

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO



Efecto de los Fertilizantes Foliares Orgánicos en el Cultivo de
Cebolla (*Allium cepa* L.).

Por:

ELEAZAR CABRERA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO

Efecto de los Fertilizantes Foliare Orgánicos en el Cultivo de Cebolla
(*Allium cepa L.*)

Por:

ELEAZAR CABRERA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobada



Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor Principal

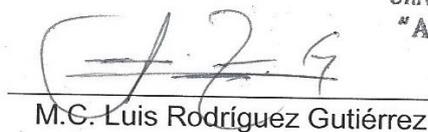


M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Coasesor



M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coasesor

Coordinador de la División de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme el regalo de la vida, por darme una familia maravillosa, porque a pesar de que no lo he visto siempre en los momentos difíciles o cuando más he necesitado de él, he sentido su presencia, porque a pesar de las dificultades y problemas por los que he pasado gracias a él todo se resuelve bien.

A mi mamá, por darme su apoyo incondicional durante toda mi vida, por siempre procurar mi bienestar y por haber confiado en mí para ver culminada mi preparación profesional,

A mis Hermanos, por nunca dejarme solo aunque hubiera distancia de por medio, por estar presentes en cada una de las adversidades; por darme fuerza y valor.

A mi ALMA TERRA MATER, por brindarme tantos buenos momentos, tristezas y alegrías, además los conocimientos y habilidades adquiridas en estos cuatro años y medio, por los buenos amigos que encontré.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza y a su esposa, por el gran apoyo que me brindaron en este proyecto, por su amistad y confianza a pesar de todo, por su gran asesoría durante toda mi estancia en esta institución.

Al M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala, por creer y confiar en mí, por su gran colaboración y disponibilidad para brindarme su apoyo aclarando mis dudas, revisando y dándome sugerencias para la realización del presente trabajo.

Al M. C. Fidel Maximiano, por darme la oportunidad de formar parte de sus tesis así como su apoyo para poder realizar este trabajo ya que sin su ayuda no hubiese sido posible terminarlo.

A mis Amigos, los que son, los que fueron, los recientes, los antiguos, a todos y cada uno de ellos y no hace falta que sean nombrados o enlistados en una página, porque un papel no resume los momentos, las dificultades, las alegrías, las discusiones o los enredos en los que estuvieron presentes; en verdad gracias.

A mis compañeros de carrera, que de uno u otro modo estuvieron siempre presentes como participes o como testigos de mi desarrollo.

Al Sr. José Inés Cabrera Rauda, por todo el apoyo brindado, porque a pesar de que apenas lo conocí me apoyo incondicionalmente en todo y gracias a eso se me facilitó terminar esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento de mi vida.

A MI PADRE

Hugon Cabrera Rodríguez (†) por todas las enseñanzas que me dio, porque a pesar de lo pequeño que era cuando falleció sus consejos nunca los olvidare y por qué sé que desde el cielo siempre estuvo vigilándome y cuidándome.

A MI MADRE

Práxedes Torres Chavarría por ser la mujer más maravillosa del mundo por ser padre y madre para mí y mis hermanos por procurarme siempre, por estar conmigo en las buenas y en las malas durante toda mi vida, por escucharme, por estar ahí, por formarme como un hombre con principios y valores.

A MIS HERMANOS

Gracias por su apoyo incondicional, por estar siempre conmigo, entenderme en mis malos ratos y aunque han existido discusiones y diferencias siempre daré gracias a Dios por tenerlos como hermanos.

A mi Princesa, por estar ahí cuando más lo necesite, por creer en mí, por todo el apoyo brindado durante estos últimos años, por apoyarme siempre, por ser una persona muy importante en mi vida con la cual he compartido momentos maravillosos e irrepetibles.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
HIPOTESIS	3
REVISION DE LITERATURA	4
GENERALIDADES DEL CULTIVO	4
Origen de la cebolla	4
Clasificación taxonómica	4
Suelo.....	5
Temperatura.....	5
Fotoperiodo.....	6
Morfología	7
FERTILIZANTES FOLIARES	10
Enzimas	11
Ácidos húmicos	12
Hormonas.....	13
Miyaraíz	13
Miyamino power.....	14
Miyation.....	15
Spring soil	16
Serviagro	17
Raizfol	17
Regufof.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS	20
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL	20
Ubicación.....	20
Clima.....	21
Suelo.....	21
Vegetación	22

TRATAMIENTOS.....	23
Distribución de los tratamientos.....	23
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
Modelo estadístico.....	24
LABORES CULTURALES.....	25
VARIABLES A EVALUAR.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Pruebas de modelos no lineales en el cultivo de Cebolla.....	29
Peso fresco del bulbo (PFB).....	29
Peso Seco del bulbo (PSB).....	30
Diámetro del bulbo (DB).....	32
Peso fresco de raíz (PFR).....	33
Peso seco de la raíz (PSR).....	35
Longitud de la raíz (LR).....	36
Resultados de análisis de varianza del rendimiento del cultivo de cebolla ...	38
Peso Seco del Bulbo (PSB).....	38
Peso Fresco del Bulbo (PFB).....	39
Diámetro del bulbo.....	41
Longitud de raíz.....	43
Peso Fresco de Raíz.....	44
Peso Seco de Raíz.....	45
CONCLUSIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes del producto Miyaraíz	133
Cuadro 2. Componentes del producto Miyamino Power	144
Cuadro 3. Componentes del producto Miyation	155
Cuadro 4. Componentes del producto Spring Soil	166
Cuadro 5. Componentes del producto Serviagro	177
Cuadro 6. Componentes del producto Raizfol.....	188
Cuadro 7. Componentes del producto Regufol	19
Cuadro 8. Características del sitio experimental	222
Cuadro 9. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable PFB y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de la cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.	29
Cuadro 10. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable de peso seco del bulbo (PSB) y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.	311
Cuadro 11. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del diámetro del bulbo (DB) y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.	322
Cuadro 12. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable PFR y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.....	344
Cuadro 13. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del peso seco de la raíz (PSR) y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de la cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.	355
Cuadro 14. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable de la longitud de la raíz (LR) y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.	366
Cuadro 15. Análisis de varianza de peso seco del bulbo de planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	38
Cuadro16. Análisis de varianza de peso fresco del bulbo de planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	40
Cuadro 17. Análisis de varianza del diámetro del bulbo en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	411
Cuadro 18. Análisis de variable longitud de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	433

Cuadro 19. Análisis de variable peso fresco de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	444
Cuadro 20. Análisis de variable peso seco de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.	466

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización geográfica del área experimental.	20
Figura 2. Comportamiento de peso fresco del bulbo.....	30
Figura 3. Comportamiento del peso seco del bulbo.	311
Figura 4. Comportamiento del diámetro del bulbo.....	333
Figura 5. Comportamiento del peso fresco de raíz.....	344
Figura 6. Comportamiento del peso seco de raíz.....	355
Figura 7. Crecimiento de la longitud de raíz.	37
Figura 8. Peso seco del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	39
Figura 9. Peso fresco del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	411
Figura 10. Diámetro del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	422
Figura 11. Longitud de raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	444
Figura 12. Peso fresco de raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	455
Figura 13. Peso seco de la raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.....	466

RESUMEN

La cebolla es una hortaliza que forma parte de la dieta humana y su cultivo se encuentra ampliamente difundido en el mundo. México se ubica entre los 10 principales productores y es la quinta hortaliza más importante que se cultiva en el país. El objetivo de este trabajo fue evaluar cuatro fertilizantes foliares orgánicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*) variedad Cristal White Wax. El experimento se realizó en el Cañón de la Roja, municipio de Arteaga, Coahuila; durante el periodo invierno – verano. El trabajo consistió en la aplicación de cuatro fertilizantes foliares orgánicos, los fertilizantes fueron los siguientes: una mezcla de productos de la empresa Miyamonte (Miyaraíz, Miyamino Power, Miyation, Spring soil) que se utilizó como T1, Serviagro como T2, Raizfol como T3 y Regufol como T4. El tratamiento 1 se diluyó a una concentración de 2mL/L mientras que para los demás tratamientos fue de 5mL/L. La aplicación de los fertilizantes se realizó con una bomba de aspersión (bomba de mochila). El diseño experimental fue completamente al azar con 4 tratamientos, 3 repeticiones y un testigo, con una unidad experimental de 2.7 m². Los resultados fueron que el T4 (Regufol) fue el económicamente más rentable, seguido de T1 (mezcla de productos de la empresa Miyamonte). Los cuatro tratamientos utilizados superaron al testigo (T5). En conclusión los fertilizantes foliares orgánicos si pueden sustituir o disminuir el uso de fertilizantes químicos en el cultivo de la cebolla.

Palabras clave: fertilizante foliar, cebolla, enzimas, ácidos húmicos, hormonas.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una hortaliza que; tiene una gran diversidad de usos y propiedades nutritivas. Los principales países productores de cebolla en el mundo son China, India, Estados Unidos y Rusia (Pike, 1986).

La cebolla es la quinta hortaliza más importante que se cultiva en México, se siembran cerca de 40 mil hectáreas y se producen arriba de 800 mil toneladas, con esta producción, México se ubica entre los 10 principales productores más importantes.

Anualmente se exportan alrededor de 176 mil toneladas a los Estados Unidos que equivalen al 20 % de la producción nacional, con un valor aproximado de 127 millones de dólares.

En la región de Delicias, Chihuahua, este cultivo ocupa el segundo lugar en importancia socioeconómica entre las hortalizas cultivadas. En 1998 se sembraron 5243 hectáreas, las cuales produjeron 174,260 toneladas; esto representa el 17% del total nacional y ubica a Chihuahua como el principal productor de cebolla del país.

Datos de la SIAP (Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera), indican que durante el 2010, se cultivaron 45 mil 347 hectáreas de cebolla, de donde se obtuvieron 1 millón 148 mil toneladas, de las cuales más del 56% se produjeron en los estados de Baja California, Chihuahua, Zacatecas y Tamaulipas, el rendimiento promedio fue de 27.8 toneladas por hectárea cosechada. El estado de Chihuahua reportó el mejor rendimiento con 38.2 ton/ha (CEFP, 2011).

El principal problema que enfrenta el cultivo de la cebolla es la nutrición, cuando existen deficiencias nutricionales, se deben corregir mediante una fertilización foliar ya que esta actúa de inmediato en la asimilación de los nutrientes y así obtener mejores resultados (Rodríguez, 1982).

La fertilización foliar es uno de los métodos económicos con el cual se ha logrado resultados prácticos para incrementar los rendimientos. Este método es ampliamente utilizado que difícilmente se encuentren áreas agrícolas que no utilicen las aspersiones de nutrientes para corregir deficiencias o para disminuir costos del cultivo (Maroto, 1983).

En el estado de Coahuila este cultivo tiene gran relevancia socioeconómica, genera empleo por la cantidad de mano de obra requerida; además de generar divisas en su exportación. Los principales municipios productores son Torreón, Cuatro Ciénegas, Acuña y Saltillo.

Es importante hacer más eficiente la producción de este cultivo utilizando fertilizantes orgánicos que no dañen el medio ambiente, obteniendo así un método alternativo para la agricultura tradicional.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los fertilizantes foliares orgánicos en las necesidades nutricionales del cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de los cuatro fertilizantes foliares en el desarrollo y rendimiento de la cebolla.
- Observar si un fertilizante foliar puede sustituir una mezcla física de fertilizantes foliares, esto con la finalidad de disminuir costos.
- Cosechar fuera de temporada con la finalidad de tener mejores precios en el mercado.

HIPOTESIS

Los fertilizantes foliares orgánicos pueden satisfacer las necesidades nutricionales en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*).

REVISION DE LITERATURA

GENERALIDADES DEL CULTIVO

Origen de la cebolla

Las formas silvestres de cebolla no son conocidas, sin embargo, como centro de domesticación generalmente se señala a Asia central (Rubatzky y Yamaguchi, 1997). Según indica Sobrino y Sobrino (1992) existen además dos centros secundarios, el próximo oriente y el Mediterráneo, este último para los tipos de cebolla de gran tamaño.

El cultivo de la cebolla es muy antiguo, evidencias arqueológicas del año 3200 a.C. muestran que los egipcios lo usaron como alimento, en rituales religiosos y en medicina. La domesticación de la cebolla estuvo basada probablemente en selección de caracteres de planta y bulbo, a través de la selección masal, efectuada antes del florecimiento (Vallejo y Estrada. 2004).

Clasificación taxonómica

La cebolla pertenece a la familia *Liliaceae* que posee más de 600 especies en la zona templada. A continuación se describe la siguiente clasificación botánica (Cronquis, 2009).

Reino: vegetal

Subreino: embryobionita

División: antophyta

Subdivisión: angiosperma

Clase: monocotiledóneas

Subclase: carolliferae

Orden: liliflora

Familia: liliaceae

Género: *Allium*

Especie: *Allium cepa* L.

Suelo

La cebolla requiere suelo de tipo Limo-arenoso, migajones u otros con buen contenido de materia orgánica. Este cultivo no tolera suelos ácidos a altas concentraciones, el pH adecuado es entre 6 a 6.8. Los suelos pesados o arcillosos forman una costra en la superficie después del riego o de las lluvias; esto puede ocasionar problemas en la germinación de la semilla, por lo que no se recomienda utilizar estos tipo de suelos (Casseres, 1980).

Temperatura

La cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo, las condiciones ideales son las Temperaturas entre 12 a 24°c. Las temperaturas idóneas son: frescas en las fases iniciales del desarrollo de la planta y cálidas

hacia la madurez; la cebolla tiene requisitos específicos de fotoperiodo y temperatura (Casseres, 1980).

Fotoperiodo

La duración del fotoperiodo está en función de la latitud, lo mismo que la temperatura, estos influyen directamente sobre la formación de bulbos. Las variedades que crecen mejor en días cortos (10 a 12 horas) se adaptan a las limitadas latitudes de 0° a 24° y hasta 28°; a veces pueden formar bulbos en latitudes mayores si las temperaturas son frescas que no aceleren el desarrollo del bulbo (Casseres, 1980).

Las variedades de días intermedios (12 o 13 horas) producen mejor entre los 28° y 40°. Por último las variedades de día largo (14 horas o más de exposición) se encuentran generalmente en lugares de 36° de latitud en adelante (Casseres, 1980).

Garner y Allard en 1920 y Maclelland en 1928, probaron por primera vez que la longitud del día determina la formación del bulbo en ciertas variedades de cebolla. El efecto de la temperatura medianamente cálidas (15 a 21° c) en promedio., así como los fotoperiodos largos son necesarios para las variedades que generalmente se siembran en días largos (Casseres, 1980).

La temperatura tiene más influencia que el fotoperiodo en determinar la formación del tallo floral. A temperaturas bajas de 10 a 15°c y en días cortos de 9 a 12 horas las plantas de cebolla empiezan a producir semillas, pero con

temperaturas entre 21 y 26°C no florecen ya sean días cortos o largos (Casseres, 1980).

Estos requisitos climáticos tan específicos explican por qué las variedades que han sido creadas en latitudes altas con días largos y temperaturas altas no son buenas para regiones de días más cortos, en latitudes bajas. En estas últimas regiones, más cercanas al ecuador, las variedades del tipo bermuda, canarias y los producidos para el sur y suroeste de los Estados Unidos, como son Luisiana red creole, el grupo de cultivares grano de Texas, Cristal Wax y otros son los más adaptados para México, Centroamérica y el Caribe. (Casseres 1980).

Morfología

a) Semilla: Sobrino y Sobrino (1992) indican que la semilla como tal es de color negro, angulosa, aplastada y de superficie rugosa. El embrión es de forma semicircular en espiral o rizado, el cual se encuentra encerrado en el endospermo que es el tejido de reservas más importante de la semilla (DeMason, 1990).

b) Raíz: La primera raíz muere y deben formarse nuevas raíces adventicias para que la planta pueda continuar su crecimiento. La formación y crecimiento de nuevas raíces, al tiempo que mueren las viejas es continua (Miguel y López, 1987).

c) Hoja: La hoja consta de dos partes bien diferenciadas: parte basal o vaina envolvente y parte superior (peciolo ensanchado sin limbo verdadero), redondeada y hueca. Las hojas están dispuestas sobre el disco o tallo en disposición opuesta.

d) Tallo verdadero: El tallo es una corta porción de planta que toma la forma de cono invertido y de la que nacen las raíces en corona, a la vez va creciendo en anchura. En el centro del tallo está el ápice donde se forman las nuevas hojas; alcanza una altura de (0.5 a 1.5 cm) y de (1.5 a 2.0 cm) de ancho (Miguel y López, 1987).

e) Tallo falso: Las hojas de la cebolla crecen sucesivamente de manera que cada hoja joven pasa por la vaina de la hoja ya crecida. Así, las vainas cilíndricas de las hojas se sitúan una dentro de otra, y de esta manera se forma el llamado tallo falso. Por consiguiente, es una formación foliar y no tiene nada que ver con el tallo verdadero (Guenkov, 1974).

f) Tallo floral: El tallo floral que termina en escapo alcanza una altura de 1 a 2m (Brewester, 1994). Los tallos florales son verdes, huecos y ensanchados en su parte central (Guenkov, 1974).

g) Inflorescencia: La inflorescencia es una umbela que se caracteriza por que los pedicelos de sus flores son casi de la misma longitud y emergen de un mismo lugar (Robles, 1984). La flor es hermafrodita (Wehner, 1999). Como resultado del retraso en la receptibilidad del estigma (protandria), la polinización cruzada es favorecida (Pike, 1986).

h) Fruto: El fruto es una capsula con tres caras de ángulos redondeados (Sobrino y Sobrino, 1992). Esta capsula puede contener de dos a tres semillas y mide aproximadamente 5 mm (Hanelt, 1990).

i) Bulbo: El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias de reserva durante el primer año; consiste en túnicas o escamas carnosas, yemas y tallo verdadero (Guenkov, 1974). Los principales factores que afectan al inicio del engrosamiento del bulbo son: fotoperiodo, temperatura, tamaño de la planta y fertilizante nitrogenado (Miguel y López, 1987).

j) Formación del bulbo: La formación del bulbo está influenciada por varios factores; pero el más importante es el fotoperiodo, esto significa que las condiciones de días largos, estimulan su formación. La temperatura es otro factor que influye en la formación del bulbo, la temperatura de 25 a 30 °C acelera este proceso si el fotoperiodo es adecuado. En cambio en la medida que descienda la temperatura la planta sufre un retraso progresivo.

El cultivo debe poseer un desarrollo mínimo para reaccionar a los estímulos ambientales que inducen a la formación del bulbo. En efecto, las plantas jóvenes reaccionan más lentamente que las adultas.

La madurez del bulbo se caracteriza por una pérdida de turgidez en el cuello del falso tallo, provocando la tendedad de las hojas que finalmente mueren.

k) Florecimiento prematuro: La cebolla puede emitir su tallo floral antes de tiempo si sufre una exposición a temperaturas bajas. En México y en el sur de Texas es frecuente observar este fenómeno durante el invierno, causada por heladas o temperaturas muy bajas., la mayoría de las plantas florecen

anticipadamente causando pérdidas por que el bulbo en si no se desarrolla como lo haría si no hubiera florecido (Casseres, 1980).

FERTILIZANTES FOLIARES

La Fertilización Foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje en las plantas; con la finalidad de corregir deficiencias específicas de nutrientes durante el desarrollo del cultivo.

La fertilización foliar se ha practicado hace muchos años. En Francia en el año de 1844 se aplicaba Sulfato Ferroso en el follaje de la Vid para corregir la clorosis en las plantas. En el sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente.

Las aplicaciones foliares constituyen el medio más eficaz de colocación de fertilizantes. Investigaciones de la Unión Soviética han remarcado la importancia de la alimentación foliar en las regiones árticas, donde el frio retarda la liberación de nutrimentos de los residuos de las plantas (Tisdale y Nelson, 1970).

La aplicación de fertilizantes mediante la aspersion al follaje con soluciones nutritivas es una práctica ampliamente empleada en la agricultura tecnificada contemporánea. En Colombia, la aplicación de fertilizantes por vía foliar ha venido ganando una creciente aceptación por parte de la agricultura comercial, desafortunadamente esta ha sido una práctica agronómica poco investigada (Guerrero, 1989).

En 1986, Doehring y colaboradores evaluaron el efecto de la aplicación de NPK foliar en diferentes cultivos en Egipto (arveja, habichuela, soya, trigo, maíz, algodón, papa, arroz y cítricos). En general se encontró que la fertilización foliar con NPK incrementó los rendimientos entre el 15 al 25%.

Estudios han comprobado que la fertilización foliar presenta resultados agronómicos significativos en las siguientes situaciones:

- En circunstancias de emergencia donde el suministro de nutrientes este afectado (aridez, regiones susceptibles a encharcamientos o heladas, salinidad, etc.).
- Inhibición competitiva de nutrientes, desarrollo radicular limitado, pérdida de eficacia del abonamiento al suelo o para el suministro rápido de nutrientes en épocas críticas. Por ejemplo: inicio del llenado del bulbo en cebolla (Guerrero, 1989; Alexander, 1986).

Los fertilizantes foliares contribuyen al mejoramiento de desbalances nutricionales, además de la facilidad de aplicar con otro tipo de productos especialmente donde la aplicación de la fertilización mineral tradicional es costosa.

Enzimas

Las enzimas son proteínas que catalizan las reacciones químicas en los seres vivos. Las enzimas son catalizadores específicos, cada enzima cataliza un solo tipo de reacción y casi siempre utiliza un único sustrato. Los catalizadores son sustancias que sin consumirse en una reacción, aumentan su velocidad.

Prácticamente todas las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos están catalizadas por enzimas.

Ácidos húmicos

La humificación es un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se transforma primero en Humus joven, luego en Humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico.

Esta sustancia actúan principalmente sobre las propiedades físicas y químicas del suelo; tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fúlvicos.

Sus principales características son las siguientes:

- Disgregan las arcillas en suelos muy pesados y con poca aireación.
- Aumenta la permeabilidad y la porosidad del suelo.
- Gran capacidad de retención de agua.
- Gran acción coloidal (retención de cationes) formando parte del carbono de ácidos húmicos (CAH). Esto hace que gran número de elementos bloqueados por el suelo, puedan ser liberados y puestos a disposición de las plantas.
- Efecto quelante con Fe, Mn, Cu y Zn.
- Máxima capacidad de intercambio cationico.

Hormonas

Las hormonas son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales; estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las hormonas son sintetizadas en un determinado lugar de la planta donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo del vegetal.

Miyaraíz

Diseñada para promover el desarrollo de la masa radicular y foliar en plántulas y esquejes, sus componentes son totalmente solubles en agua y pueden ser aplicados en aspersiones foliares y fertirriego.

Es de rápida absorción, aumenta la masa radicular favoreciendo un mejor anclaje y así una mayor absorción de nutrientes; favorece además el crecimiento de los entrenudo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Componentes del producto Miyaraíz

COMPONENTES	% EN PESO
Extracto orgánico a base de ácidos fúlvicos (equivalente 7000 ppm de IA /L)	99.50
Boro (B)	0.05
Acondicionadores, inertes y compuestos relacionados	0.045
TOTAL	100.00

Miyamino power

Es un bioestimulante líquido de origen orgánico a base de ácidos fúlvicos y aminoácidos que permiten su aplicación y fertilización foliar a diversos cultivos.

Estimula el desarrollo vegetativo favoreciendo la superación rápida a cualquier situación de estrés (fitotoxicidad, temperaturas adversas y heladas); estimula la actividad metabólica, obteniendo mejor equilibrio hormonal, aumentando el crecimiento y producción de las plantas, mejorando las condiciones de floración y uniformidad en la maduración y tamaño de los frutos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Componentes del producto Miyamino Power

Componentes	% en peso
Ácido fúlvico	9.987 %
Nitrógeno total (NT)	0.650%
Aminoácidos totales (AAT)	1.072 %
Fosforo disponible (P ₂ O ₅)	5.00 ppm
Potasio disponible (K ₂ O)	1.70 ppm
Hierro (Fe)	4.70 ppm
Zinc (Zn)	1.23 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.339%
TOTAL	100.00%

Miyation

Es un fertilizante orgánico elaborado a base de ácidos fúlvicos de origen natural y funciona como un activador y liberador de nutrientes del suelo. Mantiene los nutrientes disponibles en la solución del suelo para la planta mejorando la absorción y distribución de nutrientes hacia los sitios de demanda.

Incrementa la capacidad de intercambio catiónico y aumenta el aprovechamiento de los nutrientes por la planta, también mejora la actividad microbiana del suelo favoreciendo la micorrización en el sistema radicular; en aplicaciones foliares permite al apertura de estomas y translocación de los nutrientes de la planta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Componentes del producto Miyation

Componentes	% en peso
Ácido fúlvico	11.07 %
Nitrógeno total (NT)	0.65 %
Aminoácidos totales (AAT)	1.072 %
Fosforo disponible ($P_2 O_5$)	5.00 ppm
Potasio disponible (K_2O)	2.00 ppm
Hierro (Fe)	5.00 ppm
Zinc (Zn)	1.00 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.28%
TOTAL	100.00%

Spring soil

Es un fertilizante de materia orgánica líquida elaborada para activar los microorganismos y mejorar la estabilidad de los nutrientes en el suelo. Su aplicación mejora la actividad microbiana en el suelo, interviene en la protección y desarrollo del sistema radicular de la planta favoreciendo el desarrollo y crecimiento de los cultivos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes del producto Spring Soil

COMPONENTES	PORCENTAJE EN PESO
Materia orgánica (MO)	20-25 %
Nitrógeno total (NT)	80-87%
Fosforo ($P_2 O_5$)	3-3.5 %
Potasio ($K_2 O$)	0.10-0.15 %
Azufre (S)	5-7 ppm
Magnesio (Mg)	100-110 ppm
Calcio (Ca)	900-950 ppm
Hierro (Fe)	25-28 ppm
Boro (B)	1-1.3 ppm
Zinc (Zn)	2.5-3.5 ppm
Manganeso (Mn)	12-13 ppm
Cobre (Cu)	1-1.5 ppm
Carbohidratos	5.0 %

Serviagro

Es un fertilizante foliar que proporciona a las plantas los elementos primarios para realizar las funciones de crecimiento y desarrollo de los tejidos verdes., además de promover el desarrollo de las semillas, frutos y el sistema radicular, mejora la calidad de las plantas de mucha hoja y el contenido proteico (Cuadro 5).

Cuadro 5. Componentes del producto Serviagro

COMPONENTES	% EN PESO
Nitrógeno total (NT)	20.0 %
Fosforo disponible (P ₂ O ₅)	30%
Potasio disponible (K ₂ O)	10%
Enzimas y carbohidratos	3.5 %
Acondicionadores y estimulantes relacionados	33.5 %
TOTAL	100 %

Raizfol

Es un fertilizante arrancador cuya fórmula a base de hormonas, enraizadores, aminoácidos libres, ácidos fúlvicos y zinc quelatado, induce y estimula el crecimiento de raíces y engrosamiento de tallos ya sea de cultivo de siembra directa o transplante. Esto permite que se incremente el proceso de crecimiento el proceso del desarrollo vegetal (Cuadro 6).

Cuadro 6. Componentes del producto Raizfol

COMPONENTES	% EN PESO
Zinc (Zn)	4.00 %
Ácido fúlvico	4.00 %
Ácidos cítricos	0.50%
Inositol	2000 ppm
Aminoácidos libres	2000 ppm
Ácido neftalenacetico	2000 ppm
Ácido indolbutirico	1000 ppm
Materia vegetal	35.50 %
Diluyente y acondicionantes	55.30 %

Regufol

Es un regulador de crecimiento a base de compuestos orgánicos enriquecidos con hormonas, aminoácidos, micronutrientes, y vitaminas de fácil asimilación por las plantas; lo cual permite que se incremente el proceso de fotosíntesis, el crecimiento y desarrollo vegetal (Cuadro 7).

Cuadro 7. Componentes del producto Regufol

COMPONENTES	% EN PESO
Cisteína	2000 ppm
Tiamina	1000 ppm
Auxinas	500 ppm
Inositol	500ppm
Giberelinas	200 ppm
Citocininas	200 ppm
Nitrógeno total (NT)	8.00 %
Zinc (Zn)	2.00%
Azufre (S)	0.60%
Ácido cítrico	0.50%
Magnesio (Mg)	0.12%
Manganeso (Mn)	0.12 %
Boro (B)	0.10 %
Materia vegetal	53.38 %
Diluyentes y acondicionantes	34.21 %

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Ubicación

El área de estudio está ubicada en El Cañón de la Roja, municipio de Arteaga, Coahuila; entre las coordenadas geográficas: latitud Norte 25° 26', Longitud Oeste 100° 51' a una altitud de 1,920 msnm. El experimento se realizó durante el periodo invierno-primavera, del 08 de diciembre de 2012 al 24 de mayo de 2013, bajo condiciones de riego. El área de estudio se muestra en la (figura1).

El cañón tiene dos vías de acceso, la primera por el poblado de Arteaga y la segunda siguiendo la carretera Los Lirios – El tunal, cruzando por el cañón de la carbonera. El Cañón de la Roja es comunicado por un camino con una longitud de 34 Km del municipio de Arteaga a la Carbonera, en el km 20 de Este a Oeste.



Figura 1: Localización geográfica del área experimental.

Clima

La precipitación media anual es de 430.85 mm, siendo los meses más lluviosos Mayo, Junio, Julio, Agosto, Noviembre, Diciembre y Enero. Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de Diciembre a Febrero y las máximas de Mayo a Septiembre. La temperatura media anual oscila entre los 16 y 22 °C.

Suelo

Los suelos presentes se han originado a partir de material geológico original que data del Cretácico Superior, los cuales son: lutitas, areniscas y rocas calizas, formando suelos de textura media, fina y gruesa. Los principales tipos de suelos que se observan son: Litosoles, Feozem calcárico, Xerosol háplico y Regosoles. El uso actual del suelo se destina para el cultivo de maíz, frijol, trigo y cebada; además de árboles frutales.

Físicamente el suelo es de textura arcillosa, de acuerdo a la densidad aparente tiene problemas de compactación. Es un suelo de fácil laboreo, tiene un pH ligeramente alcalino y una concentraciones de sales muy baja, lo que lo hace un suelo propicio para la mayoría de los cultivos (cuadro 8).

Este suelo tiene una cantidad de materia orgánica para suelos arcillosos baja, en nitrógeno es medianamente pobre, en fosforo es medianamente rico y en potasio extremadamente rico.

Cuadro 8. Características del sitio experimental

Características	Valor	Unidades
Textura	32.5	% Arena
	27.5	% Limo
	40.0	% Arcilla
Densidad aparente (Da)	1.056	g/cc
Conductividad Eléctrica (Ce)	0.7	mmhos/cm
pH	7.3	
Materia Orgánica	2.59	%
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	25.17	Meq/lt
Nitrógeno aprovechable	29.02	Kg/ha
Fosforo aprovechable	79.8	Kg/ha
Potasio asimilable	627.54	Kg/ha

Vegetación

La vegetación existente es bosque de pino-encino. La composición de este tipo de vegetación está formada por: *Pinus cembroides*, *Quercus* spp, algunos arbustos como la lechuguilla (*Larrea tridentata*) y algunos pastos comúnmente conocidos como aristida y atriplex.

TRATAMIENTOS

En este trabajo se utilizó como material experimental cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) variedad Cristal White Wax. La densidad de siembra fue de 1kg por hectárea. El trabajo consistió en evaluar los mejores fertilizantes foliares orgánicos en el cultivo de la cebolla. Fueron aplicados cinco tratamientos, el T1 consistió en una mezcla de productos de la empresa Miyamonte la cual fue compuesta por Miyaraíz, Miyamino power, Miyation y Spring soil, de los cuales se tomaron 2 mL de cada uno diluyéndose en 1 L de agua para la posterior aplicación. Para el T2 se utilizó el fertilizante Serviagro 20-30-10 a una concentración de 5 mL por litro de agua. Los tratamientos 3 y 4 consistieron en el uso de los fertilizantes Raizfol y Regufol respectivamente, a la misma concentración considerada para T2. Se consideró como T5 el testigo, en el cual no se aplicó fertilizante alguno.

Distribución de los tratamientos

Las parcelas se establecieron de forma aleatoria en el área experimental. Cada unidad experimental fue de 2.7 m² con 6 surcos cada uno, 15 cm de separación entre surco. La distribución de las unidades experimentales se realizó en una melga entre hileras de manzanos. Los surcos de estas unidades fueron de 2.60 m.

Es importante mencionar que los tratamientos se dejaron de aplicar cuando los bulbos ya estaban bien formados. Las fechas de aplicación se enlistan a continuación:

Aplicación	Fecha
1ª	29/12/2012
2ª	19/01/2013
3ª	09/02/2013
4ª	02/03/2013
5ª	23/03/2013
6ª	13/04/2013

Los tratamientos se dejaron de aplicar cuando el bulbo ya estaba bien formado. Para esto se hizo un muestreo del bulbo.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis del experimento se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, un testigo y tres repeticiones por tratamiento, con un total de 13 unidades experimentales, siendo una parcela la unidad experimental.

Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, t; \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde,

Y_{ij} : Denota la j-ésima medición del tratamiento i-ésimo.

μ : Media general.

τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Error experimental de la j-ésima medición del i-ésimo tratamiento

Se utilizaron modelos de ajustes para las variables seleccionadas en su mayoría

modelos no lineales, los cuales fueron los siguientes:

Peso fresco del bulbo: _ Modelo logístico

Peso seco del bulbo: _ Modelo logístico

Diámetro del bulbo: _ Modelo exponencial

Peso fresco de raíz: _ Modelo Gaussian

Peso seco de raíz: _ Modelo Harris

Longitud de raíz: _ Modelo cuadrático

Los modelos fueron evaluados con la librería nls (non-linear least squares) del programa R ver 3.0.1 (R Core Team, 2013). Cabe señalar que el análisis de varianza se realizó con este programa.

LABORES CULTURALES

a) Preparación del suelo: Consistió en un barbecho y un rastreo normal; luego se procedió a nivelar el terreno y a quitar piedras. Posteriormente se trazó el área experimental y las parcelas utilizando estacas y rafia. Por último se prepararon las camas para la siembra.

b) Siembra: Se sembró en charolas utilizando una mezcla de tierra negra con perlita. Después de mes y medio las plántulas se trasplantaron a las camas., para ello fue necesario utilizar estacas para abrir los orificios y colocar las plántulas. Se utilizó una rafia de 15 cm para separar los surcos., se tomó una distancia de 20 cm entre planta y planta. La fecha de siembra fue el 20 de octubre y el trasplante fue el 08 de diciembre de 2012. Es importante mencionar que la única fertilización aplicada a este cultivo fue foliar.

c) Riegos: Se aplicó un riego de capacidad de campo un día antes de la siembra, después los riegos fueron cada 6 días dependiendo de las condiciones ambientales. El sistema de riego utilizado fue por goteo; la cintilla que se utilizó fue de calibre 6 Mil con un gasto de 506 lph/100 m; la distancia entre gotero y gotero es de 30 cm. La calidad del agua es C2 S1, significa que puede utilizarse en casi todo los cultivos, sin llegar a causar daños a los mismos.

d) Deshierbes: Se efectuó dos deshierbes, dos escardas manuales y tres aporques, el primer deshierbe y escarda fue el 10 de enero de 2013 y la segunda fue el 16 de febrero del mismo año junto con el aporque.

e) Plaguicidas: Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron: la polilla de la cebolla (*acroleptia assectella*), la cual se controló con el insecticida Picus 70 WG, aplicando una dosis de 5 g/ litro de agua. No se presentó ninguna enfermedad, pero se aplicaron los siguientes fungicidas como método preventivo: Ridomil Bravo en una dosis de 1 ml por litro de agua.

f) Prevención de florecimiento prematuro: Debido a las bajas temperaturas que se presentaron en esta temporada tuvimos problemas de florecimiento prematuro de la cebolla esto sucedió a principios del mes de abril, para evitar división del bulbo o la no formación del mismo lo que se hizo fue quitar manualmente las inflorescencias al momento que iban brotando, se hacía un monitoreo minucioso cada semana para no permitir el desarrollo de la inflorescencia.

g) Cosecha: La cosecha se hizo el día 24 de mayo de 2013. Se utilizó el siguiente índice de cosecha: el marchitamiento o doblamiento del tallo falso, muy cerca de eje superior del bulbo, la recolección se hizo cuando el 20% de las plantas se habían caído al suelo. La cosecha se realizó 6 meses después de la siembra. Para la cosecha se utilizó un talache para ir sacando los bulbos, se pesó el bulbo fresco en una balanza de reloj y se contabilizaron los bulbos por parcelas y se empacaron en cajas de plástico para llevarse al laboratorio y hacer las mediciones correspondientes.

VARIABLES A EVALUAR

Para evaluar la respuesta de la cebolla a los tratamientos aplicados se hicieron 5 muestreos: primero el 12 de enero de 2013, segundo el 02 de febrero de 2013, el tercero el 23 de febrero del 2013, el cuarto el 16 de marzo de 2013 y el quinto fue 20 de abril del 2013.

En cada parcela se seleccionaron al azar en el centro de la parcela 10 plantas de cebolla, para llevarlas al laboratorio y hacer las mediciones correspondientes. En cada muestreo se tomaba 3 plantas por tratamiento, se usó una pala para sacar las plantas y unas bolsas de papel para colocar la muestra.

a) Longitud de raíces: Se midieron de la base del bulbo hasta el meristemo terminal de la raíz. Para esta medición se utilizó una regla de 60 cm.

b) Altura de la planta: Se midieron de la base del tallo falso a la yema terminal del tallo. Para la medición se utilizó una regla de 60 cm.

c) Longitud del bulbo: Se midieron de la base del tallo falso a la base del bulbo. Se utilizó una regla de 30 cm.

d) Diámetro del bulbo (mm): Se midieron con un vernier digital.

e) Peso fresco de la raíz (g): Se trozo con un bisturí la parte de la raíz y se pesó en una báscula analítica.

f) Peso seco del bulbo (g): Se cortó el bulbo completo con un bisturí y se dejó en la estufa en un lapso de entre 24 a 48 hrs a una temperatura de 75 °C, posteriormente se pesó en una báscula analítica.

g) Peso seco de la raíz (g): Para determinar el rendimiento por tratamiento de materia seca de la raíz, se secaron en la estufa con circulación de aire, a 75 °C por 72 horas.

h) peso seco del bulbo (g): Para determinar el rendimiento por tratamiento de materia seca del bulbo, se secaron en la estufa con circulación de aire, a 75 °C por 72 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de modelos no lineales en el cultivo de Cebolla

Peso fresco del bulbo (PFB)

De acuerdo al análisis de pruebas de modelos no lineales, los valores observados tienen un efecto significativo con respecto a los días de crecimiento del cultivo, aunque en el parámetro b no hubo un efecto significativo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable PFB y valor correspondiente de R² en el cultivo de la cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (PFB)	Modelo logístico	$y = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	1.182e+02	47.73	1.15e-06**
B	1.567e+06	0.84	0.447043 ^{NS}
C	1.151e-01	11.28	0.000352**

** Significativo (p<0.05)

^{NS} No significativo (p>0.05)

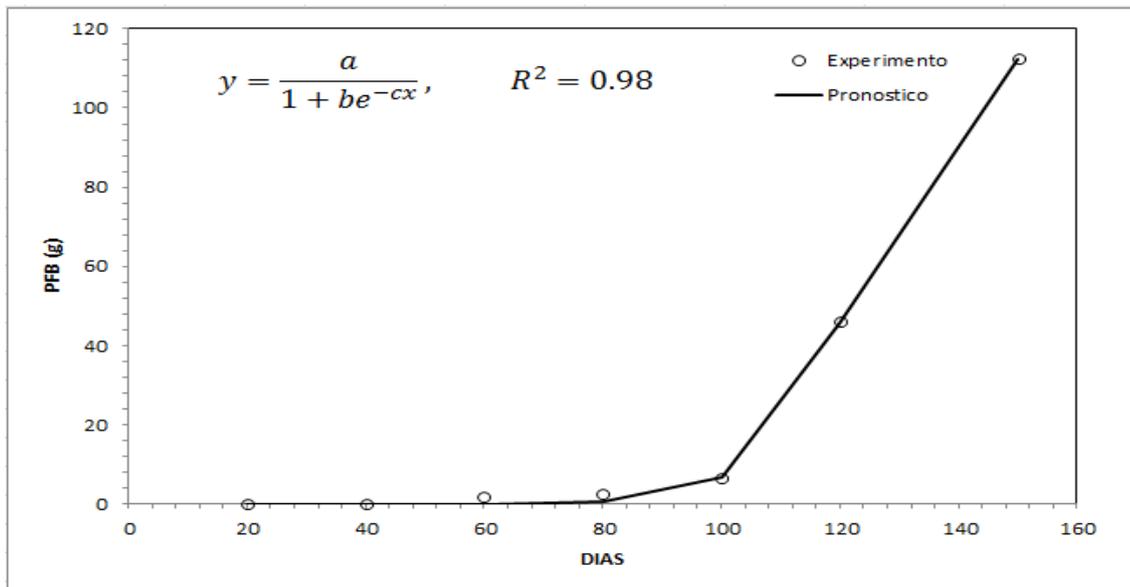


Figura 2. Comportamiento del peso fresco de bulbo.

En la Figura 2, se presenta valores y tendencia de ajustes. El ajuste describe de manera aceptable el comportamiento de PFB a través del tiempo, como era de esperarse, el incremento de esta variable fue significativo en los días 100 a 150 debido al aumento de las temperaturas y horas luz, esto concuerda con Heissen y Rodriguez (1998), ellos señalan que para el desarrollo ideal de esta planta la temperatura se debe ubicar entre los 18 y 28°C y el óptimo para la formación de cogollos esta entre los 20 y 26°C. Es muy susceptible al frio y llega a paralizarse por debajo de los 8°C.

Peso Seco del bulbo (PSB)

Los resultados para la variable PSB se muestran a continuación en el cuadro 10, donde podemos observar que la variable es significativa, solamente en el parámetro b no hubo diferencias significativas.

Cuadro 10. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable de peso seco del bulbo (PSB) y valor correspondiente de R² en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (PSB)	Modelo logístico	$y = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	8.682e+01	314.34	6.14e-10**
B	1.432e+08	2.54	0.0636 ^{NS}
C	1.490e-01	44.98	1.46e-06**

** Significativo (p<0.05)

^{NS} No significativo (p>0.05)

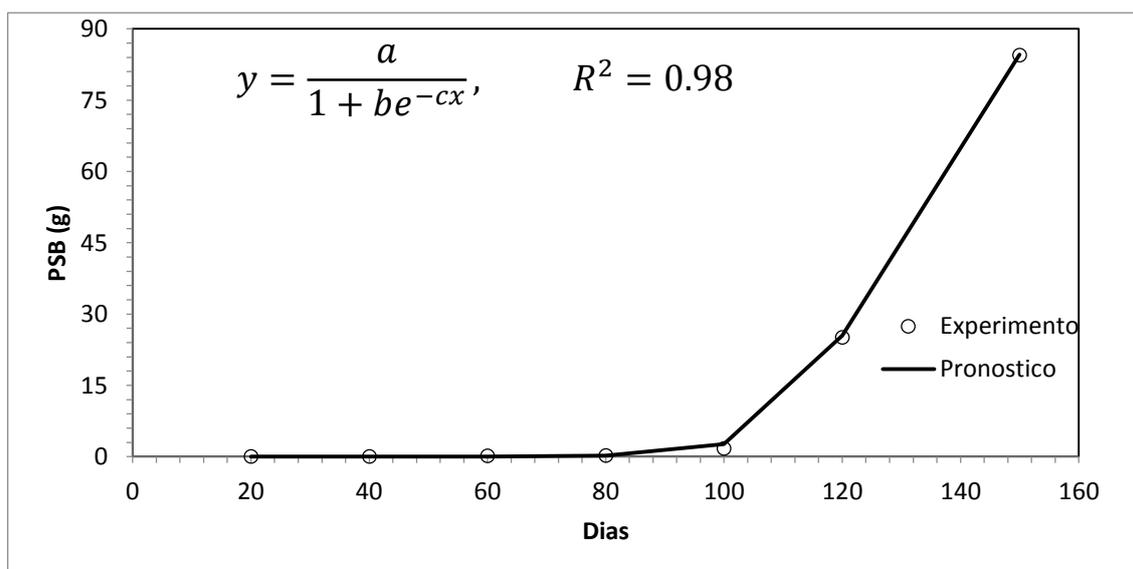


Figura 3. Comportamiento del peso seco del bulbo.

En la Figura 3, se presenta valores y tendencia de ajustes. El ajuste describe de manera aceptable el comportamiento de PSB a través del tiempo, el incremento de esta variable fue significativo en los días 80 a 150 así como se manifestó la variable del PFB.

Según Faúndez (1996) la materia seca del bulbo posea un alto porcentaje en la partición de la biomasa a través del tiempo lo cual genera mayor

rendimiento de bulbos frescos. Esto sucedió en este experimento, ya que se observan diferencias significativas en el rendimiento de los bulbos.

Diámetro del bulbo (DB)

Podemos observar en el cuadro 11 que los parámetros a y c fueron significativos, no es el caso del parámetro b en el cual no hubo diferencias.

Cuadro 11. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del diámetro del bulbo (DB) y valor correspondiente de R² en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (DB)	Modelo exponencial $y = a(b - e^{-cx})$		
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	-11.687	-2.015	0.11420 ^{NS}
B	1.447	10.34	0.00049**
C	-00133	-4.819	0.00853**

* Significativo (p<0.05)

^{NS} No significativo (p>0.05)

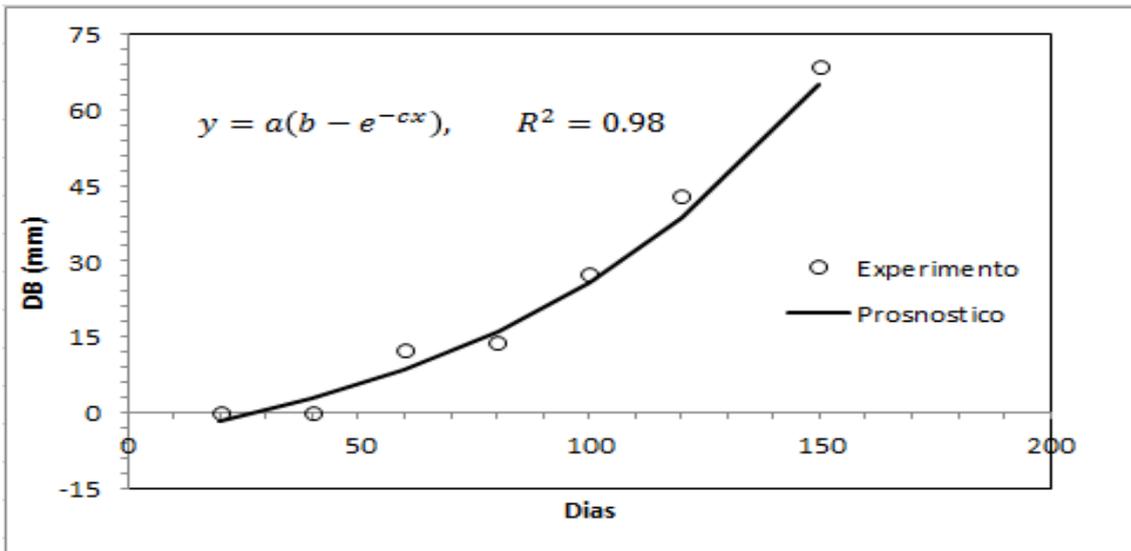


Figura 4. Comportamiento del diámetro del bulbo.

Se presenta en la Figura 4, los valores observados, en donde hay un efecto significativo de los tratamientos en el diámetro del bulbo con respecto a los días del crecimiento del cultivo, y esto lo hace más visible con el modelo que se presenta en la gráfica. En esta variable si podemos observar que el desarrollo fue constante a través del tiempo. Haciendo referencia a lo anterior (Mortense y Bullard, 1967) nos dice que a medida de que se incrementa el tiempo (días) el bulbo aumenta su diámetro.

Peso fresco de raíz (PFR)

De acuerdo al análisis de pruebas de modelos no lineales, los valores observados tienen un efecto significativo en todos los parámetros estimados, con respecto a los días de crecimiento del cultivo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable PFR y valor correspondiente de R² en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (PFR)	Modelo Gaussian	$y = ae^{\left[\frac{(x-b)^2}{2c^2}\right]}$	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	4.503	7.97	0.0013**
B	125.168	7.50	0.0016**
C	56.533	3.505	0.0247**

**Altamente significativo (p<0.05)

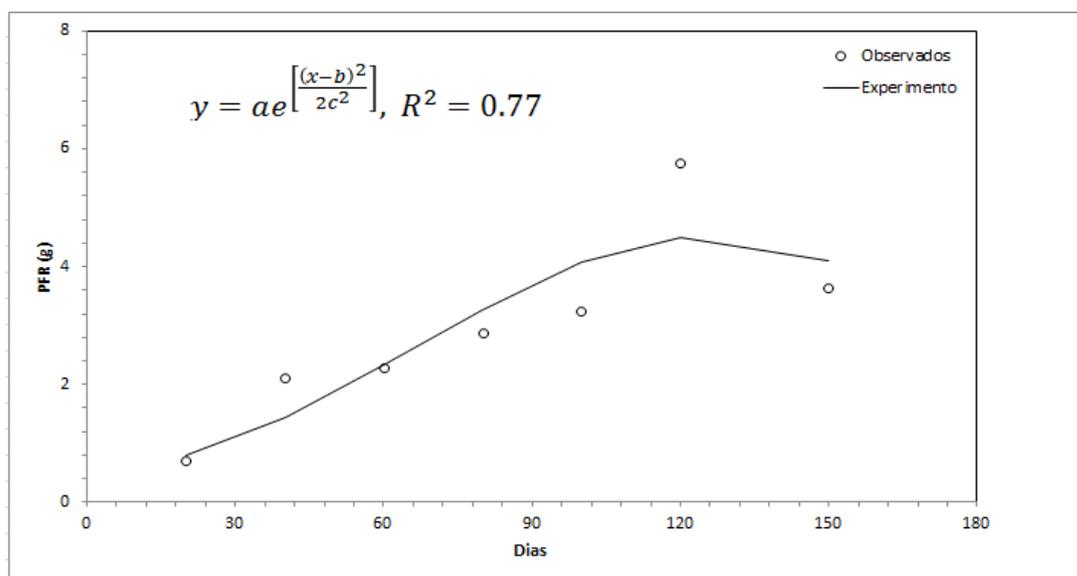


Figura 5. Comportamiento del peso fresco de raíz.

En la Figura 5, se presenta valores y tendencia de ajustes. El ajuste describe de manera aceptable el comportamiento de PFR a través del tiempo, como era de esperarse, el incremento de esta variable fue significativo en los días 100 a 120, aunque de los días 120 a 150 hubo un decremento esto se debió probablemente a daños mecánicos, algo similar sucedió con Clark *et al.* (2003) que menciona que un impedimento mecánico al crecimiento de raíces, y una

consecuente producción de etileno por ellas, podrían favorecer un aumento en el diámetro y una menor tasa de elongación.

Peso seco de la raíz (PSR)

En el cuadro 13 podemos observar que los parámetros estimados fueron altamente significativos, en la variable PSR a través del tiempo.

Cuadro 13. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del peso seco de la raíz (PSR) y valor correspondiente de R² en el cultivo de la cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (PSR)	Modelo Harris $y = a + bx + cx^2$		
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	5.574e-01	4.24	0.01324**
B	-1.24e-02	-3.51	0.02455**
C	1.117e-04	5.460	0.00547**

**Altamente significativo (p<0.05)

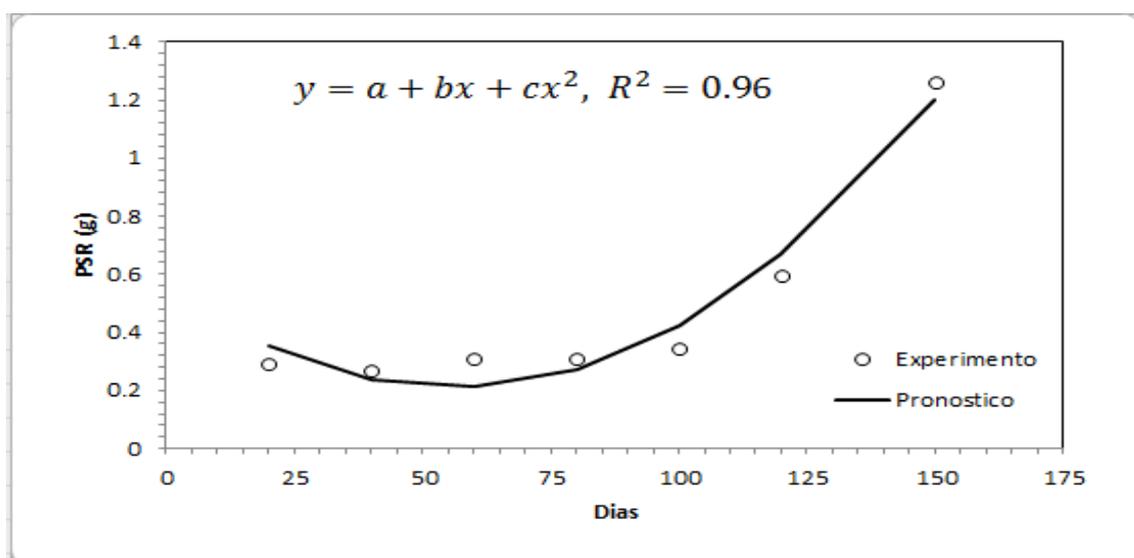


Figura 6. Comportamiento del peso seco de raíz.

Se presenta en la Figura 6, con los valores observados hay un efecto significativo de los tratamientos en el peso seco de la raíz con respecto a los días del crecimiento del cultivo, y esto lo hace más visible con el modelo que se presenta en la gráfica. También podemos ver en la gráfica el aumento que se dio a partir del día 100 en adelante esto se debió al aumento de las temperaturas y de las horas luz.

Longitud de la raíz (LR)

Podemos observar en el cuadro 14 que los parámetros estimados a y c tuvieron diferencias significativas, mientras que el parámetro b no tuvo diferencias.

Cuadro 14. Parámetros estimados (a, b y c) para la variable de la longitud de la raíz (LR) y valor correspondiente de R² en el cultivo de cebolla al adicionar fertilizantes foliares orgánicos sobre la producción.

Variable (LR)	Modelo cuadrático $y = a + bx + cx^2$		
	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
Parámetros estimados			
A	15.9646	3.78	0.0193**
B	-0.18234	-1.60	0.1838 ^{NS}
C	0.00153	2.34	0.0790**

*Diferencia significativa (p<0.05)

^{NS} No significativo (p>0.05)

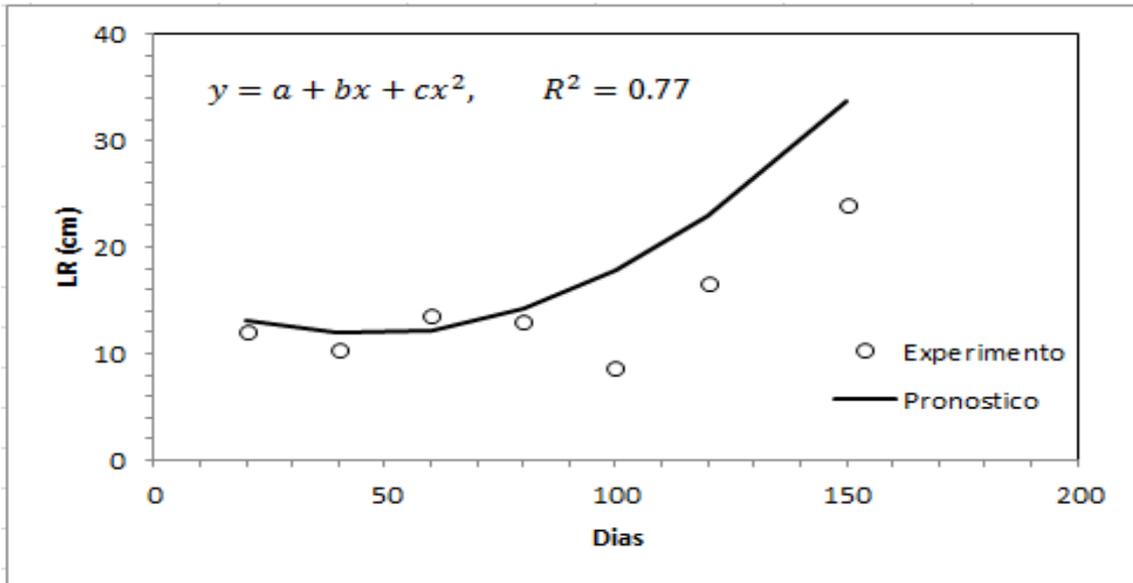


Figura 7. Crecimiento de la longitud de raíz.

Se presenta en la Figura 7, los valores obtenidos para esta variable, se observa que hay un efecto significativo de los tratamientos en la longitud de la raíz con respecto a los días del crecimiento del cultivo, y esto lo hace más visible con el modelo que se presenta en la gráfica. En esta variable el crecimiento fue constante durante el tiempo, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Moore *et al.* (1987) en el cultivar Brown Beauty en condiciones de campo, en esas condiciones hallaron que la máxima tasa de elongación radicular se producía a los 90 días tras el establecimiento.

Resultados de análisis de varianza del rendimiento del cultivo de cebolla

Peso Seco del Bulbo (PSB)

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos causaron efecto significativo (Cuadro 15) en peso seco del bulbo.

Cuadro 15. Análisis de varianza de peso seco del bulbo de planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	157148692	39287173	5.835	0.01092 *
Error	10	67330265	6733027		

Coefficiente de variación=11.24%

*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares aplicados, se presenta en la Figura 8. En la que se observa que T4 aventaja al resto de los tratamientos, esto es más visible al comparar T4 con T5. En definitiva la Figura 8 presenta que tratamiento es diferente, es decir que por lo menos uno es mejor que los demás. También podemos darnos cuenta que los cuatro tratamientos utilizados en el experimento superaron al testigo (T5). Lo cual estuvo acorde a lo descrito por AGRO-FARM. (2000), que menciona que el manejo de fertilizantes foliares es de vital importancia en los métodos de producción de cultivos, ya que son fuente de energía y reservas de nutrientes (nitrógeno y fosforo), requeridos en las actividades biológicas de la planta.

También concuerda con Viteri *et al.* (2008), al evaluar fertilizantes orgánicos, encontraron diferencias significativas en el peso de bulbo y el testigo absoluto presento valores bajos.

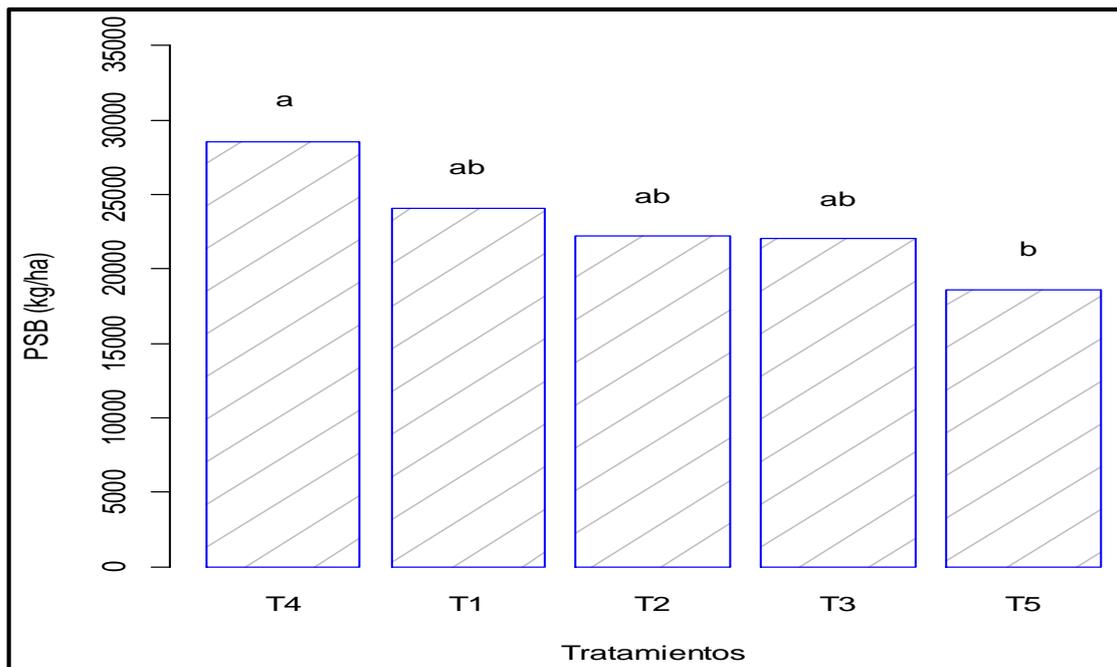


Figura 8. Peso seco del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

Se ha reportado que este parámetro se utiliza para determinar el grado de la capacidad productiva del cultivo debido a que el contenido hídrico puede ser fluctuante y distorsionar el balance real de los componentes dentro de los tejidos. El valor obtenido luego de desalojar el agua de los bulbos está conformado por sustancias hidrosolubles y por otras constitutivas de los tejidos (Benkeblia *et al.*, 2005).

Peso Fresco del Bulbo (PFB)

En el cuadro 16 se muestra el análisis de varianza, donde podemos observar que los tratamientos tuvieron un efecto significativo en la variable peso fresco del bulbo.

Cuadro16. Análisis de varianza de peso fresco del bulbo de planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	279374952	69843738	5.835	0.01092 *
Error	10	119698220	11969822		

Coeficiente de variación=11.24%

*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares (Tratamientos) se presenta en la Figura 9. En la que se observa que T4 aventaja al resto de los tratamientos, esto es más visible al comparar T4 con T5. En definitiva la Figura 9 presenta que un tratamiento es mejor que los demás en la variable de peso fresco del bulbo, es decir que por lo menos uno es mejor que los demás.

En esta variable los tratamientos utilizados en el experimento superaron al testigo (T5) claramente, con respecto a esto, Kolota *et al.* (2001) nos hablan de que lograron un 10.8% de incremento en el rendimiento del producto comercial de cebolla, al efectuar aspersiones foliares de fertilizantes, esto nos da a entender claramente porque el testigo es superado por los tratamientos.

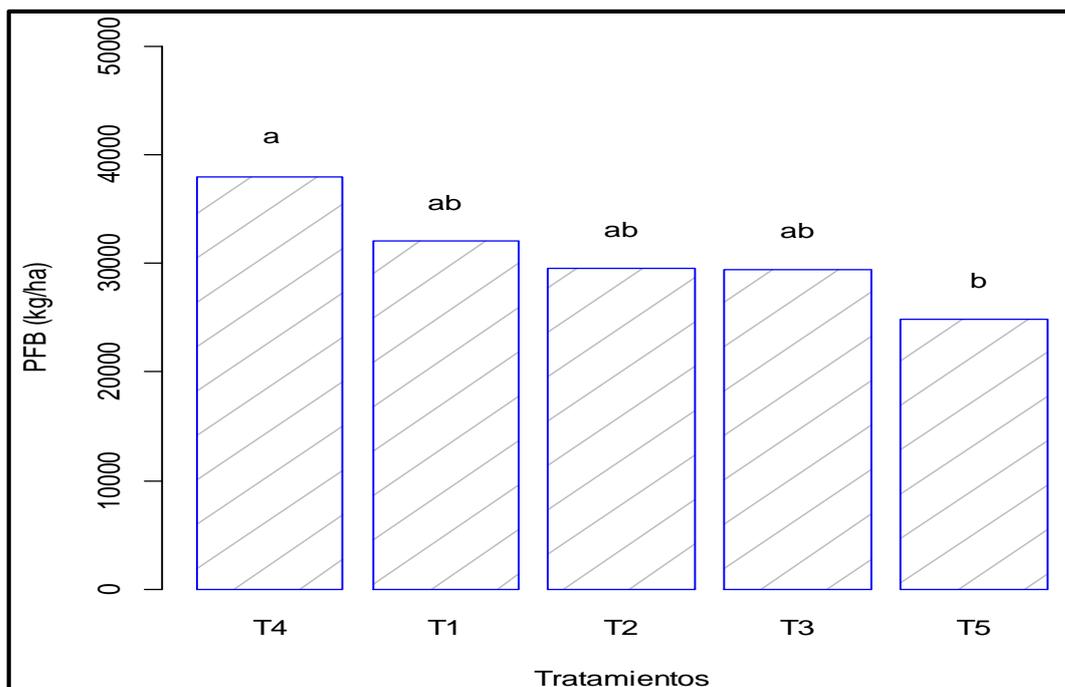


Figura 9. Peso fresco del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

Diámetro del bulbo

Con relación a esta variable y basándonos en el análisis de varianza, los tratamientos tuvieron un efecto significativo (cuadro 17) en la variable diámetro del bulbo.

Cuadro 17. Análisis de varianza del diámetro del bulbo en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	393.92	98.480	3.547	0.0475 *
Error	10	277.64	27.764		

Coefficiente de variación=7.65%
*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares (Tratamientos) se presenta en la Figura 10. En la que se observa que T4 aventaja al resto de los

tratamientos, esto es más visible al comparar T4 con T5. En definitiva la Figura 10 presenta que un tratamiento es mejor que los demás en la variable del diámetro del bulbo, es decir que por lo menos uno es mejor que los demás.

También podemos observar como el testigo (T5) es claramente superado por todos los demás tratamientos, esto porque los fertilizantes foliares son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, como un adecuado enraizamiento, acción sobre el follaje, mejorar la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, incidiendo en el aumento significativo de las cosechas (Suquilanda, 2003).

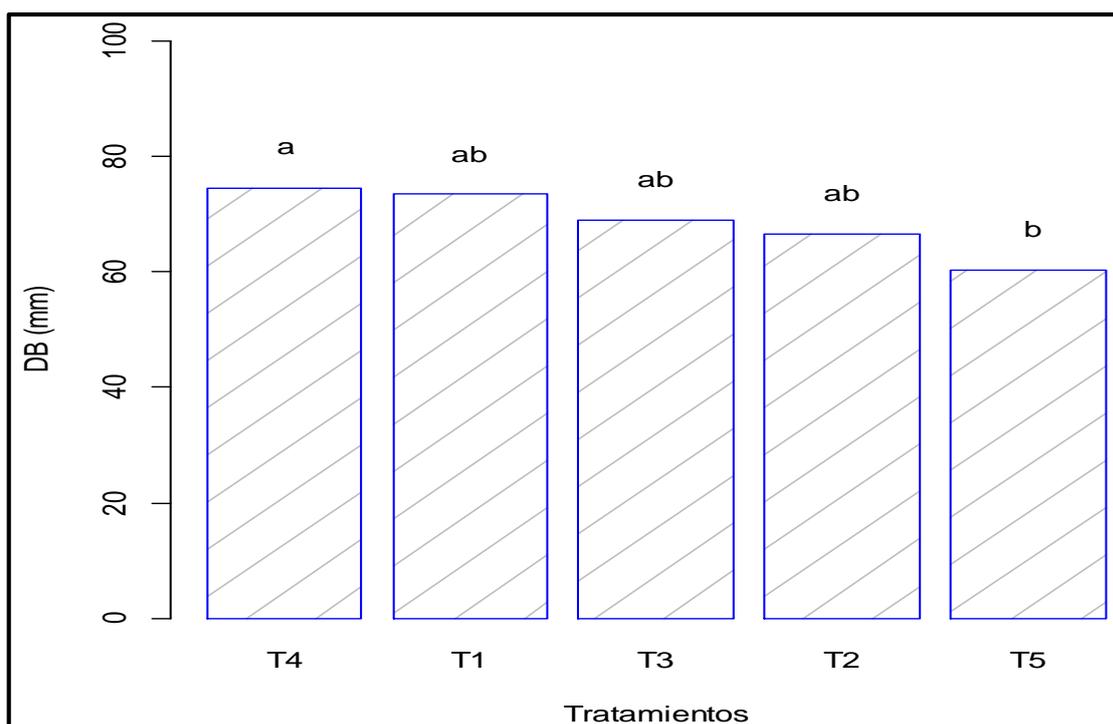


Figura 10. Diámetro del bulbo de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

Longitud de raíz

Basándonos en el análisis de varianza, los tratamientos tuvieron un efecto significativo (cuadro 18) en la variable longitud de raíz, esto lo podemos observar mejor en la figura 11.

Cuadro 18. Análisis de variable longitud de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	277.40	69.349	2.396	0.1197 *
Error	10	277.64	27.764		

Coefficiente de variación=22.39%

*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares (Tratamientos) se presenta en la Figura 11. En la que se observa que T3 aventaja al resto de los tratamientos aunque no es una diferencia altamente significativa, lo cual posiblemente se debió a que estimulo los sistemas enzimáticos que intervienen en la producción de fitohormonas y por ende incrementaron el desarrollo radicular y proporcionan mayores rendimientos a los cultivos, (Parr, 2001). Esto es más visible al comparar T3 con T1. En definitiva la Figura 11 presenta que los tratamientos son muy similares en la variable longitud de raíz, pero, aun así por lo menos uno es mejor que los demás.

En esta variable el testigo supero al tratamiento 1 aunque la diferencia fue muy poca.

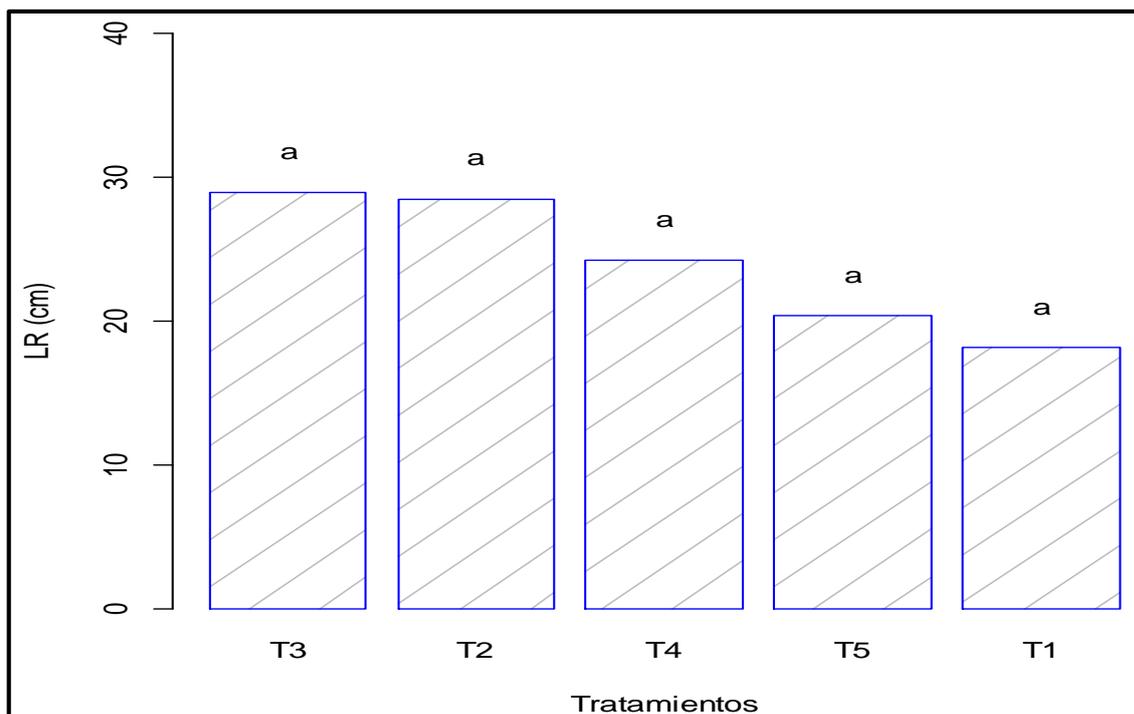


Figura 11. Longitud de raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

Peso Fresco de Raíz

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos tuvieron un efecto significativo (cuadro 19) en la variable peso fresco de raíz.

Cuadro 19. Análisis de variable peso fresco de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	341517	85379	2.2811	0.1323 *
Error	10	374291	37429		

Coefficiente de variación=19.43%

*Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares (Tratamientos) se presenta en la Figura 12. En la que se observa que T2 aventaja al resto de los tratamientos

aunque no es una diferencia altamente significativa, esto es más visible al comparar T2 con T5. En definitiva la Figura 12 presenta que los tratamientos son muy similares en la variable peso fresco de raíz, pero, aun así por lo menos uno es mejor que los demás.

En esta variable también los tratamientos utilizados en el experimento superan claramente al testigo (T5).

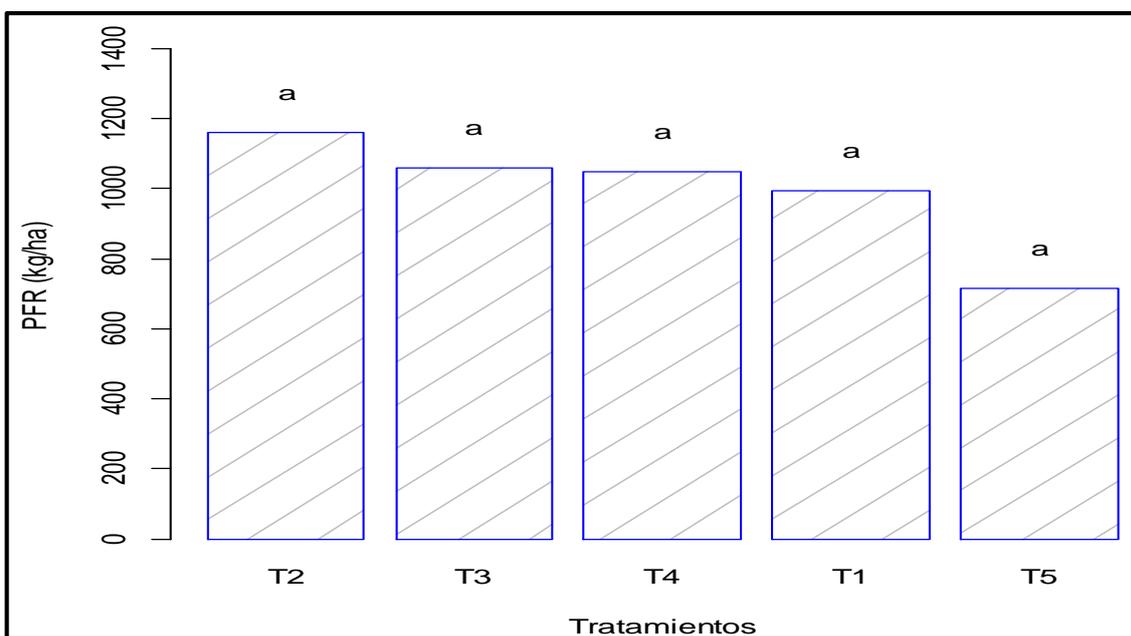


Figura 12. Peso fresco de raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

Peso Seco de Raíz

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos tuvieron un efecto significativo (cuadro 20) en la variable peso seco de raíz.

Cuadro 20. Análisis de variable peso seco de raíz en planta de cebolla, al adicionar fertilizantes foliares.

FV	GL	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	24397	6098.7	0.8522	0.524 *
Error	10	374291	37429		

Coeficiente de variación=24.52%
 *Diferencia significativa ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los fertilizantes foliares (Tratamientos) se presenta en la Figura 13. En la que se observa que T2 aventaja al resto de los tratamientos aunque no es una diferencia altamente significativa, esto es más visible al comparar T2 con T5. En definitiva la Figura 13 presenta que los tratamientos son muy similares en la variable peso seco de raíz, pero, aun así por lo menos uno es mejor que los demás.

También podemos observar que en los tratamientos se obtuvieron valores por encima del testigo (T5)

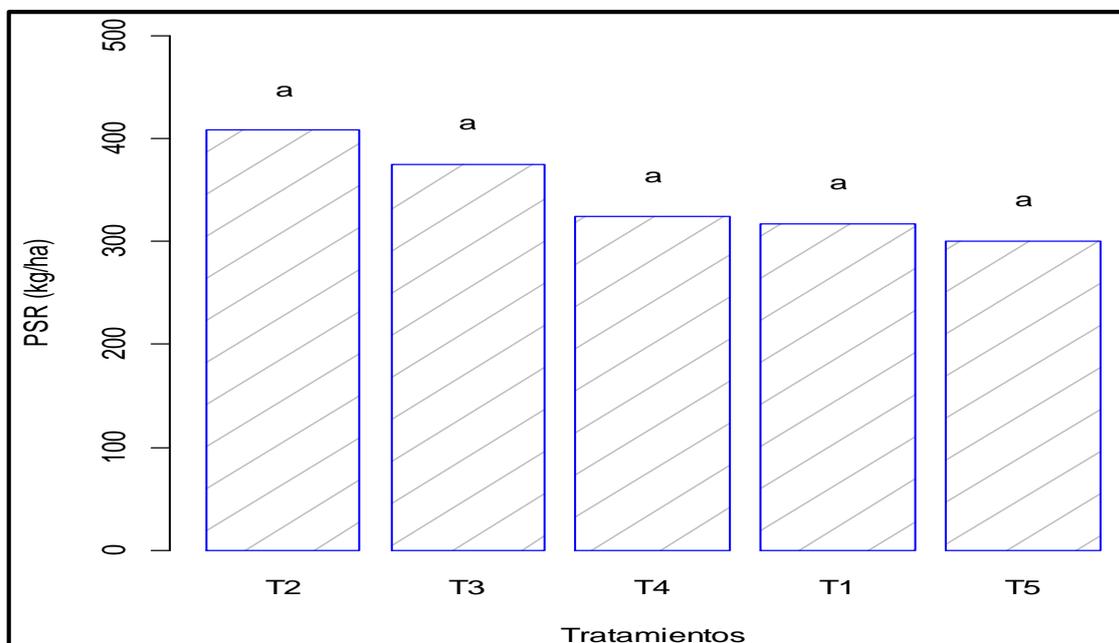


Figura 13. Peso seco de la raíz de planta de cebolla, con la adición de fertilizantes foliares.

CONCLUSIONES

- La aplicación de fertilizantes foliares orgánicos satisface las necesidades nutricionales del cultivo de cebolla, puesto que en esta investigación el rendimiento del mismo superó la media nacional en ton/ha. Los fertilizantes foliares orgánicos pueden sustituir o por lo menos disminuir el uso de fertilizantes químicos, con la finalidad de utilizar una alternativa más sustentable.
- En el peso del bulbo hubo un efecto significativo de los fertilizantes foliares orgánicos, siendo la aplicación con Regufol el mejor tratamiento, seguido por la mezcla de fertilizantes de la empresa Miyamonte.
- El único inconveniente para la producción de cebolla fuera de temporada fue la floración prematura, sin embargo, este aspecto puede ser controlado con el uso de hormonas sólo si se establece un fin comercial para este cultivo, ya que se deben evaluar cuestiones de rentabilidad.
- Para producción del cultivo se recomienda utilizar Regufol por el hecho de presentar mayor rentabilidad con respecto a la mezcla de la empresa Miyamonte. Esto demuestra que un solo producto puede sustituir una mezcla física que en este caso son los productos de Miyamonte. Además para producción fuera de las fechas establecidas de siembra, la recomendación es hacerlo aproximadamente veinte días antes de la fecha en la que se estableció este experimento para obtener mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRO-FARM. CIA. LTDA. 2000. Sustancias Húmicas. Guayaquil, Ecuador.
- Alexander, A. 1986. Fertilization foliar. Kluwer Academic publish. Boston. 488 p.
- Benkeblia, N., K. Ueno, S. Onodera y N. Shiomi. 2005. Variation of fructooligosaccharides and their metabolizing enzymes in onion bulb (*Allium cepa* L. cv. Tenshin) during long-term storage. Journal of Food Science 70 (3): 208-214.
- Brewster, J. L. 1994. Onions and other vegetable *Alliums*. CAB International. Cambridge, UK. 236p.
- Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, de costa rica. Editorial IICA. pp. 238-254.
- CEFP. 2011. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Mensual de productos básicos. H. Cámara de Diputados. [En línea] <http://www.cefp.gob.mx/Analisis>.
- Clark, L.J., Whalley, W.R. and P.B. Barraclough. 2003. How do roots penetrate strong soil? Plant and Soil 255: 93404.
- Cronquist, A. 2009. Introducción a la botánica sistemática. Editorial. C.E.C.S.A. México, D.F.
- DeMason, D. A. 1990. Morphology and anatomy of *Allium*. In: Rabinowitch, H. D. and J. L. Brewster., (Eds.). Onion and allied crops. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp. 27-52.

- Doering, H. W. and Gericke, R. 1986. The efficiency of foliar fertilitation in arid and semiarid regions. In *Fertilitation Foliar*. Kluwer Academic publish. Boston. 96-125.
- Faúndez, M. 1996. Partición de la biomasa y acumulación de macronutrientes en dos clones de ajo (*Allium sativum* L.). Tesis Ing. Agr., Chillan, Chile, Universidad de Concepción, Facultad de agronomía. 1996. 29 p.
- García, F.J. 1980. Fertilización agrícola. 2da. Edición. Editorial AEDOS, D. F.
- Garner, W.W., y Allard, H.A. effect of the relative length of day on growth and reproduction in plants. *Agricultural research* 18:533-606. 1920.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. Ed. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. 355p.
- GUERRERO, R. 1989. La fertilización foliar y el Nitrato de Potasio. Monómeros Colombo Venezolanos, Bogotá. 25 p.
- Hanelt, P. 1990. Taxonomy, evolution and history. In: Rabinowitch, H.D. and J. L. Brewster. (eds.). *Onion and allied crops*. Vol. 1. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp: 1-26.
- Heissen, C, y Rodríguez R. 1998. Cultivos de Hortalizas. Centro Regional de Ayuda Técnica. (AID). Manual del Agricultor. Mx. p. 43.
- Kolota, E; OSINSKA, M. 2001. Efficiency of foliar nutrition of field vegetables grown at different nitrogen rates. *Acta horticulturae* 563: 87-91.
- Miguel, G. A. y M. Lopez P. 1987. Cultivo de cebolla de día cortó. Serie de divulgación técnica N° 5. Generalitat valenciana. Conselleria

D'Agricultura I pesca. Dirección general de innovación y tecnología agrarias. Servicio de transferencia de tecnología agraria. Valencia, España. 40p.

Moore F.D; Wallner S.J; Ells J.E; Richwine P.A; Bosley D.B and McSay A.E. 1987. Timing of onion irrigations. Colorado State University. Agricultural Experiment Station. Technical Bullentin TB 87-1.

Mortense y Bullard, 1967. Crecimiento de bulbo a través usando la variable del tiempo. Págs.: 85.

Párr, J. 2001. Microbiología de suelo. Servicio de investigación Agropecuaria. Departamento de Agricultura de los EE.UU. 12p.

Pike, L. M. 1986. Onion breeding. In: basset, M. J. (ed.) breeding vegetable crops. AVI. Publishing company, inc. wesport, Connecticut, USA. Pp: 357-392.

R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Robles, S. R. 1984. Terminología Genética y Fitosanitaria. 3ª ed. Trillas. México 163p.

Rodríguez S. F. 1982. Fertilizaciones, nutrición vegetal. 1ª. Edición .AGT editor, S.A. México, D.F.

Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi. 1997. Word vegetables: principles, production and nutritive values. 2ª. ed. Chapman & hall. 843p.

- Sobrino, I. E., y E. Sobrino V. 1992. Tratado de horticultura herbácea tomo II. Aedos. Barcelona, España, 333p.
- Suquilanda, A. 2003. Fertilización Orgánica. Manual Técnico. Ediciones UPS-FUNDAGRO. QUITO. Ec. P. 23-25.
- Tisdale, L.S y W.L. Nelson. 1970 fertilidad de los suelos y los fertilizantes. Editorial mantaner y simon, Barcelona, España.
- Vallejo C.F.A. y Estrada S. E.I. producción de hortalizas de clima cálido. Universidad nacional de Colombia. Sede Palmira. 2004. Págs. 143.
- Viteri, S. E.; Granados, M. Y Gonzalez, A. R.(2008). Potencial de los caldos rizosfera y super cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). Agronomía colombiana. 26 (3): 517-524.