

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de Fertilizantes Foliare con Diferentes Coadyuvantes en el Cultivo de Ajo (*Allium Sativum*)

Por:

**RODOLFO HERNÁNDEZ ABARCA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Fertilizantes Foliare con Diferentes Coadyuvantes en el Cultivo  
de Ajo (*Allium sativum*)

Por:

**RODOLFO HERNÁNDEZ ABARCA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente

Asesor Principal



Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Coasesor



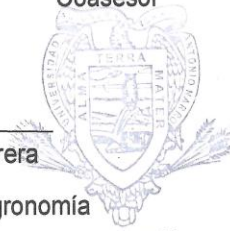
M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

*Primeramente agradecer a dios por darme la vida y permitirme nacer en una maravillosa familia como la que tengo, por haberme acompañado todo este tiempo desde que comencé con mis estudios y hasta hoy en día que cumplo una meta más en mi vida, por haberme guiado siempre por el buen camino a pesar de los momentos difíciles siempre encontré la salida y nunca me di por vencido.*

### **A MI ALMA TIERRA MATER**

*LA Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme la puertas y permitirme realizar una meta y un sueño de terminar una carrera profesional para ser una mejor persona tanto como para la sociedad como para mi familia, me siento orgulloso de haber pertenecido a mi alta tierra mater porque para mí fue como una segunda casa la cual me cobijo con sus sabiduría y permitirme realizar este sueño de ser agrónomo de la narro.*

### **A MIS ASESORES**

*Que siempre estuvieron con mígo apoyándome y brindándome su confianza al Dr. Luis miguel Lasso Mendoza, Dr. Marcelino Cabrera de la fuente, MC. Maximiliano Peña, MC. María Salazar Sánchez, gracias por todo su tiempo que pusieron en mí para llevar a cabo este trabajo de investigación, por haberme asesorado en la realización de mi tesis para lograr una meta más en la vida, por su amistad incondicional que siempre me dieron, no me queda más que darles las gracias.*

### ***A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS***

*Armando Jiménez, Miguel Ángel Gomes, Víctor Darícel, Felipe de Jesús, Leo Morares, Leo Velasco, Mónica Morales, Ana, Soledad Briseño, Catalina, Francisco Rojas, Francisco Abarca, Álvaro, Florífero, María, Daniela, David Rincón Montiel, les doy las gracias por la sincera amistad que me brindaron todo este tiempo que estuvimos conviviendo juntos, para mí fueron como una familia que se apoyaba mutuamente. Les deseo lo mejor de la vida, que Dios los bendiga y los guíe por un buen camino donde quiera que se encuentren. Gracias a todos ustedes.*

### ***DEDICATORIAS***

#### ***A MIS PADRES***

*Efrén Hernández Bautista, Rosa Cruz Abarca Méndez estoy infinitamente agradecido con ellos, ya que desde muy pequeño me inculcaron los valores de la vida, que para lograr algo en la vida siempre tiene que haber sacrificios, pero gracias a ellos con su apoyo y cariño que siempre me han brindado a pesar de mis tropiezos en la vida para lograr mi meta propuesta, siempre me han apoyado, hoy me lleno de orgullo al compartir este logro con ustedes porque sin ustedes no habría logrado mi formación profesional, no hay palabras para demostrarles mi eterno agradecimiento.*

### ***A MIS HERMANOS***

*Ana Isabel Hernández Abarca, Miguel Ángel Hernández Abarca, Ana Laura Hernández Abarca porque sin su apoyo, consejos y amor no hubiese sido posible culminar mis estudios, es por eso que quiero agradecer a ustedes el haberme apoyado siempre en las buenas y en las malas, hoy comparto con ustedes el fruto de una lucha constante y un largo camino recorrido pero por fin logrado, esta meta lograda es para ustedes con amor.*

### ***A MI FAMILIA***

*Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, en especial a mis papas, hermanos, tíos, primos, amigos, que de una u otra forma siempre me apoyaron, a mis abuelos que se adelantaron en el camino pero gracias a sus consejos y sabiduría he sabido salir adelante en donde quiera que se encuentren les doy las gracias y les dedico este escrito que culmina una meta más lograda en mi vida, mi carrera profesional.*

*A mi niño que llegó en el momento más especial de mi vida iluminando y llenando de bendiciones mi vida, gracias dios por el regalo más hermoso de la vida.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	III
DEDICATORIAS .....	IV
INDICE DE CONTENIDO .....	VI
INDICE DE CUADROS .....	IX
INDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XI
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
Hipótesis .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Aspectos generales del cultivo .....	3
2.1.1 Origen .....	3
2.1.2 Producción mundial .....	3
2.1.3 Producción nacional .....	4
2.1.4 Clasificación taxonómica .....	4
2.2 Descripción botánica .....	5
2.2.1 Raíz .....	5
2.2.2 Tallo .....	5
2.2.3 Hoja .....	5
2.2.4 Flor .....	6
2.2.5 Semilla .....	6
2.3 Requerimientos climáticos .....	6
2.4 Requerimientos edáficos .....	7
2.5 Preparación del terreno .....	7
2.6 Siembra .....	7
2.7 Requerimientos hídricos .....	8

2.8	Requerimientos nutricionales -----	9
2.9	Escardas -----	9
2.10	Fertilización foliar -----	9
2.10.1	Importancia de la fertilización foliar -----	10
2.10.2	Factores que influyen en la fertilización foliar -----	10
2.10.3	Ventajas de los fertilizantes foliares -----	11
2.10.4	Desventajas de los fertilizantes foliares -----	11
2.11	Ácidos húmicos -----	12
2.12	Ácidos fúlvicos -----	13
2.13	Enzimas -----	13
	<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS -----</b>	<b>14</b>
3.1	Localización del sitio experimental -----	14
3.2	Variedad de la Semilla -----	15
3.3	Características del sitio experimental -----	15
3.3.1	Clima -----	15
3.3.2	Suelo -----	16
3.3.3	Agua -----	16
3.3.4	Vegetación de la región -----	16
3.4	Descripción de los productos utilizados en el experimento -----	17
3.4.1	Miyamonte -----	17
3.4.2	Miyamino power -----	17
3.4.3	Miyation -----	18
3.4.4	Spring Soil -----	18
3.4.5	Serviagro (20-30-10) -----	19
3.4.6	Raízfol -----	19
3.4.7	Regufol -----	19
3.5	Tratamientos -----	20
3.5.1	Distribución de los tratamientos -----	20
3.5.2	Aplicación de los tratamientos -----	21
3.6	Diseño experimental -----	21

3.6.1 Completamente al azar -----	21
3.6.2 Modelo estadístico -----	21
3.7 Labores culturales del cultivo -----	22
3.7.1 Preparación del terreno -----	22
3.7.2 Siembra -----	22
3.7.3 Riego -----	23
3.7.4 Escardas -----	23
3.7.5 Plagas y enfermedades -----	23
3.7.6 Cosecha -----	24
3.8 Variables evaluadas -----	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES -----</b>	<b>26</b>
4.1 Rendimiento -----	26
4.2 Peso fresco del bulbo -----	27
4.3 Peso seco del bulbo -----	28
4.4 Longitud del bulbo -----	29
4.5 Diámetro del bulbo -----	30
4.6 Longitud de la raíz -----	31
4.7 Peso fresco de la raíz -----	32
4.8 Peso seco de la raíz -----	33
4.9 Numero de dientes -----	34
4.10 Firmeza del bulbo -----	35
<b>V. CONCLUSIÓN -----</b>	<b>36</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA -----</b>	<b>37</b>
<b>VII. APÉNDICE -----</b>	<b>40</b>



## VIII. ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características del suelo experimental -----	46
<b>Cuadro 2.</b> Componentes del producto Miyaraiz-----	46
<b>Cuadro 3.</b> Componentes del producto Miyamino Power-----	47
<b>Cuadro 4.</b> Componentes del producto Miyation -----	47
<b>Cuadro 5.</b> Componentes del producto Spring Soll -----	48
<b>Cuadro 6.</b> Componentes del producto Serviagro (20-30-10) -----	48
<b>Cuadro 7.</b> Componentes del producto Raízfol -----	49
<b>Cuadro 8.</b> Componentes del producto Regufol -----	49
<b>Cuadro 9.</b> Arreglo de los tratamientos, conforme a su aplicación -----	20
<b>Cuadro 10.</b> Fecha de aplicaciones de los tratamientos -----	21
<b>Cuadro 11.</b> Descripción de los parámetros a evaluar en el experimento -----	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la parcela donde se realizó la investigación -----	14
<b>Figura 2.</b> Rendimiento en la producción, con diferentes fertilizantes orgánicos y diferentes coadyuvantes -----	26
<b>Figura 3.</b> Acumulación de biomasa por bulbo, con diferentes fertilizantes orgánicos foliares y diferentes coadyuvantes -----	27
<b>Figura 4.</b> Acumulación de materia seca en los bulbos, con las diferentes aplicaciones de fertilizantes orgánicos -----	28
<b>Figura 5.</b> Diámetro del bulbo, con la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos con diferentes coadyuvantes -----	29
<b>Figura 6.</b> Longitud de la raíz, con diferentes fertilizantes foliares orgánicos y coadyuvantes utilizados -----	30
<b>Figura 7.</b> Longitud de la raíz con la aplicación de los fertilizantes foliares orgánicos y diferentes coadyuvantes -----	31
<b>Figura 8.</b> Peso fresco de la raíz con diferentes aplicaciones de fertilizantes foliares orgánicos con diferentes coadyuvantes -----	32
<b>Figura 9.</b> Peso seco de la raíz, con diferentes fertilizantes foliares y diferentes coadyuvantes -----	33
<b>Figura 10.</b> Numero de dientes, con diferentes aplicaciones foliares y diferentes coadyuvantes -----	34
<b>Figura 11.</b> Firmeza del bulbo, con diferentes aplicaciones foliares y diferentes coadyuvantes -----	35

## RESUMEN

La nutrición y la fertilización son factores de alto impacto en la producción y calidad en las hortalizas, el cultivo de ajo requiere de una formulación de N-P-K (100-80-60) al suelo, la cual se divide en tres etapas de aplicación, la primera etapa es de fondo (33.5-27-60), la segunda etapa es (33.5-27-00) cuando el cultivo ya tiene 3 hojas bien formadas y la tercera (33.5-27-00) en la formación de bulbos (Gispert, 1998). En la actualidad lo que se busca es reducir la fertilización de fondo a base de aplicaciones foliares, ya que los nutrientes aportados vía foliar son más fáciles de absorber por la planta en menos tiempo y menos desgaste de energía por la planta a diferencia de la fertilización en el suelo (Ordoñez, 1994). La presente investigación se realizó en el cañón de la roja, Municipio de Arteaga, Coahuila, durante el ciclo invierno- verano. El objetivo del trabajo fue: evaluar el efecto de los ácidos húmicos, fulvicos y enzimas en la producción y calidad del ajo en suelos con bajo contenido nutrimental. Se utilizó el cultivar criollo de la región, los tratamientos utilizados para esta investigación fueron: Miyamonte (Miyaraiz, Miyamino power, Miyation, Spring soil), Serviagro (20-30-10), Regufof, Raízfof y un testigo, se realizaron 5 aplicaciones de cada producto, la primera fue 42 DDT, la segunda 61 DDT, la tercera 81 DDT, la cuarta 101 DDT y la quinta 122 DDT. El diseño experimental utilizado en este trabajo fue completamente al azar con 4 tratamientos y el testigo, resultando 15 repeticiones con 2.7 m<sup>2</sup> por cada unidad experimental. Los datos se analizaron con el programa SAS con una comprobación múltiple de medias con el método de Tukey al 0.05. Por lo tanto en este trabajo realizado se obtuvieron resultados muy favorables y eficientes con la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos con diferentes coadyuvantes que se realizaron en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.).

**Palabras claves:** Ajo, coadyuvantes, fertilizantes foliares, ácidos húmicos, fulvicos y enzimas.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajo (*Allium Sativum*, L.), hoy en día es una de las hortalizas más rentables a nivel nacional debido a su gran importancia económica, el establecimiento de este cultivo es de 1.4 millones de hectáreas cosechadas en el año 2011, con una producción mundial de 23.7 millones de toneladas. De la cual, la mayor concentración de ajo se encuentra principalmente en China con una superficie del 59%. México por su parte ha sido uno de los principales productores de ajo en el mundo colocándose entre los diez primeros lugares de producción (FAO, 2011).

En México los principales estados productores de ajo son: Aguascalientes, Baja California, Guanajuato, Puebla, Sonora, Zacatecas, Oaxaca, Querétaro, y Guerrero (SAGARPA, 2010).

El consumo de ajo fresco per cápita anual es de aproximadamente 400 gramos, considerando que un 10% de la producción nacional se destina para uso industrial (aceite, polvo y medicamentos), un 63% se consume en fresco y el 27% se exporta (SIAP, 2011).

La fertilización foliar es un método confiable para la aportación de nutrientes a las plantas, se ha considerado tradicionalmente que la forma de nutrir las plantas es a través del suelo donde se supone que las raíces de la planta absorben el agua y los nutrientes necesarios, pero en los últimos años se ha desarrollado la fertilización foliar para proporcionar a la planta una nutrición balanceada tanto en la parte aérea como en el suelo (Chicaiza, 2004).

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores ya que ayuda a corregir las deficiencias nutrimentales de las plantas favoreciendo el desarrollo de los cultivos, mejorando el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no sustituye a la fertilización tradicional, pero si, es una práctica que sirve de apoyo para completar los requerimientos nutrimentales del cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Eibner, 1986).

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de los ácidos húmicos, fulvicos y enzimas en la producción y calidad del ajo en suelos con bajo contenido nutrimental.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar el rendimiento comercial del ajo, tratado con diferentes productos orgánicos.
- Determinar el número de bulbillos por cabeza de ajo.
- Detectar la influencia de los tratamientos en el crecimiento del sistema radicular de las plantas.
- Cuantificar el rendimiento en biomasa mediante la adición de los tratamientos empleados.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de ácidos húmicos, fulvicos y enzimas vía foliar en el cultivo de ajo mejoraran la calidad y el rendimiento, además de que contribuyen a la conservación del suelo mejorando sus características nutrimentales.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Aspectos generales del cultivo**

#### **2.1.1 Origen**

El origen del ajo se sitúa en las regiones de Asia Central, en el desierto siberiano, desde donde paso gracias a los pueblos nómadas a Arabia, Egipto, China y al Mediterráneo, a través de las diferentes rutas comerciales y las campañas militares de conquista que tuvieron lugar a lo largo de la historia. Se trata de una especie ampliamente cultivada en distintas partes del mundo y sus bulbos, además de ser objeto de un amplio consumo en alimentación, son empleados desde la antigüedad en medicina tradicional (USP25NF20, 2002).

#### **2.1.2 Producción mundial**

La producción mundial de ajo radica en las 9, 280,000 toneladas. Donde China se destaca como el principal país productor con una superficie de 482,300 ha, con un volumen de producción de 6, 444,066, seguido por India con una superficie de 114,400 ha y una producción de 517,700 ton, México por su parte ha sido uno de los principales productores de ajo en el mundo colocándose entre los diez primero lugares con un área sembrada de 4,913.85 ha y una producción de 47,429.07 ton (FAO, 2010).

### **2.1.3 Producción nacional**

En la República Mexicana, los estados productores más importantes son: Zacatecas, Guanajuato, Baja California, Sonora, Puebla, Aguascalientes, Oaxaca, Querétaro, Nuevo León y Guerrero. Con una superficie total sembrada de 4,913.85 ha y una producción total de 47,429.07 ton.

El consumo per cápita anual, es de aproximadamente 400 gramos; sin embargo se considera que el 10% de la producción nacional se destina para uso industrial, un 63% se consume en fresco y el 27% es exportado principalmente a los Estados Unidos de América, Unión Europea, Australia y Canadá (SIAP Y SAGARPA, 2010).

### **2.1.4 Clasificación taxonómica**

(Marzocca, 1985), describe al ajo dentro de la siguiente clasificación.

Reino: Plantae

División: Embryophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Monocotyledonea

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Subfamilia: Alloideae

Género: Allium

Especie: A. Sativum L.

## **2.2 Descripción Botánica**

### **2.2.1 Raíz**

Tiene raíces fibrosas adventicias, las cuales se desarrollan a partir del tallo verdadero y alcanzan profundidades de 70 a 80 cm, concentrándose la mayoría entre los 45 a 50 cm, son de color blanco, muy numerosas y con escasas ramificaciones (Infoagro, 2011).

### **2.2.2 Tallo**

Es una masa cónica en forma de discos que en la madurez forma un callo muy duro, cilíndrico y hueco, puede alcanzar una alturas de 1 a 2 mm, las yemas vegetativas axilares de las hojas se hipertrofian durante la fase de bulbificación, formando los dientes por acumulación de sustancias nutritivas que se encuentran rodeadas de túnicas. El conjunto de discos, dientes y túnicas se denominan bulbo, este es el órgano comercial aprovechable (Infoagro, 2011).

### **2.2.3 Hoja**

Las hojas son alternas y están compuestas de limbo y vainas; el limbo es plano, laminado y solido de aproximadamente 3 cm de ancho, lineal y termina en punta, sin nervios aparentes, las vainas son cilíndricas y constituyen un falso tallo (Kamenetsky y Rabinowich, 2006).



#### **2.2.4 Flor**

Se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas, cada flor presenta 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo (Sarita, 1995).

#### **2.2.5 Semilla**

Las semillas utilizadas para la plantación son la vegetativas (dientes) recolectados y seleccionados de la cosecha anterior, previamente tratadas para evitar contaminación de enfermedades, para su plantación es necesario escarificar el diente y someterlo a una refrigeración para romper la latencia y obtener un porcentaje más alto de germinación. Para sembrar una hectárea se necesita alrededor de 700 kg de bulbillos (Douglas, 1996).

### **2.3 Requerimientos climáticos**

Es una planta resistente a la helada, ya que requiere de un periodo fresco y húmedo durante el crecimiento, con periodos relativamente seco durante la maduración del bulbo. Una temperatura media de 25-30°C es la que mejor lleva a la formación de los bulbos, ésta se produce con fotoperiodos largos siendo acelerado por temperaturas altas de 25°C, con temperaturas bajas durante el desarrollo pueden inducir el brote de dientes ya formados (García, 2008).

## **2.4 Requerimientos Edáficos**

Para el cultivo de ajo se pueden emplear una gran diversidad de suelos con buen drenaje. La profundidad del suelo debe ser de al menos 50-60 cm. El ajo requiere suelos medios limosos, negros, bien drenados, ricos en humus y con adecuado contenido en potasio (García, 1998).

Los cultivos desarrollados en suelos sueltos o arenosos tienen una baja capacidad de retención de humedad y las cabezas producidas son de menor peso, mientras que las cabezas producidas en suelos pesados se deforman y durante la recolección muchas cabezas se rompen y maltratan, los suelos ácidos no son adecuados para el desarrollo de los dientes, con un pH de 5 a 7 tiene poco efecto en el crecimiento y rendimiento (Reveles, 2009).

## **2.5 Preparación del terreno**

Las labores deben comenzar unos seis meses antes de la plantación, éstas deben de dejar el terreno mullido y esponjoso en profundidad. Consistirán en una labor de arado profundo de 30-35 cm, seguido de 2 ò 3 rastreadas cruzadas. Con esta primera labor se enterraran los abonos orgánicos (García, 1998)

## **2.6 Siembra**

La siembra se realiza en octubre o en noviembre, aunque a veces se realiza plantaciones tardías a finales de diciembre y principios de enero. Se lleva a cabo en platabandas o en caballones.

1-. Platabandas: Este método es apropiado para grandes cultivos y para aquellas zonas donde existen dificultades para practicar riegos (zonas secas).

Se realizan con una anchura de 2-3 m y una separación de 0.7-1 m. la plantación se lleva a cabo en hoyos abiertos, dejando 30 cm entre línea y 20-25 cm entre planta de una misma línea.

2-. Caballones: es el sistema más empleado y el más adecuado para cultivar ajos con lugares con problemas de suministro de agua. Los caballones pueden construirse con arados de vertedera alto o con azadones.

El ancho de los surcos será de 50 cm y los bulbillos se plantaran a 20 cm entre sí y a 20-25 cm entre línea. La profundidad a la que se planten dependerá del tamaño del bulbillito, aunque suele ser 2-3 cm a lo mucho (García, 1998, INFOAGRO, 2013).

## **2.7 Requerimientos Hídricos**

El riego no es necesario, salvo en invierno y primavera sea muy seco o en terrenos sueltos, los riegos suelen realizarse por aspersión o por gravedad. Las necesidades hídricas del ajo alcanzan los 2,600 m<sup>3</sup>/ha, las cuales requiere la planta durante la formación de bulbos.

Entre los 30 y 90 días después de la siembra se debe regar cada 4-5 días y se irá aumentando progresivamente el tiempo de riego hasta aplicar 2 horas cuando las plantas tengan 3 meses días después de la siembra. Entre los 90 y 120 días después de la siembra se aplicaran 2 horas de riego cada 7 días, durante los 120-140 días después de la siembra cuando se acerca la cosecha debe suspenderse los riegos para favorecer el secado de los bulbos (Niel y Zunino, 1974).

## **2.8 Requerimientos Nutricionales**

El cultivo de ajo requiere de una fórmula N-P-K de 100-80-60, la cual se divide en tres etapas, en la primera etapa que es la de fondo debe llevar 33.5-27-60, en la segunda etapa 33.5-27-00 cuando ya tenga tres hojas bien formadas y la tercera etapa 33.5-27-00 en la formación del bulbo. Para obtener 1 kg de bulbo, las necesidades de N es de 2.33%,  $P_2O_5$  1.42%,  $K_2O$  2.50%, teniendo en cuenta la fertilidad del suelo pueden disminuirse las proporciones (Gispert, 1998).

## **2.9 Escardas**

El ajo es un cultivo que por sus características morfológicas cubre poco el terreno y, por tanto ofrece cierta facilidad al desarrollo de malas hierbas y la evaporación. Es de suma importancia mantener el cultivo limpio de malas hierbas, mediante las escardas oportunas. Se realiza la escarda manual o se aplica uno o varios herbicidas (INFOAGRO, 2013).

## **2.10 Fertilización foliar**

La fertilización foliar es un nuevo concepto de la nutrición vegetal que consiste en aportar pequeños complementos de la fertilización al suelo, con el propósito de suministrar los elementos que requieren las plantas en el momento más oportuno. Las aplicaciones foliares constituyen el medio más eficaz de colocación del fertilizante, es un medio para proporcionar nutrientes a la planta con la finalidad de que sean aprovechados en menor tiempo, con relación a las aplicaciones al suelo (Ordoñez, 1994).

### **2.10.1 Importancia de la fertilización foliar**

Como se sabe las plantas tienen la capacidad de absorber nutrientes a través de las hojas. La absorción tiene lugar mediante las estomas de las hojas y también a través de la cutícula de la hoja. El movimiento de los elementos es más rápido a través de las estomas, pero la absorción total puede ser la misma a través de la cutícula. Las plantas leñosas y las plantas herbáceas son también capaces de absorber nutrientes a través de la superficie de sus tallos o troncos (Tamhane, et al, 1964).

La aplicación se ubica en etapas fenológicas cercanas a la floración que es cuando muchos cultivos muestran un marcado incremento en la actividad metabólica y la absorción de los nutrientes es más eficaz (Gray, 1997).

### **2.10.2 Factores que influyen en la fertilización foliar**

Es necesario tomar en cuenta distintos factores que pueden afectar en la aplicación de fertilizantes foliares, como la fisiología de la planta, el ambiente y la formulación foliar la cual se debe tomar en cuenta la concentración de sales portadoras del nutriente, el PH de la solución y la adición de coadyuvantes.

Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De 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 (Kovacs, 1986).

### **2.10.3 Ventajas de la fertilización foliar**

- Aplicación de elementos requeridos en menores proporciones en el momento de utilización de los mismos, independizándose de la provisión del suelo.
- Aplicación aún en momentos de dificultad de provisión de los nutrientes por el suelo, stress hídrico temporario.
- Absorción y respuesta inmediatas.
- Mejoramiento de procesos parciales (calidad de grano, FBN).
- Trofobiosis: interacción Nutrición – sanidad.
- Aplicación uniforme de nutrientes.
- Aplicación tardía dentro del ciclo de desarrollo del cultivo.
- Aplicación de nutrientes aprovechando la aplicación de otros fitoterápicos.
- Sinergismo con fungicidas e insecticidas (residuales por ingesta).
- Es independiente de la disponibilidad del nutriente en suelo.

### **2.10.4 Desventajas de la fertilización foliar**

- Escaso efecto residual, por lo tanto su implementación debe ser estratégica.
- Limitada a productos con cierta movilidad en la planta, o debe ser inducida.
- Requiere de productos específicamente formulados, para no quemar y poder ingresar adecuadamente a la planta.
- Requiere de aplicaciones extra, salvo que se pueda incorporar a la aplicación de distintos agroquímicos.
- Todas estas propiedades hacen que sean productos de costo elevado en relación a la concentración del nutriente (Rodríguez, 1982).

## 2.11 Ácidos húmicos

Son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición. 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 (Gros, 1981).

Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante 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 (Carey, 2006).

Los ácidos húmicos no son solubles en agua y precipitan en medio ácido, pero son solubles en básico de color café oscura a negro, alto peso molecular, 62% de carbón y 30% de oxígeno. Los ácidos fulvicos 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).

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

## **2.12 Ácidos fúlvicos**

Los ácidos fúlvicos son compuestos que están constituidos por dos grupos que son: carboxílicos y fenólicos, estos grupos pueden absorber cationes cuando están en forma libre, siendo los cationes bivalentes que se adhieren con mayor fuerza a las cargas negativas.

los ácidos fulvicos son compuestos de bajo peso molecular, su color puede variar de amarillo a oscuro, dependiendo de la acides total que contenga y el contenido en  $-COOH$ , es mayor que en los ácidos húmicos, al igual que la tendencia a retener metales, formando sales o por la formación de quelatos y complejos de metales con sustancias húmicas pueden variar apreciablemente en su disponibilidad, por ejemplo se ha comprobado que los complejos de Fe con ácidos fulvicos transfieren más fácilmente el Fe a la planta (Stevenson y Schinitzer, 1982).

Los ácidos fulvicos poseen una relación C/H más baja y tienen mayor actividad con respecto a los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta (Vaughan et al, 1985).

## **2.13 Enzimas**

Las enzimas son proteínas que tienen la función de catalizadores biológicos, que provocan reacciones químicas, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente, además aceleran las reacciones en la célula (Artículo científico, 2013).

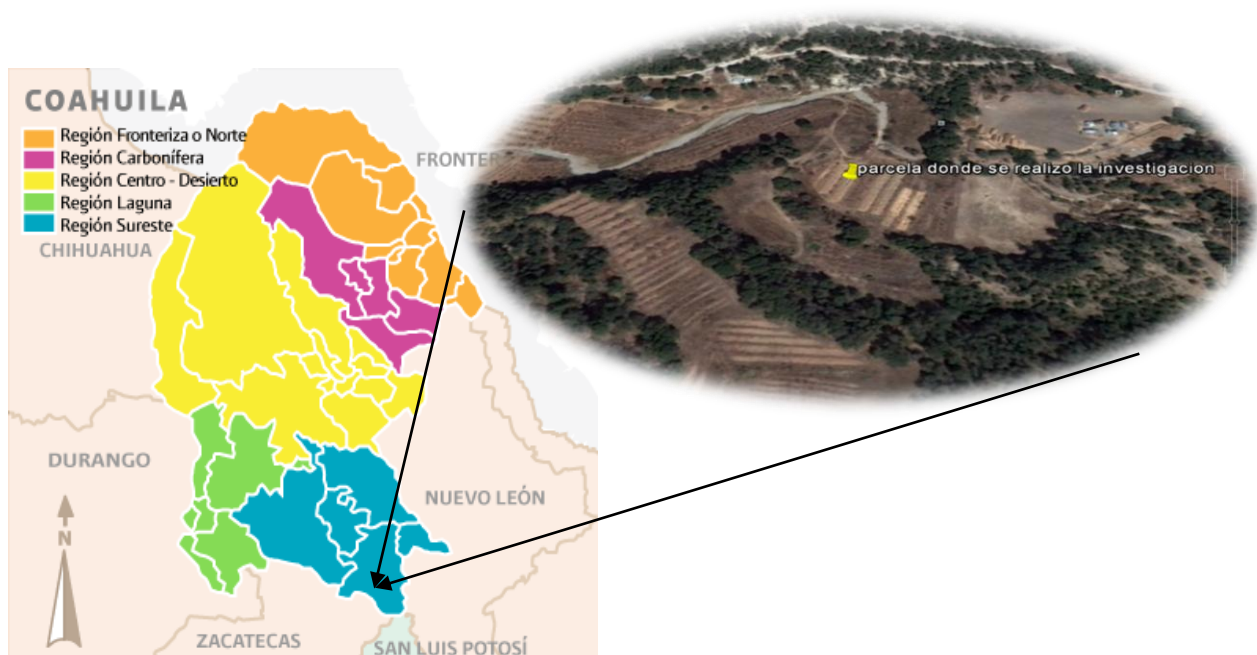
Así pues hablando de manera estricta, las enzimas no causan reacciones, sino que las aceleran, prácticamente puede decirse que las enzimas inducen estas reacciones en el sistema protoplasmático con lo cual se hace posible la vida (Wrba y Pecher, 1996).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el ciclo agrícola invierno-primavera, bajo condiciones de riego en la parcela del Rancho San Isidro, localizado en el Cañón de la Roja, que pertenece al municipio de Arteaga, Coahuila; el cual se ubica dentro de las coordenadas geográficas siguientes: 25° 26` latitud Norte, 100° 51` longitud Oeste con una altura de 1,920 msnm, con una precipitación media anual de 430.85 mm, con una temperatura máxima de 28 °C y una mínima de -3 °C (**figura 1**).



**Figura 1.-** Ubicación de la parcela donde se realizó la investigación

## **3.2 Variedad de la semilla**

En el experimento se realizó con una variedad de ajo criolla de saltillo, con una densidad de 243 000 plantas por hectárea, la cual fue proporcionada por el Dr. Emilio del departamento de suelos.

La semilla utilizada en el experimento fue producida y colectada en Saltillo, Coahuila, la cual presenta características de tolerancia a bajas temperaturas y de fácil adaptación (Dr. Emilio 2012).

## **3.3 Características del sitio experimental**

### **3.3.1 Clima**

La precipitación media anual del Cañón de la Roja 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. Las medias de anuales oscilan entre los 16 y 22 °C.

### **3.3.2 Suelo**

Los suelos que se encuentran en el Cañón de la Roja se han originado a partir de material geológico, los cuales son: lutitas, areniscas y rocas calizas, formando suelos de textura media, fina y gruesa, los principales suelos son: litosoles, feozem, calcarico, xerosol haplico y regosoles, físicamente el suelo es de textura arcillosa, de acuerdo a la densidad aparente tiene problemas de compactación. De acuerdo a sus características químicas tiene un pH ligeramente alcalino y una concentración de sales muy baja, lo que hace un suelo propicio para la mayoría de los cultivos, tiene una cantidad de materia orgánica baja, el nitrógeno es medianamente pobre, en fósforo es medianamente rico y en potasio extremadamente rico. El uso actual del suelo, es la explotación de árboles frutales de manzano, durazno y cultivos como maíz, frijol, trigo y cebada (**cuadro 1**).

### **3.3.3 Agua**

El agua utilizada para este experimento fue de un manantial que se ubica en la parte alta de la montaña, la cual se condujo por gravedad y se almacenó en una pila en donde se distribuía al cultivo, la calidad de agua con la que se regaba es de C2S1 (indica que es un agua de baja salinidad, bajo contenido en sodio y una conductividad media), que puede ser utilizada para todo tipo de cultivo.

### **3.3.4 Vegetación de la región**

La vegetación que caracteriza a esa región son los bosques en asociación de pinos (*Pinus* spp.), encinos (*Quercus* spp.), lechuguillas y pastos como *aristida*, *etriples* entre otros.

### **3.4 Descripción de los productos utilizados en el experimento**

#### **3.4.1 Miyaraiz**

Es un estimulante orgánico procedente de un extracto líquido de composta biológica de origen tropical rico en ácido fulvico y enriquecido con boro (B).

Miyaraiz está diseñado 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.

Miyaraiz 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 entrenudos, características que permiten reducir el tiempo de adaptación y pérdida de plántulas en el trasplante de campo **(cuadro 2)**.

#### **3.4.2 Miyamino power**

Miyamino power es un bioestimulante líquido de origen orgánico a base de ácidos fulvicos y aminoácidos, que permita su aplicación y fertilización foliar a diversos cultivos.

Miyamino power, estimula el desarrollo vegetativo favoreciendo la superación rápida a cualquier situación de estrés (fitotoxicidad; temperaturas adversas y heladas), provocada a la planta ya que le aporta elementos nutritivos de rápida asimilación, estimulando la actividad metabólica obteniendo mejor equilibrio hormonal, aumentando el crecimiento y producción de plantas mejorando las condiciones de floración y uniformidad en la maduración y tamaño de los frutos **(cuadro 3)**.

### 3.4.3 Miyation

Miyation es un fertilizante foliar orgánico elaborado a base de ácidos fulvicos de origen natural y funciona como un activador y liberador de nutrientes del suelo, mantiene los nutrientes disponibles en la solución del suelo para mejor absorción de la planta y distribución a sitios específicos de demanda de la planta. Proporciona estabilidad en la aparición de la solución nutritiva y evita precipitaciones de los elementos así como taponamiento de los goteros.

Miyation incrementa la capacidad de intercambio catiónico, así como también el aprovechamiento de los nutrientes por la planta. Mejora la actividad microbiana del suelo favoreciendo la micorrización en el sistema radicular, en aplicaciones foliares nos permite la apertura de estomas y translocación de los nutrientes de la planta. Es un sinergista de la aplicación con insecticida y fungicida biológico. Miyation puede ser aplicado vía riego y foliar mezclado con fertilizantes solubles, productos biológicos, insecticidas y fungicidas convencionales (**cuadro 4**).

### 3.4.4 Spring soil

Spring soil es un fertilizante foliar de materia orgánica líquida elaborada para activar los microorganismos y mejorar la estabilidad de los nutrientes 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 otros fertilizantes solubles durante todo el ciclo del cultivo (**cuadro 5**).

### **3.4.5 Serviagro (20-30-10)**

Serviagro (20-30-10) es un fertilizante foliar que proporciona a la planta 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 y el contenido de proteínas **(cuadro 6)**.

### **3.4.6 Raízfol**

Raízfol es un fertilizante foliar arrancador cuya fórmula es a base de hormonas enraizadoras, aminoácidos libres, ácidos fulvicos y zinc quelatado que induce y estimula el crecimiento de raíces y engrosamiento de tallos, ya sea de cultivo de siembra directa o trasplante, lo cual permite que se incremente el proceso de crecimiento y desarrollo de la planta **(cuadro 7)**.

### **3.4.7 Regufol**

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 fotosintético, el crecimiento y desarrollo vegetal **(cuadro 8)**.

### 3.5 Tratamientos

La selección de los tratamientos fue hecha en base a los diferentes productos utilizados en la investigación. Se utilizaron 5 tratamientos, los cuales fueron aplicados vía foliar para ver el comportamiento del cultivo ante los fertilizantes foliares orgánicos.

La aplicación de los tratamientos se realizó después de la aparición de 4 hojas en el cultivo de ajo, después de eso las aplicaciones fueron cada 21 días, realizando un total de 5 aplicaciones en todo el ciclo del cultivo (**cuadro 9**).

**Cuadro 9.-** Arreglo de los tratamientos, conforme a su aplicación.

Tratamientos	Productos	Dosis
T1	Testigo	-----
T2	Complejo de enzimas	8ml/L
T3	Serviagro (20-30-10)	5 ml/L
T4	Raízfol	5ml/L
T5	Regufol	5ml/L

#### 3.5.1 Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en el área experimental en camas de 10 m de largo por 3 m de ancho a una altura de 30 cm, con una superficie de 2.34m<sup>2</sup> por cada tratamiento obteniendo 6 surcos por unidad a una separación de 15 cm entre surco y suco.

### 3.5.2 Aplicaciones de los tratamientos

**Cuadro 10.-** Fecha de aplicaciones de los tratamientos

<b>Número de aplicación</b>	<b>Fechas</b>	<b>Fase fenológica</b>
1ª aplicación	16/nov/2012	42 DDT
2ª aplicación	06/dic/2012	61 DDT
3ª aplicación	26/dic/2012	81 DDT
4ª aplicación	15/ene/2013	101 DDT
5ª aplicación	05/feb/2013	122 DDT

### 3.6 Diseño experimental

#### 3.6.1 Completamente al azar

Se optó por utilizar este diseño ya que los tratamientos y las repeticiones fueron distribuidos aleatoriamente, no se tenía un control en el clima, el suelo era homogéneo en todas las repeticiones, misma topografía, ya que es el diseño que se acopla más al trabajo experimental en campo.

#### 3.6.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado en este experimento se ajusta a la formula siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ ; **tratamientos**

$j = 1, 2, \dots, r$ ; **repeticiones**



$Y_{ij}$ : donde la j-esima medición del tratamiento i-esimo.

$\mu$ : media general.

$\tau_i$ : efecto del i-esimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental de la j-esima medición del i-esimo tratamiento.

### **3.7 Labores culturales**

#### **3.7.1 Preparación del terreno**

El terreno se labro manualmente con un mes de anterioridad para mayor aireación y retención de humedad, para luego hacer el levantamiento de camas para el establecimiento del cultivo, las camas se hicieron de 80 cm de ancho por 3.80 m de largo y una altura de 20 cm. Cada cama estaba dividida en tres partes con callejones de 10cm de tratamiento a tratamiento.

#### **3.7.2 Siembra**

La siembra fue manual y se realizó el día 6 de octubre de 2012 directamente al suelo a una profundidad de 3 cm, a una distancia de planta a planta de 10 cm y 15 cm de hilera a hilera con un arreglo de tres bolillos, teniendo 6 hileras por cama. Después de la siembra se le aplicó un riego pesado para la hidratación de la semilla.

### **3.7.3 Riegos**

El riego se realizó con el apoyo de una pila en la cual se almacenaba el agua extraída del manantial, para la distribución del riego en el cultivo se utilizó un sistema por goteo, en la cual se colocaron 3 cintillas con emisores a cada 30 cm, con un gasto de 0.26 L/Ha, para cubrir bien la superficie del bulbo y la profundidad de la raíz y las necesidades hídricas del cultivo.

### **3.7.4 Escardas**

Se realizaron dos escardas, deshierbe, a porque al mismo tiempo para evitar que el bulbo estuviera expuesto a la radiación solar y sufriera quemaduras, esto se realizó con un escardillo. El primero fue deshierbe y escarda el día 22 de noviembre de 2012 y la segunda fue el 4 de febrero de 2013.

### **3.7.5 Plagas y enfermedades**

Las plagas que se presentaron en el cultivo de ajo fueron: la mosca del ajo y tiña del ajo, estas plagas fueron controladas con la aplicación de insecticida Picus 70 WG con una dosis de 5 g/L de agua. En cuanto a enfermedades no se nos presentó y que cada 20 días se aplicaba fungicida Flonex Mz 400 como preventivo.

### **3.7.6 Cosecha**

La cosecha se hizo el de 25 de abril de 2013. Se utilizó el siguiente índice de cosecha: el marchitamiento o doblado del tallo, el cual se encuentra cerca del eje superior del bulbo, la recolección se realizó cuando el 20% de las plantas se habían doblado del tallo falso y postrado en el suelo.

La cosecha se realizó 6 meses después de la siembra, para realizar la actividad de cosecha se ocupó de un talache para ir aflojando el suelo para facilitar el sacado de los bulbos, luego se eliminaron las raíces y la parte aérea quedando únicamente el bulbo para realizar el conteo de bulbos por tratamiento, para luego pesarlos en una báscula de reloj para sacar el rendimiento promedio por hectárea, luego se empaco en cajas de plástico para llevarlos al laboratorio y hacer las mediciones correspondientes.

## **3.8 VARIABLES EVALUADAS**

### **3.8.1 Mediciones a la planta**

Para evaluar la respuesta del ajo a los tratamientos aplicados se hicieron 5 muestreos: el primero fue el día 16 de noviembre de 2012, el segundo el 6 de diciembre de 2012, el tercero el 26 de diciembre de 2013, el cuarto el 15 de enero de 2013 y el ultimo muestreo se realizó el día 5 de febrero de 2013. En cada tratamiento se seleccionaban 3 plantas al azar, haciendo un total de 45 plantas por los 5 tratamientos, los cuales se llevaban al laboratorio para realizarles las mediciones de peso fresco del bulbo, peso seco del bulbo, longitud del bulbo, diámetro del bulbo, longitud de la raíz, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz, para sacar las muestras se utilizó una pala y bolsas de papel para llevar las muestras (**Cuadro 11**).

**Cuadro 11.-** Descripción de los parámetros a evaluar en el experimento

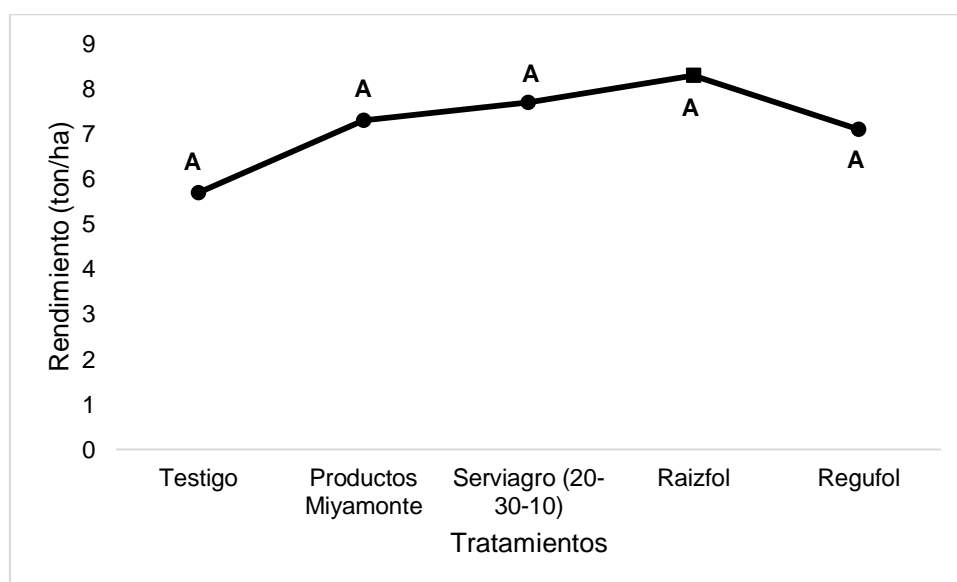
<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
<b>Peso fresco del bulbo (g)</b>	Esta actividad se realizó con la ayuda de una báscula analítica.
<b>Peso fresco de la raíz (g)</b>	Esta actividad se realizó con la ayuda de un bisturí para separar la raíz del bulbo y pesarlo en una balanza analítica.
<b>Peso seco de la raíz (g)</b>	Para determinar el rendimiento por tratamiento de materia seca de la raíz, se puso a secar en la estufa con circulación de aire a una temperatura de 75°C por 72 horas.
<b>Diámetro del bulbo (mm)</b>	Esta actividad se realizó con la ayuda de un vernier digital.
<b>Longitud de la raíz (cm)</b>	Esta actividad se realizó con una regla de 60 cm, tomando como referencia el tallo del bulbo hasta el meristemo terminal de la raíz.
<b>Peso seco del bulbo (g)</b>	Para determinar el rendimiento por tratamiento de materia seca del bulbo, se secaron en una estufa con circulación de aire, a una temperatura de 75°C por 72 horas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Rendimiento

Según los resultados obtenidos nos indica que no existe deferencia entre los tratamientos, pero se observa que el T3 (Raízfol) es el que sobresale con un rendimiento de 8.3 ton/ha, a diferencia del testigo con 5.7 ton/ha, Con respecto al T1 (productos Miyamonte) presenta un rendimiento de 7.3 ton/ha, T2 (20-30-10) con 7.7 ton/ha, T4 (Regufol) 7 con ton/ha, que sobresalen al testigo (figura 2).

De acuerdo a Chicaiza (2004), menciona que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos influyen significativamente en el rendimiento, esto concuerda con los resultados obtenidos en el experimento.

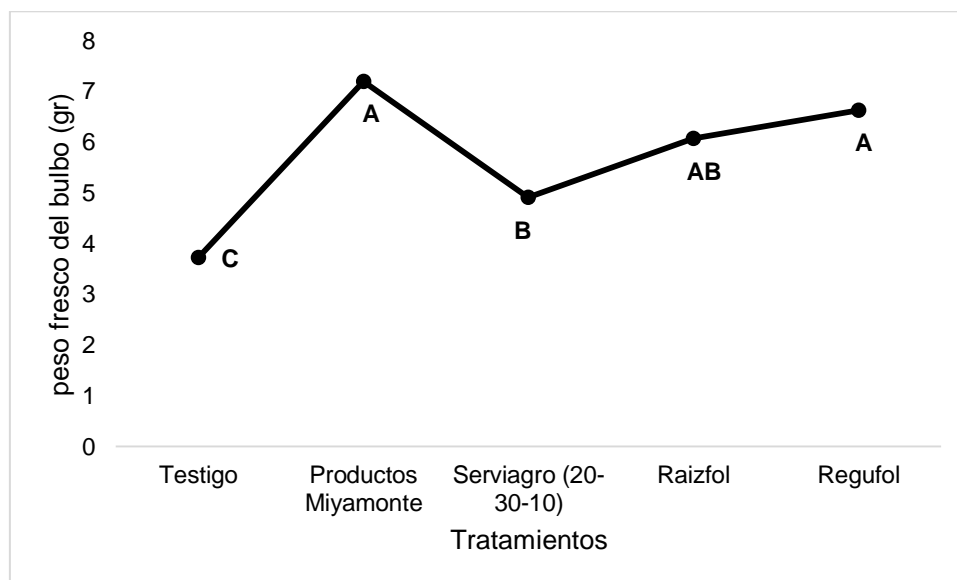


**Figura 2.-** Rendimiento en la producción, con diferentes fertilizantes foliares orgánicos y diferentes coadyuvantes.

## 4.2 PESO FRESCO DEL BULBO

Con resultados obtenidos si existe un efecto significativo entre tratamientos (Tabla 13 del apéndice tal), sobresaliendo el T1 (Productos Miyamonte) con 7.2 gr/bulbo a diferencia del testigo con 3.7 gr/bulbo, en cuanto a acumulación de biomasa por bulbo, en cuanto a los demás tratamientos el que más se apega al T1 es el T4 (Regufol) con 6.6 gr/bulbo, el T3 (Raízfol) con 6 gr/bulbo y el T2 (Serviagro) con 4.9 gr/bulbo no se apegan al T1 pero sobrepasan al testigo en acumulación de biomasa (figura 3).

De acuerdo con Lorente (1997), menciona que a través de la aportación de nutrientes vía foliar ayudan a la planta, que elementos inmóviles en el suelo sea más fácil su absorción y movilidad si son aplicados foliar a las hojas, lo que influye significativamente en la acumulación de biomasa.

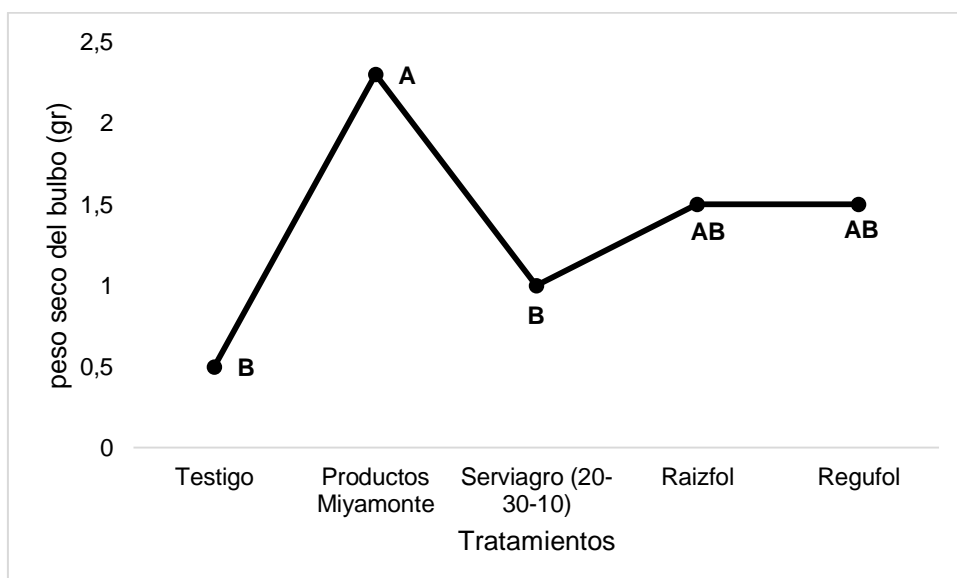


**Figura 3.-** Acumulación de biomasa por bulbo, con diferentes fertilizantes orgánicos foliares y diferentes coadyuvantes.

### 4.3 PESO SECO DEL BULBO

En el cuadro 14 del apéndice. Se muestran los datos de análisis de varianza con su coeficiente de variación, y en la figura 4. Se presentan los valores medios de biomasa seca en (gr), los cuales se encuentran plasmados en una gráfica con los diferentes tratamientos usados, se observa que existe significancia entre los tratamientos, sobresaliendo con mejores resultados el T1 (Productos Miyamonte), con un acumulado de materia seca de 2.3 gr/bulbo, a diferencia del testigo que presenta 0.5 gr/bulbo de materia seca, se observa también que el T4 (Regufol) con 1.5 gr/bulbo, el T3 (Raízfol) con 1.4 gr/bulbo y el T2 (Serviagro) con 1.1 gr/bulbo presentan un mayor peso en materia seca que el testigo.

De acuerdo con Faundez (1996), menciona que la materia seca del bulbo posee un alto porcentaje de acumulación de biomasa a través del tiempo lo cual genera mayor rendimiento en los bulbos frescos.

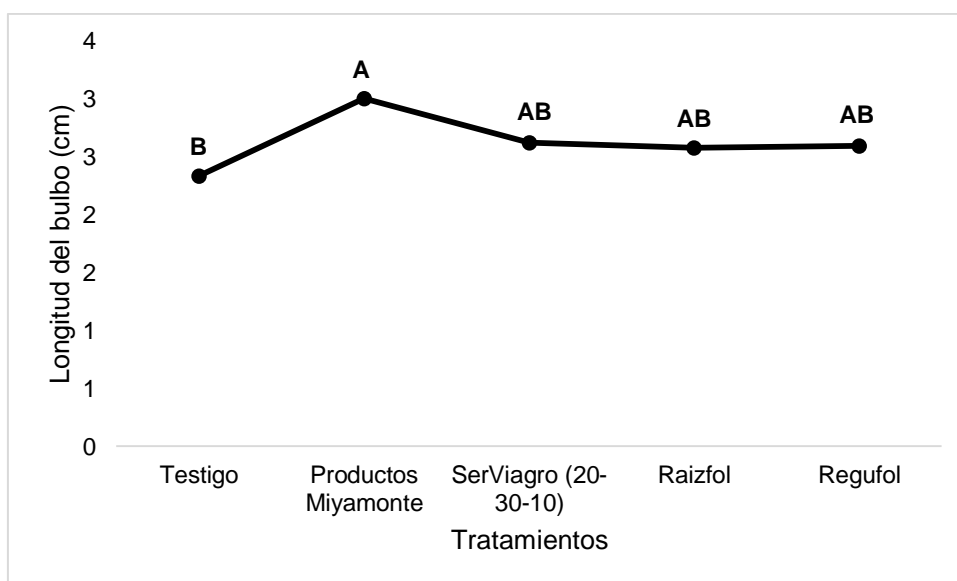


**Figura 4.-** Acumulación de materia seca en los bulbos, con las diferentes aplicaciones de fertilizantes orgánicos.

#### 4.4 LONGITUD DEL BULBO

En el cuadro 15 del apéndice, se encuentra el análisis de varianza con el coeficiente de variación y en la figura 5. Se muestra los valores medios de la longitud de la raíz en cm, con su respectiva gráfica y fertilizantes utilizados.

Con los resultados obtenidos en la gráfica y la tabla ANOVA nos indica que si existe significancia entre tratamientos, sobresaliendo el T1 (Productos Miyamonte) con 3 cm de longitud del bulbo, a comparación del testigo que presento 2.3 cm, mientras que el T2 (Serviagro), el T3 (Raízfol) y el T4 (Regufol) presentan la misma longitud de bulbo con 2,6 cm, sobresaliendo por muy poco al testigo.



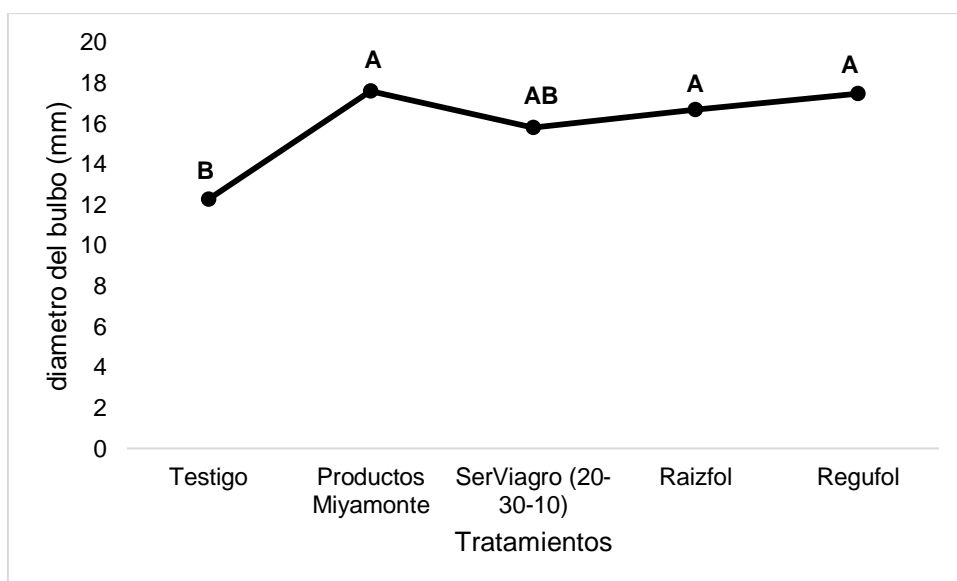
**Figura 5.-** longitud de la raíz, con los fertilizantes orgánicos y coadyuvantes utilizados.



## 4.5 DIAMETRO DEL BULBO

En la figura 6, se presentan los valores medios del diámetro del bulbo en (mm) con los diferentes tratamientos, los cuales se encuentran graficados, con los resultados obtenidos nos indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, los que sobresalen con mejores resultados en promedio fueron, el T1 (Productos Miyamonte) con 17.6 mm/bulbo, el T4 (Regufol) con 17.5 mm/bulbo y el T3 (Raízfol) con 16.7 mm/bulbo, a diferencia del testigo con 12.3 mm/bulbo.

Según Ledesma (1997), menciona que el requisito indispensable para que haya una buena bulbificación, es la captación del estímulo termo y foto periódico de la planta.



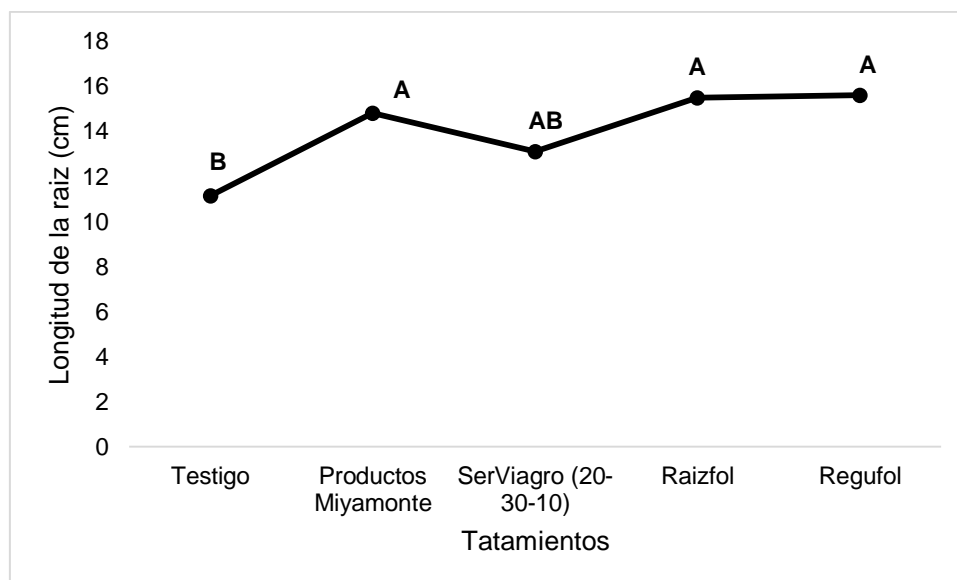
**Figura 6.-** Diámetro del bulbo de ajo, con la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos con diferentes coadyuvantes.

## 4.6 LONGITUD DE LA RAÍZ

En el cuadro 17 del apéndice, se muestra el análisis de varianza con el coeficiente de variación, y en la figura 7. Se muestran los valores medios de longitud de raíz en (cm), respectivamente graficados, los tratamientos que presentaron mayor longitud de raíz fueron, el T4 (Regufol) con 15.6 cm, el T3 (Raízfol) con 15.5 cm, y el T1 (Productos Miyamoto) con 14.8 cm, en comparación al testigo con 11 cm de longitud de raíz.

Mientras que el T2 (Serviagro) presentó una longitud de 13 cm sobresaliendo por muy poco al testigo, según los resultados obtenidos en la gráfica indica que si existe diferencia entre nuestros tratamientos.

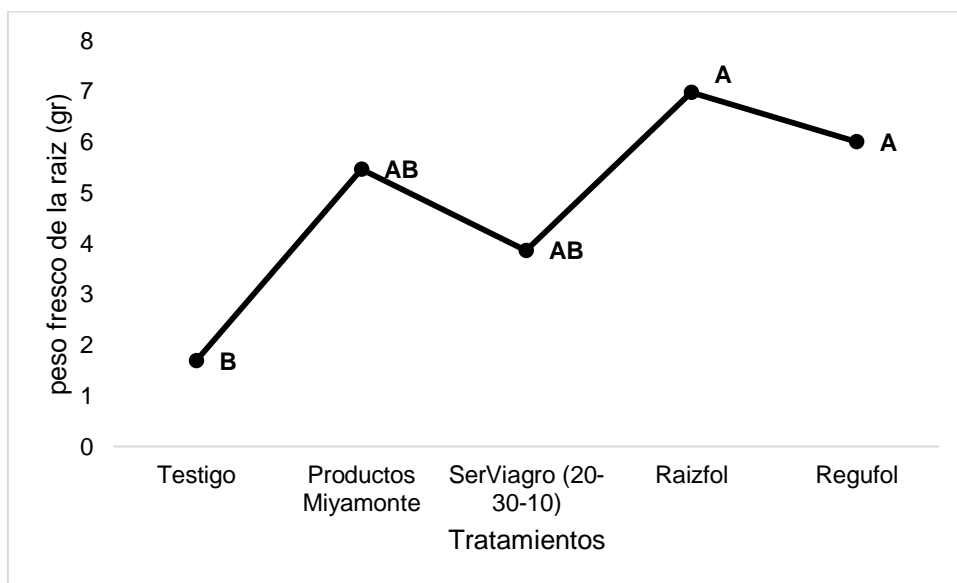
De acuerdo a Aldana (2010), menciona que las hormonas enraizantes son compuestos orgánicos que estimulan crecimiento y la actividad de la planta favoreciendo y acelerando el desarrollo de las raíces.



**Figura 7.-** Longitud de la raíz con los diferentes fertilizantes orgánicos y coadyuvantes usados.

#### 4.7 PESO FRESCO DE LA RAÍZ

En la figura 8. Se presentan los valores medios del peso seco de la raíz en (gr), con las diferentes aplicaciones de fertilizantes foliares, respectivamente graficado, con los resultados obtenidos se observa que si existe significancia entre los tratamientos, sobresaliendo el T3 (Raízfol) con 7 gr de peso fresco en la raíz, al igual que el T4 con 6 gr/raíz, a diferencia del testigo que se quedó muy abajo con 1.7 gr/raíz, mientras que el T1 (Productos Miyamonte) con 5.5 gr y el T2 (Serviagro) con 3.9 presentan muy poca diferencia al testigo, pero no lo suficiente para superar al T3 y al T4.

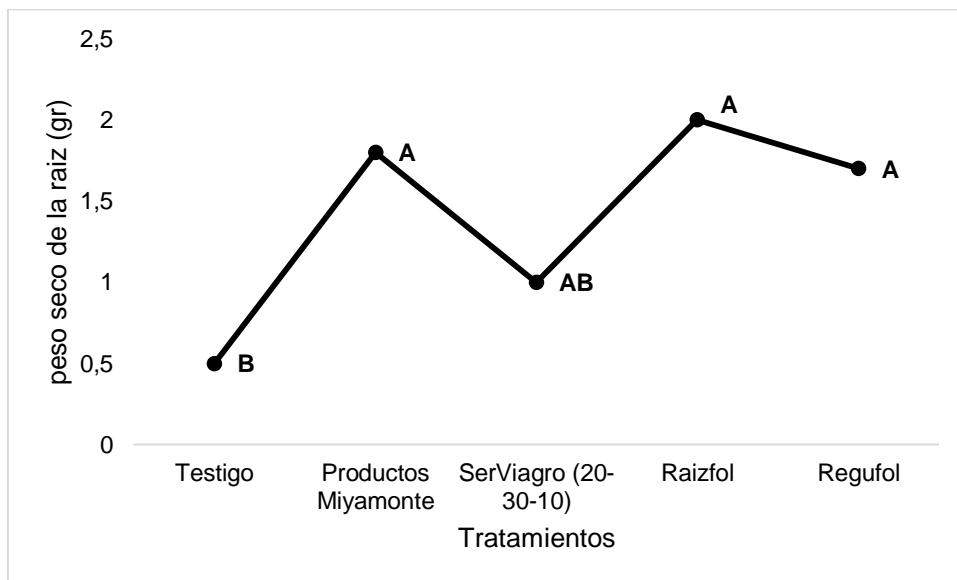


**Figura 8.-** Peso fresco de la raíz con diferentes aplicaciones de fertilizantes foliares orgánicos con diferentes coadyuvantes.

#### 4.8 PESO SECO DE LA RAÍZ

En la figura 9. Se presentan los valores medios de peso seco de la raíz, con los diferentes fertilizantes foliares con su respectiva gráfica, con los resultados obtenidos nos indica que si existe significancia entre tratamientos, los mejores tratamientos que sobresalieron fueron el T3 (Raízfol) con 2 gr, el T1 (Productos Miyamonte) con 1.7 gr y el T4 con 1.6 gr de peso seco de la raíz, a diferencia del testigo que es sumamente rebasado con 0.4 gr de peso seco de la raíz. Mientras que el T2 (Serviagro) presenta un peso de raíz seca de 1 gr con muy poca diferencia al testigo.

Según Clark (2003), menciona que es un impedimento mecánico el crecimiento de raíces y una consecuente producción de etileno, ya que podría favorecer un aumento en el diámetro de las raíces y menor elongación.

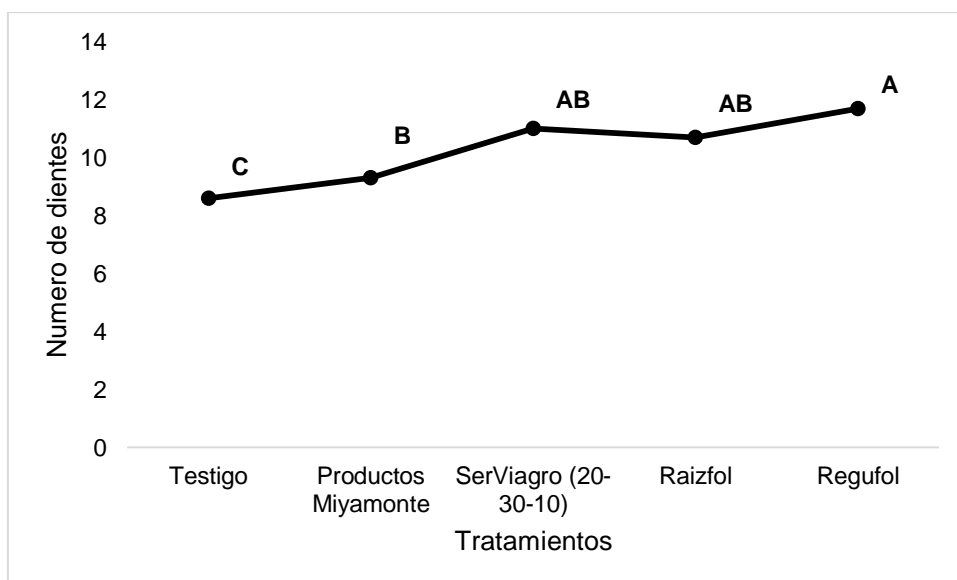


**Figura 9.-** Peso seco de la raíz, con los diferentes fertilizantes foliares con diferentes coadyuvantes aplicados.

#### 4.9 NÚMERO DE DIENTES

En el cuadro 21 del apéndice. Se muestra el análisis de varianza, con el coeficiente de variación, y en la figura 10. Se presentan los valores medios de número de dientes, respectivamente graficados con los fertilizantes utilizados. Con los resultados obtenidos se observa que si existe significancia entre los tratamientos, sobresaliendo con mejores resultados el T4 (Regufol) con una media de 11.7 dientes a diferencia del testigo que presenta una media de 8.7 dientes, mientras que el T2 (Serviagro) presenta una media de 11 dientes y el T3 (Raízfol) una media de 10.7 dientes a diferencia del testigo que lo sobrepasan.

De acuerdo a Masías (2000), menciona que el número óptimo de dientes por bulbo varía entre los 8 y 12 dientes, pero se pueden obtener bulbos con 15 dientes o más, con nuestros resultados obtenidos en el experimento nos indica que nos encontramos dentro del número óptimo de dientes por bulbo.

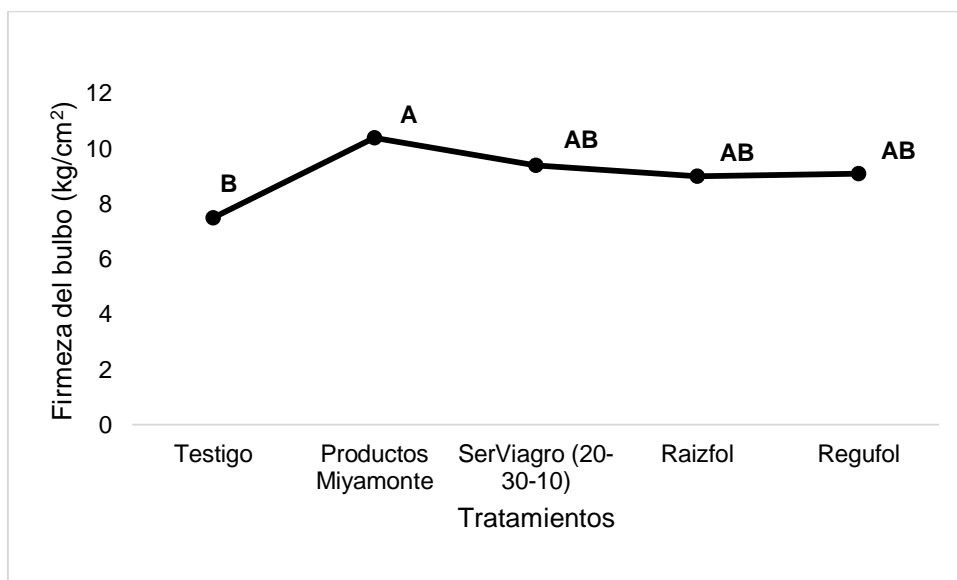


**Figura 10.-** Número de dientes con los diferentes fertilizantes foliares y coadyuvantes.

#### 4.10 FIRMEZA DEL BULBO

En el cuadro 22 del apéndice. Se muestra el análisis de varianza con el coeficiente de variación, y en la figura 11. Se muestran los valores medios de firmeza del bulbo en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , mismo que se encuentra graficado por valor de cada tratamiento. El T1 (Productos Miyamonte), fue el que presentó mayor resistencia a la penetración y compactación del bulbo con una resistencia de penetración de  $10.4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ , a comparación del testigo que presenta una resistencia de  $7.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .

El T2 (Serviagro), el T3 (Raízfol) y el T4 (Regufol), presentan una similitud en la resistencia a la penetración a diferencia del testigo, esto nos indica de la importancia que tiene la firmeza del bulbo ya que permite obtener una mayor conservación del producto comercial.



**Figura 11.-** Firmeza del bulbo con los diferentes fertilizantes orgánicos y coadyuvantes.

## V. CONCLUSIONES

La aplicación de ácidos húmicos, fúlvicos y enzimas vía foliar en el ajo, aumentaron significativamente en la producción y calidad del producto de interés comercial con mayor firmeza.

La aplicación de fertilizantes orgánicos foliares con diferentes coadyuvantes en el ajo superaron la media de producción, con la aplicación del producto Raízfol arrojando un rendimiento de 8.7 ton/ha, a comparación del testigo que arrojó un rendimiento de 5.7 ton/ha.

Con la aplicación de fertilizantes foliares se mantuvo la media de 8-12 dientes por bulbo, con la aplicación del producto Serviagro (20-30-10) con 11 dientes por bulbo, superando también al testigo que presentó 8 dientes por bulbo, obteniendo bulbos de buena calidad y buen rendimiento en la cosecha aun sembrando fuera de época.

## VI. LITERATURA 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.
- Castellanos R.J.Z.; Ojo de agua, S. J. L., Méndez G., F.S., y Vargas, J., P. 2006.** Estudios sobre la fertilización de ajo morado en Guanajuato. En memorias I I Foro Nacional de ajo. Zacatecas, Zacatecas. 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.
- Domínguez, A 1989.** Tratado de fertilización. Primera edición. Ediciones Mundi. Madrid España. 57-58 pp.
- Eibner, R. 1986.** Folia fertilization absorption and prospects in production. Pp. 3-13.
- Faundez, 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.
- Fageria, N., Barbosa Filho, Moreira, A. y Gguinaraes, C. 2009.** Foliar fertilization (fertilización foliar en plantas de cultivo). *Journal of Plant Nutrition*, 32, 1044-1064 pp.
- García, R.A. 1998.** El cultivo de ajo y su aprovechamiento. 2ª edición. Ediciones Mundi prensa. Madrid. Pp. 17-18.
- Guenkov, G. 1980.** Fundamento de la horticultura cubana. La Habana: Editorial Organismo. Pp. 265.



- SAGARPA. 2012.** Base de datos estadísticos. (En línea) citada en febrero de 2014. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).
- 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 pp.
- Ledesma, A., S. B. Nuñez y J. A. Arguello. 1997.** Bulbing physiology in garlic (*Allium sativum* L.). cv rosado paraguayo. I I . Characterization of the ontogenic stages by shoot growwth dynamics and its relation to bulbing. *Acta hort.* 433: 405-416 pp.
- John Seymour. 1991.** El horticultor Autosuficiente. 2ª Edición. Impreso graficas Guada S.A.Lilaceas 146 pág.
- Juan B. Lorente Herrera. 1998.** Biblioteca de la agricultura. 2ª Edición. Impresión IDEA-Books S.A. Cultivo de ajo 594 pág.
- Kemper, K. J. 2000.** Garlic (*Allium sativum* L.). longwood Herbal Task Forcé. 49 p. in: <http://www.longwoodherbal.org>. Consultada en línea el 12 de febrero de 2013.
- Kamenetsky, R and Rabinowich, H. D. 2006.** The Genus *Allium*: A Developmental and horticultural Analisis. *Horticultural Reviews*.32:329-337 pp.
- Masías, 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, Aguascalientes., México. 12 pp.
- Masías, V.L.M., C.C. Valdez M. y L.C. López F. 2005.** Guía para cultivar ajo en Aguascalientes. Folleto para productores núm. 21. INIFAP, fundación produce Aguascalientes A. C. pp. 23.

- Pérez, M.L y Rico, J. E. 2004.** Virus Fito patógenos en cultivos hortícolas de importancia económica en el estado de Guanajuato. Universidad de Guanajuato. Offset, México, D.F. 143 pp.
- Pedro, A. y Martin, C. 2003.** Caracterización de cultivares de ajo, agronomía tropical. Venezuela. 53 (4): pp. 381-395.
- Pérez-Moreno, L., Córdova-Rosales, Z.V., Rico-Jaramillo, E., Ramirez-Malagon, R., Barboza-Corona, E., Zuniña-Zuñiga, J., Ruiz-Carlos, S. y Silva-Rosales, L. 2007.** Identificación de virus Fito patógenos en ajo en el estado de Guanajuato, México. Revista mexicana de fitopatología 25:11-27 pp.
- Rodolfo Velásquez valle, Luis cesar 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 pp.
- Sarita, V. 1995.** Cultivo de ajo. Serie cultivos, boletín técnico núm. 5, segunda edición, fundación de desarrollo agropecuario. República dominicana, 24 p.
- Trinidad Santos, A. y Aguilar Manjarrez, D. 2000.** Fertilización foliar, in respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra, 17, 247-255 pp.
- 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 de ajo”. Diez temas sobre la huerta. ( I I I ) Edit. Por el ministerio de agricultura, Madrid. Pp. 31-42.
- Wojcik, P. 2004.** Uptake of mineral nutrients from foliar fertilization (absorción de nutrientes minerales mediante fertilización foliar). Jounar of fruit and ornamental plant research, 12, 202-204, 212-213 pp.

## VII. APÉNDICE

### Cuadro 12.- VARIABLE: RENDIMIENTO

#### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	12954272.27	2159045.38	1.38	0.3273
ERROR	8	12503799.07	1562974.88		
TOTAL	14	1425458071.33			

C.V= 17.3%

$\mu$ = 7.22 ton

#### MEDIAS Y AGRUPAMIENTOS DEL RENDIMIENTO

Tratamientos	Medias (ton/ha)	Agrupamiento
Testigo	5.7	A
Miyamonte	7.3	A
Serviagro (20-30-10)	7.7	A
Raízfol	8.3	A
Regufol	7.0	A

### Cuadro 13.- VARIABLE: PESO FRESCO DEL BULBO

#### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	24.24137250	4.04022875	13.26	0.0009
ERROR	8	2.43723833	030465479		
TOTAL	14	26.67861083			

C.V= 9.6%

$\mu$ = 5.71 gr

MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DEL PESO FRESCO DEL BULBO

Tratamientos	Medias (gr)	Agrupamiento
Testigo	3.7	C
Miyamonte	7.2	A
Serviagro (20-30-10)	4.9	B
Raízfol	6.1	AB
Regufof	6.6	A

**Cuadro 14.-** VARIABLE: PESO SECO DEL BULBO

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GA	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	6.36535667	1.06089278	5.95	0.0123
ERROR	8	1.42593083	0.17824135		
TOTAL	14	7.79128750			

C.V= 30.3

$\mu = 1.39$  gr

MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DEL PESO SECO DEL BULBO

Tratamientos	Medias (gr)	Agrupamiento
Testigo	0.5	B
Serviagro	2.3	A
Serviagro (20-30-10)	1.0	B
Raízfol	1.5	AB
Regufof	1.5	AB

**Cuadro 15.- VARIABLE: LONGITUD DEL BULBO**

## ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	0.86700000	0.14450000	3.95	0.0389
ERROR	8	0.29283333	0.03660417		
TOTAL	14	1.15983333			

C.V= 7.2%

 $\mu = 2.61$  cm

## MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DE LA LONGITUD DEL BULBO

Tratamientos	Medias (cm)	Agrupamiento
Testigo	2.3	B
Miyamonte	2.9	A
Serviagro (20-30-10)	2.6	AB
Regufol	2.6	AB
Raízfol	2.6	AB

**Cuadro 16.- VARIABLE: DIAMETRO DEL BULBO**

## ANALISIS DE VARANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	57.73382250	9.62230375	4.76	0.0234
ERROR	8	16.16730500	2.02091313		
TOTAL	14	73.90112750			

C.V= 8.9%

 $\mu = 15.98$  mm

## MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DEL DIAMETRO DEL BULBO

Tratamientos	Medias (mm)	Agrupamiento
Testigo	12.3	B
Miyamonte	17.6	A
Serviagro (20-30-10)	15.8	AB
Raízfol	16.7	A
Regufof	17.5	A

## Cuadro 17.- VARIABLE: LONGITUD DE LA RAÍZ

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	45.81647250	7.63607875	6.99	0.0075
ERROR	8	8.73528833	1.09191104		
TOTAL	14	54.55176083			

C.V= 7.5%

$\mu$ = 14.02 cm

## MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ

Tratamientos	Medias (cm)	Agrupamiento
Testigo	11.1	B
Miyamonte	14.8	A
Serviagro (20-30-10)	13.1	AB
Raízfol	15.5	A
Regufof	15.6	A

**Cuadro 20.- VARIABLE: LONGITUD PARTE ÀEREA**

## ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	607.9865833	101.3310972	26.46	0.0001
ERROR	8	30.640000	3.83025000		
TOTAL	14	638.6285833			

C.V= 5.6%

 $\mu = 34.92$  cm

## MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DE LA LONGITUD DE LA PARTE AEREA

Tratamientos	Medias (cm)	Agrupamiento
Testigo	23.7	C
Miyamonte	42.9	A
Serviagro (20-30-10)	34.7	B
Raízfol	35.6	B
Regufol	37.7	AB

**Cuadro 21.- VARIABLE: NÚMERO DE DIENTES**

## ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	22.4000000	3.73333333	6.59	0.0090
ERROR	8	4.53333333	0.56666667		
TOTAL	14	26.93333333			

C.V= 7.3%

 $\mu = 10.3$  dietes

## MEDIAS Y AGRUPAMIENTO DE NÚMERO DE DIENTES

Tratamientos	Medias	Agrupamiento
Testigo	8.7	C
Miyamonte	9.3	B
Serviagro (20-30-10)	11	AB
Raízfol	10.7	AB
Regufof	11.7	A

## Cuadro 22.- VARIABLE: FIRMEZA DEL FRUTO

### ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P> F
TRATAMIENTOS	6	15.27778667	2.54629778	3.74	0.0447
ERROR	8	5.44437333	0.68054667		
TOTAL	14	20.72216000			

C.V= 9.1%

$\mu = 9.1 \text{ kg/cm}^2$

## MEDIA Y AGRUPAMIENTO DE LA FIRMEZA DEL BULBO

Tratamientos	Medias (kg/cm <sup>2</sup> )	Agrupamiento
Testigo	7.5	B
Miyamonte	10.4	A
Serviagro (20-30-10)	9.4	AB
Raízfol	9.0	AB
Regufof	9.1	AB



**Cuadro 1.- CARACTERISTICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL**

<b>Características</b>	<b>Valor</b>	<b>unidades</b>
	32.5	% Arena
Textura	27.5	% Limo
	40.0	% Arcilla
Conductividad eléctrica (CE)		mmhos/cm
PH	7.3	
Materia orgánica (MO)	2.59	%
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	25.17	Meq/L
Nitrógeno aprovechable	29.02	Kg/Ha
Fosforo aprovechable	79.8	Kg/Ha
Potasio asimilable	627.54	Kg/Ha

**Cuadro 2.- COMPONENTES DEL PRODUCTO MIYARAIZ**

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

**Cuadro 3.- COMPONENTES DEL PRODUCTO MIYAMINO POWER**

COMPONENTES	% EN PESO
Ácido fulvico	9.987%
Nitrógeno total (NT)	0.650%
Aminoácidos totales (AAT)	1.072%
Fosforo disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5.00 ppm
Potasio disponible (K <sub>2</sub> O)	1.70 ppm
Fierro (Fe)	4.70 ppm
Zinc (Zn)	1.23 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.339%
TOTAL	100.00%

**Cuadro 4.- COMPONENTES DEL PRODUCTO MIYATION**

COMPONENTES	% EN PESO
Ácido fulvico	11.07%
Nitrógeno total (NT)	0.65%
Aminoácidos totales (AAT)	1.072%
Fosforo disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5.00 ppm
Potasio disponible (K <sub>2</sub> O)	2.00 ppm
Fierro (Fe)	5.00 ppm
Zinc (Zn)	1.00 ppm
Acondicionadores y diluyentes naturales	88.28%
TOTAL	100.00%

**Cuadro 5.- COMPONENTES DEL PRODUCTO SPRING SOIL**

<b>COMPONENTES</b>	<b>% EN PESO</b>
Materia orgánica (MO)	20%
Nitrógeno total (NT)	80%
Fosforo ( $P_2O_5$ )	3%
Potasio( $K_2O$ )	0.10%
Azufre (S)	5 ppm
Magnesio (Mg)	100 ppm
Calcio (Ca)	900 ppm
Fierro (Fe)	25 ppm
Boro (B)	1 ppm
Zinc (Zn)	2.5 ppm
Manganeso (Mn)	12 ppm
Cobre (Cu)	1 ppm
Carbohidratos	5. 0%

**Cuadro 6.-COMPONENTES DEL PRODUCTO SERVIAGRO (20-30-10)**

<b>COMPONENTES</b>	<b>% DE PESO</b>
Nitrógeno total (NT)	20%
Fosforo disponible ( $P_2O_5$ )	30%
Potasio disponible ( $K_2O$ )	10%
Enzimas y carbohidratos	3.5%
Acondicionadores y estimuladores relacionados	33.5%
% TOTAL	100%

**Cuadro 7.- COMPONENTES DEL PRODUCTO RAÍZFOL**

<b>COMPONENTES</b>	<b>% EN PESO</b>
Zinc (Zn)	4.00%
Ácido fulvico	4.00%
Ácido cítrico	0.05%
Inositol	2000 ppm
Aminoácidos libres	2000 ppm
Ácido neftalenacítico	2000 ppm
Ácido indolbutírico	1000 ppm
Material vegetal	35.50%
Diluyentes y a condicionantes	55.30%

**Cuadro 8.- COMPONENTES DEL PRODUCTO REGUFOL**

<b>COMPONENTES</b>	<b>% DE PESO</b>
Cisteína	2000 ppm
Tiamina	1000 ppm
Auxinas	500 ppm
Inositol	500 ppm
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%
Material vegetal	53.38%
Diluyentes y a condicionantes	34.21%