

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



Efecto de Tres Enraizadores con Diferentes Coadyuvantes sobre la Producción de Ajo (*Allium Sativum* L.)

Por:

MANUEL SANTIZ PALE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO

**Efecto de tres Enraizadores con Diferentes Coadyuvantes sobre la Producción de
Ajo (*Allium sativum* L.)**

Por:

MANUEL SANTIZ PALE

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobada por:

Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza
Asesor Principal

Dr. Emilio Rascón Alvarado
Coasesor

M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Coasesor

M.C. Felipe Abencerraje Rodríguez
Coasesor

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

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2013

DEDICATORIA

A mis padres:

*Juan Santiz Ton
Sebastiana Pale Santiz*

Infinitamente agradezco a ustedes que siempre velaron por mí desde niño y que me impulsaron a seguir siempre adelante, cuando tuve algunas dudas y tropiezos. Hoy también gracias a ustedes me lleno de orgullo al dedicarles esta realidad tan hermosa que me han permitido alcanzar; mi formación profesional. La conquista de esta meta.

A mis hermanos:

María Luisa, Juan Alberto, Rosalía, Julia Nayeli, Víctor Luis, María Fernanda y Ana Cristina porque sin sus consejos, apoyo, paciencia, amor y sabiduría; no hubiese sido posible culminar mis estudios. Es por eso que quiero agradecer a ustedes el haberme ayudado siempre. Este es el fruto de una lucha constante y es para ustedes. Sinceramente.

A toda mi familia

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, en especial a mis papas, tíos, primos etc. Que de una u otra forma me apoyaron. A todas aquellas personas queridas que se adelantaron en el camino, que en donde quiera que estén les dedico este escrito que culmina y corona con broche de oro una meta más, mi carrera profesional.

A blanca flor que me brindó todo su amor y comprensión, acompañándome en los momentos más difíciles, que dios bendiga a cada uno en nuestros caminos y colme de bendiciones cada uno de nuestros pasos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, por estos años vividos, por la experiencia adquirida y la sabiduría que me ha dado. Agradezco el amor de los míos, tener a mis padres, mis hermanos y hermanas. Gracias Señor: tú que en silencio me has acompañado a lo largo de mi vida y sin pedirme nada a cambio hoy me regalas la alegría de ver realizado uno de mis sueños. Agradezco a Dios por permitirme escribir estas líneas.

A mi familia sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constante; solo deseo que comprendan que el logro mío es suyo, que mi esfuerzo es inspirado en ustedes. Gracias por ayudarme a hacer posible un logro más; el cual no será el último pero quizá el más importante. Gracias por la fe que depositaron en mí y por dárme todo sin esperar a cambio más que el orgullo de hacer de mí una triunfadora. ¡Gracias!.

Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza por su confianza que deposito en mí y todo su apoyo brindado en el transcurso de la de la investigación y en la carrera, al Dr. Emilio Rascón Alvarado por su paciencia, comprensión y apoyo para la realización de esta investigación, al Ing. Fidel Maximiano Peña Ramos por los conocimientos que nos transmitió, y por su apoyo en la realización de laboratorios a la Lic. Guadalupe Lucia Barrera Valdez.

Agradezco también a todos mis amigos que me apoyaron en este trabajo; Eleazar, Alfredo, Eligio, Eloy, Luis Alberto, Sócrates, Ariadna, y a todos aquellos amigos que me brindaron su sincera Amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	X
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO GENERAL	4
2.1 Objetivos específicos.....	4
III. Hipótesis.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Cultivo: Ajo (<i>Allium sativum</i> L.).....	5
4.1.1 Generalidades del cultivo.	5
4.1.2 Control de plagas y enfermedades.....	14
4.2 Fertilización foliar	16
4.2.1 Ventajas de la absorción foliar	17
4.2.2 Mecanismos de absorción de nutrientes	18
4.2.3 Factores que influyen en la nutrición foliar.....	19
4.2.4 Formulación foliar.....	19
4.2.5 Enzimas	20
4.2.6 Ácidos húmicos	20
4.2.7 Hormonas	21
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1 Descripción del área experimental	22
5.1.1 Localización	22
5.1.2 Clima	23
5.1.3 Suelo.....	23
5.1.3 Agua.....	24
5.1.4 Vegetación.....	24
5.2 Descripción del material experimental.....	25
5.2.1 Semilla.....	25
5.2.2 Fertilizantes	25
5.3 Conformación de los tratamientos.....	31
5.4 Distribución de los tratamientos.....	31

5.5	Diseño Experimental	33
5.6	Labores Culturales.....	34
5.6.1	Preparación del suelo	34
5.6.2	Siembra	34
5.6.3	Riegos.....	34
5.6.4	Aplicación de Tratamientos foliares.....	35
5.6.5	Deshierbes	35
5.6.6	Cosecha	36
5.7	Parámetros a Evaluar.....	36
5.7.1	Mediciones a la planta.....	36
VI.	RESULTADOS Y DISCUCION	38
6.1	Resultados de análisis; pruebas de modelos no lineales en el cultivo de ajo	38
6.1.1	Peso seco del bulbo (PSB)	38
6.1.3	Longitud de la raíz (LR).....	41
6.1.4	Peso seco de la raíz (PSR).....	43
6.2	RENDIMIENTO	46
6.2.1	Resultados de análisis de varianza del rendimiento del cultivo de ajo.....	46
VII.	CONCLUSIONES	54
VIII.	BIBLIOGRIA CITADA.....	55
IX.	APENDICE.....	60
X.	ANEXOS.....	61
	Anexos 1: Preparación del terreno	61
	Anexos 2: Germinación de los dientes de ajo <i>Allium sativum</i> L.	62
	ANEXO 3: Muestreo en el campo de la planta de ajo <i>Allium sativum</i> L.	63
	ANEXO 4: Mediciones de la planta de ajo <i>Allium sativum</i> L en el laboratorio.....	64
	ANEXO 5: Cosecha del cultivo de ajo <i>Allium sativum</i> L.	65
	ANEXO 6: Mediciones del rendimiento del cultivo de ajo <i>Allium sativum</i> L en el laboratorio.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Requerimientos del cultivo de ajo.	10
Cuadro 2: Características del sitio experimental.	23
Cuadro 3: Componentes del producto de Miyaraíz 26	26
Cuadro 4: Componentes del producto de Miyamino Power 26	26
Cuadro 5: Componentes del producto de Miyation..... 27	27
Cuadro 6: Componentes del producto de Spring Soil 28	28
Cuadro 7: Componentes del producto de Serviagro 20-30-10 29	29
Cuadro 8: Componentes del producto de Raizfol..... 29	29
Cuadro 9: Componentes del producto de Regufol..... 30	30
Cuadro 10: Conformación de los tratamientos. 31	31
Cuadro 11: Variable y modelo estadístico aplicado. 33	33
Cuadro 12: Fechas de las aplicaciones de los tratamientos 35	35
Cuadro 13: Fechas de labors..... 35	35
Cuadro 14: Descripción de los parámetros a evaluar. 37	37
Cuadro 15: 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 ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción..... 38	38
Cuadro 16: Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del diámetro del bulbo (DB) y valor correspondiente de R^2 en el cultivo de ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción..... 40	40
Cuadro 17: 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 ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción..... 42	42
Cuadro 18. 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 ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción..... 44	44
Cuadro 19: Análisis de varianza del peso del bulbo de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción. 46	46
Cuadro 20: Análisis de varianza del peso del peso fresco de la raíz de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción. 47	47

Cuadro 21: Análisis de varianza del peso seco de la raíz de la planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.	49
Cuadro 22: Análisis de varianza del diámetro del bulbo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.	51
Cuadro 23: Análisis de varianza del número de dientes del bulbo de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ajo tardío con tallo.	7
Figura 2: Inflorescencia del ajo.	8
Figura 3: Planta del ajo con umbelas.....	8
Figura 4: Ubicación del área experimental.....	22
Figura 5: Distribución de los tratamientos y de las repeticiones en el área experimental.....	32
Figura 6: Peso seco del bulbo.....	39
Figura 7: Diámetro de bulbo.....	41
Figura 8: Longitud de raíz.....	43
Figura 9: Peso seco de raíz.....	45
Figura 10: Peso del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes	47
Figura 11. Peso fresco de la raíz de planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.....	48
Figura 12: Peso seco de la raíz de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.....	50
Figura 13: Diámetro del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes	52
Figura 14: Numero de dientes del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.....	53

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el cañón de la Roja, Municipio de Arteaga, Coahuila, durante el ciclo invierno 2012 – verano de 2013. Los objetivos de este trabajo fueron: que a través de la aplicación diferentes enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar: tener mayor producción y rendimiento en biomasa, tener un producto de buena calidad, mejor enraizamiento de la planta y evaluar la respuesta del cultivo de acuerdo al ciclo con 5 diferentes tratamientos. El experimento se sembró el 20 octubre del 2012 y se cosecho el 20 de abril del 2013. Se utilizó el cultivar criollo de la región, los tratamientos utilizados para este trabajo, alguno de ellos fueron fueron propuestos por miyamonte. Los tratamientos involucraron a Miyaraíz, Miyamino Power, Miyation, Spring soil, Regufol. Serviagro 20-30-10, Raizfol. El diseño experimental utilizado en este trabajo fue completamente al azar con 4 tratamientos y el testigo, resultando 12 repeticiones y un testigo, la unidad experimental fue de 2.7 m². Se realizaron muestreos de planta para determinar parámetros físicos. Los datos se analizaron con el programa R ver 3.0.1 y prueba de comparación múltiple de medias fue con el método de Tukey. El cultivo estuvo bajo condiciones de riego por goteo. Se obtuvo para el testigo una producción de 8.096 ton/ha, el mejor rendimiento para el T1 con aplicaciones de Miyaraíz, Miyamino Power, Miyation, spring soil con una producción de 11.91 ton/ha. Seguido del para el T3 con Raizfol con 11.76 ton/ha. El T3 fue económicamente más rentable, seguido del T2 y T4 en la relación beneficio-costo. Por lo tanto en este trabajo se obtuvieron resultados muy favorables y eficientes con la aplicación de enraizadores con diferentes coadyuvantes en la fertilización foliar que se hizo en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en el ciclo crítico para la producción del ajo que es en invierno-verano. Así mismo, al menos uno de los tratamientos fue económicamente rentable y eficientemente en la producción, con un producto de calidad y rendimiento de biomasa así como también en el enraizamiento de la planta.

Palabras clave: Ajo, enraizadores, Coadyuvantes, Fertilización foliar y Ácidos húmicos.

I. INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum*, L.) es una de las plantas hortícolas más antiguas; es originario del Asia Central y del Mediterráneo. Se introdujo a América por los españoles después del descubrimiento. Era ampliamente utilizado por los romanos, griegos, egipcios no sólo como alimento, sino también como medicamento. Es una de las especies hortícolas de más utilización, fundamentalmente como condimento.

El ajo se conoce desde tiempos muy antiguos como una planta a la que siempre se le han atribuido propiedades medicinales, tiene un aroma característico debido a un aceite esencial a base de un compuesto polimerizado del sulfuro de alilo, se suele utilizar como condimento y aromatizante.

El ajo tiene un alto contenido de sólidos (36-40%) y cantidades adecuadas de vitaminas. Las sustancias encontradas en los aceites esenciales matan o detienen el desarrollo de las bacterias tuberculosas, tíficas, disentéricas y otros muchos patógenos. Se recomienda igualmente como tratamiento preventivo contra arteriosclerosis, gripe, asma y otras enfermedades.

Los fertilizantes han generado gran importancia en la agricultura ya que los suelos han ido perdiendo sus propiedades nutricionales por lo cual ha sido necesario la utilización de fertilizantes foliares para cubrir las necesidades de la planta y reducir costos.

Según Pardo y Marín (2003) el cultivo del ajo *Allium sativum* L., hoy día es una de las hortalizas más rentable a nivel nacional y cultivada por el hombre por su gran importancia económica, en el país mexicano no se ha logrado satisfacer la demanda de los productores en cuanto al uso de semillas que garanticen un adecuado rendimiento y valor fitosanitario para la siembra; debido a esto, se ha generalizado entre los productores el uso de bulbos de ajo de

procedencia desconocida o de ciclos anteriores de siembra, como única forma de reproducción y propagación comercial del cultivo.

De acuerdo al SIAP en (2011) el ajo se cultiva por todo el mundo. Los países asiáticos y latinos los usan como condimento y por sus propiedades, como medicinales. Los países tropicales, tradicionalmente importadores, han continuado adoptando variedades con poca exigencia en fotoperiodo.

El consumo de ajo fresco per cápita anual, es de aproximadamente 400 gramos; sin embargo, se considera que alrededor de un 10% de la producción nacional se destina para uso industrial (aceite, polvo, medicamentos, entre otros), un 63% se consume en fresco y el restante 27% es exportado según la información del Servicio de Información Agroindustrial y Pesquera (2011).

Su importancia económica está basada en el alto valor de la producción que se obtiene y su importancia social se fundamenta en la mano de obra que genera, ya que se utilizan aproximadamente 140 jornales por ciclo por hectárea en ajo blanco y 120 en ajo morado, lo cual genera empleo en el medio rural según la SIAP y SAGARPA (2010).

De acuerdo a las estimaciones de la FAO el año 2011, el ajo sobrepasó 1,4 millones de hectáreas cosechadas, con una producción mundial por sobre 23,7 millones de toneladas. La superficie dedicada al cultivo del ajo se concentra en los países asiáticos, principalmente China, que es el mayor productor a nivel mundial, con una participación de 59% en la superficie cosechada y 81% de la producción de ajo en 2011. Chile, por su parte, ocupa el lugar 45° en superficie, con 1.463 hectáreas, y el lugar 42° en producción, con 14.000 toneladas, lo que corresponde a 0,1% y 0,06% de la superficie y producción de esta hortaliza a nivel mundial, respectivamente.

México, ha sido uno de los principales países productores de ajo en el mundo, colocándose entre los diez primeros lugares por su volumen de producción.

De acuerdo al SIAP en 2010 en la República Mexicana, los estados productores más importantes son: Zacatecas, Guanajuato, Baja California, Sonora, Puebla, Aguascalientes, Oaxaca, Querétaro, Nuevo León y Guerrero.

II. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres Enraizadores con Diferentes Coadyuvantes sobre la Producción de Ajo (*Allium sativum* L.) a través de la aplicación de tres diferentes fertilizantes foliares.

2.1 Objetivos específicos

- Obtener mayor producción y rendimiento en biomasa
- Tener mayor nutrición y un producto de buena calidad
- Tener mejor enraizamiento
- Evaluar la respuesta del cultivo de acuerdo al ciclo con los diferentes enraizadores y con diferentes coadyuvantes a base foliar.

III. Hipótesis

De la gran variedad de enraizadores foliares con diferentes coadyuvantes en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), al menos uno de ellos actúa significativamente en la producción y en la calidad del producto.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Cultivo: Ajo (*Allium sativum* L.)

Brewster (2001), sostiene que el ajo es una de las plantas cultivadas desde la antigüedad, reconocido mundialmente como un condimento valioso en la cocina y como agente terapéutico para varios desórdenes alimenticios o enfermedades.

Medina (1990), sustenta que el ajo es una planta herbácea y bulbosa de raíces abundantes, blancas, fasciculadas y poco profundas. El tallo está representado por una masa aplastada, denominado disco. Presenta un bulbo piriforme, compuesto por 3 a 30 bulbillos en forma de dientes, arqueados y cubiertos por varias membranas blancas, moradas o rosadas.

Barrera (1998) cita que para conseguir un crecimiento vigoroso de plantas de ajo no se estresen con el frío. Se desarrolla mejor en climas templados adaptándose muy bien a la climatología mediterránea.

4.1.1 Generalidades del cultivo.

Fritsch y Friesen, (2002) proponen la siguiente clasificación taxonómica:

Nombre científico. *Allium sativum* L.

Reino: Plantae

División: Embryophyta

Sub división: Magnoliophytina o Angiospermae

Clase: Monocotiledónea

Sub clase: Lilidae

Familia: Liliaceae

Género: Allium

Especie: sativum

4.1.1.1 Raíz.

Son fibrosas, blancas, cortas y en menor número que de la cebolla Según Sarita, (1995); Peña-Iglesias; (1988), Kemper, (2000).

4.1.1.2 Bulbos.

Según Valdez (2007) están compuestos de 6 a 12 bulbillos (“dientes de ajo”), reunidos en su base por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como “cabeza de ajos”. Cada bulbillito se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo rojizo, membranoso, transparente y muy delgado, semejante a las que cubren todo el bulbo. De la parte inferior del bulbo nacen las raíces fibrosas, que se introducen en la tierra para alimentar y anclar la planta. Planta vivaz, con un bulbo al que se le conoce por "cabeza", compuesto de una decena de bulbillos, a los que se les llama "dientes", dispuesto circularmente alrededor del tallo radicular.

4.1.1.3. Tallo.

Según Sarita, (1995); Peña-Iglesias; (1988), Kemper, (2000), el tallo principal de la planta es muy corto y produce hojas fusionadas por sus márgenes formando túnicas (como en el bulbo de la cebolla).



Figura 1: Ajo tardío con tallo.

Son fuertes, de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta.

Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas. Es hueco, muy rollizo y lampiño y crece desde 40 cm a más de 55, terminando por las flores. La planta puede alcanzar hasta los 50 centímetros de altura y cuenta con un tallo cilíndrico y recto que se curva después de la floración, así lo expone Vidal (1964).

4.1.1.4. Hojas.

Menciona García (1998). Que las hojas son acanaladas, angostas, laminares, pocas y cortas con relación al poro, cerosas; permiten resistir a la heladas. Las hojas que salen del tallo principal no son carnosas, sino delgadas, y papiráceas una vez secas, las hojas de la planta tienen la base tunicada formando una vaina, y limbo sécil, encintado, con márgenes paralelos. La sección tiene forma de 'V' y el nervio medio está muy resaltado por el envés. Sus hojas son radicales, largas, alternas, comprimidas y sin nervios aparentes (Kamenetsky y Rabinowich, 2006).

4..1.1.5. Inflorescencia.

Sarita, (1995); Peña-Iglesias; (1988), Kemper, (2000), citan que pocas veces florea y generalmente se busca cuando se quiere hacer trabajos de investigación con variedades. También se forman al final del tallo unos bulbillos los cuales pueden ser sembrados pero el rendimiento es bajo.



Figura 2: Inflorescencia del ajo.

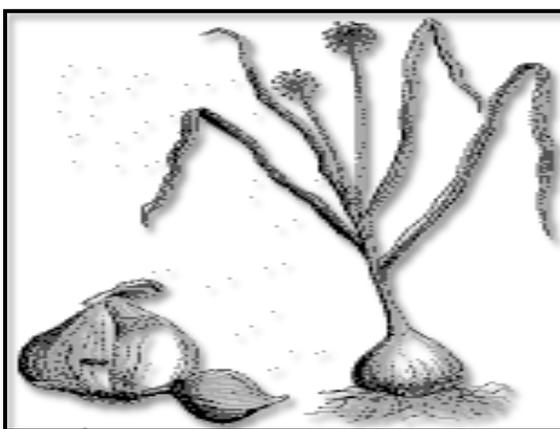


Figura 3: Planta del ajo con umbelas.

La inflorescencia consiste, como en las otras especies del género *Allium*, en una cima umbeliforme cubierta por una gran hoja de protección que se retira y marchita durante la floración. Las flores son pequeñas, trímeras, con perigonio de color rosado, 6 estambres y gineceo tricarpelar que fructifica en cápsula. Sin embargo, en el ajo se producen pocas flores en la inflorescencia, y la mayoría de ellas son estériles, así lo menciona García (1998).

4.1.1.6. Semilla.

Según Douglas (1996) por la forma de uso del ajo generalmente se utiliza la semilla vegetativa (gajos o dientes), debe estar bien madura y se acostumbra a remojarlo por uno o dos días, para luego pelarlo; con la finalidad de ayudar y facilitar el brotamiento. Después de la recolección y durante el período de selección, se irán apartando los bulbos mejor conformados, sanos y aquéllos que respondan totalmente a las características de la variedad cultivada. Para sembrar una hectárea se necesitan alrededor de 700 kg de bulbillos.

4.1.1.7. Requerimientos edafoclimáticos

a) Clima

Según González (2006) prefiere el templado, en el campo una temperatura entre 12 a 18°C y baja humedad relativa resiste heladas, clima seco. Además, procurar que la cosecha no coincida en épocas de lluvias. El ajo es una planta de bulbo que para la formación de este requiere ciertas condiciones relacionadas con las horas-luz y temperatura ambiente, por lo cual sus mayores zonas de siembra están ubicadas sobre los (1,200) m.s.n.m., asegurando una temperatura fresca durante ciertas épocas del año propicias para su cultivo.

El ciclo vegetativo, período que va de la siembra a la cosecha, tiene una duración que varía de 120 a 150 días, dependiendo de la variedad utilizada y de la altura del lugar. Se adapta en lugares con temperaturas que oscilan entre 10 y 34°C, siendo la media óptima de 18°C.

b) Suelo

García (1998) expone que deben ser medianamente profundos, sueltos, fértiles, drenados, con materia orgánica, franco arenoso, con un pH de 6.0 a 6.8 no debe sembrarse en suelos arcillosos, ni húmedos, pedregosos, con buena dotación de azufre. Bien mullidos y nivelación uniforme.

Cuadro 1: Requerimientos del cultivo de ajo.

SUELOS	DRENAJE	pH	TEMPERATURA	M.S.N.M
Franco - Arcilloso	Con buen drenaje	6.0 – 7.0	10 °C - 34 °C	600 – 3500

c) Preparación del terreno y densidad de siembra

Según García (1998) e INFOAGRO (2013) la preparación del terreno para el cultivo del ajo debe ser muy cuidadosa. La escasa profundidad de raíces en este cultivo obliga a realizar una buena preparación del sitio de siembra a una profundidad de 30 - 40 cm, que comprende la nivelación del suelo, el arado y la fragmentación de terrones hasta que el suelo quede bien mullido.

d) Siembra

Todo el año en forma directa utilizando de 500 a 800 kilos de semilla por hectárea; a una distancia de 50 entre surco y de 10 a 15 cm entre planta a ambos lados del surco. Los dientes o gajos pueden ser depositados en el terreno en forma horizontal, inclinada y sentada, esta última es la más recomendable por que emerge más rápido. Se lleva a cabo en camellones, es el sistema más empleado y el más adecuado para cultivar ajos en lugares con problemas de suministro de agua. Los camellones pueden construirse con arados de vertedera alta o con azadones. El ancho de los surcos será de 50 cm y los bulbillos se plantarán a 20 cm entre sí y a 20-25 cm entre líneas. La profundidad a la que se planten dependerá del tamaño del bulbillito, aunque suele ser de 2-3 cm ó 4 a lo sumo, así lo expone García (1998).

e) Abonado

Según el artículo de INFOAGRO es exigente a una fórmula 100-80-60 en el fondo del surco, el nitrógeno fraccionado. Para obtener 1.00 kg por planta las necesidades de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa son de 2,33 %, 1,42 % y 2,50 %, respectivamente, aunque teniendo en cuenta la fertilidad del suelo pueden disminuirse las proporciones anotadas. Los abonos orgánicos maduros deben ser incorporados uniformemente en el terreno algún tiempo antes de la siembra. El abono fosfórico favorece la conservación del producto, así lo menciona Gispert (1998).

Castellanos (2006) menciona que las necesidades de fertilizantes deben ser determinadas a través de un análisis de suelo, ya que el exceso o deficiencia de algún nutrimento puede ocasionar efectos negativos en el cultivo. El ajo puede resultar sensible a las carencias de boro y molibdeno.

f) El aporque

Menciona García (1998) e INFOAGRO (2013) que es una práctica que consiste en “arrimar” tierra de los camellones alrededor de los bulbos. Se efectúa cuando se realizan las limpiezas manuales del cultivo, para eliminar las malezas que hayan logrado emerger durante el primer mes después de la siembra.

El aporque puede favorecer la producción porque se logra bajar la temperatura del suelo alrededor del bulbo, manteniéndola húmeda y evitando que el área de exploración de las raíces, que es poco profunda, llegue a secarse.

Al realizar el aporque es recomendable tener cuidado de no lesionar las raíces, ya que se les puede causar daños muy graves.

La tierra que se arrimó alrededor de la planta debe quedar suelta y no cubrir demasiado, porque con frecuencia producen bulbos deformes de maduración retrasada.

g) Riego

García (1998) e INFOAGRO (2013) mencionan que el riego no es necesario y en la mayoría de los casos puede considerarse perjudicial, salvo en inviernos y primaveras muy secas y terrenos muy sueltos.

Los riegos suelen realizarse por aspersión, por gravedad y por goteo. Las necesidades desde la brotación hasta el inicio de la bulbificación son las menores. Las necesidades más importantes de agua se producen durante la formación del bulbo. Durante el periodo de maduración el bulbo, las necesidades de agua van decreciendo, hasta que dos semanas antes de la recolección se hacen nulas.

Niel y Zunino (1974) establecieron las necesidades hídricas del ajo en diferentes zonas de Francia, estableciendo las necesidades globales en unos 2.600 m³/ha, a las que hay que descontar las precipitaciones. Durante el primer mes los riegos deben ser frecuentes (cada dos días) y ligeros (una hora). Entre los 30 y 90 días se debe regar cada cuatro o cinco días y se irá aumentando progresivamente el tiempo de riego hasta aplicar dos horas cuando las plantas tengan tres meses de edad. Entre los 90 y 120 días se aplicaran dos horas de riego cada siete días aproximadamente. Durante los 120 a 140 días, cuando se acerca la cosecha deben suspenderse los riegos para favorecer el secado de los bulbos.

h) Cosecha

Según García (1998) e INFOAGRO (2013) se recomienda en forma manual, es fácil porque se encuentra en la superficie del terreno. Se acostumbra a doblar o retorcer el tallo; para acelerar la maduración. En las plantaciones de otoño son necesarios 8 meses para llegar a la cosecha y 4 meses o 4 y medio en las plantaciones de primavera. El momento justo para la cosecha corresponde a la completa desecación de las hojas, realizando el arranque de las cabezas con buen tiempo. En terrenos sueltos los bulbos se desenterrarán tirando de las hojas, mientras que en terrenos compactos es conveniente usar palas de punta o picos. Las plantas arrancadas se dejarán en el terreno durante 4-5 días (siempre que el clima lo permita) y posteriormente se trasladan en carretillas a los almacenes de clasificación y enriestrado. A medida que se vayan recogiendo los bulbos se deberán limpiar de la tierra que tengan adherida.

La época de cosecha puede determinarse por la aparición de ciertos síntomas en las plantas entre los cuatro y cinco meses después de la siembra. Sin embargo, en aquellos lugares altos, el ciclo del cultivo es más largo en las zonas bajas. Cuando las tres cuartas partes (75%) de la

plantación de ajo se encuentra en las condiciones señaladas puede considerarse que está listo para ser cosechado. Otro síntoma lo constituye la presencia de espacios con aire entre los dientes de los bulbos, esto puede observarse cuando se realiza un corte transversal del mismo, mencionado por INFOAGRO (2013).

Según INFOAGRO (2013), en el mercado las diferentes temporadas para las plantaciones de ajos permiten que dispongamos de este producto en el mercado durante todo el año. Pero lo más común es plantarlos a finales de otoño o comienzos del invierno y recogerlos ocho meses después. Si se desea obtener ajos tiernos el proceso de recolección debe adelantarse varios meses. Lugares frescos, secos y con ventilación, si es posible en su ristra para evitar que se reblandezcan, así lo cita Bricco y Portela (1997).

4.1.2 Control de plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades del ajo y los métodos de control según García (1998) e INFOAGRO (2013).

4.1.2.1 Mosca del ajo

Atacan al Cultivos a los que ataca: Ajo, cebolla, puerro.

Las larvas tienen 6-8 mm, Color gris-amarillento y con 5 líneas oscuras sobre el tórax. A las amarillentas, patas y antenas negras. Avivan a los 20-25 días. Ponen unos 150 huevos.

Ciclo biológico. Inverna en el suelo en estado pupario. La primera generación se detecta a mediados de marzo o primeros de abril. La ovoposición comienza a los 15-20 días después de su aparición. Hacen sus puestas aisladas o en conjunto de unos 20 huevos cerca del cuello de la

planta, en el suelo o bien en escamas. La coloración de los huevos es blanca mate. El período de incubación es de 2 a 7 días. El número de generaciones es de 4 a 5 desde abril a octubre.

Daños. Ataca a las flores y órganos verdes. El ápice de la hoja palidece y después muere.

Métodos de control

Los tratamientos deben repetirse cada 8-10 días; pueden utilizarse los siguientes productos:

-Diazinon 60 % LE, a 100 cc/100 litros.

-Picus 70 WG con una dosis de 5 g/ litro de agua.

4.1.2.2 Tiña del ajo y de la cebolla (Lita alliela)

Descripción. Las larvas presentan una longitud aproximada de 1 cm y color verde claro.

Los adultos son lepidópteros de color pardo, de aproximadamente 0,5 cm de longitud.

Ciclo biológico. Los adultos hacen su aparición en primavera. La ovoposición la efectúan sobre las plantas atacadas que avivan según temperaturas a los 10-12 días.

Daños. Abre galerías en bulbos y hojas. En principio suelen atacar a las hojas y después pasan a los bulbos. Las plantas atacadas amarillean y mueren.

Métodos de control

En los tratamientos químicos pueden emplearse los siguientes productos:

-Picus 70 WG con una dosis de 5 g/ litro de agua

-Endosulfán 35 % LE, a 150-300 cc/100 litros.

4.2 Fertilización foliar

La nutrición foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o para corregir deficiencias específicas en el mismo período de crecimiento del cultivo según Mc Vickar (1963) y Marshener (1995).

Gray (1997), sostiene que la aplicación de fertilizantes foliares se ubica en etapas fenológicas cercanas a la floración que es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica.

García (1980), cita que ante la certeza de la nutrición vegetal rociando la parte aérea de los cultivos con soluciones acuosas de sustancias alimenticias, se está desarrollando la técnica de la fertilización foliar, donde las experiencias prueban que la absorción comienza a los cuatro segundos de haber rociado las hojas con la solución nutritiva, la cual es absorbida con mayor velocidad y en mayor proporción que al abonar el suelo.

Fitzpatrick (1984), menciona que los problemas nutrimentales se caracterizan por un desequilibrio en el desarrollo y fructificación de las plantas, causadas por deficiencias o excesos de nutrientes agregados al suelo o al follaje, los cuales se reflejan directamente en la calidad y producción de los frutos.

Menciona Yamada (2004), que se ha demostrado que la deficiencia de micronutrientes puede ser corregida mediante la fertilización foliar. Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar, con mayor o menor velocidad. La nutrición foliar demostró ser un

excelente método para abastecer los requerimientos de nutrientes secundarios (Ca. Mg. S.) y los micronutrientes (Zn. Fe. Cu. Mn. B. Mo.).

Según Santos y Aguilar (1998) la fertilización foliar es útil para respaldar o complementar la fertilización edáfica y optimizar los rendimientos, corregir deficiencias nutrimentales de los cultivos que no se logran con la fertilización común al suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta (frutales), eficientizar el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes y corregir algunos problemas fitopatológicos de los cultivos.

Varios trabajos han demostrado la bondad de la fertilización foliar en la respuesta positiva de los cultivos. Los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, reportándose casos en el que los incrementos han sido a veces mayores de 100%, comparados con los rendimientos de los cultivos sin fertilización foliar. Sin embargo, los incrementos más frecuentes oscilan entre 10 a 30 % para la mayoría de los cultivos según Trinidad y Aguilar (2000).

4.2.1 Ventajas de la absorción foliar

Según Rodríguez (1982) las ventajas son las siguientes:

- ✓ Permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto.
- ✓ plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.
- ✓ Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto a pesticidas.
- ✓ economizando labores.
- ✓ Permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo.
- ✓ Es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos, junto con la
- ✓ aplicación complementaria de macronutrientes.

- ✓ Ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas por más tiempo.

La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda así lo menciona Rodríguez (1982).

Rodríguez (1982), cita que habrá casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

La hoja es el órgano de la planta, muy importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersión sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo, según Rodríguez (1982).

4.2.2 Mecanismos de absorción de nutrientes

Menciona Domínguez (1989) que las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí en áreas puntiformes.

Según Salisbury y Ross (2000), de acuerdo a la textura de las hojas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfíerales, caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella. Por lo tanto, la absorción foliar de

nutrimentos se lleva a cabo por las células epidérmicas de la hoja y no exclusivamente a través de los estomas como se creyó inicialmente.

4.2.3 Factores que influyen en la nutrición foliar

Para el buen éxito de la nutrición foliar es necesario tomar en cuenta tres factores:

La planta; se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas.

El ambiente; se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación.

4.2.4 Formulación foliar

Menciona Trinidad y Aguilar (1999) que a la hora de preparar la formulación foliar se debe controlar el pH de la disolución, utilizar agentes tensoactivos y adherentes, en conjunto con el agroquímico, y regular el tamaño de la gota del fertilizante líquido. En general, si se fertiliza utilizando dosis altas del soluto, se favorecerá una mayor y más rápida absorción según Knoche, Petracek y Bukovac (1994), pues se favorece el establecimiento del gradiente de concentraciones.

Sin embargo, si se aplican concentraciones excesivamente altas de sales, se podría dañar la epidermis de la hoja, al deshidratar sus células y causar necrosis foliar. En ese sentido, se hace muy importante determinar la dosis óptima para facilitar la absorción del soluto, sin dañar el tejido foliar así lo expone Trejo-Téllez (2007).

4.2.5 Enzimas

Según el artículo publicado por la Asignatura de Ciencias (2013), las enzimas son proteínas que tiene la función de catalizadores biológicos, que aceleran reacciones químicas, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente que cualquier otro proceso. Aceleran las reacciones en la célula, de manera que algunas reacciones, que por sí solas tardaría algunos años en ocurrir.

Así pues hablando de manera estricta, las enzimas no causan reacciones, sino aceleran, prácticamente puede decirse que las enzimas inducen estas reacciones en el sistema protoplasmático con lo cual se hace posible la vida, así lo menciona Wrba y Pecher (1996).

4.2.6 Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante muy marcada sobre el crecimiento de las raíces que no se debe exclusivamente a la liberación de los elementos minerales contenidos en el humus, existe un estímulo verdadero de diversos procesos o metabólicos, citado por Gros (1981).

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en básico de color café oscuro a negro, alto peso molecular, 62% de carbón y 30% de oxígeno. Los ácidos fúlvicos son solubles en agua a cualquier condición del pH del medio, permanecen después de la separación de ácidos húmicos por acidificación; son de color amarillo oscuro, de bajo peso molecular, con 45% de carbón y 48% de oxígeno.

Gros (1981) menciona que los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante muy marcada sobre el crecimiento de las raíces que no se debe exclusivamente a la liberación de los elementos

minerales contenidos en el humus. Existe un estímulo verdadero de diversos procesos o metabólicos.

Cepeda (1991) anota que los ácidos húmicos contienen de 3.5 a 5 % de nitrógeno siendo esta la parte constitucional de la molécula. Durante su hidrólisis ácida la mitad de nitrógeno contenido se transforma en solución. Estas sustancias nitrogenadas se componen de amidas, mono y diaminocidos. Los ácidos húmicos no son sustancias compactas sino mas bien porosas; constitución que les permite alta capacidad de absorción y retención de humedad.

4.2.7 Hormonas

Las hormonas son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales y 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.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área experimental

5.1.1 Localización

La realización del experimento se llevó a cabo durante el ciclo agrícola invierno-primavera, del 20 octubre y se cosecho el 20 de abril del 2013, bajo condiciones de riego en el área denominada El Cañón de la Roja, que pertenece al municipio de Arteaga, Coahuila; se ubica dentro de las coordenadas geográficas siguientes: latitud Norte $25^{\circ} 26'$, Longitud Oeste $100^{\circ} 51'$ y a una altura de 1,920 m.s.n.m. La localización del área de estudio se muestra en la figura

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 que tiene una longitud de 34 km, de Arteaga a la Carbonera, se ubica en el km 20 de Este a Oeste.



Figura 4: Ubicación del área experimental.

5.1.2 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.

5.1.3 Suelo

Los suelos 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 suelos son: Litosoles, Feozem calcárico, Xerosol háplico y Regosoles. Fisiográficamente es un valle intramontano.

El uso actual del suelo es la explotación de árboles frutales como: manzano, durazno y cultivos maíz, frijol, trigo y cebada.

Cuadro 2: 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)		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

Físicamente el suelo es de textura arcillosa, de acuerdo a la densidad aparente tiene problemas de compactación. Es un suelo de fácil laboreo. De acuerdo a sus características químicas 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, 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. Para el caso del cultivo de ajo nutrimentalmente es bajo en nitrógeno, en fosforo está en el nivel medio, y en potasio muy rico. Por lo tanto se deduce que el suelo tiene una cantidad óptima de nutrimentos y para la producción de ajo debe completarse con fertilización hasta cubrir sus necesidades.

5.1.3 Agua

El que se utilizó para el experimento fue de un manantial que se ubica en la parte alta de la montaña, es bajada a una pila donde se reparte para el riego. El sistema de riego utilizado fue por goteo, por medio de cintillas y se completó con las lluvias, la calidad de agua es C2 S1, que puede utilizarse en casi todo los cultivos, sin llegar a causar daños ni utilizar practicas especiales.

5.1.4 Vegetación

La vegetación característica es de bosque en asociaciones de pino piñonero (*Pinus sembroides*) y encino (*Quercus spp.*), lechuguilla y pastos como *aristida*, *atriplex* y otros.

5.2 Descripción del material experimental

5.2.1 Semilla

Se utilizó la semilla de ajo criollo de saltillo con una densidad de 1000 kg/ha. Con una densidad de plantas de 243 000 plantas de acuerdo con la separación entre surcos y plantas. No se realizó fertilización de fondo, se trabajó con lo contenía el suelo, según el análisis.

5.2.2 Fertilizantes

Se utilizaron los siguientes fertilizantes foliares, aplicados foliarmente:

5.2.2.1 Miyaraíz

Se utilizó Miyaraíz que es un estimulante orgánico precedente de un extracto líquido de composta biológica de origen tropical rico en ácido fúlvico y enriquecido con boro (B).

Miyaraíz está 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 fertirriegos.

Miyaraíz es rápida absorción, aumenta la masa radicular favoreciendo un mejor anclaje y así una mayor absorción de nutrientes; favorece además el crecimiento de los entrenudos; características que permiten reducir el tiempo de adaptación y pérdida de plántulas en el trasplante de campo.

Cuadro 3: Componentes del producto de 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

5.2.2.2 Miyamino Power

Se utilizó Miyamino power; es un bioestimulante líquido de origen orgánico a base de ácidos fúlvicos y aminoácidos, que permite su aplicación y fertilización foliar a diversos cultivos. Miyamino power, estimula el desarrollo vegetativo favoreciendo la superación rápida a cualquier situación de estrés (fitotoxidad; temperaturas adversas y heladas), provocada a la planta, ya que le aporta elementos nutritivos de rápida simulación, estimulando 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 4: Componentes del producto de Miyamino Power

Componentes	% en peso
Ácido fúlvico	9.987 %
Nitrógeno total (NT)	0.650%
Aminoácidos totales (AAT)	1.072 %
Fosforo disponible (P₂ O₅)	5.00 ppm
Potasio disponible (K₂O)	1.70 ppm
Fierro (Fe)	4.70 ppm
Zinc (Zn)	1.23 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.339%
TOTAL	100.00%

5.2.2.3 Miyation

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. Proporciona estabilidad en la preparación de la solución nutritiva y evita precipitaciones de los elementos así como taponamiento de los goteros.

Miyation 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 el sistema radicular en aplicaciones foliares permite al apertura de estomas y translocación de los nutrientes de la planta. Es un sinergista de la aplicación con insecticidas y fungicidas biológicos. Miyation puede ser aplicado vía riego y foliar mezclado con fertilizantes solubles, productos biológicos, insecticidas y fungicidas convencionales.

Cuadro 5: Componentes del producto de Miyation

Componentes	% en peso
Ácido fúlvico	11.07 %
Nitrógeno total (NT)	0.65 %
Aminoácidos totales (AAT)	1.072 %
Fosforo disponible (P₂ O₅)	5.00 ppm
Potasio disponible (K₂O)	2.00 ppm
Hierro (Fe)	5.00 ppm
Zinc (Zn)	1.00 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.28%
TOTAL	100.00%

5.2.2.4 Spring Soil

Spring soil es un fertilizante de materia orgánica líquida elaborada para activar los microorganismos y mejorar la estabilidad de los nutrientes en el suelo. La aplicación de spring soil, mejora la actividad microbiana en el suelo. Interviene en la protección y desarrollo del sistema radicular de la planta favorece el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

Spring soil, puede aplicarse al sistema de riego mezclado con fertilizantes solubles durante todo el ciclo del cultivo.

Cuadro 6: Componentes del producto de Spring Soil

COMPONENTES	PORCENTAJE EN PESO
Materia orgánica (MO)	20-25 %
Nitrógeno total (NT)	80-87%
Fosforo (P₂ O₅)	3-3.5 %
Potasio (K₂ 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 %

5.2.2.5 Serviagro 20-30-10

Serviagro 20-30-10 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 7: Componentes del producto de Serviagro 20-30-10

COMPONENTES	% EN PESO
Nitrógeno total (NT)	20.0 %
Fosforo disponible (P₂ O₅)	30%
Potasio disponible (K₂O)	10%
Enzimas y carbohidratos	3.5 %
Acondicionadores y estimulantes relacionados	33.5 %
TOTAL	100 %

5.2.2.6 Raizfol

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, lo cual permite que se incremente el proceso de crecimiento el proceso del desarrollo vegetal.

Cuadro 8: Componentes del producto de 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 %

5.2.2.7 Regufof

Regufof 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 9: Componentes del producto de Regufof

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 %

La selección de tratamientos fue hecha en base a los diferentes coadyuvantes en los enraizadores utilizados en la investigación.

El trabajo consistió en evaluar los mejores enraizadores foliares en el cultivo de ajo.

5.3 Conformación de los tratamientos

Los tratamientos implementados se describen en el cuadro 12, así como las dosis para cada uno de ellos.

Cuadro 10: Conformación de los tratamientos.

Tratamientos	Productos
T1	a) Miyaraíz 2 ml/ litro de agua b) Miyamino power 2 ml/ litro de agua c) Miyation 2 ml/ litro de agua d) Spring soil 2 ml/ litro de agua
T2	a) Serviagro 20-30-10 5 ml/ litro de agua
T3	a) Raizfol 5 ml/ litro de agua
T4	a) Regufol 5 ml/ litro de agua
T5	Testigo

5.4 Distribución de los tratamientos

Los 4 tratamientos se aleatorizaron en el área experimental. Cada unidad experimental consto de 2.34 m² con 6 surcos cada uno de 15 cm de separación entre surco.

La distribución se hizo en un área donde se encuentra actualmente una huerta de manzano. Las unidades experimentales se establecieron en una melga entre hileras de manzanos. Los surcos de las unidades experimental fueron de 2.60 m.

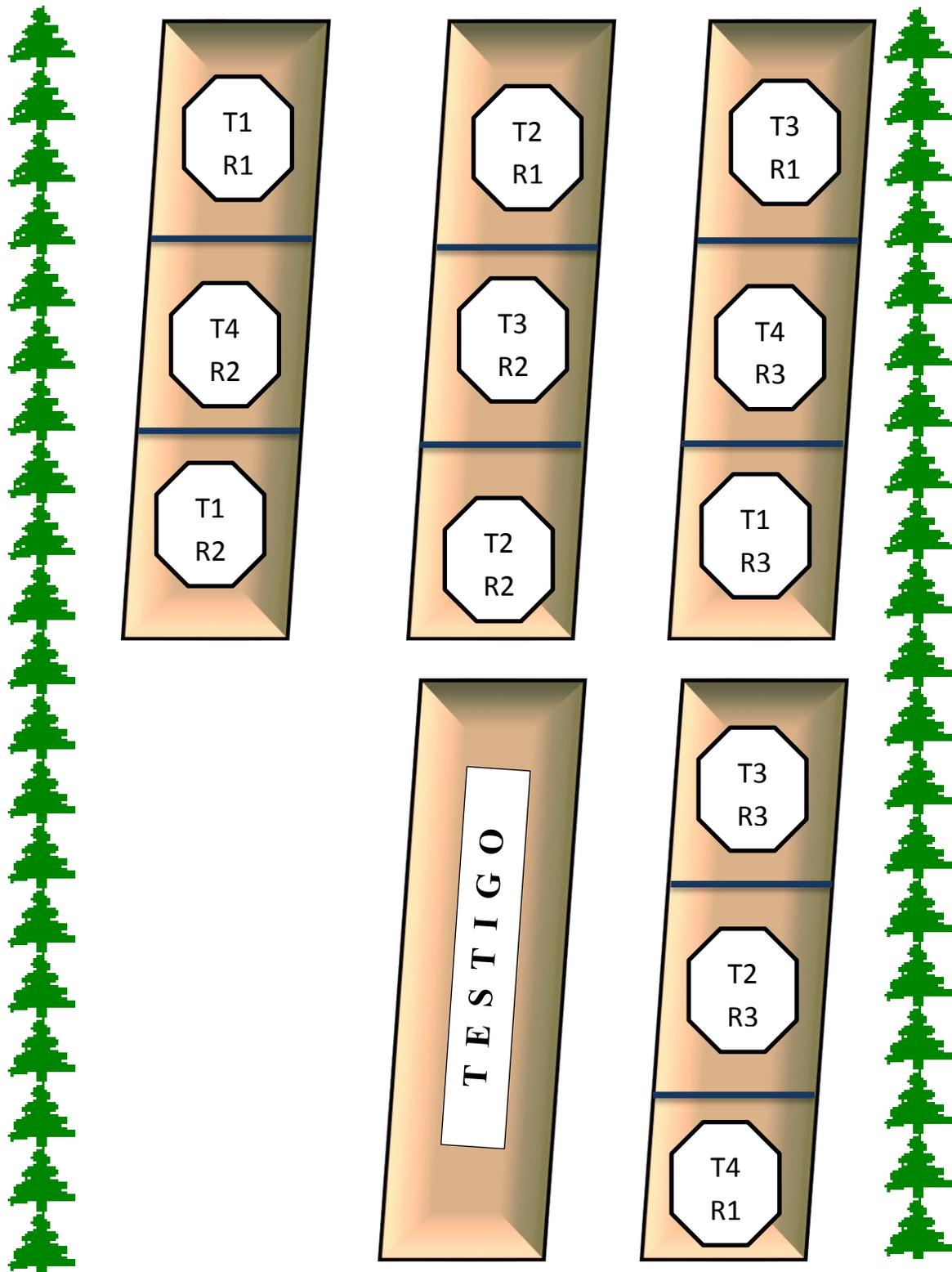


Figura 5: Distribución de los tratamientos y de las repeticiones en el área experimental.

5.5 Diseño Experimental

Para el análisis del experimento se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, un testigo y 3 repeticiones por tratamiento, con un total de 13 unidades experimentales.

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.

Cuadro 11: Variable y modelo estadístico aplicado.

Variable	Modelo
Peso fresco del bulbo	Modelo logístico
Peso seco del bulbo	Modelo logístico
Diámetro del bulbo	Modelo cuadrático
Longitud de raíz	Modelo Gompertz
Peso seco de la raíz	Modelo Presión de vapor

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.

5.6 Labores Culturales

5.6.1 Preparación del suelo

Consistió en un barbecho y un rastreo normal, posteriormente se procedió a nivelar el terreno y quitar piedras, luego se trazó el área experimental y las parcelas con la ayuda de estacas y rafia. Se prepararon las camas para la siembra.

5.6.2 Siembra

Con la ayuda de una estaca se abrieron los orificios para colocar las semillas y con la rafia a 15 cm de separación entre surcos, entre planta y planta 20 cm, con una profundidad aproximada de 3 cm. Se depositó los dientes en el fondo del orificio y tapándolo lo menos posible para tener una buena germinación de los dientes, se utilizó 1000 kg/ha con una densidad de siembra 243 000 plantas. La fecha de siembra fue el 20 octubre del 2012, la emergencia sucedió 5 días después de manera uniforme.

5.6.3 Riegos

Se aplicó un riego a 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 utilizo es de calibre 6 mil con un gasto de 506 lph/100 mts, distancia entre gotero y gotero 30 cm.

5.6.4 Aplicación de Tratamientos foliares

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

Cuadro 12: Fechas de las aplicaciones de los tratamientos

Número de aplicaciones	fechas
1ª aplicación	29/12/2012
2ª aplicación	19/01/2013
3ª aplicación	09/02/2013
4ª aplicación	02/03/2013
5ª aplicación	23/03/2013

5.6.5 Deshierbes

Se efectuó dos deshierbes y dos escardas manuales y un aporque con un escardillo, el primer deshierbe y escarda fue el 22 de noviembre de 2012 y la segunda fue el 4 de febrero del mismo año junto con el aporque.

Cuadro 13: Fechas de labors.

Labores	fechas
1ª labor 2 deshierbe y 2 escardas	22/12/2012 y la segunda fue el 4/02/2013
2ª labor 1 aporque	02/03/2013

Las plagas que se presentaron en el cultivo fueron: mosca del ajo y tiña del ajo estos se controlaron con este insecticida Picus 70 WG con una dosis de 5 g/ litro de agua. En las enfermedades no se presentaron ninguna, pero se aplicó el fungicida Flonex Mz 400 como preventivo.

5.6.6 Cosecha

La cosecha se hizo el día 25 de abril 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 5 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.

5.7 Parámetros a Evaluar

5.7.1 Mediciones a la planta

Para evaluar la respuesta del ajo a los tratamientos aplicados se hicieron 4 muestreos: el primero el 12 de noviembre de 2012, el segundo 02 de diciembre de 2012, el tercero el 12 de enero del 2013 y el cuarto el 02 de febrero de 2013. En cada parcela se seleccionaron al azar en el centro de la parcela 10 plantas de ajo, estas son las que se iban a llevar al laboratorio para hacerle las mediciones a evaluar. 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.

Cuadro 14: Descripción de los parámetros a evaluar.

Variable	Descripción
Longitud de raíces (cm)	Se midieron de la base del bulbo hasta el meristemo terminal de la raíz. Para la medición se utilizó una regla de 60 cm.
Longitud del bulbo (cm)	Se midieron de la base del tallo falso a la base del bulbo. Se utilizó una regla de 30 cm.
Diámetro del bulbo (mm)	Se midieron con un vernier digital.
Peso fresco de la raíz (g)	Se trozo con un bisturí la parte de la raíz y se pesó en un bascula analítica.
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.
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.

VI. RESULTADOS Y DISCUCION

6.1 Resultados de análisis; pruebas de modelos no lineales en el cultivo de ajo

6.1.1 Peso seco del bulbo (PSB)

En el cuadro 15 se observa n los parámetros estimados en donde podemos ver que hubo diferencias altamente significativas.

Cuadro 15: Parámetros estimados (a, b y c) para la variable de peso seco del bulbo (PSB) y valor correspondiente de R² en el cultivo de ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción.

Variable (PSB)		Modelo ($y = e^{a+\frac{b}{x}+clnt}$)	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	53.20	3.54	0.000606 **
B	1598.98	4.15	6.86 e ^{-0.5**}
C	7.86	3.16	0.002055**

**Altamente significativo (p<0.05)

En la Figura 6, se presenta valores y tendencia de ajustes para estos. El ajuste describe de manera aceptable el comportamiento de PSB a través del tiempo, el incremento de esta variable fue significativo en los días 100 a 180 con un rendimiento de 0.36 g por día, así como se manifestó la variable del PFB. Según Faúndez (1996) que 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. El mejor tratamiento fue el la mezcla de los productos de miyamonte con 10.55 g por planta, seguido por el T3 con 9.94 g por planta y el testigo con 5.47 g por planta.

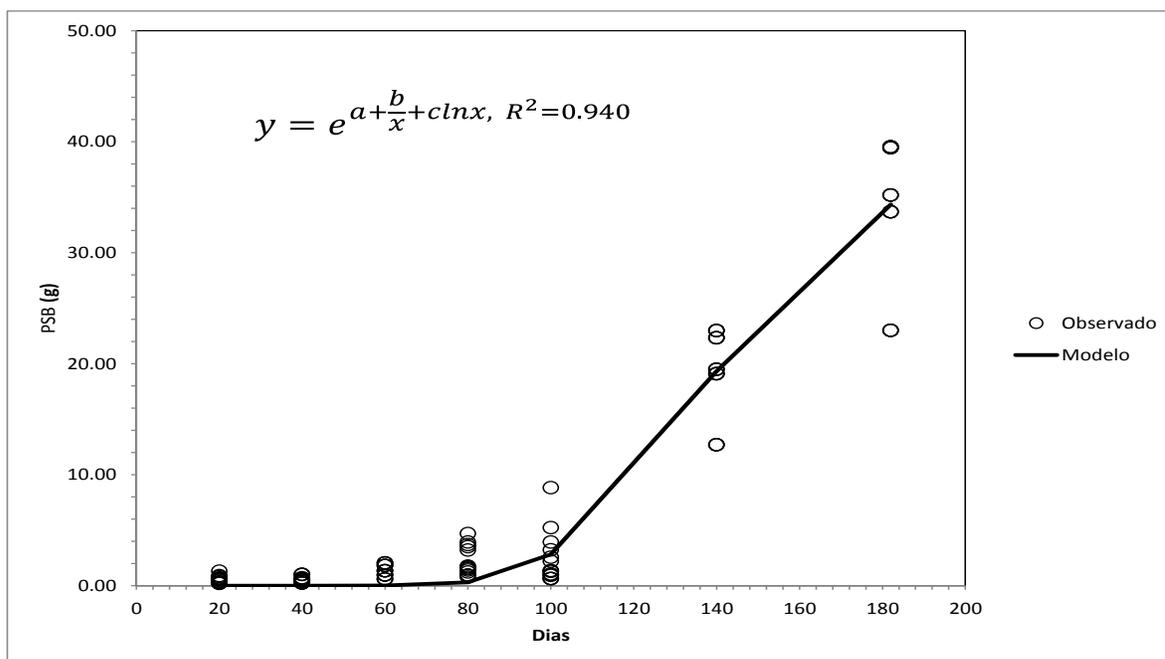


Figura 6: Peso seco del bulbo.

Se ha reportado que este parámetro se utiliza para determinar el grado de 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. Menciona Benkeblia et al., (2005) el valor obtenido luego de desalojar el agua de los bulbos está conformado por sustancias hidrosolubles y por otras constitutivas de los tejidos.

6.1.2 Diámetro del bulbo (DB)

Podemos observar en el cuadro 16 que los parámetros fueron altamente significativos.

Cuadro 16: Parámetros estimados (a, b y c) para la variable del diámetro del bulbo (DB) y valor correspondiente de R² en el cultivo de ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción.

Variable (DB)		Modelo cuadrático	
		$y = a + bx + ct^2$	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	1.710e+01	9.80	2.23e-16**
B	1.474e-01	3.59	0.000509**
C	1.665e-03	8.43	2.36e-13**

**Altamente significativo (p<0.05)

Se presenta en la Figura 7, con los valores observados 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. A partir de los cien días el aumento fue más notorio esto probablemente se debió al aumento de la temperatura. Como dice Ledesma *et al.*, 1997 un requisito indispensable para que la bulbificación es la captación del estímulo termo y fotoperiódico. El T1 fue el mejor con 23 mm, seguido por el T3 con 23.51 mm y el testigo con 16.59 mm.

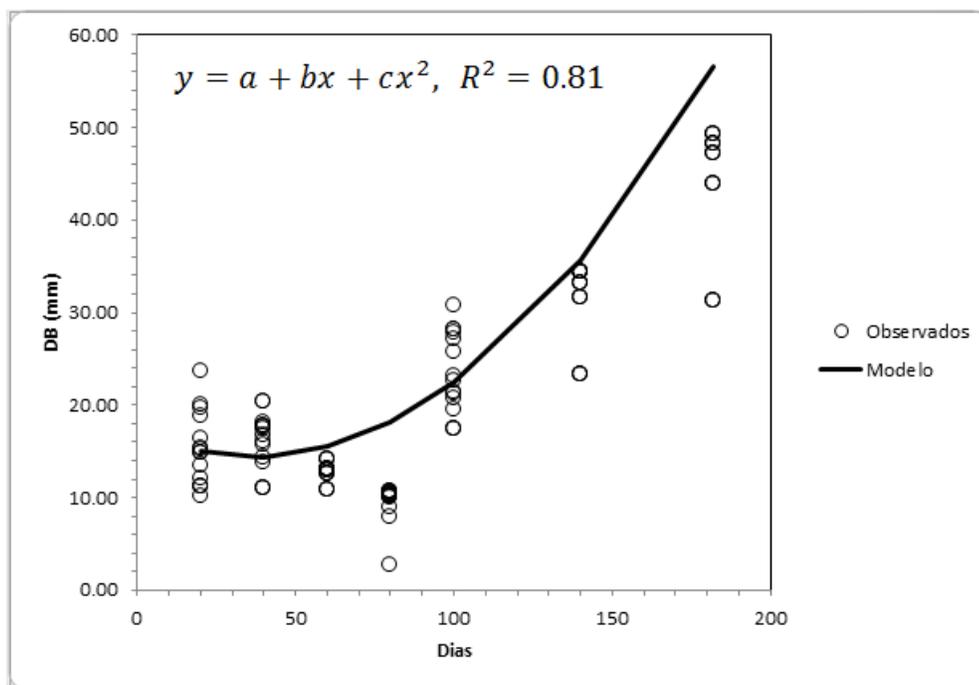


Figura 7: Diámetro de bulbo

6.1.3 Longitud de la raíz (LR)

Podemos observar en el cuadro 17 los parámetros estimados en los cuales el a y el c tuvieron diferencias significativas mientras que el b no tuvo diferencias.

Cuadro 17: 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 ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción.

Variable (LR)		Modelo Gompertz ($y = ae^{(-e^{(b-ct)})}$)	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	19.26	13.13	<2e-16**
B	-0.30	-1.91	0.06 NS
C	0.02	2.50	0.01**

NS No Significativo (p>0.05)

*Diferencia significativa (p=0.05)

Se presenta en la Figura 8, con los valores observados 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. Por lo menos un tratamiento es mejor que los demás, ya que se obtuvo una elongación de la raíz de 0.043 cm por día en promedio de todos los tratamientos. El mejor tratamiento fue Raizfol con 16.72 cm por planta, seguido por el T1 con 16.55 cm por planta, el testigo con 11.89 cm por planta.

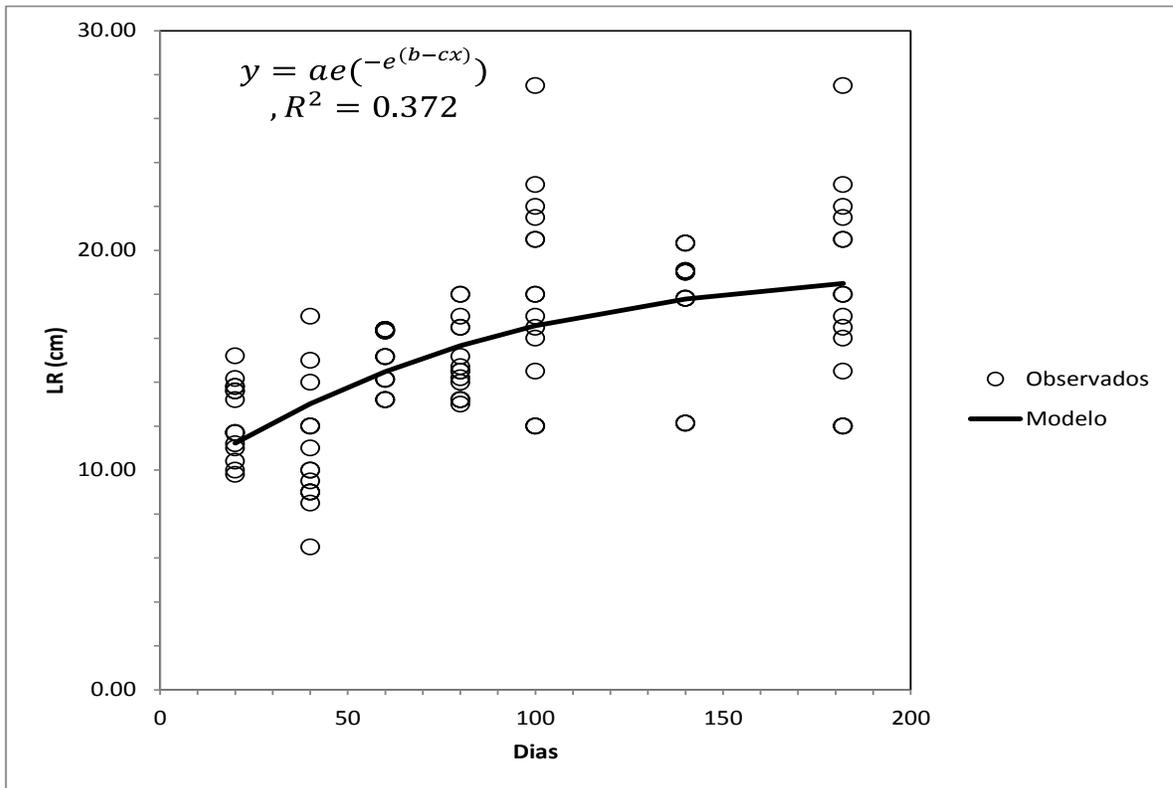


Figura 8: Longitud de raíz.

6.1.4 Peso seco de la raíz (PSR)

En el cuadro 18 podemos observar que hubo diferencias altamente significativas en la variable PSR.

Cuadro 18. 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 ajo al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes sobre la producción.

Variable (PSR)		Modelo Presión de Vapor	
		$(y = e^{a+\frac{b}{x}+clnt})$	
Parámetros estimados	Error estándar	Valores de t	Pro(> t)
A	20.19	3.72	0.00032**
B	-356.50	-3.71	0.00034**
C	-3.42	-3.56	0.00058**

**Altamente significativo (p<0.05)

Se presenta en la Figura 9, 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. Del día 20 al 100 hay un aumento progresivo del PSR pero a partir del día 100 existe una disminución esto 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. El mejor tratamiento fue Raizfol con 2.27 g por planta, seguido por el T1 con 1.75 g por planta. El testigo con 0.58 g por planta.

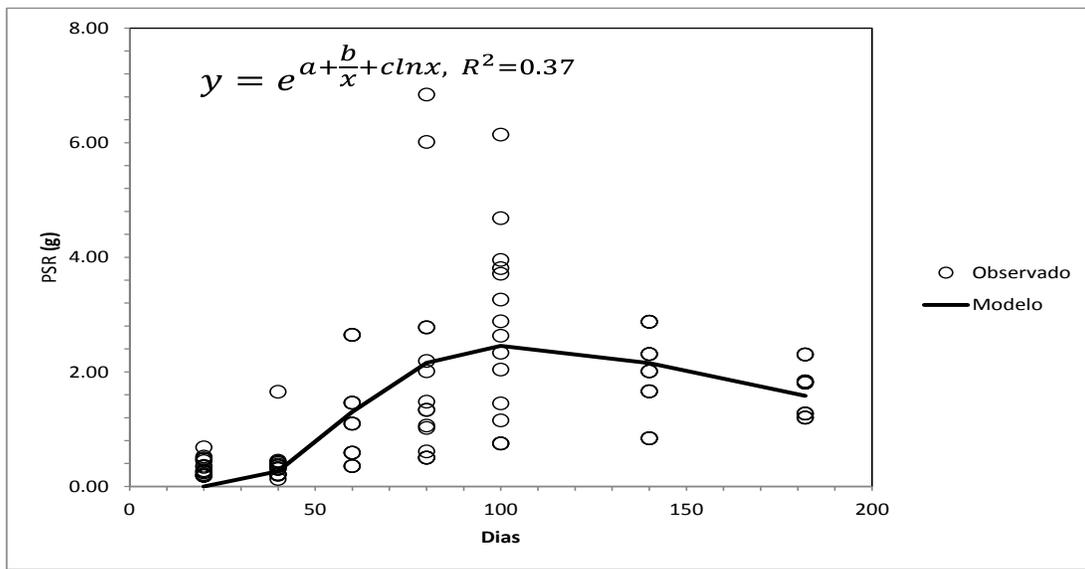


Figura 9: Peso seco de raíz.

6.2 RENDIMIENTO

6.2.1 Resultados de análisis de varianza del rendimiento del cultivo de ajo

6.2.1.1 Peso del bulbo (PB)

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos causaron efecto significativo en el peso del bulbo.

Cuadro 19: Análisis de varianza del peso del bulbo de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.

FV	gl	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	44480145	11120036	4.112	0.03176 **
Error	10	27043199	2704320		

Coefficiente de variación=15.94%

**Altamente significativo ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se presenta en la Figura 10. En la que se observa que T1 aventaja al resto de los tratamientos con 11.9 ton/ha, esto es más visible al comparar T1 con 11.9 ton/ha y T5 con 7.5 ton/ha. En definitiva la Figura 12, presenta que los tratamientos son diferentes, es decir que por lo menos uno es mejor que los demás. Esto se confirma con lo mencionado por Lorente (1997) y Chicaiza (2004) que la aplicación de los enraizadores si influyen significativamente en el rendimiento, formación de raíces, materia seca y altura de plantas a nivel.

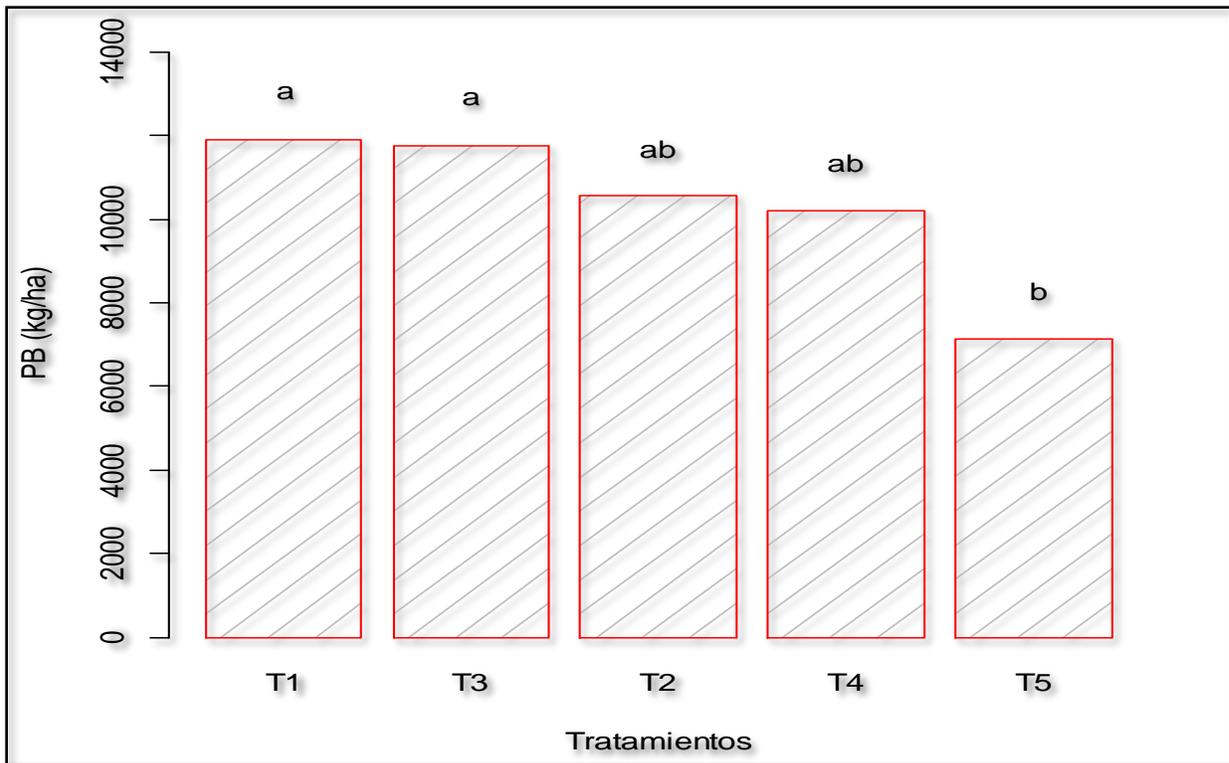


Figura 10: Peso del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.

6.2.1.2 Peso fresco de la raíz (PFR)

De acuerdo al análisis de varianza en la variable (PFR), los tratamientos no causaron efecto significativo.

Cuadro 20: Análisis de varianza del peso del peso fresco de la raíz de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.

FV	gl	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	206645	51661	1.4487	0.2883 NS
Error	10	356597	35660		

Coefficiente de variación=27.46%
NS no significativo ($p > 0.05$)

El efecto de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se presenta en la Figura 11. En la que se observa que T3 con 884.62 Kg/ha, aventaja al resto de los tratamientos, aunque en el ANVA no presenta diferencia significativa. Esto no concuerda con lo que Aldana (2010) menciona, que las hormonas enraizantes son compuestos orgánicos que estimulan el crecimiento y la actividad fisiológica de la planta, favorecen y aceleran el aumento del desarrollo de las raíces.

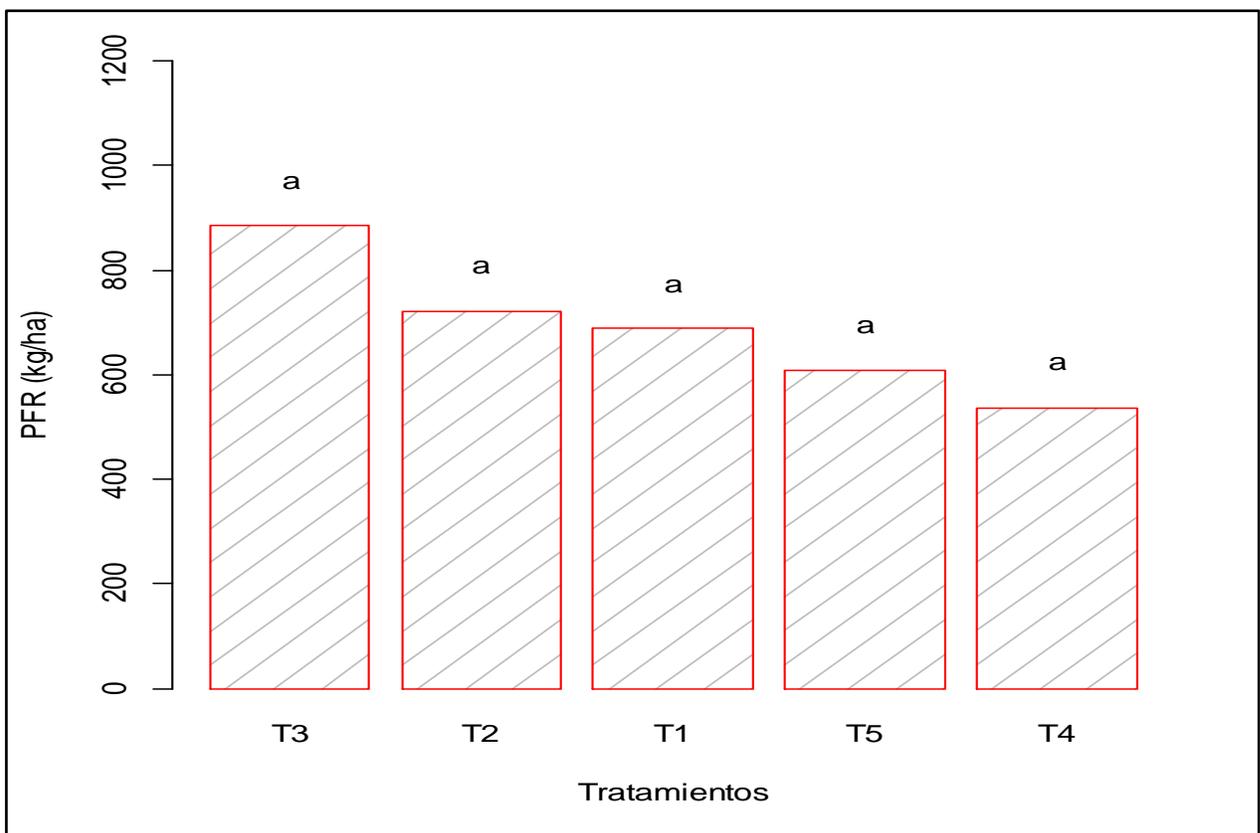


Figura 11. Peso fresco de la raíz de planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.

6.2.1.3 Peso seco de la raíz (PSR)

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos causaron un efecto no significativo en el peso seco de la raíz del ajo.

Cuadro 21: Análisis de varianza del peso seco de la raíz de la planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.

FV	gl	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	184769	46192	2.3285	0.1269 NS
Error	10	198375	19838		

Coefficiente de variación= 30.57%

NS no significativo ($p > 0.05$)

El efecto no significativo de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se presenta en la Figura 12. En la que se observa que T3 con 629.63 Kg/ha, aventaja al resto de los tratamientos, esto es más visible al comparar el T1 con T5 329.06Kg/ha, pero en el análisis de ANVA no se obtuvo diferencia significativa.

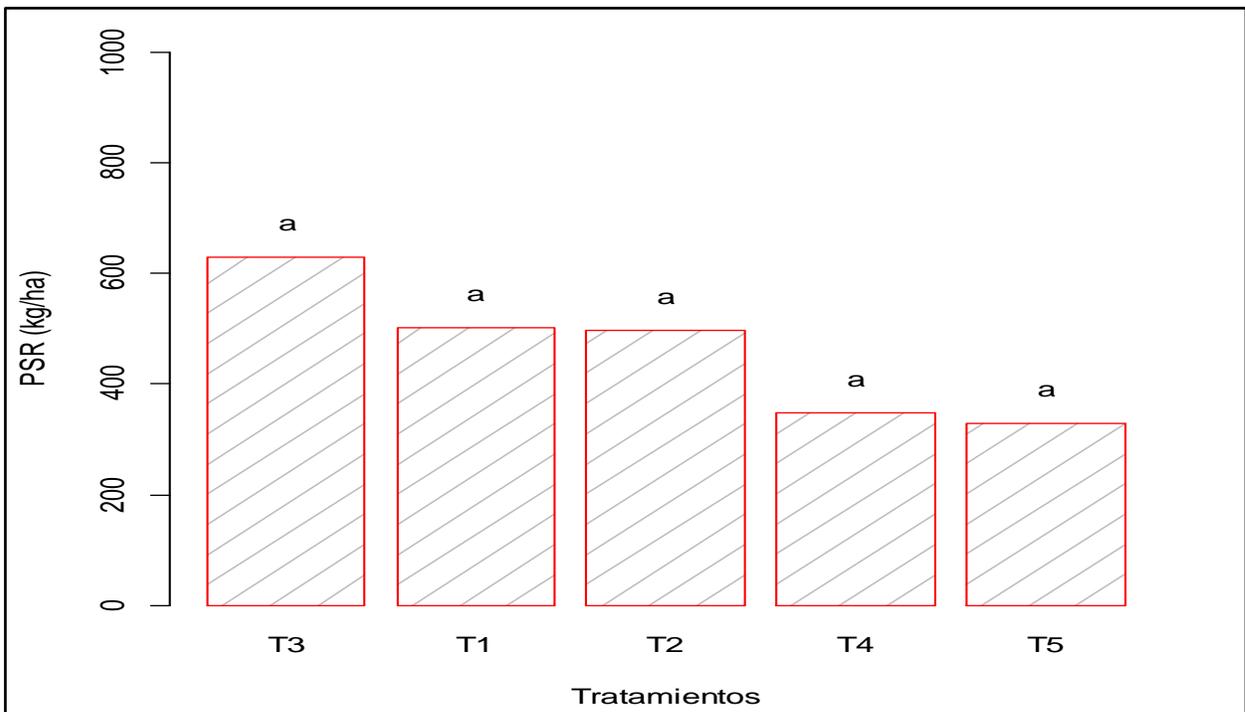


Figura 12: Peso seco de la raíz de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.

El incremento de la materia seca de la raíz aumenta con la aplicación de ácidos fúlvicos y hormonas enraizadores, estos resultados confirman la importancia de utilizar un producto enraizador, acorde con lo aconsejado por Hartmann y Kester (1995). Así como también, lo que demuestra que la aplicación de los enraizadores si influyeron significativamente en el rendimiento, formación de raíces, materia seca y altura de plantas a nivel de invernadero y campo, resultados que están de acuerdo a lo manifestado por Lorente (1997) y Chicaiza (2004).

6.2.1.4 Diámetro del bulbo (DB)

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos causaron efecto significativo en el diámetro del bulbo.

Cuadro 22: Análisis de varianza del diámetro del bulbo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.

FV	gl	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	6.5627	1.64067	15.98	0.00024 **
Error	10	27043199	2704320		

Coefficiente de variación= 7.27%

** Altamente significativo ($p < 0.05$)

El efecto significativo de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se presenta en la Figura 13. En la que se observa que T3 y el T1 aventaja al resto de los tratamientos, esto es más visible al comparar T1, T3 con T5.

El diámetro del bulbo se incrementó con la aplicación los enraizadores, esto concuerda con Aldana (2010) que menciona que las hormonas enraizantes son compuestos orgánicos que estimulan el crecimiento y la actividad fisiológica de la planta, favorecen y aceleran el desarrollo de las raíces.

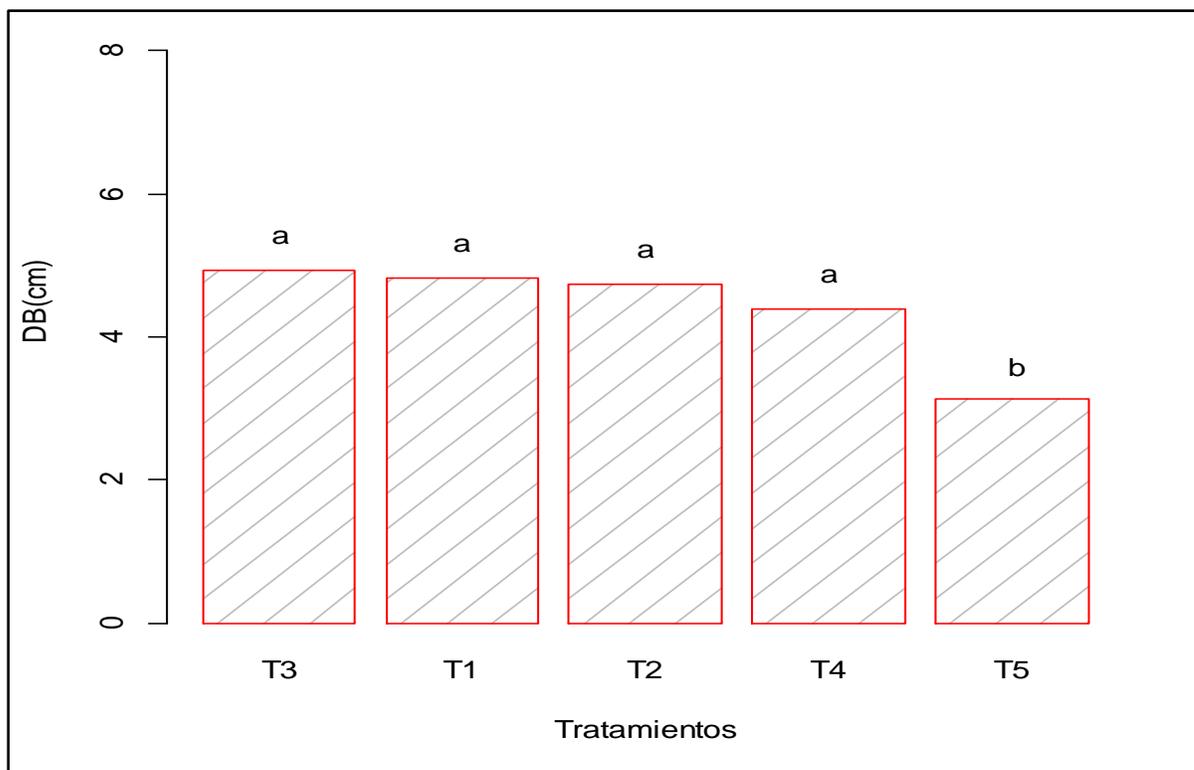


Figura 13: Diámetro del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.

6.2.1.5 Numero de dientes (ND)

De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos causaron un efecto no significativo en el número de dientes del bulbo.

Cuadro 23: Análisis de varianza del número de dientes del bulbo de planta de ajo, al adicionar enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar sobre la producción.

FV	gl	SC	CM	F	Pr(>F)
Tratamientos	4	18.28	4.57	2.45	0.1145 NS
Error	10	18.67	1.87		

Coefficiente de variación= 11.32%

NS no significativo ($p > 0.05$)

El efecto de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se presenta en la Figura 14. En la que se observa que T1 y T3 aventaja al resto de los tratamientos, con 13 dientes. Por lo tanto se presenta que los tratamientos son diferentes reflejándose en el número de dientes del bulbo.

Esto concuerda con Macías, *et al.*, (2000) que menciona que el número óptimo de dientes por bulbo debe variar entre 8 y 12, pero se pueden obtener bulbos que tengan hasta 15 dientes.

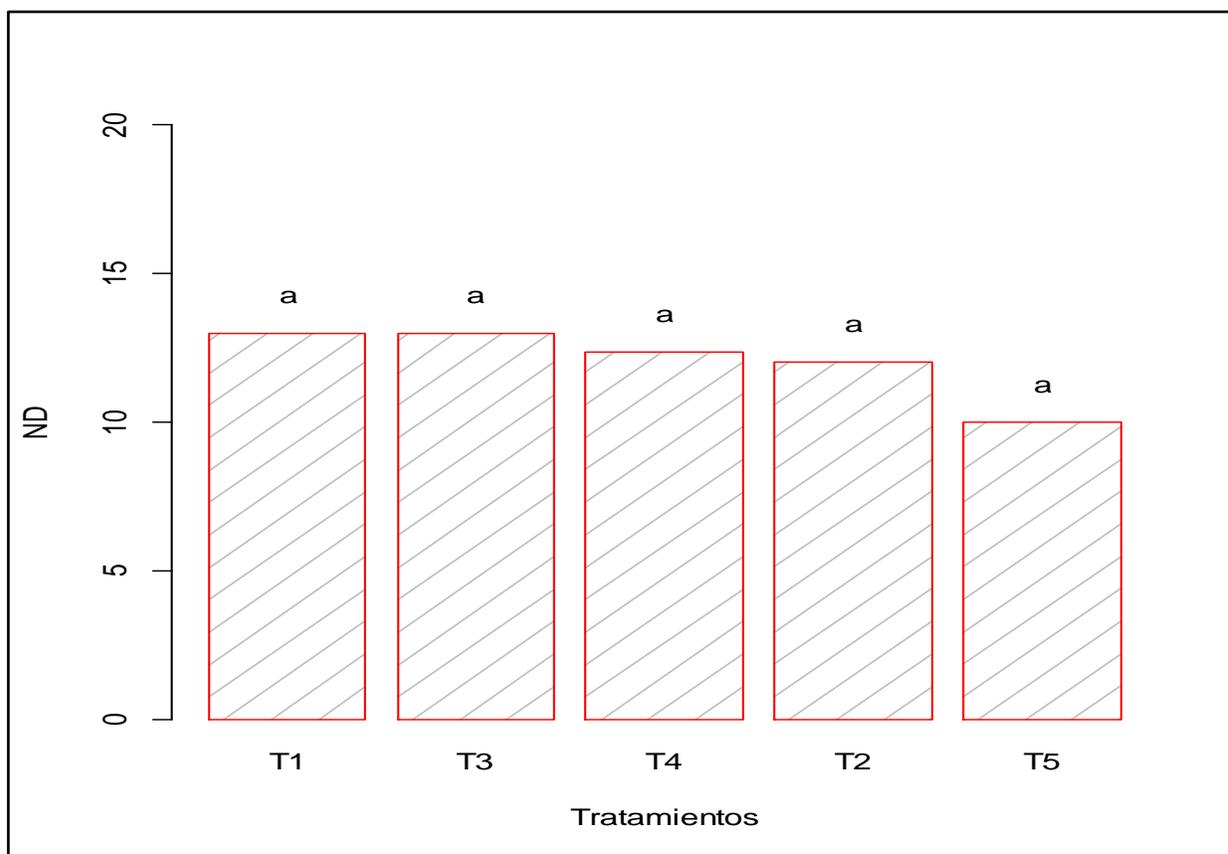


Figura 14: Numero de dientes del bulbo de la planta de ajo, con la adición de enraizadores con diferentes coadyuvantes.

VII. CONCLUSIONES

La aplicación de enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar, aumentaron significativamente el rendimiento del cultivo de ajo. En definitiva los tratamientos son diferentes, el mejor fue la conformación de los productos de Miyamonte, seguido por Raizfol. Todos los tratamientos superaron al testigo.

La aplicación de enraizadores con diferentes coadyuvantes en forma foliar dio buenos resultados ya que superamos la media nacional en ton/ha. Además de que el producto fue de muy buena calidad.

El enraizamiento fue muy bueno, la longitud de raíz fue superior a la media nacional, con lo cual se obtuvo una mejor área de absorción de nutrientes lo que contribuyó a que el cultivo se desarrollara bien solo con la aplicación foliar de los productos sin necesidad de fertilizaciones al suelo.

Con la aplicación de los enraizadores con diferentes coadyuvantes se obtuvo una diferencia significaba entre tratamientos y el testigo. Los mejores tratamiento fueron; T1 con 13 dientes y T3 con 13 dientes. Y el testigo con 10 dientes.

VIII. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Barrera, C. y C. I González.** 1998. Efecto de la temperatura en la tasa de brotación y emergencia en cuatro clones de *Allium sativum* L..Agrociencia 14: 207-217.
- 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.
- Bricco, R. y Portela, J. A.** 1997. Empaque y presentación del ajo. In: 50 Temas sobre producción de ajo. 4: Manejo Post-cosecha. Ed. J. L. Burba. INTA. Argentina. p. 49-57
- Burba, J.** 1999. Uso de frigoplasmas en ajo como estrategia para aprovechar la segmentación de mercados. En: CURSO TALLERES SOBRE PRODUCCION, COMERCIALIZACION E INDUSTRIALIZACION DE AJO, 6º Mendoza. INTA La Consulta. Pp 75-78.
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=272368&pid=S03652807200600020001100003&lng=es]
- Castellanos R. J. Z.; Ojodeagua, S. J. L., Méndez G., F.S., y Vargas, J., P.** 2006. Estudios sobre la fertilización de ajo morado en Guanajuato. En: Memorias II Foro Nacional de ajo. Zacatecas, Zac. México. p. 7-13.
- Dr. Felipe Delgadillo Sánchez y MC Elena Heredia García** 2000. El ajo en México. Origen, mejoramiento genético, tecnología de producción. CIR-CENTRO, INIFAP. Libro Técnico Núm. 3. 102 p.
- Enrique Goites;** edición literaria a cargo de Janine Schonwald 2008. Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar . 1a ed. - Buenos Aires : Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.
- Domínguez, A.** 1989. Tratado de fertilización. Primera edición. Ediciones Mundi. Madrid España. 57, 58 pp.
- Fageria, N., Barbosa Filho, M., Moreira, A. y Guimaraes, C.** (2009). Foliar fertilization of crop plants [Fertilización foliar en plantas de cultivo]. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 1044-1064.
- 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.

Fritsch, R.M. and. Friesen, N. 2002. Evolution, Domestication and Taxonomy. In *Allium Crop Science: Recent Advances*, Edited by H. D. Rabinowitch and L. Currah. CABI Publishing. p 5-30.

Heredia, Z. A. 1995. Guía para cultivar ajo en el Bajío. Folleto para productores No.1. CEBAJ-INIFAP-SARH. Celaya, Gto. p.3.

Holloway, P. J. (1993). Adjuvants for agrochemicals: Why do we need them? [Coadyuvantes para agroquímicos: ¿Por qué los necesitamos?]. *Mededelingen - Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen. Universiteit Gent*, 58(2a), 125-140.}

Hu, Y., Burucs, Z. y Schmidhalter, U. (2008) Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity [Efecto de la aplicación de fertilización foliar en el crecimiento y el contenido de nutrientes minerales de plántulas de maíz bajo condiciones de sequía y salinidad]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 54, 133–141.

INFOAGRO Fuente: <http://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>

Ledesma, A., S. B. Nuñez y J. A. Argüello. 1997. Bulbing physiology in garlic (*Allium sativum* L) cv Rosado Paraguayo. II. Characterization of the ontogenic stages by shoot growth dynamics and its relation to bulbing. *Acta Hort.* 433: 405-416.

Internet:

Internet 1:

<http://www.ajetes.com/el-huerto/ajos-el-huerto/>

Internet 2:

<http://ecohortum.com/como-cultivar-ajos/>

Internet 3:

<http://www.slideshare.net/abelithw/monografia-del-ajo>

Internet 4:

<http://ecohortum.com/como-cultivar-ajos/>

Internet 5:

<http://inta.gob.ar/documentos/50-temas-sobre-produccion-de-ajo/>

Internet 6:

<http://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>

Internet 6:

http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ignacio_Vidales_Fernandez.pdf

Jaramillo, V. 1994. Allium genetic resources in Latin American: situation and perspectives. Acta Horticulturae. 358: 147-151.

John Seymour.1991. El Horticultor Autosuficiente. 2ª Edición. Impreso Gráficas Guada S.A. Liláceas 146 pág.

Juan B. Lorente Herrera.1998. Biblioteca de la Agricultura. 2ª Edición. Impresión IDEA-Books S.A. Cultivo de ajo 594 pág.

Julio R. Tiscornia.1994. Hortalizas Terrestres. 3ª Edición. Impreso en Editorial Albatros-Argentina. Cultivo del Ajo 23 pág.

Kamenetsky, R. and Rabinowich, H. D. 2006. The Genus *Allium*: A Developmental and Horticultural Analysis. Horticultural Reviews. 32:329-337.

Kemper, K. J. 2000. Garlic (*Allium sativum*). Longwood Herbal Task Force. 49 p. In: <http://www.longwoodherbal.org>. Consultada en línea el 12 de junio de 2009.

Macias, V. L. M., Robles, E. F. J. y Velásquez, V. R. 2000. Guía para que los productores de ajo seleccionen su semilla. Folleto para Productores Núm. 27. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Ags., México. 12 p.

Macías, V. L M., C. C. Valdez M. y L. C. López F.2005. Guía para cultivar ajo en Aguascalientes. Folleto para Productores No. 21. INIFAP, Fundación Produce Aguascalientes A. C. p.2-3.

Mendoza. Vol. 4. 1997. 50 temas sobre producción de ajo. Argentina.

Miguel Martínez Planas. 1995. Agricultura Práctica. 2ª Edición. Impreso Editorial Ramón Sopena S.A. Horticultura 412 pág.

- Pardo, A. y Marín, C.** 2003. Caracterización de cultivares de ajo en Cubiro, Estado Lara. *Agronomía Tropical*. Venezuela. 53(4):381-395.
- Pérez, M. L. y Rico, J. E.** 2004. Virus fitopatógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Universidad de Guanajuato. Offset Libra, México, D. F. 143 p.
- Pérez-Moreno, L., Córdova-Rosales, Z. V., Rico-Jaramillo, E., Ramírez-Malagón, R., Barboza-Corona, E., Zuñiga- Zuñiga, J., Ruiz-Castro, S. y Silva-Rosales, L.** 2007. Identificación de virus fitopatógenos en ajo en el estado de Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:11-17.
- Rodolfo Velásquez Valle, Luis César López Frías y Pablo Valle García.** 2001. Manejo de la pudrición blanca del ajo en Aguascalientes. Campo Experimental Pabellón – CIRNOC. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 19. 14 p.
- Romheld, V. y El-Fouly, M.** 1999. Foliar nutrient application: Challenges and limits in crop production [Aplicación foliar de nutrientes: Desafíos y límites en la producción de cultivos]. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Foliar Fertilization [Actas del 2do Taller Internacional de Fertilización Foliar]*. Fertilizer Society of Thailand. Bangkok, Thailand.
- Sarita, V.** 1995. Cultivo de ajo. Serie Cultivos, Boletín Técnico No. 5, segunda edición, Fundación de Desarrollo Agropecuario. República dominicana, 24p.
- Sepúlveda, R. P.** 2001. Ajos. Aseguramiento de la calidad para un desarrollo exitoso de ajos de exportación. Informativo La Platina Num. 14. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.4p.
- Trejo, P. P.** 2006. Presentación, II Foro Nacional del Ajo. Memorias. Gobierno de Zacatecas; INIFAP, Fundación Produce, Zacatecas, SAGARPA, FIRA, Consejo Estatal de Productores de Ajo de Zacatecas A. C. Zacatecas, Zacatecas. México. P. 9-13.
- Trejo-Téllez, L., M. Rodríguez-Mendoza, Alcántar-González, G. y Gómez-Merino, F.** 2007b. Micronutrient foliar fertilization increases quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) in alkaline soils [La fertilización foliar de micronutrientes incrementa la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* L) en suelos alcalinos]. *Acta Horticulturae*, 729, 301-306.
- Trinidad Santos, A. y Aguilar Manjarrez, D.** (2000). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra*, 17, 247-255.

UNICIENCIA Vol. 27, No. 1, [232-244]. Enero – junio 2013 ISSN 1101 – 0275
www.revistas.una.ac.cr/uniciencia

Valdez, L. 2007. Guía de selección de semillas de ajo folleto para productores. N° 27.

Velásquez, V. R. y Medina, A. M. M. 2004. Guía para conocer y manejar las enfermedades más comunes de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto para Productores Núm. 34. Campo Experimental Pabellón, INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 18 p.

Vidal, D.1964. “El cultivo del ajo”. Diez temas sobre la huerta. (III) Edit. por el Ministerio de Agricultura, Madrid. pp 31-42.

Wójcik, P. 2004. Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization [Absorción de nutrientes minerales mediante fertilización foliar]. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12, 202-204, 212-213.

IX. APENDICE

Medias de las variables por tratamiento.

<i>Tratamientos</i>	<i>BULBO SECO (g)</i>	<i>DIAMETRO DEL BULBO (mm)</i>	<i>LONG. DE LA RAIZ (Cm)</i>	<i>RAIZ SECO (g)</i>
T1	10.55	23.72	16.55	1.75
T2	8.54	22.35	14.72	1.16
T3	9.94	23.51	16.72	2.27
T4	8.61	22.70	16.68	1.63
T5	5.47	16.59	11.89	0.58

X. ANEXOS

Anexos 1: Preparación del terreno

F-1



F-2



F-3 Plantación del ajo



Anexos 2: Germinación de los dientes de ajo *Allium sativum* L.

F-4



F-5



F-6



ANEXO 3: Muestreo en el campo de la planta de ajo *Allium sativum* L.

F- 7



F-8



F-9



F-10



ANEXO 4: Mediciones de la planta de ajo *Allium sativum* L en el laboratorio.

F-11



F-12



F-13



F-14



ANEXO 5: Cosecha del cultivo de ajo *Allium sativum* L.

F-15



F-16



F-17



F-18



F-19



F-20



F-19



F-20



ANEXO 6: Mediciones del rendimiento del cultivo de ajo *Allium sativum* L en el laboratorio.

F-21



F-22



F-23



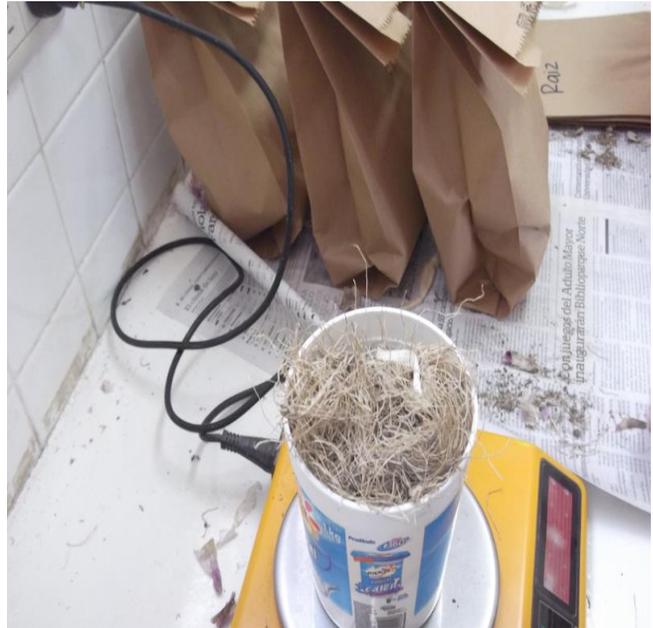
F-24



F-25



F-26



F-27



F-28

