (figura 3.3). Se establecieron cuatro líneas de diez recipientes, cada recipiente contenía 5 litros de tratamiento y cada línea se consideró una repetición.



Figura 3.3 Plántula de tomate en el sistema de raíz flotante.

Oxigenación del sistema

Se implementó un sistema de oxígeno por cada línea, mediante una bomba utilizada en los acuarios domésticos, en cada línea, los recipientes fueron conectados por mangueras para dar movimiento al agua y a su vez el oxígeno necesario.

Se colocó en cada recipiente un plástico negro del diámetro de la tapa para evitar la entrada de luz y proliferación de algas, ya que la presencia de estas podrían provocar problemas con la absorción de los minerales; posteriormente se realizaron chequeos en la absorción de cada tratamiento y se adicionó lo necesario para mantener el volumen de los tratamientos a 5 litros (figura 3.4).



Figura 3.4 Lavado de raíces e instalación del sistema de oxigenación

Debido a las altas temperaturas que se presentaron a lo largo del trabajo, se establecieron nebulizadores, con el objetivo de hacer que la planta transpirara menos, disminuir la temperatura y lograr menos gasto de energía.

Tutoreo

A la semana de establecer los tratamientos se realizó el tutoreo, el cual consistió en hacer un pequeño nudo con rafia en la parte más baja del tallo conforme su crecimiento se fue enrollando alrededor de la rafia.

Podas

Las podas se hacen cada vez que las ramas secundarias tienen un tamaño de más de 10 cm, ya que estas ramas pueden absorber nutrientes y provocar que los frutos no logren la calidad deseada. Las podas se hicieron con tijeras previamente desinfectadas por cada tratamiento y repetición.

Variables evaluadas

En el experimento se evaluaron: volumen de agua desplazado por las raíces, altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y peso del tomate. El volumen de agua desplazada por raíces se obtuvo sumergiéndolas en una probeta con un volumen ya establecido, el valor fue la diferencia entre el volumen final e inicial. La altura de planta se determinó con una regla en centímetros, se

hicieron tres mediciones a lo largo del trabajo la primera el 19 de mayo la segunda el 10 de junio y la tercera el 28 de junio del año 2012. El diámetro del tallo se midió con un vernier en milímetros. Se determinó el peso fresco de raíz, el peso seco de raíz, y el peso del tomate en una balanza granataria y se expresó en gramos. La raíz se secó en una estufa a 60°C por 24 horas.

Análisis estadístico

Se utilizó el programa SPSS en la versión 7.0 para realizar el análisis estadístico y la prueba de medias de Duncan de una manera segura y confiable. El diseño experimental usado fue bloques al azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones.

IV. Resultados y discusión

En el Cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios y significancia correspondientes a las variables evaluadas en el experimento, en él se puede observar diferencia altamente significativa para la altura de planta en las tres mediciones y diámetro de tallo; diferencia significativa para volumen de agua desplazado por raíz, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y longitud de raíz. Y en la variable peso de tomate no hubo una diferencia significativa.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia correspondiente a las variables evaluadas en el experimento.

FV	GL	PT	AP1	AP2	AF	DT
R	3	25938.041*	137.173*	410.775*	223.973 ^{NS}	2.480E-02 ^{NS}
T	9	11419.313 ^{NS}	152.253**	749.472**	852.612**	.114**
EE	27	7426.161	40.705	127.437	183.982	3.20E-02
CV (%)		137.890	24.68	31.9	29.46	17.93

F.V. Fuente de Variación. G.L. Grados Libertad. P.T. Peso Tomate. A.P.1. Altura de planta 1 A.P.2. Altura de planta 2 A.F. Altura Final. D. T. Diámetro de tallo. *Significativo **Altamente Significativo NS No Significativo

FV	GL	VR	PFR	PSR	LR
R	3	604.492 ^{NS}	1136.274 ^{NS}	26.980 ^{NS}	95.956**
T	9	831.803*	1601.871*	48.463*	47.728*
EE	27	369.269	582.591	15.77	19.762
CV (%)		52.27	59.85	56.24	24.47

F.V. Fuente de Variación. G.L. Grados Libertad. V.R. Volumen de agua desplazado por raíces. P.F.R Peso fresco de raíz. P.S.R Peso seco de raíz. L.R. Largo de raíz. *Significativo **Altamente Significativo NS No Significativo

Prueba de medias para cada variable evaluada

Peso de tomate

El ANVA para peso de tomate no fue significativo, sin embargo la prueba de medias de DUNCAN logró diferenciar los tratamientos (cuadro 4.1). El T9 (4ml/l AF + 50% SN) generó los valores más altos. El T1 (100% SN), el T2 (25% LL + 75% SN) y el T6 (50% AE + 50% SN) fueron los tratamientos con menor peso de tomate (figura 4.1). En los tratamientos T9 y T6 la técnica DRIS reportó como elemento más

demandante en N, seguido de P, K, Mg, Ca consecutivamente (cuadro 4.2). El T6 en la técnica DOP con niveles altos reportó que el elemento más demandante fue el Cu y con niveles bajos lo situó como el segundo elemento más deficiente (cuadro 4.4). El T9 tiene un orden de requerimientos muy parecido a la técnica DOP, y sitúa al Cu en la posición nueve de once elementos evaluados. El Cu es un elemento asociado con la síntesis de enzimas oxidativas.

González (2013) encontró que trabajos tratados con alga enzimas contienen un bajo potencial de óxido-reducción. La baja cantidad de cobre en la planta, asociado con la falta de oxígeno en la solución nutritiva se puede relacionar con la baja productividad del tratamiento 6.

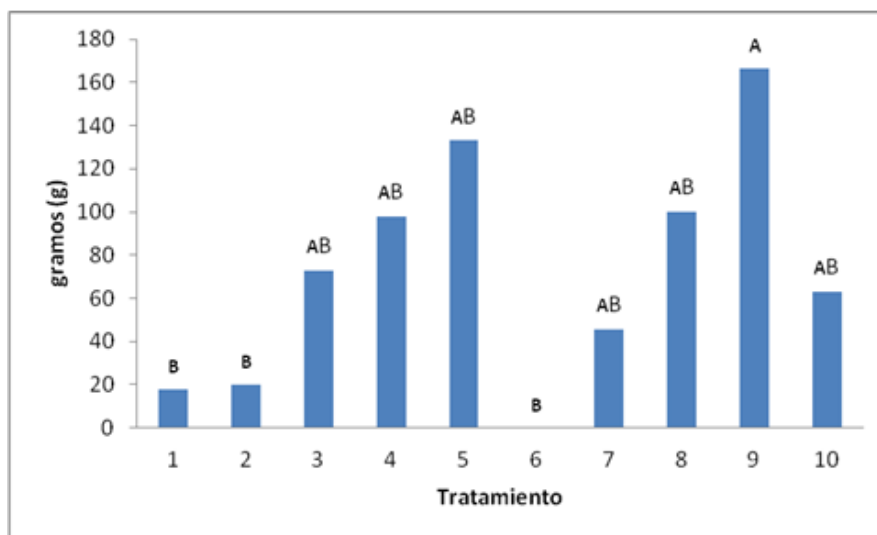


Figura 4.1 Respuesta del peso de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Altura de planta

Para esta variable se observó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos (cuadro 4.1), en los cuales el tratamiento más destacado fue el tratamiento 10 (25%SN+6ml/IAF), según los índices DRIS (cuadro 4.2), el elemento más limitante fue el N (-370.08), seguido del P (-228.3), posteriormente el K (-183.6), esto concuerda con la técnica DOP niveles altos, la cual reporta como elemento más

deficiente al N (-70.83) el siguiente elemento fue el S (-60.83). Comparado con el tratamiento de menor altura T6 (50% de AE y 50% SN) la técnica DOP niveles altos reportó al Cu (-75) como el elemento más limitante (cuadro 4.4).

González (2013) observó un buen potencial REDOX en soluciones con ácidos fúlvicos, esto sumado con los puntos de la revista Agro2000 (2001), los cuales reportan que los ácidos fúlvicos facilitan la translocación de nutrientes ya que hace más permeables las paredes celulares, sumado a su gran CIC, se puede decir que el T10 aprovechó más eficientemente los minerales aportados. Lo que se reflejó en un mayor crecimiento.

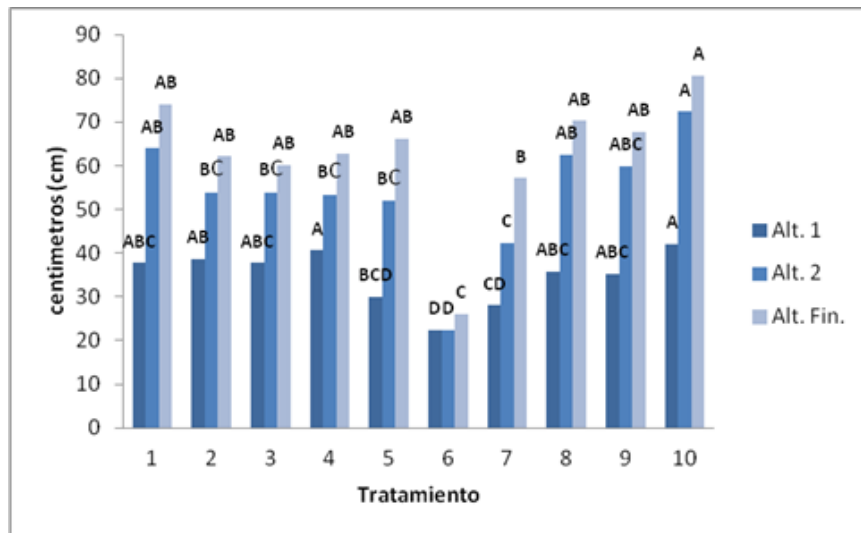


Figura 4.2 Respuesta de altura de planta de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Díámetro de tallo

Para diámetro de tallo el ANVA reportó una diferencia altamente significativa (cuadro 4.1), y la prueba de medias de DUNCAN indicó que el T1 (100% SN) y T9 (4ml/l AF + 50% SN) obtuvieron los valores más altos. Se obtuvo un balance nutricional favorable por parte del tratamiento 1, la técnica DRIS (cuadro 4.2) reportó como el elemento más deficiente al N (-241.7), P (-215.8), K (-44.8), Ca (31.57), Mg

(470.9) respectivamente. En la técnica DOP niveles altos (cuadro 4.4) reporta al Mn como el elemento más deficiente (-78.8) seguido del S (-60.8) y posteriormente el N (-60).

El Mg forma parte importante de la molécula de la clorofila, por lo que se puede pensar que los altos niveles de magnesio ayudaron al proceso fotosintético con respecto al menor tratamiento que fue el T3 (50 %LL y 50 %SN) el cual tuvo un bajo índice de Mg (-59) (cuadro 4.2), aunque el elemento más limitante fue el N (-287.6), igual que en el análisis DOP.

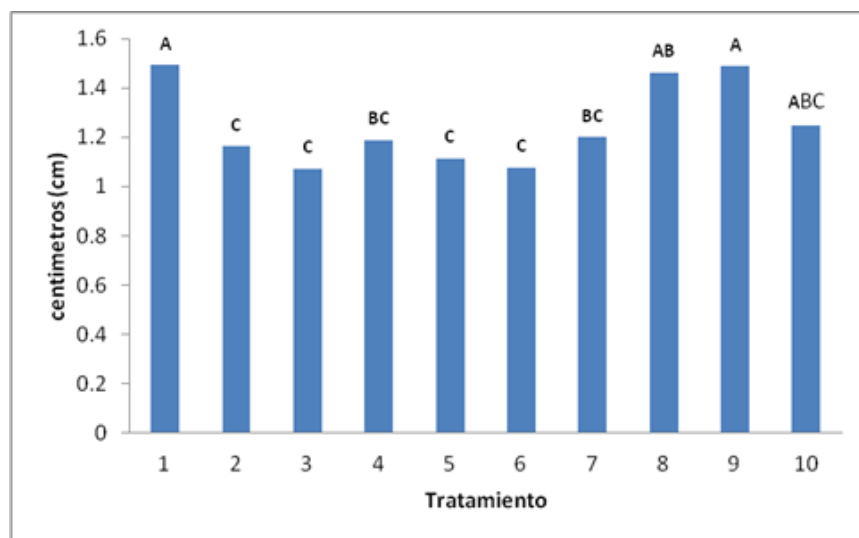


Figura 4.3 Respuesta de diámetro de tallo de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Volumen de agua desplazado por raíces

Para esta variable se encontró diferencia significativa (cuadro 4.1), según la prueba de medias de DUNCAN los mejores tratamientos fueron T5 (25% AE + 75% SN), T1 (100% SN), T7 (75% AE + 25% SN) y T10 (6ml/l AF + 25% SN). Mientras que el T6 (50% SN y 50% AE) tuvo un valor bajo. En el sistema DRIS para el T5 el N es el elemento más limitante (-241.8), P (-216.3), K (-75.2), Mg (-58.3) y por ultimo Ca (591.7)(cuadro 4.2). En la técnica DOP utilizando los niveles altos el azufre es el

elemento limitante. (-63.3), seguido del nitrógeno (-62.5) (cuadro 4.4). Existe una gran similitud en los órdenes de requerimientos excepto que en el tratamiento 6 según los análisis DOP niveles altos, tiene una gran deficiencia de Cu (-75). El cobre ayuda a procesos oxidativos y de oxigenación, a lo cual se le puede atribuir la diferencia (cuadro 4.4).

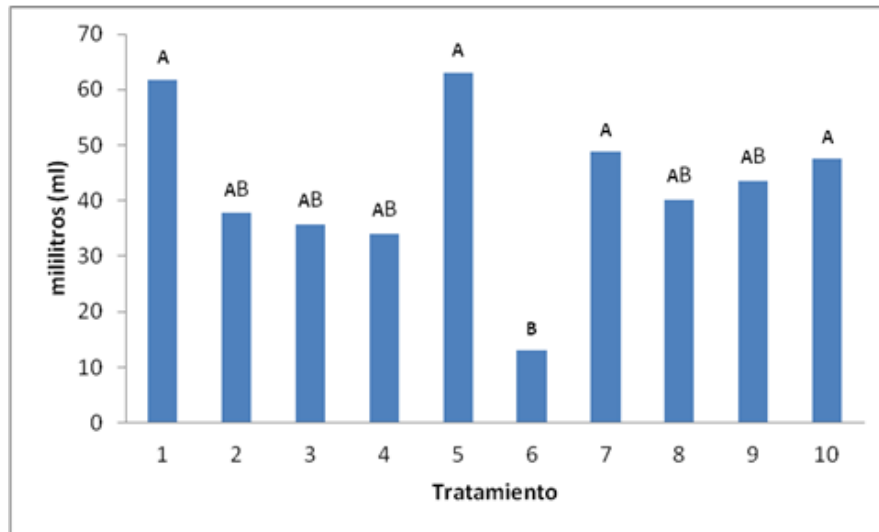


Figura 4.4 Respuesta de volumen de agua desplazado por raíz de tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Peso fresco de raíz

En esta variable hubo diferencias significativas (cuadro 4.1), la prueba de medias de Duncan concentró en un solo grupo a todos los tratamientos, con excepción del T6 (50%AE+50%SN) el cual tuvo el valor mas bajo. El T1 (100% SN) fue el tratamiento con un mejor balance nutricional según la técnica DRIS, el tratamiento 5 (75%SN+25%AE) fue el tercer tratamiento con mejor balance nutricional DRIS (cuadro 4.3), sin embargo este tratamiento obtuvo un mayor valor en esta variable. Se menciona que el producto Alga Enzimas^{MR} favorece el desarrollo radicular, pero este efecto se ve más notoriamente en concentraciones bajas como lo fue el tratamiento 5 (75%SN+25%AE). Este producto contiene una gran cantidad de

sodio (cuadro 2.2) el cual es un dispersante, lo que probablemente dio como consecuencia las deficiencias de Cu.

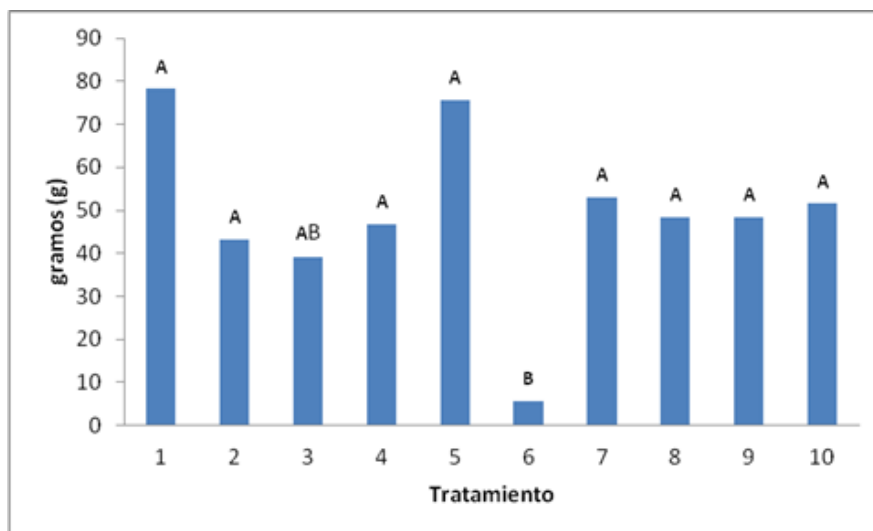


Figura 4.5 Respuesta de peso fresco de raíz tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Peso seco de raíz

Para esta variable encontramos diferencias significativas entre tratamientos (cuadro 4.1). La prueba de medias de Duncan indicó que el mejor tratamiento fue el T1(100% SN) seguido de los tratamientos T5 (25% AE + 75% SN), T9 (4ml/l AF + 50% SN), T10 (6ml/l AF + 25 % SN); mientras que el peor tratamiento fue el T6 (50% SN 50% AE). En los análisis de la técnica DRIS los tratamientos T5, T10, T6 y T1 tienen un orden de requerimiento N»P»K»Mg»Ca a excepción del tratamiento 1, el cual requiere mas calcio que magnesio (cuadro 4.2).

En los análisis DOP nos permite observar mas elementos, los cuales son similares entre tratamientos a excepción del T6 (cuadro 4.4), el cual pone como elemento mas demandante al Cu. Se menciona que el coadyuvante de ALGAENZIMS^{MR} favorece el desarrollo radicular, podemos comprobar que solo en

bajas concentraciones ya que los demás tratamientos con alga enzimas están por la media o debajo de ella.

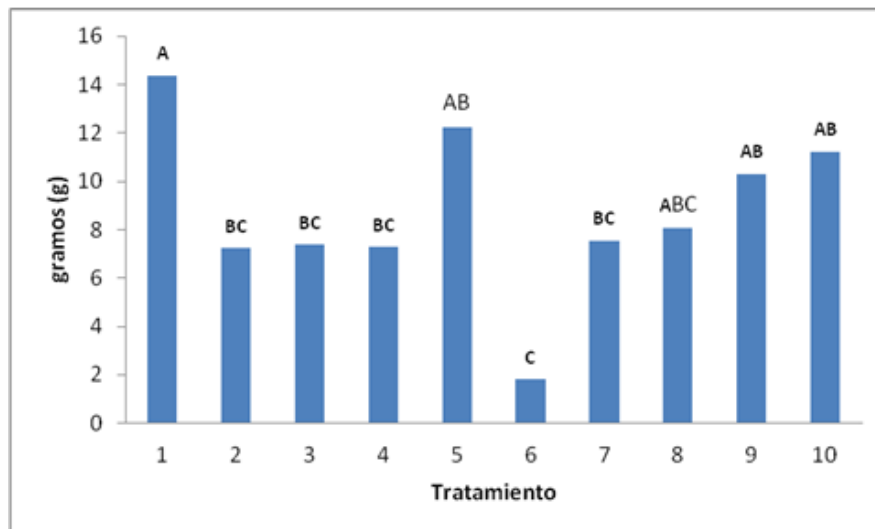


Figura 4.6 Respuesta de peso seco de raíz tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Longitud de raíz

En esta variable se presentaron diferencias significativas, y la prueba de medias de DUNCAN muestra como mejor tratamiento el T4 (25%SN+75%LL).

Los análisis DRIS reportan al igual que los demás tratamientos al elemento N como el más limitante (-547.6), P (-227.6), K (-77.3), Mg (-62.2) y por último al Ca (914.8) (cuadro 4.2). En la técnica DOP con los niveles bajos el comportamiento es similar, N (-68.75), S (15), B (27.2), P (32), K (36.5), Ca (61). La técnica DOP en todos los tratamientos muestra al Mg como el elemento menos requerido (cuadro4.4), defiriendo de la técnica DRIS la cual muestra al Ca como el elemento más abundante (cuadro4.2).

Bravo (2008), indica que el humus de lombriz es un bioestimulante para la germinación de semilla. Es recomendado para todos los cultivos hortícolas, mejora el anclaje y crecimiento de las plántulas de varios cultivos.

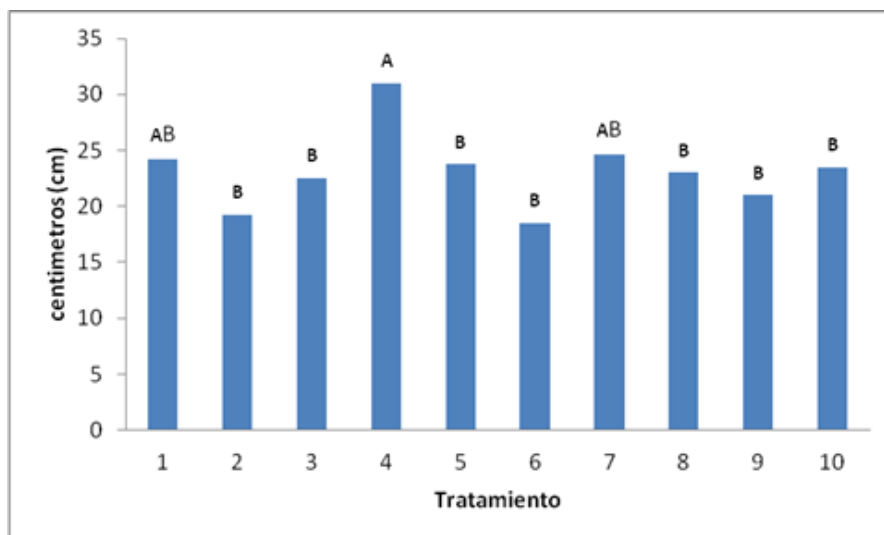


Figura 4.7 Respuesta de longitud de raíz en tomate var. Río Grande con la aplicación de coadyuvantes orgánicos y fertilización mineral, en condiciones de invernadero, 2012.

Resultados del sistema integrado de diagnóstico y recomendación (DRIS)

Los valores de los índices del sistema integrado de diagnóstico y recomendación para los 10 tratamientos probados se presentan el cuadro 4.2, y el cuadro 4.3 corresponde a las sumatorias de los valores obtenidos en las normas DRIS para los 10 tratamientos.

Cuadro 4.2 Valores de los índices del sistema integrado de diagnóstico y recomendación para los diferentes tratamientos.

Tratamiento		N	P	K	Ca	Mg
1	Concentración	2.40	0.33	5.23	3.44	3.51
	Índice	-241.70	-215.80	-44.80	31.57	470.90
2	Concentración	2.05	0.31	4.60	1.55	3.75
	Índice	-277.80	-220.90	-50.90	-68.00	-68.00
3	Concentración	1.90	0.32	4.43	1.57	3.55
	Índice	-287.60	-200.80	-50.30	598.60	-59.70
4	Concentración	1.25	0.33	3.96	1.61	4.35
	Índice	-547.60	-227.60	-77.30	914.80	-62.2
5	Concentración	2.25	0.31	4.00	1.64	3.68
	Índice	-241.80	-216.30	-75.20	591.70	-58.30
6	Concentración	2.25	0.32	3.71	1.58	3.58
	Índice	-233.40	-201.10	-84.60	579.70	-60.50

Continuación cuadro 4.2						
7	Concentración	1.35	0.33	3.72	1.72	4.01
	Índice	-467.50	-211.20	-83.60	808.10	-45.60
8	Concentración	2.35	0.32	3.91	1.53	4.03
	Índice	-249.30	-226.20	-89.80	643.00	-77.50
9	Concentración	2.00	0.34	3.16	1.77	4.08
	Índice	-303.20	-210.60	-130.80	696.50	-51.80
10	Concentración	1.75	0.33	2.59	1.89	4.33
	Índice	-370.08	-228.30	-183.60	820.80	-38.70

Cuadro 4.3 Sumatoria de los valores obtenidos en las normas DRIS de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Sumatoria DRIS
1	1004.9
2	1325.7
3	1197.2
4	1829.7
5	1183.5
6	1159.4
7	1616.3
8	1286.0
9	1393.0
10	1641.7

Se considera que el tratamiento con un mejor balance nutricional es el más cercano a cero, que en este caso fue el testigo (T1, 100% SN). Aunque no presentó respuesta favorables ante alguna variable.

Resultados del método desviación del óptimo porcentual

El cuadro 4.4 muestra la concentración de los diferentes niveles (Jones, 1996), los resultados de los análisis vegetales de los tratamientos, los niveles altos, los niveles bajos y el resultados del diagnóstico DOP (desviación del óptimo porcentual).

Cuadro 4.4 Resultados del análisis desviación del óptimo porcentual y valores de los diferentes tratamientos.

Tratamiento 1											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	3.51	3.44	5.23	104	27.2	53	31.7	34.6	2.4	0.33	0.47
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	777.5	244	80.34	160	444	32.5	58.5	38.4	-40	32	17.5
DOP N ALTO	485	14.66	4.6	-48	36	-78.8	-36.6	-42.3	-60	-56	-60.3
Tratamiento 2											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	3.75	1.55	4.6	124	14.6	115	38.4	35.3	2.05	0.31	0.48
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	837.5	55	58.620	210	192	187.5	92	41.2	-48.75	24	20
DOP N ALTO	525	-48.33	-8	-38	-27	-54	-23.2	-41.16	-65.83	-58.66	-60
Tratamiento 3											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	3.55	1.57	4.43	118	14.5	203	44.2	33.32	1.9	0.32	0.44
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	787.5	57	52.75	195	190	407.5	121	33.28	-52.5	28	10
DOP N ALTO	491.66	-47.66	-11.4	-41	-27.5	-18.8	-11.6	-44.46	-68.33	-57.33	-63.33
Tratamiento 4											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	4.35	1.61	3.96	163	10.3	143	45.1	31.82	1.25	0.33	0.46
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	987.5	61	36.55	307.5	106	257.5	125.5	27.28	-68.75	32	15
DOP N ALTO	625	-46.33	-20.8	-18.5	-48.5	-42.8	-9.8	-46.96	-79.16	-56	-61.66
Tratamiento 5											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	3.68	1.64	4	101	12.1	161	44.7	34.51	2.25	0.31	0.44
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	820	64	37.93	152.5	142	302.5	123.5	38.04	-43.75	24	10
DOP N ALTOS	513.33	-45.33	-20	-49.5	-39.5	-35.6	-10.6	-42.48	-62.5	-58.66	-63.33

Tratamiento 6											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	3.58	1.58	3.71	151	5	114	66.3	26.08	2.25	0.32	0.47
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	795	58	27.93	277.5	0	185	231.5	4.32	-43.75	28	17.5
DOP N ALTO	496.66	-47.33	-25.8	-24.5	-75	-54.4	32.6	-56.53	-62.5	-57.33	-60.83
Tratamiento 7											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	4.01	1.72	3.72	142	9.9	164	71.4	37.42	1.35	0.33	0.46
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	902.5	72	28.27	255	98	310	257	49.68	-66.25	32	15
DOP N ALTO	568.33	-42.66	-25.6	-29	-50.5	-34.4	42.8	-37.63	-77.5	-56	-61.66
Tratamiento 8											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	4.03	1.53	3.91	102	9.6	88	24.3	36.38	2.35	0.32	0.48
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	907.5	53	34.87	155	92	120	21.5	45.52	-41.25	28	20
DOP N ALTO	571.6	-49	-21.8	-49	-52	-64.8	-51.4	-39.36	-60.83	-57.33	-60
Tratamiento 9											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	4.08	1.77	3.16	116	12.4	115	29.7	35.63	2	0.34	0.44
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	920	77	8.96	190	148	187.5	48.5	42.52	-50	36	10
DOP N ALTO	580	-41	-36.8	-42	-38	-54	-40.6	-40.61	-66.66	-54.66	-63.33
Tratamiento 10											
Elemento	Mg	Ca	K	Fe	Cu	Mn	Zn	B	N	P	S
Valor	4.33	1.89	2.59	96	14.9	163	46.1	35.33	1.75	0.33	0.47
Nivel Bajo	0.4	1	2.9	40	5	40	20	25	4	0.25	0.4
Nivel Alto	0.6	3	5	200	20	250	50	60	6	0.75	1.2
DOP N BAJO	982.5	89	-10.68	140	198	307.5	130.5	41.32	-56.25	32	17.5
DOP N ALTO	621.66	-37	-48.2	-52	-25.5	-34.8	-7.8	-41.11	-70.83	-56	-60.83

V. Conclusiones.

- El tratamiento testigo T1 (100% SN), en la sumatoria de la técnica DRIS, es el que presenta un mejor balance nutricional, además que muestra variables a su favor como son; diámetro de tallo, peso seco de raíz, peso fresco de raíz y volumen de agua desplazado por raíces.
- El T9 (4ml/l AF + 50% SN) provocó un valor elevado en la variable peso de tomate, en la variable diámetro de tallo obtuvo un valor similar al tratamiento testigo T1, el T10 (6ml/l AF + 25% SN), obtuvo un valor mayor en la variable altura de planta con respecto al testigo.
- Con la técnica de Sistema Integral de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), se reportó el siguiente orden de requerimientos. N»P»K»Mg»Ca, con excepción del tratamiento 1 (100% SN) el cual reporta una mayor deficiencia de Ca que de Mg, el tratamiento 2 (25% LL y 75% SN), tiene el mismo valor para el Ca que para el Mg. El elemento limitante fue el nitrógeno, aunque en el cultivo no se detectó visualmente.
- En el análisis DOP (Desviación del Óptimo Porcentual), de igual manera reportó al nitrógeno como el elemento más demandado en la mayoría de los tratamientos tanto en niveles bajos como en niveles altos.
- El Cu, en el tratamiento 6 (50% SN+ 50% AE), ocupa los primeros lugares de deficiencia según los análisis DOP. A Diferencia de la mayoría de los tratamientos en los cuales ocupa los niveles medios a últimos.
- De los coadyuvantes orgánicos utilizados (lixiviado de lombriz, alga enzimas y ácidos fúlvicos) el que presentó mejores resultados fue el ácido fúlvico a concentraciones de 4ml/l. Peso de tomate, altura de planta y diámetro de tallo, fueron las variables favorecidas.

VI. Literatura citada

- Agro2000, 2001. Revista industrial del campo, Acido fúlvico, más crecimiento, calidad y rendimiento, disponible en, <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/acido-fulvico-mas-crecimiento-calidad-y-rendimiento/>
- Antonio, U. 2007. Evaluación del humus del líquido de lombriz en la producción de plántula de tomate saladette. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Azcón, B. J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de la fisiología Vegetal. Editorial McGraw-Hill. P 636.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 150
- Bravo, R. J. 2008. Porcentaje de germinación estándar de plántula de melón con cinco niveles de humus líquido de lombriz. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Burgueño, H. 1995. La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Horticultura Mexicana Vol. 3
- Cadahia, L. C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, España
- Calderón, F. S. 2011, Que son los cultivos hidropónicos y por qué la hidroponía, Bogotá Colombia disponible en http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Presentacion_De_La_Hidroponia.htm
- Canales, L. B. 1996, Las algas en la agricultura orgánica. PalauBioquim Saltillo, Coahuila, 23-25, 80-87.
- Cárdenas, F.S. 2011 La fertilización química complementada con nutrición orgánica en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero, Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

- Caron J. & L. E. Parent, 1989 Derivation and assessment of DRIS norms for greenhouse tomatoes. 1027-1035 p.
- Chen, T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: "Humic substance in soil and crop sciences: selected readings". Wiscounsins, USA. 161p
- Ferruzzi, C. 1986. Manual de lombricultura. Primera edición Editorial Mundi-Prensa P13-46.
- Franco, J.A. y Bañón, S. Posibilidades agrícolas de los ácidos húmicos comerciales. 1997 disponible en <http://www.ar.woc.pl/webwww/humicconsultado> 15 de abril del 2013.
- Frías, M. S. 2000. Efecto de dos tipos de ácidos fúlvicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- González, E. 2002. Efectos de ácidos fúlvicos y K- tionic en el crecimiento de plántula de tomate. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- González, R. D. 2013. Efecto de coadyuvantes de la nutrición del tomate (*lycopersicon esculentum mill*) establecido en un sistema hidropónico de raíz flotante. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Grupo Bioquímico Mexicano. 1997. Disponible en la página <http://www.infoagro.com> consultado 19 de abril del 2013.
- Hernandez, H. E. 2008 Diagnostico nutricional de tomate cultivado en sustrato hidropónico bajo invernadero. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Hong, Y. P. 1995 Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. Editorial Goodland Knoxville, Tennessee P 191-194.
- Jones, Benton. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL.

- Jones, B & Mills, H. 1996. Plant Analysis Handbook II, Georgia, USA, 365 – 367 p.
- Landeros, F. 1993. Monografía de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos, Tesis, Área de Hortalizas y Flores, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile, 145 p.
- Lavelle. & Sinder. 1997. Proyectos de extensión de los servicios y la investigación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Disponible en <http://dieumsnh.qfb.umich.mx/TRANSS/servicios.htm> consultado el 13 de mayo de 2013.
- Lynn, L. B. 1972 The chelating properties or Seaweed Extract *Ascophyllum nodosum* vs *Macrocystis pyrifera* on the mineral nutrition of Seweet peppers. M.S. Thesis, Clemson University, South Carolina, USA.
- Martínez, C. C. 2003, Manual de lombricultura disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf> consultado el 14 de mayo del 2013.
- Martínez, R.A., Guerrero, S.A., Miglietta, H.F. 2005. Efecto del potencial rédox sobre los parámetros del cultivo de *Trypanosomacruzi* desarrollado en medio líquido agitado, Revista Argentina de Microbiología. v.37 n.4 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Mc.Hugh, J.D. 2002 Perspectivas para la producción de algas en los países en desarrollo. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/y3550s/y3550s00.HTM> consultado el 14 de mayo del 2013.
- Nuez, F. y Chamarro, J. 2001 El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa 2001. P 32-35.
- Ordaz, H. I. 2007. Prueba preliminar de líquido de lombriz en la producción de tomate de cascara bajo invernadero. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- Rodríguez, H. y Muñoz, S. 2006. El tomate rojo, sistema hidropónico. Editorial Trillas. México D. F. P 9-18.
- Sánchez, F. y Escalante, E. 1988. Un sistema de producción de plantas. Hidroponía. Principios y métodos de cultivo. Texcoco, Edo de México, 19, 33-36 p.
- Stott D. E. 1990. Synthesis and degradation of natural and synthetic humic material in soil. American Society of Agronomy. P 37-63.
- Talamás H. E. 1998. Efectos de los extractos de algas marinas en la calidad y rendimiento del cultivo de la papa. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Páginas citadas

- <http://sagarpa.gob.mx> consultado el 14 de marzo del 2013
- http://www.aserca.gob.mx/sicsa/hortalizasnacional/hna_ca1.asp. Consultado 12 de marzo del 2013
- <http://www.inegi.gob.mx/estadisticas/agraria/tomate>. Consultado 13 de marzo del 2013
- http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=14. Consultado 14 de marzo del 2013
- <http://www.fao.org/docrep/004/y3550s/Y3550S05.htm#4.4>. Consultado 12 de marzo del 2013
- <http://www.fao.org/docrep/004/Y3550S/Y3550S00.HTM>. Consultado 12 de marzo del 2013
- <http://www.agroforestal.edu.mx>. Consultado 12 de marzo del 2013
- <http://spanish.alibaba.com/product-gs/leonardite-fulvic-acid-with-highconcentration-nitrogen-713039977.html>). Consultado 12 de marzo del 2013

- http://www.maxcompost.com/Docs/FICHA_TECNICA_DE_APLICACION_agroyes.pdf. Consultado 12 de marzo del 2013
- <http://www.lignoquim.com.ec/index.php/productos-porcategoria/product/view/13/40>. Consultado 12 de marzo del 2013