

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Respuesta de *Allium cepa* L. ante la aplicación de ácidos fúlvicos en sucesivas etapas fenológicas.**

**POR**

**DAVID MONTAÑEZ MORENO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO GENERAL.**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MARZO 2022**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Respuesta de *Allium cepa* L. ante la aplicación de ácidos fúlvicos en sucesivas etapas fenológicas.

Por:

DAVID MONTAÑEZ MORENO

TESIS

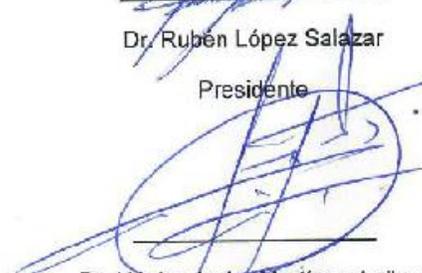
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

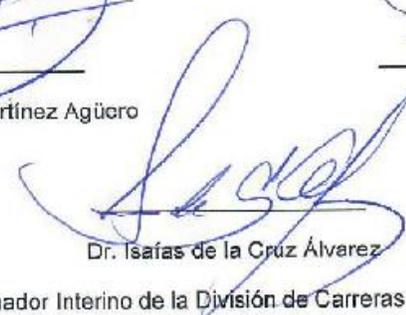
Aprobada por:

  
Dr. Rubén López Salazar  
Presidente

  
M.C. Francisca Sánchez Bernal  
Vocal

  
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero  
Vocal

  
Dr. Alfredo Ogaz  
vocal suplente

  
Dr. Isaías de la Cruz Álvarez  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONOMICAS

Torreón, Coahuila, México.

Marzo 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

Respuesta de *Allium cepa* L. ante la aplicación de ácidos fúlvicos en sucesivas etapas fenológicas.

Por:

**DAVID MONTAÑEZ MORENO**

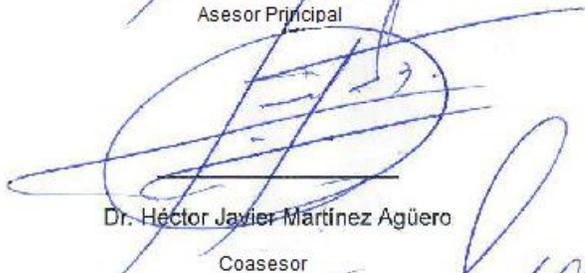
Presentada como requisito parcial para el título de:

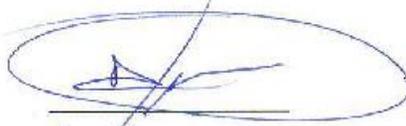
**INGENIERO AGRÓNOMO**

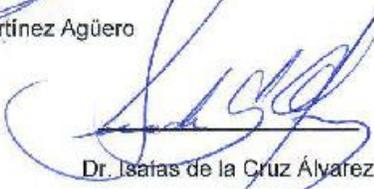
Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. Rubén López Salazar  
Asesor Principal

  
M.C. Francisca Sánchez Bernal  
Coasesor

  
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero  
Coasesor

  
Dr. Alfredo Ogaz  
Coasesor

  
Dr. Isafas de la Cruz Álvarez

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Marzo 2022

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONOMICAS

## **AGRADECIMIENTOS.**

**A mis padres José Luis Montañez Y Rosa María Moreno** por haberme dado mi formación académica, una educación digna y darme el amor fraternal que todo hijo debe tener.

**A mis hermanos, Ernesto Montañez, José Luis Montañez, Leonardo Montañez,** que gracias a su apoyo hicieron posible este proyecto.

**Al Doctor Rubén López,** que gracias a su ayuda y su experiencia hemos logrado tener un excelente proyecto y una conexión para futuras investigaciones.

**A mis amigos/compañeros de salón, Carlos Rodríguez, Julio Moreno, Julio Favela, Eleazar Gutiérrez,** que gracias a su apoyo he logrado crecer como persona y como amigo.

**A mi equipo de futbol americano,** que me dio una disciplina junto a mis grandes coaches, Dionisio Ibarra y Roberto Valverde.

**A mis amigos colegas del equipo de futbol americano, Jorge Gutiérrez (Cacha) y Luis Óscar García (Águila),** que con su apoyo y consejos logre llegar a mi meta.

## **DEDICATORIA.**

**A mis padres José Luis Montañez y Rosa María Moreno**, por el gran apoyo que me han dado en toda mi vida, gracias a ellos lograre culminar esta gran etapa de mi vida y podre ser la persona que ellos y yo queremos, un profesionalista digno y capaz.

**A mis hermanos, Ernesto Montañez, José Luis Montañez, Leonardo Montañez**, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y su gran amor de hermanos.

**A mi novia Susy Alejandra Soto**, por haberme apoyado en mi formación y haberme hecho una persona mejor en la vida.

**Al Doctor Rubén López**, Que gracias a su experiencia y su apoyo este proyecto ha culminado de manera correcta y excelente.

**A mi Alma Matter**, que sin duda mi escuela que me brindo un hogar, alimento, educación y muchas experiencias.

## **RESUMEN.**

El presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto del sulfato de zinc, nitrato de calcio y las características fisiológicas de la planta, (bulbo, hojas y raíz,) el experimento se realizó en la zona de Ceballos Durango, en el rancho Las Celias, haciendo dos pruebas.

La prueba 1 se diferencia de la prueba 2 en el doblado de hoja, en la prueba 1 se indujo el doblado de hoja por métodos culturales, mientras que en la prueba 2 fue un doblado de hoja natural. Estas pruebas constan de diez tratamientos utilizando dos compuestos en concentraciones diferentes, T0 (Testigo), T1 ácido "A" 20ml, T2 ácido "A" 40ml, T3 ácido "A" 60ml, T4 ácido "A" 80ml, T5 ácido "A" 100ml, T6 ácido "B" 20ml, T7 ácido "B" 40ml, T8 ácido "B" 60ml, T9 ácido "B" 80ml, T10 ácido "B" 100ml.). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 10 repeticiones. Las variables estudiadas fueron: DPB= Diámetro polar de bulbo; DEB= Diámetro ecuatorial de bulbo; PB= Peso de bulbo; FB= Firmeza del bulbo; VB= Volumen del bulbo. Para el análisis estadístico se utilizó minitab v.17 el tratamiento que mostro una respuesta superior en la primera medición ante la variable de firmeza es el tratamiento T1A 20ml del ácido orgánico, El tratamiento T4A de la primera medición, mostro en el experimento una respuesta favorable ante la variable de diámetro ecuatorial. donde se obtuvo un efecto significativo en la variable de peso fue el tratamiento T4B con 80ml del ácido orgánico, Respecto al segundo muestreo el tratamiento T1B 20ml del ácido orgánico dio resultados superiores ante la variable de firmeza superando a T5B en un 5.82%, T5B resulto con la influencia altamente significativa en las variables de volumen y diámetro polar de la primera medición y en las variables de volumen, peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar de la segunda medición.

**Palabras claves:** Ácidos orgánicos, Biofortificación, Nutrición, Zinc, Calcio

## INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo específico.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Origen e importancia.....	3
2.2 Descripción botánica.....	3
2.3 Raíz.....	4
2.4 Tallo.....	4
2.5 Bulbo.....	5
2.6 Hojas.....	5
2.7 Flores y semillas.....	6
2.8 Crecimiento y desarrollo.....	6
2.8.1 Crecimiento herbáceo.....	6
2.8.3 Reposo vegetativo.....	8
2.8.4 Reproducción sexual.....	8
2.9 Cultivares.....	8
2.10 Color del bulbo.....	9
2.10.1 Blancas.....	9
2.10.2 Amarillas.....	9
2.10.3 Rojas.....	9
2.11 Forma del bulbo.....	9

2.12 Luminosidad. ....	10
2.13 Fotoperiodo.....	11
2.14 Temperatura. ....	12
2.15 Pluviometría. ....	13
2.16 Usos. ....	13
2.17 Importancia económica a nivel mundial. ....	14
2.18 Importancia económica de la cebolla en México. ....	15
2.19 Importancia del cultivo de la cebolla.....	15
2.20 Importancia de la nutrición mineral.....	15
2.21 Importancia de los ácidos orgánicos en nutrición de cebolla. ....	16
2.22 Importancia del zinc en cebolla. ....	16
2.23 Biofortificación. ....	17
2.24 Fertilización química. ....	18
2.25 Fertilización orgánica. ....	20
2.26 Uso de sustancias húmicas.....	22
2.27 Suelo. ....	24
III MATERIALES Y MÉTODOS. ....	26
3.1 Localización del experimento. ....	26
3.2 Metodología. ....	27
3.4 Diseño experimental. ....	28
V. Resultados y Discusión.....	29
V CONCLUSIÓN.....	44
4.1 Recomendación.....	44
VI Bibliografía.....	45

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Respuesta de cebolla acorde al fotoperiodo.....	12
Cuadro 2. - Producción / tonelada en 2015.....	14
Cuadro 3. – Primera fertilización química como fuente principal de nutrición .....	27
Cuadro 4.- Aplicaciones de los ácidos “A” y “B” .....	28
Cuadro 5.- Tratamientos “A” y “B” .....	29
Cuadro 6.- Análisis de varianza para firmeza (F) primera aplicación.....	29
Cuadro 7.- Análisis de varianza para volumen del bulbo (V.B) primera medicion .	30
Cuadro 8.- Análisis de varianza para peso del bulbo (P.B.) primera medición .....	31
Cuadro 9.- Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del bulbo ( D.E.B) primera medición .....	32
Cuadro 10.- Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo (D.P.B.) primera medición .....	33
Cuadro 11.- Análisis de varianza de la firmeza del bulbo (F.B) segunda medición	34
Cuadro 12.- Análisis de varianza del volumen del bulbo (V.B.) segunda medición. .....	35
Cuadro 13.- Análisis de varianza del peso del bulbo (P.B) segunda medición. ....	36
Cuadro 14.- Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del bulbo (D.P.B.) segunda medición.....	37
Cuadro 15.- Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo (D.P.B.) segunda medición. ....	38
Cuadro 16.- Tabla de cantidades de zinc y calcio en el bulbo del ácido “A” .....	39
Cuadro 17.- Cuadro de cantidades de zinc y calcio en el bulbo del ácido “B” .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.- Firmeza del bulbo primera medición. ....	30
Figura 3.- Volumen del bulbo (V.B) primera medición .....	31
Figura 4.- Peso del bulbo (P.B.) primera medición. ....	32
Figura 5.- Diámetro ecuatorial del bulbo (D.E.B.) primera medición. ....	33
Figura 6.- Diámetro polar del bulbo (D.P.B.) primera medición .....	34
Figura 7.- Firmeza del bulbo (F.B.) segunda medición. ....	35
Figura 8.- volumen del bulbo (V.B.) segunda medición. ....	36
Figura 9.- Peso del bulbo (P.B) segunda medición. ....	37
Figura 10.- Diámetro ecuatorial del bulbo (D.E.B.) segunda medición. ....	38
Figura 11.- Diámetro polar del bulbo (D.P.B.) segunda medición. ....	39
Figura 12.- Cantidades de zinc en bulbo del acido "A" .....	40
Figura 13.- Cantidades de calcio en bulbo del ácido "A" .....	40
Figura 14.- cantidades de zinc en bulbo del acido "B" .....	41
Figura 15.- Cantidades de calcio en el bulbo del acido "B" .....	42

## I INTRODUCCIÓN.

*Allium cepa*, Ha resultado ser un fruto de suma importancia en los alrededores de Ceballos Dgo, ya que su crecimiento puede ser resistente a las temperaturas que se originan en esta zona.

Ciertamente, *Allium cepa*, no es el cultivo principal de esa zona, el cultivo principal es el melón, Sin embargo, ha sido una gran alternativa de siembra ya que melones un cultivo anual y esa etapa de transición al final de la cosecha de melón ha resultado ser un tanto perjudicial para los bolsillos de la gente que solo se dedica a la siembra de melón.

melón termina su temporada entre octubre y septiembre, y ahí es donde entra *Allium cepa*, dando un respiro a todos los agricultores de la zona de Ceballos.

En esta zona es muy escasa la nutrición orgánica muy pocos solo han optado por usar algún tipo de estiércol y la misma rotación de cultivo con melón, esta misma es la razón por la que optamos hacer este experimento.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la deficiencia de micronutrientes es uno de los factores que más contribuyen a la carga mundial de morbilidad, por su parte la UNICEF plantea que “el hambre oculta” es la que se origina por la carencia de micronutrientes; ésta ataca la salud y la vitalidad de las personas, siendo probablemente una de las más terribles amenazas para la salud, la educación, el crecimiento económico y la dignidad humana en los países en desarrollo (UNICEF, 2003; UNICEF TACRO, 2008).

El consumo insuficiente de los micronutrientes a través de los alimentos causa una malnutrición mineral en humanos. Hasta ahora se han determinado 11 elementos que son esenciales para el desarrollo y crecimiento adecuado de los humanos (Fraga, 2005). Algunos de estos elementos son requeridos en cantidades tan pequeñas que su deficiencia puede llegar a ser rara o inclusive desconocida (Stein,

2009). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) las deficiencias nutrimentales más comunes son las de hierro (Fe), zinc (Zn), Yodo (I) y Vitamina A (Burlingame, 2013).

El objetivo es desarrollar plantas que tengan un mayor contenido de nutrientes biodisponibles en sus partes comestibles (Palmgren, *et al.*, 2008). Estos cultivos tienen mejores características agronómicas y nutricionales, en comparación con cultivos no-biofortificados, es decir, los que consumimos a diario y se denominan convencionales (Pisuña y Jose Manuel, 2015). Ortega (2014), menciona que existen dos maneras de contribuir estos alimentos: uno: a través de mejores cualidades agronómicas, como lo es el rendimiento, las familias aumentan la producción de alimentos y como consecuencia la energía disponible para consumo; dos: por su mayor contenido de nutrientes carentes en la dieta latinoamericana, como el hierro y el zinc, las personas consumen más de estos micronutrientes esenciales, esta técnica de cultivos básicos es una estrategia reciente, basada en alimentos que se suma a otras como lo es la fortificación industrial de alimentos. No obstante, (Diaz, *et al.*, 2017), opina que la fortificación convencional requiere aditivos artificiales, sin embargo, esta técnica implica la síntesis o acumulación de nutrientes por parte de las plantas en la fuente.

## **1.1 Objetivos.**

Evaluar el efecto de los ácidos orgánicos en cebolla blanca (*Allium cepa* L.) tomando en cuenta la etapa fenológica del mismo.

### **1.1.1 Objetivo específico.**

Al menos un ácido orgánico someterá algún efecto en la cebolla.

## **1.2 Hipótesis.**

El uso de ácidos orgánicos influirá de manera significativa en la cebolla (Vdd. Carta blanca).

## **II REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 Origen e importancia.**

El origen primario de la cebolla se localiza en Asia central, y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas de consumo más antigua. Las primeras referencias se remontan hacia 3.200 a.C. pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. Durante la Edad Media su cultivo se desarrolló en los países mediterráneos, donde se seleccionaron las variedades de bulbo grande, que dieron origen a las variedades modernas

Maroto (2002), señala que fue domesticada en diversos lugares, ocupando una extensa región en el Oeste de Asia, ampliándose a Palestina y la India. Existen tres centros de origen, uno primario: Centro Asiático Central (India, Afganistán y regiones cercanas) y dos secundarios: Centro del Oriente (Asia Menor, Transcaucasia e Irán) y Centro Mediterráneo (países en torno al mar Mediterráneo).

### **2.2 Descripción botánica.**

La cebolla, es una planta herbácea bienal perteneciente a la familia de las amarilidáceas, es la especie más ampliamente cultivada del género *Allium*, el cual contiene varias especies más que se denominan «cebollas» y que se cultivan como alimento (Cargua y N, 2013).

Valadez (1989), la describe como una planta bianual monocotiledónea, ya que desarrolla el bulbo en su primera etapa de crecimiento, el cual es comestible, y los vástagos o tallos florales en la segunda etapa.

### **2.3 Raíz.**

El sistema radicular alcanza una profundidad de 25 a 30 cm en sentido vertical y 15 cm en sentido lateral (Jones y Mann, 1963). Este sistema radicular pobre estimula una baja absorción de nutrientes y agua, ocasionando poca competitividad con las malezas (Medina, 2008).

Las raíces primarias de la cebolla emergen de la semilla, pero viven normalmente solo unas pocas semanas. A medida que se expande el disco del tallo, las bases de las raíces más viejas resultan empujadas progresivamente hacia el exterior del ápice caulinar, mientras que los verticilos de las raíces nuevas continúan formándose y emergiendo cerca del ápice (Brewster, 2001).

### **2.4 Tallo.**

La cebolla presenta dos tipos de tallos, uno en la base de la planta o bulbo, el cual está compuesto por un disco subcónico de entrenudos muy cortos, y otro tallo es constituido por los escapos florales, desarrollados sobre la yema central o yemas axilares. De igual forma, el disco subcónico del tallo basal es subterráneo y presenta en la parte centro superior el ápice caulinar, a partir del cual se forman las hojas opuestas distribuidas de forma alterna. Las vainas de las hojas rodean el punto de crecimiento, formando un tubo que encierra a las hojas jóvenes y el ápice caulinar. A medida que se desarrollan estas estructuras foliares, se desarrolla un tallo que es en realidad un “falso tallo” o “pseudotallo” (Añez, *et al.*, 1996).

## **2.5 Bulbo.**

El bulbo está formado por hojas modificadas llamadas escamas, cuyo tamaño, diámetro y desarrollo depende específicamente del fotoperiodo y del cultivar, donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva durante el primer ciclo. (Jones y Mann, 1963; Guenkov, 1974).

## **2.6 Hojas.**

Las hojas salen del tallo, son lineales, grandes, huecas y ensanchadas en su mitad inferior; en su base son carnosas llenas de reservas que botánicamente son llamadas catafilas, están superpuestas y concéntricas formando un bulbo, jugoso y de color blanco por dentro, por fuera puede variar desde un color blanco, amarillo, morado o pardo (Mirghani, 1980). Guenkov (1974), describe a estas como tubulares, poseen limbo, de color verde con o sin película parecida a la cera y constituye un falso tallo.

El crecimiento del follaje de la cebolla crece hasta que las condiciones externas favorezcan la formación del bulbo. Puede formar de cuatro a siete hojas con un largo de 40 a 65 cm (Chimborazo, 2015); por otro lado, bajo diferentes sistemas de plantación y niveles de fertilización, las cebollas tienen en promedio ocho hojas con un largo de 50 a 60 cm bajo las condiciones de la Irrigación más en el periodo setiembre-diciembre (Poma, 2013).

## **2.7 Flores y semillas.**

El tallo floral (escapo) no presenta hojas, excepto una única espata que protege la inflorescencia. La umbela se compone de flores con un perianto de seis segmentos dispuestos en dos verticilos de tres. Las flores presentan seis estambres, también dispuestos en verticilos de tres. El ovario se sitúa por encima del resto de las piezas de la flor, presenta tres lóculos y un estilo con un estigma abultado. Cada lóculo del ovario contiene dos óvulos y por ellos pueden formarse un máximo de semillas por flor. Las semillas presentan una gruesa cubierta (Brewster, 2001).

## **2.8 Crecimiento y desarrollo.**

Rey, *et al.*, (1974) citan los estadios de crecimiento y desarrollo de la cebolla desde la siembra de la semilla hasta la caída de cuello de la cebolla. Las especies del género *Allium* pasan a través de una serie de estadios vegetativos y de floración que presentan similitudes entre ellas, a pesar de que la formación del bulbo no tiene lugar en algunas de ellas.

Las cuatro fases de la cebolla son descritas a continuación: fase de crecimiento herbáceo, fase de formación de bulbos, fase de reposo vegetativo y fase de reproducción sexual. Estas cuatro fases serán descritas con mayor detalle en conjunto con los estudios de (Rey, *et al.*, 1974; Dogliotti, *et al.*, 2011).

### **2.8.1 Crecimiento herbáceo.**

Esta fase inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo muy corto o disco, en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que va originando progresivamente hojas. Las hojas de los estadios más tempranos poseen los términos de bucle, bandera, primera y segunda hoja. En esta fase la planta dedica los asimilados disponibles para el desarrollo de su sistema radicular y foliar, como consecuencia de estos procesos fisiológicos se observará un aumento

en el número de hojas, así como el aumento en el área de las láminas de las mismas, de tal manera que cada hoja nueva alcanza un mayor tamaño que la hoja inmediata anterior (Maroto, 2002; Rey, 1974; Dogliotti, *et al.*, 2011).

### **2.8.2 Formación de bulbo.**

Fornaris G. (2012) dice que algunos de los cambios principales que ocurren durante la iniciación y agrandamiento del bulbo, son:

- Las células en las escamas o bases de las hojas se agrandan y engrosan, a poca distancia sobre el tallo verdadero, al almacenar alimento de reserva.
- Aunque de forma menos visible, las hojas cerca del centro del bulbo que no desarrollan sus láminas ensanchan sus escamas o bases, convirtiéndose en órganos de almacenamiento.
- En el bulbo se desarrollan yemas laterales o centros múltiples, cuyo número varía con la variedad sembrada y las condiciones ambientales, entre otros factores.
- Se detiene la producción de raíces y hojas; comienza un estado de reposo en toda la planta.

Una característica inequívoca de que la formación del bulbo ya ha comenzado es cuando los 'inicios o primordios de hojas' se desarrollan en 'escamas o bases de hojas sin lámina'. Para detectar este cambio se requiere abrir bulbos en el campo, sin embargo, podemos evitar este procedimiento utilizando la 'razón de bulbificación' como índice de que la formación del bulbo ya ha comenzado. La 'razón de bulbificación' es la relación entre el diámetro máximo en el bulbo y el diámetro mínimo en las escamas o 'falso tallo' (cuello), la cual debe ser una mayor de 1.5. Este índice tiene sus limitaciones, ya que en plantas deficientes en nitrógeno se podrían observar razones de bulbificación mayores de 2 aún en la ausencia del desarrollo de 'escamas de hojas sin lámina'. En pruebas donde se evaluaban

densidades de siembra de 25 y 400 plantas por metro cuadrado, y en donde la formación del bulbo en las plantas sembradas a ambas densidades había comenzado casi el mismo día, según determinado por la 'razón de bulbificación', se encontró que las 'escamas de hojas sin lámina' se habían iniciado como dos semanas más temprano en las plantas sembradas a la densidad más alta.

### **2.8.3 Reposo vegetativo.**

En esta fase el bulbo maduro está en latencia y la planta no se desarrolla. En esta fase el contenido en todo tipo de fitohormonas es muy bajo (Maroto, 2002).

### **2.8.4 Reproducción sexual.**

Normalmente se produce en el segundo año de cultivo, en que el meristemo apical del disco desarrolla, a expensas de la situación de reserva acumuladas, un tallo floral que al rasgarse en su extremo se remata por una inflorescencia en umbela (Maroto, 2002).

## **2.9 Cultivares.**

La realización de cruzamientos está muy extendida a nivel global y continuamente se obtienen nuevos cultivares, esto genera una base muy pequeña para construir unos esquemas de clasificación formal para agrupar los cultivares. Cada país o región tiende a tener sus cultivares tradicionales y por ello cualquier discusión sobre unos cultivares determinados es inevitablemente selectiva y limitada (Añez, *et al.*, 1996).

## **2.10 Color del bulbo.**

### **2.10.1 Blancas.**

Cornejo (1996), describe a estas con un alto contenido de sólidos totales o materia seca y poco contenido de agua, lo que las hace más apropiadas para la deshidratación. Son ricas en hidratos de carbono. Entre los cultivares se pueden mencionar “Dehydrator”, “White granex” “White creole” y “White mexicana”.

### **2.10.2 Amarillas.**

Poseen un alto contenido de hidratos de carbono, especialmente azúcares. Las consumen con mayor énfasis los países industrializados, siendo México uno de los más importantes productores del mundo (Cornejo, 1996).

### **2.10.3 Rojas.**

Contienen un alto contenido de compuestos sulfurados como el sulfuro de alilo que le da el sabor fuerte, picante, a la cebolla llamado pungencia. El mejor mercado para estas variedades además del nacional es el de algunos países latinoamericanos y también algunos europeos, cuyos consumidores prefieren tales sabores fuertes (Salas, 1988).

Entre las variedades de este tipo cultivadas en la región Arequipa y otros lugares del país, se pueden mencionar las siguientes: “Colorada arequipeña probablemente traído por los conquistadores españoles. “Red burgundy”, “Italiana”, “Regal”, “Red creole” y “California early” (americanas las tres últimas) (Cornejo, 1996).

## **2.11 Forma del bulbo.**

Finalmente, Salas (1988), dice que, de acuerdo con la forma de bulbo, se pueden encontrar en forma de:

- **Globulares:** Forma de globo. Hay muchas variedades en el mundo y pertenecientes a cualquiera de los grupos anteriores que presentan esta forma de bulbo.
- **Piriformes:** Forma cónica o de pera. Un ejemplo representativo de este grupo es la “perilla” que es una de las formas representativas de las variedades “Colorada arequipeña”.
- **Achatadas:** Forma discoidal. Como ejemplo tenemos otra forma de la “Colorada arequipeña”, la denominada “Chaqueña”.
- **Torpedo:** Forma alargada. Podría tratarse de cebollas que no llega a bulbificar correctamente. Tal sería el caso de las cebollas “verdes” o de “rabo” que se producen generalmente en la sierra peruana o en cierta época en la campiña de Arequipa.

## 2.12 Luminosidad.

La luminosidad es definida como la densidad de flujo de fotones por unidad de área, cuando aumenta esta densidad también lo hace la relación de bulbificación. Esta característica permite que incluso en tiempo frío, si la intensidad de luz es superior al nivel crítico, la cebolla pueda desarrollarse correctamente. Según estudios de la calidad espectral de la luz, las relaciones menores de rojo-infrarojo hacen más intenso el estímulo de bulbificación (Salunkhe, 2004; Brewster, 2001).

### 2.13 Fotoperiodo.

Las cebollas necesitan días largos para iniciar la formación del bulbo. En el cuadro uno muestra que la cebolla posee respuesta de día largo (DL) y una respuesta cualitativa al fotoperiodo, si el largo del día no supera un determinado valor crítico, la planta no bulbificará (dependiente de la variedad). Sin embargo, existen factores externos e internos que pueden hacer variar los requerimientos del fotoperiodo crítico (FPc). El más importante de estos factores es la temperatura media (Salunkhe, 2004; Dogliotti, *et al.*, 2011).

Maroto (2002), cita algunos trabajos en fisiología de formación de bulbo del cultivo de cebolla como los publicados por algunos autores deduciendo las siguientes conclusiones:

- Con fotoperiodos cortos no hay formación de bulbos, sino que la planta solo forma raíces y hojas.
- La formación de bulbos en la cebolla requiere primordialmente la incidencia de fotoperiodos largos, por esta razón cuando se habla de variedades de día corto, debería decirse y debe entenderse como variedades de fotoperiodo “menos largo”.
- Con fotoperiodos largos la incidencia de temperaturas altas acelera la formación de bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo inducir a la floración prematura.

- Si la duración del fotoperiodo está cercana a un valor crítico, una escasa disponibilidad de nitrógeno puede conducir hacia la formación de bulbos, es decir, jugando el mismo papel que un fotoperiodo largo, mientras que, si en estas condiciones el gradiente de nitrógeno es elevado, la formación de bulbos puede quedar inhibida.
- En los trópicos, las cebollas de días cortos pueden completar su ciclo de vida durante el fotoperiodo que en teoría es suficientemente largo como para permitirles formar los bulbos. En tales circunstancias, factores medioambientales como la nutrición, el distanciamiento y la fase de desarrollo de la planta controlan el inicio y progreso de la formación del bulbo.

*Cuadro 1.- Respuesta de cebolla acorde al fotoperiodo.*

<b>Fotoperíodo (horas)</b>	<b>Resultado</b>
10	No bulbifica, produce hojas indefinidamente
13	Bulbifica, pero sigue produciendo hojas
≥ 14.9	Bulbifica, las hojas senescen y el bulbo madura

### **2.14 Temperatura.**

La cebolla se desarrolla correctamente en un amplio rango de condiciones climáticas. Los requerimientos de temperatura dependen de la etapa de desarrollo, para el crecimiento vegetativo la temperatura debe situarse entre los 12.8 y 23.9°C, mientras que en la formación del bulbo las temperaturas favorables se sitúan entre

15.6 y 21.0°C. Esto indica que las plantas jóvenes son más tolerantes al frío que las más viejas (Salunkhe, 2004).

Olani y Fikre (2010), señalan que las altas temperaturas durante la floración dan como resultado el aborto con flores y, posteriormente, un menor rendimiento de semillas. Por otro lado, la temperatura muy baja, el clima brumoso y las precipitaciones durante el período de floración afectan el movimiento de las abejas y el proceso de polinización.

### **2.15 Pluviometría.**

Una pluviometría alta (> 1000 mm) es perjudicial para el crecimiento y formación del bulbo de cebolla. La mejor calidad de bulbos y mayor rendimiento se obtiene cuando las condiciones ambientales son óptimas durante la fase previa a la formación del bulbo, por ejemplo, cuando las temperaturas son suaves, cuando existe suficiente luz solar, niveles óptimos de humedad del suelo, lluvias ligeras y longitud adecuada del día, seguido de un tiempo seco y luminoso durante la maduración (Salunkhe, 2004).

### **2.16 Usos.**

En la Edad Media se utilizaba tanto culinariamente como en farmacia, las cebollas se consumen en su mayoría fritas, guisadas o al horno; sin embargo, también se comen crudas, especialmente las cebollas dulces que tienen un sabor suave. Al mismo tiempo se transforman en aceite o polvo de cebolla y se usan para dar sabor a una variedad de productos (Kik, *et al.*, 2005; Shigyo, 2006).

Del mismo modo se valoran como alimentos y medicamentos principalmente por los sabores y propiedades medicinales de sus compuestos de azufre, por esto mismo existe un interés creciente en optimizar la reproducción y la producción para producir productos frescos o procesados con características definidas de sabor y salud (Griffiths, *et al.*, 2002).

### 2.17 Importancia económica a nivel mundial.

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo.

La superficie total plantada de cebolla en el mundo asciende a más de 2 millones de hectáreas, produciéndose 32.5 millones de toneladas. En la Unión Europea se producen anualmente unos 3 millones de toneladas de esta hortaliza, en 95.000 ha de superficie. Europa es el único continente productor que importa (1.600.000 t) bastante más de lo que exporta (1.100.000). Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En Alemania la producción de cebolla aumenta a un ritmo del 5%.

Fuera de Europa, países como China están incrementando la producción. En los últimos cinco años, Nueva Zelanda ha triplicado su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay. (Fernández, *et al.*, 1996).

Cuadro 2. - Producción / tonelada en 2015

País	Producción/tonelada en 2015
China	22.300.000
India	19.299.000
Estados unidos	3.159.400
Irán	2.381.551
Rusia	1.984.937
Turquía	1.904.846

### **2.18 Importancia económica de la cebolla en México.**

En México la cebolla es la tercera hortaliza más importante, superada sólo por el tomate y el chile. Para el 2013, su superficie sembrada alcanzó las 44 mil hectáreas, con un volumen obtenido de 1.4 millones de toneladas de cebolla al fresco. Los estados que más la cultivan son Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Michoacán, Durango y Guanajuato.

Aunque casi el 90% de esta potente producción se destina para el consumo en fresco, un 10% se vende a la industria alimenticia, en la que la cebolla es procesada para comercializarse en sazoadores, aderezos, en forma deshidratada, granulada, en hojuelas, etc. Hay que resaltar que, para alcanzar estas abundantes cosechas, en México el 79% de las cebollas provienen de semillas híbridas, mientras que 21% vienen de semillas de polinización abierta. (SADER TAMAULIPAS, 2017)

### **2.19 Importancia del cultivo de la cebolla.**

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo.

Sus múltiples beneficios hacen de la cebolla un alimento único. Ayuda a la circulación previniendo la formación de trombos por su alto contenido de sílice; también reduce el colesterol y por otro lado aporta hierro fósforo y vitamina E. También tiene buena cantidad de vitaminas A, B y C, además de potasio.

### **2.20 Importancia de la nutrición mineral.**

En suelos poco fértiles se producen cebollas que se conservan mejor, pero, naturalmente, su desarrollo es menor. Para obtener bulbos grandes se necesitan tierras bien fertilizadas. No deben cultivarse las cebollas en tierras recién estercoladas, debiendo utilizarse las que se estercolaron el año anterior.

Cada 1.000 kg de cebolla (sobre materia seca) contienen 1,70 kg de fósforo, 1,56 kg de potasio y 3,36 kg de calcio, lo cual indica que es una planta con elevadas

necesidades nutricionales. La incorporación de abonado mineral se realiza con la última labor preparatoria próxima a la siembra o a la plantación, envolviéndolo con una capa de tierra de unos 20cm. El abonado en cobertera se emplea únicamente en cultivos con un desarrollo vegetativo anormal, hasta una dosis máxima de 400 kg/ha de nitrosulfato amónico del 26% N, incorporándolo antes de la formación del bulbo.

La fertilización nitrogenada influye directamente en el rendimiento de los cultivos y en el caso de la cebolla tiene un efecto directo en el desarrollo y calidad de los bulbos, ya que el N tiene un rol muy activo en las actividades fisiológicas de las plantas por estar vinculado directamente con el proceso de división celular.

### **2.21 Importancia de los ácidos orgánicos en nutrición de cebolla.**

Es reconocida la importancia y la necesidad de la agricultura orgánica en hortalizas de hojas, en las cuales se demostró la compensación de las pérdidas de nutrientes ocurridas durante su cultivo (Kimoto, 1993)

Dada la respuesta poco clara del cultivo a la adición de abonos, actualmente no se ha definido con exactitud el nivel de fertilización adecuado en cebolla que permita lograr la máxima producción, apoyada en las técnicas analíticas. Sin embargo, es importante resaltar que un manejo inadecuado de la fertilización sintética, además de causar alteraciones negativas en las actividades fisiológicas de la planta y en el rendimiento (Mehdi et al., 2001), degrada el ambiente, por lo que es necesario integrar métodos de manejo sostenibles para la preservación del mismo (Méndez y Viteri, 2007).

### **2.22 Importancia del zinc en cebolla.**

La deficiencia de zinc provoca la aparición de clorosis entre las venas secundarias de las hojas, detención parcial del crecimiento de la planta, reducción de la superficie foliar y tamaño de los brotes. Cuando se aplica es recomendable lograr un mejor cubrimiento de la superficie foliar.

La respuesta de la cebolla a la aplicación de zinc también es evidente (Lal y Maurya, 1981). Mishra y col. (1990) en un estudio mostró que la aplicación de sulfato

de zinc ( $ZnSO_4$ ) (0.5%) como foliar spray registró una altura de planta significativamente alta así como a parámetros diversos.

El zinc es requerido para la fotosíntesis (Sasaki et al. 1998) y, por lo tanto, tenemos un buen crecimiento de raíces y brotes. Esto puede explicar el incremento en el número de hojas asociadas con la aplicación foliar de zinc en este estudio. El mismo resultado fue informado previamente por Singh Y Tiwari (1995) y Meena y Singh (1998) donde la aplicación foliar de Zn había un efecto positivo en todo el crecimiento vegetativo de la planta

### **2.23 Biofortificación.**

La biofortificación es un enfoque relativamente nuevo que tiene como objetivo mejorar el contenido de micronutrientes en los alimentos de origen vegetal de primera necesidad para mejorar el estado nutricional de la población. El aumento de micronutrientes en los cultivos se puede llevar a cabo mediante los métodos convencionales o métodos de ingeniería genética. La biofortificación agronómica a través de la fertilización aplicada sobre suelos, semillas y/o hojas ayuda a aumentar el contenido en nutrientes de los cultivos sin modificar la composición genética de los mismos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que la deficiencia de micronutrientes es uno de los factores que más contribuyen a la carga mundial de morbilidad, por su parte la UNICEF plantea es la que se origina por la carencia de micronutrientes, esta ataca la salud y la vitalidad de las personas, siendo probablemente una de las más terribles amenazas para la salud, la educación, el crecimiento económico y la dignidad humana en los países en desarrollo (UNICEF, 2003). La deficiencia de zinc, hierro y vitamina B12 tienen un impacto negativo en la salud, especialmente en el crecimiento y desarrollo cognoscitivo de los niños (Neufeld, *et al.*, 2014; Álvarez, *et al.*, 2012). A nivel mundial más del 60 por ciento de la población tiene deficiencia de hierro (Fe) y 30 por ciento de zinc (Zn) (Amarakoon, *et al.*, 2012), respecto a la deficiencia de vitamina B12 esta puede ser del 5 al 60 por ciento (Contreras, *et al.*, 2008).

Deficiencias en calcio (Ca), magnesio (Mg) y cobre (Cu) se presentan en un tercio de la población, principalmente en los países en vías de desarrollo (White y Broadley, 2005).

Herrera (2011), argumenta que la biofortificación con micronutrientes de los cultivos básicos se presenta como una herramienta útil para combatir esta problemática. Esta alternativa busca incrementar el contenido de nutrientes en los cultivos mediante técnicas de fertilización, además, el sistema de cultivos biofortificados es un medio viable para hacer llegar alimentos fortificados a las personas con acceso limitados a ellos, enfocándose en nutrientes como el hierro, el zinc, y los  $\beta$ -carotenos; y ha sido aplicado a cultivos básicos como el arroz, el maíz, trigo y cebolla.

Así mismo, Welch y Graham (2004), mencionan que la agricultura se podría considerar como alternativa de solución a la biofortificación, dado que es la vía más accesible para incrementar la cantidad de zinc en los alimentos. Además, se ha reportado que el zinc reduce la acumulación de cadmio en plantas, un metal tóxico que incrementa ciertas enfermedades en los humanos.

## **2.24 Fertilización química.**

A escala global, la fertilización aún está dominada por la necesidad de proporcionar a los cultivos macro y micronutrientes fácilmente disponibles (Rengel, *et al.*, 1999), incluso si se sabe que las aplicaciones repetidas de fertilizantes minerales (tanto NPK como fertilizantes micronutrientes) puede contribuir significativamente a elementos químicos potencialmente peligrosos en los cultivos (Jiao, *et al.*, 2012). De hecho, los fertilizantes minerales pueden contener micronutrientes, a menudo agregados para elevar su contenido en alimentos para humanos (Rengel, *et al.*, 1999), y elementos no esenciales presentes como impurezas (Jiao, *et al.*, 2012), que pueden introducirse inadvertidamente en los suelos, causando acumulación de suelo y planta a lo largo del tiempo y lesiones en la salud humana (Gupta y Gupta, 1998).

Las recomendaciones de fertilizantes basadas en pruebas de suelo son específicas del sitio y del cultivo y, por lo general, se realizan para ensayos de fertilización mineral (Gaskell, *et al.*, 2000; Jiao, *et al.*, 2012).

Rodríguez, *et al.*, (1994), señalan que este cultivo no requiere un diagnóstico previo a la fertilización ya que se basa en la aplicación empírica de fertilizantes sólidos con base en síntesis química y en características visuales comunes. Así, Rodríguez, *et al.*, (1994), determinaron mediante análisis foliar, las curvas de formación de materia seca y las extracciones de N-P-K; los resultados indicaron que, durante el periodo de inicio de engrosamiento del bulbo y la cosecha, las plantas extraen alrededor del 85 por ciento del N y P, y el 80 por ciento de K. Por su parte, Nwadukwe y Chude (1995), mencionaron que, bajo condiciones normales de suelo, una producción de 30 t. ha de cebolla extrae alrededor de 40, 90 y 120 kg. ha de N-P-K, respectivamente.

Haag, *et al.*, (1981), relatan que, en el cultivo de cebolla los nutrientes se absorben en cantidades reducidas hasta los 85 días. A partir de los 145 días de la siembra, aumenta la intensidad de absorción. En este proceso son el N y K los nutrientes que más destacan y en menor escala el P, S, Mg y Ca.

Vidigal, (2000), mientras trabajaban con el cultivar Alfa Tropical en condiciones de campo, observaron que el K era el nutriente más absorbido por la planta; el mismo se hallaba distribuido en las hojas, bulbos y raíces; seguidos de N, Ca, P, S y Mg. Se determinó que el máximo de absorción, para los tres primeros, fue observado a los 117 días después.

Por otro lado, la importancia del manejo de micronutrientes en cebolla, como Zn, se manifiesta en investigaciones realizadas por Gupta, *et al.*, (1985), donde se

consiguieron incrementos en rendimientos en el orden de 30 a 67 por ciento del peso de bulbo con respecto al testigo, al aplicar Zn en dosis de cinco y diez  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de suelo respectivamente. Lal y Maurya, (1983), en un ensayo de dos años con cebolla cv. Poona Red sembrada en arena, encontraron que el mayor peso tanto en seco como en fresco fue obtenido en las plantas que recibieron tres  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de Zn. Murphy y Walsh, (1972) recomiendan aplicar de tres a cinco kg de Zn en banda cada tres a cuatro años y luego un  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  anualmente; además, señalan como dosis recomendable de  $\text{ZnSO}_4$  cuatro punto cinco a nueve  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplicados al voleo de acuerdo al análisis de suelo o foliar. Las dosis de zinc como quelato están por el orden de tres a cinco  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  aplicada en banda (ICA, 1992).

Lorenz y Maynard, (1988) y Peña, *et al.*, (1999), reportaron que la respuesta relativa de la cebolla al boro es baja, y alta a las aplicaciones de zinc en producción y calidad.

Rao y Deshpande, (1973), encontraron que los efectos del boro sobre el crecimiento y rendimiento de cebolla, no fueron evidentes, sin embargo, consiguieron una interacción positiva entre el Cu y B, obteniéndose los más altos rendimientos ( $15.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) como respuesta a la aplicación de uno a cuatro kg de Cu y uno a ocho  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de B, Jayamohanrao, (1974), encontró que estas mismas dosis mejoraban la composición mineral de los bulbos sobre todo los niveles de Ca, P y Fe, los cuales alcanzaron su máximo con esas dosis.

## **2.25 Fertilización orgánica.**

La materia orgánica del suelo (MOS) se identifica con frecuencia como un componente primario de la fertilidad del suelo, afectando positivamente muchas propiedades físico-químicas y biológicas del suelo (Kononova, 2013) y el contenido de MOS se reduce aún más cuando el suelo es sometido a cultivos intensivos (Parras y Lozano, 2014).

Debe considerarse que la absorción de metales por parte de las plantas generalmente varía de acuerdo con las cargas de metales en el suelo, siendo más eficiente en concentraciones más bajas y, a menudo, alcanza una meseta para un efecto de saturación, sobre todo, cuando los metales se introducen en el suelo con enmiendas orgánicas (Dudka y Miller, 1999). De todos modos, la lenta mineralización de la MOS agregada con enmiendas orgánicas podría liberar metales a formas más solubles, lo que eventualmente afectará adversamente la productividad de los cultivos y la calidad de los alimentos (McBride, 1995; Dudka y Miller, 1999). Se ha demostrado que también los fertilizantes NPK no solo pueden aumentar las cargas de metal de los suelos receptores, sino que también pueden cambiar su especificación química y, por lo tanto, la biodisponibilidad (Jiao, *et al.*, 2012).

La disponibilidad de nutrientes es un factor limitante en los sistemas de producción de plantas orgánicas, estos sistemas generalmente dependen de la importación de nutrientes de plantas de granjas orgánicas o convencionales vecinas, así como de los flujos de residuos urbanos, como el biocompost de residuos verdes. Al centrarse cada vez más en reducir la importación convencional para garantizar sistemas de cultivo sostenibles (Oelofse, *et al.*, 2013), el aumento de la eficiencia en el uso de nutrientes debería ser un objetivo en los sistemas agrícolas orgánicos.

Una absorción eficiente de nutrientes es especialmente importante en la fase de establecimiento de la planta. En esta etapa, las plantas todavía tienen sistemas de raíces pequeñas, y la absorción de nutrientes se ve limitada por un contacto limitado de la raíz del suelo. Además, a comienzos de la primavera, los niveles de nutrientes en el suelo son bajos, ya que la mineralización de los nutrientes unidos orgánicamente como nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) están limitados por las

bajas temperaturas del suelo. Un extenso crecimiento y distribución de raíces en esta fase crítica de establecimiento permitirá a las raíces explotar un mayor volumen de suelo, lo que conducirá a un crecimiento más vigoroso de las plantas. Por lo tanto, dichos rasgos de raíz temprana podrían ser esenciales en la búsqueda de cultivares eficientes en nutrientes (White, *et al.*, 2013).

### **2.26 Uso de sustancias húmicas.**

Las sustancias húmicas (SH) son compuestos orgánicos naturales, que comprenden una compleja serie de moléculas de peso molecular relativamente bajo (200-300 Da) unidas por las fuerzas de van Der Waals,  $\pi - \pi$ , CH- $\pi$  y enlaces de hidrógeno (Piccolo, 2002; Colombo *et al.*, 2015; Shen, *et al.*, 2016), son fisiológicamente activos en el crecimiento del suelo y las plantas debido a su compleja estructura rica en contenido orgánico.

Según su solubilidad en diferentes soluciones ácidas y alcalinas, se pueden subdividir en tres fracciones principales: ácido húmico (AH) (soluble en álcali), ácido fúlvico (AF) (soluble en ácido y álcali) y humina residual (HR) (insoluble en ácido y álcali) (Meng, *et al.*, 2017). Faiyz, y S, (2017) menciona que se han propuesto varios modelos estructurales diferentes, hasta la fecha, para dilucidar completamente la estructura molecular del ácido húmico. Estos modelos se resumieron brevemente en publicaciones recientes.

Por consiguiente, las sustancias húmicas pueden producirse a partir de carbones de bajo rango, y desechos de carbón, suelo, residuos de cultivos agrícolas, compost, lodos de depuradora, lixiviados de vertederos y desechos animales (Das, *et al.*, 2013; Faiyz, 2017; Gusiatin, *et al.*, 2017; Wu, *et al.*, 2017). Entre los tipos de carbones de bajo rango, la leonardita, un producto oxidado de lignito, contiene mayores cantidades de ácido húmico, con un mayor contenido de grupos carboxilo

y un menor contenido de ácidos grasos y fenólicos en comparación con la turba y el carbón marrón (Rodríguez, *et al.*, 2014; Faiyz, 2017). El bajo costo y la disponibilidad generalizada de leonardita permitieron su uso como materia prima potencial para la producción de ácido húmico. Recientemente, las sustancias húmicas basadas en leonardita han sido populares para fines agrícolas (Ciarkowska, *et al.*, 2017).

Así pues, las sustancias húmicas juegan un papel crítico en el crecimiento y rendimiento de las plantas. Las investigaciones han demostrado que tienen diversos efectos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos en numerosos cultivos como el apio y el puerro (Ciarkowska, *et al.*, 2017), frijoles comunes (Ibrahim y Ramadan, 2015), cebolla (Bettonia, *et al.*, 2016), tomate (Olivares, *et al.*, 2015), pimiento y fresas (Arancon, *et al.*, 2006), papa (Suh, *et al.*, 2014), trigo (Bezuglova, *et al.*, 2017) y ajo (Denre, *et al.*, 2014).

Del mismo modo, se han realizado diversos estudios para investigar el efecto que tiene los ácidos húmicos en el suelo, pues la adición de esta sustancia aumenta la porosidad y la capacidad de agua y nutrientes (Cihlar, *et al.*, 2014), de igual forma mejora la fertilidad, la calidad y las condiciones del suelo (Ciarkowska, *et al.*, 2017). Así como el pH del suelo (Boguta, *et al.*, 2016), mejora la capacidad de absorción de la superficie bacteriana y ayuda a la degradación, también disminuye los efectos de la salinidad del suelo (Bacilioa, *et al.*, 2017), acelera la eficiencia de extracción de fotos y la biodisponibilidad de metales (Evangelou, *et al.*, 2004), asimismo limpia metales pesados como cadmio, cobalto, manganeso, níquel, plomo y zinc en suelos contaminados (Bahemmat, *et al.*, 2016).

Khaled y Fawy, (2011), señalan que el principal problema del suelo es la falta de materia orgánica y sugiere ácido húmico como solución para aumentar el contenido orgánico del suelo, el efecto del ácido húmico en los suelos salinos se investigó al agregar NaCl al suelo en el rango de 20-60 mM. El ácido húmico se aplicó a un campo de maíz por separado como sólido y líquido. La aplicación de sólidos se realizó un mes antes de la siembra y se aplicó ácido húmico líquido a través de las hojas en los días 20 y 40 de la emergencia de las semillas. Los resultados indicaron un aumento en la absorción de N de los callos en el caso de la aplicación de sólidos mientras que se observó un aumento en las cantidades de P, K, Mg, Na, Cu y Zn debido a la aplicación de líquidos.

### **2.27 Suelo.**

La cebolla prefiere suelos desde franco arenosos (textura ligera) hasta franco arcillosos (textura pesada), si los suelos son arcillosos y muy densos podrían interferir el crecimiento radicular escaso de este cultivo. Ciertamente, con materia orgánica al igual que un pH ubicado entre seis puntos cinco a seis punto ocho resultan ser las condiciones necesarias para un correcto desarrollo (Salunkhe, 2004).

Las cebollas son desde sensibles a moderadamente sensibles a la salinidad en sus primeros estadios, una vez que las plantas están establecidas, pueden tolerar altos niveles de salinidad. Si la salinidad del suelo se encuentra entre cuatro a cinco  $\text{dS m}^{-1}$  puede disminuir el rendimiento a la mitad (Voss, *et al.*, 1999), por lo que se sugiere trabajar con conductividades menores a uno punto dos  $\text{dS/m}$  durante el trasplante o siembra, el contenido de materia orgánica del suelo no debe ser mayor a tres por ciento, pues los suelos muy orgánicos generan poca aptitud para el almacenamiento de los bulbos (CENTA, 2003).

## **2.28 Usos.**

El bulbo, la parte principal de la planta de la cebolla, se utiliza como alimento y condimento, esto por su sabor, olor y textura. Sus escamas carnosas se consumen como un vegetal, crudas o cocidas, y también como condimento para preparar otros alimentos. Los bulbos pequeños se preparan en encurtido (en vinagre o salmuera). Antes que se forme el bulbo, de las plantas inmaduras se pueden utilizar las hojas verdes y la base blanca de estas. Además, mediante el proceso de destilación se puede preparar un aceite de cebolla, utilizado para sazonar alimentos. Por otro lado, existe una gran demanda por productos deshidratados de cebolla, como lo son las hojuelas deshidratadas, el polvo de cebolla y la sal de cebolla, los cuales son utilizados para sazonar alimentos frescos y procesados. También a varias partes de la planta se les atribuyen propiedades medicinales y a algunos de sus derivados se les reconocen propiedades antibacteriales.

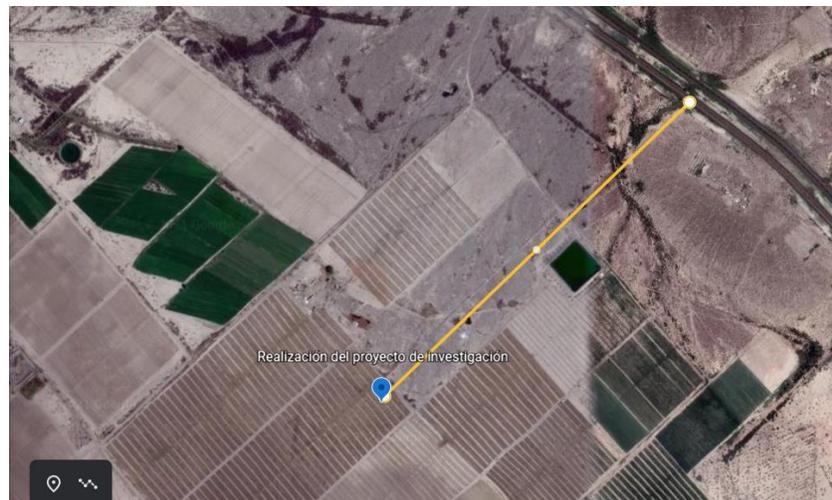
### III MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 Localización del experimento.

El presente trabajo de investigación se comenzó el día 3 de octubre del 2020 al 15 de diciembre bajo condiciones de agricultura convencional ubicado en Las Celias cerca de la zona de Ceballos Durango, obteniendo las siguiente coordenadas 26.596316, -104.082889 Mapimi Durango localizado a 975m de la carretera Jiménez – Torreón

Se encuentra ubicado en los paralelos  $26^{\circ}35'46''$  N y los meridianos  $104^{\circ}04'54''$  W, altitud de 26,5961199 y una longitud de  $-104,0818969$  colinda al sur de la reserva de la biosfera de mapimi y al noroeste de Ceballos Durango, Su clima es un clima seco semidesértico y la temperatura oscila en otoño entre  $10^{\circ}$  a  $26^{\circ}$  Celsius.

Figura 1. – Ubicación del sitio donde se llevo acabo el experimento , Imagen recuperada de Google Earth, Oct 2021



### 3.2 Metodología.

- Una vez ubicado el campo experimental lo primero que se hizo fueron las camas de trasplante de 100 metros de largo y 1 metro de ancho, para el experimento solo se utilizaron 50 metros lineales.
- Se colocó cintilla para el sistema de riego por goteo, resulta ser el mejor método de riego y una mejor alternativa para el uso de fertiriego, además nos aportara un buen ahorro en el agua.
- Se colocaron 4 hileras de cebolla, 2 en medio y 2 a los extremos a una distancia de 10cm entre cebolla
- El trasplante se realizo el día 5 de agosto de 2020, el metodo utilizado fue siembra directa utilizando planta de cebolla blanca *Allium cepa L.* (Vdd. Carta blanca)
- La densidad de plantación por surco es de 200,000 cebollas cada cincuenta metros
- Se riega con una frecuencia de al menos 3 veces por semana, con un tiempo de alrededor de 5 horas de riego.
- A los 10 dds de su plantación se tenía del 50 al 60 por ciento de germinación
  
- A los 14 dds se dio su primera fertilizacion utilizando la dosis del cuadro

*Cuadro 3. – Primera fertilización química como fuente principal de nutrición*

FERTILIZANTE	CANTIDAD
SULFATO DE AMONIO (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100 kg
SULFATO DE ZINC (ZNSO <sub>4</sub> )	50 kg
ELEMENTOS MENORES (FR, C,MN Y BORAX)	20 kg

- Se aplicó herbicida entre callejones para tratar de evitar la germinación de malas hiervas
- Se calcula que el día 23 de septiembre del 2020 se obtuvo el crecimiento medio de la cebolla teniendo ejemplares con un diámetro ecuatorial promedio de 70.3
- El día sábado 27 de septiembre la primea aplicación del acido “A” y el acido “B” quedando así el formato de aplicaciones:

*Cuadro 4.- Aplicaciones de los ácidos “A” y “B”*

Mes de aplicaciones en ambos tratamientos (a y b)	Dia de la aplicación
Septiembre	26 y 29
Octubre	1,3,6,8,10,13,15,17,20,22,24,27 y 31
Noviembre	3,4,7,10,12,17,19,21,24,26,28
Diciembre	1

Fueron un total de 30 aplicaciones, con las medidas mostradas en el cuadro

Las variables a evaluar son:

- Diámetro ecuatorial
- Diámetro polar
- Peso
- Volumen
- Densidad
- Firmeza
- Elemento zinc (Zn)

### **3.4 Diseño experimental.**

Se llevó a cabo un diseño experimental en bloques al azar, se hicieron dos pruebas por el motivo del doblado de hoja; se utilizaron 10 tratamientos y un testigo con 20 unidades experimentales con hoja verde y 10 unidades experimentales con la hoja marchita.

Cuadro 5.- Tratamientos "A" y "B"

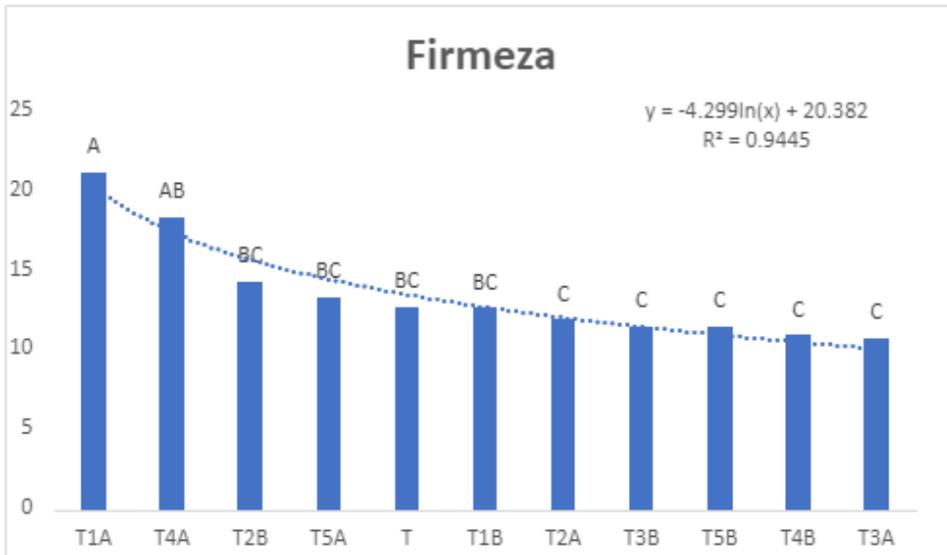
	tratamiento	Cantidad "ml"
Testigo	T0	0
	T1	20
	T2	40
	T3	60
	T4	80
Acido A	T5	100
	T6	20
	T7	40
	T8	60
	T9	80
Acido B	T10	100

## V. Resultados y Discusión.

En esta variable observaremos que los efectos por los ácidos han sido satisfactorios, y de manera significativa, la gráfica nos muestra los resultados y la diferencia de usar los ácidos, Los resultados T1A (20ml), están por encima del T (0ml) con un porcentaje del 66.5% eso significa que T1A supera en firmeza de la prueba 1, por un 66% a T en la firmeza del bulbo, y supera a T4A (80ml) en un 15.13%.

Cuadro 6.- Análisis de varianza para firmeza (F) primera aplicación.

Fuente	GL	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	2172	217.24	6.81	0.000
Error	209	6669	31.91		
Total	219	8841			



*Figura 2.- Firmeza del bulbo primera medición.*

En la siguiente variable se observa que los tratamientos realizaron efectos significativos, de forma gráfica podemos observar cómo el tratamiento T5B (100ml) supera a T(0ml) en un 65.81% en volumen del bulbo, así mismo supera al tratamiento T1B (20ml) con un porcentaje del 22.03%.

*Cuadro 7.- Análisis de varianza para volumen del bulbo (V.B) primera medición*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	235686	23569	4.86	0.000
Error	209	1013644	4850		
Total	219	1249329			

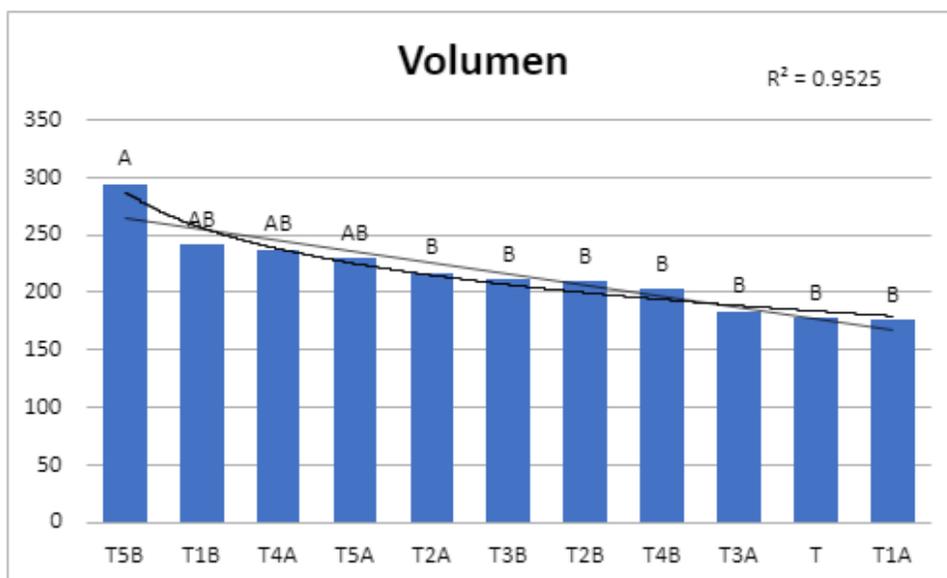


Figura 3.- Volumen del bulbo (V.B) primera medición

En la siguiente variable podemos observar que los tratamientos hicieron un efecto significativo, como podemos observar, la gráfica nos muestra que el tratamiento T4B (80ml) supera a T (0ml) en un 62% del peso del bulbo, así mismo, T4B(80ml) supera al tratamiento T5B (100ml) en un .33% lo cual no da a conocer que en estos tratamientos es muy similar la eficacia del ácido.

Cuadro 8.- Análisis de varianza para peso del bulbo (P.B.) primera medición

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	233086	23309	5.21	0.000
Error	209	935241	4475		
Total	219	1168326			

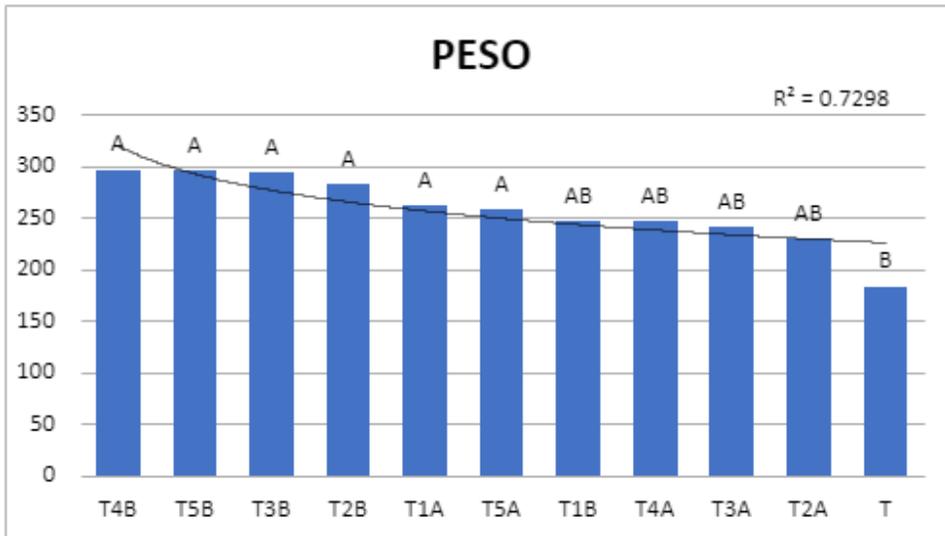


Figura 4.- Peso del bulbo (P.B.) primera medición.

En la siguiente variable muestra la gráfica que los tratamientos tuvieron un efecto significativo, la gráfica nos muestra que el tratamiento T4A (80ml) supera a T(0ml) con un porcentaje del 19.03% del diámetro ecuatorial del bulbo (D.E.), así mismo, T4A (80ml) Supera por muy poco a T5A (100ml) con un 1.22%.

Cuadro 9.- Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del bulbo ( D.E.B) primera medición

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	2841744	284174	1.01	0.432
Error	209	58555819	280171		
Total	219	61397563			

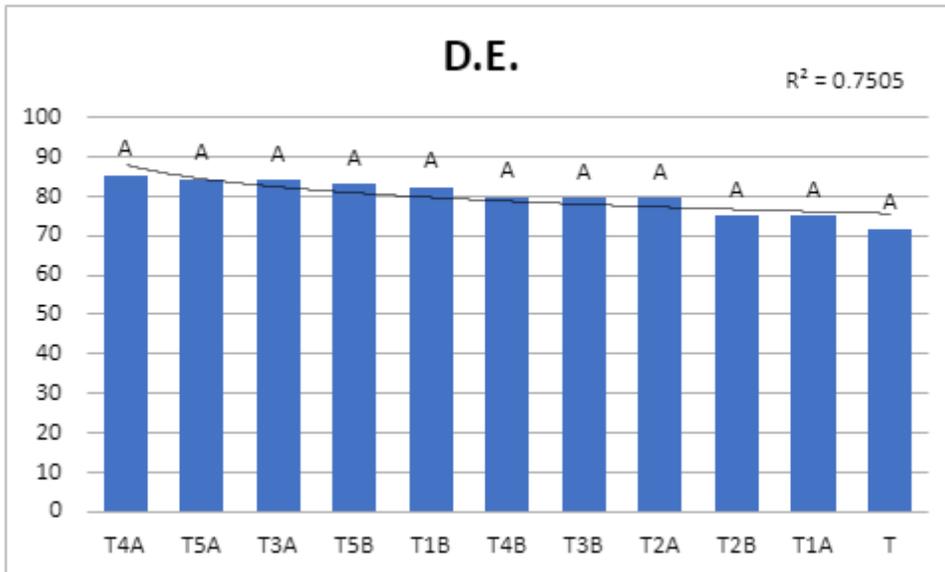


Figura 5.- Diámetro ecuatorial del bulbo (D.E.B.) primera medición.

En la siguiente variable muestra que los tratamientos tuvieron un efecto significativo. La grafica nos muestra que el tratamiento T5B (100ml) supero a T(0ml) con un porcentaje del 25.26% del diámetro polar del bulbo (D.P.), así mismo T5B (100) está por encima de los valores de T1B (20ml) con un 8.61%.

Cuadro 10.- Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo (D.P.B.) primera medición

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	4071	407.1	3.64	0.000
Error	209	23364	111.8		
Total	219	27435			

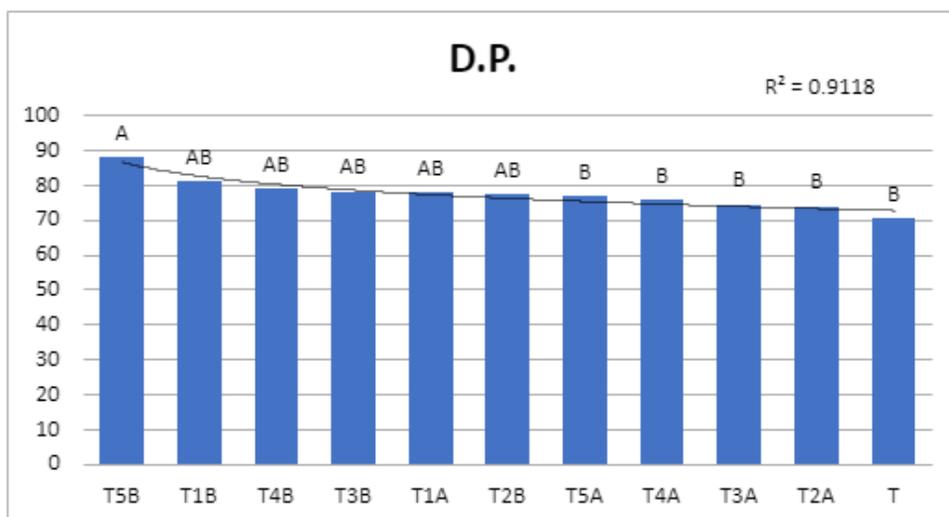
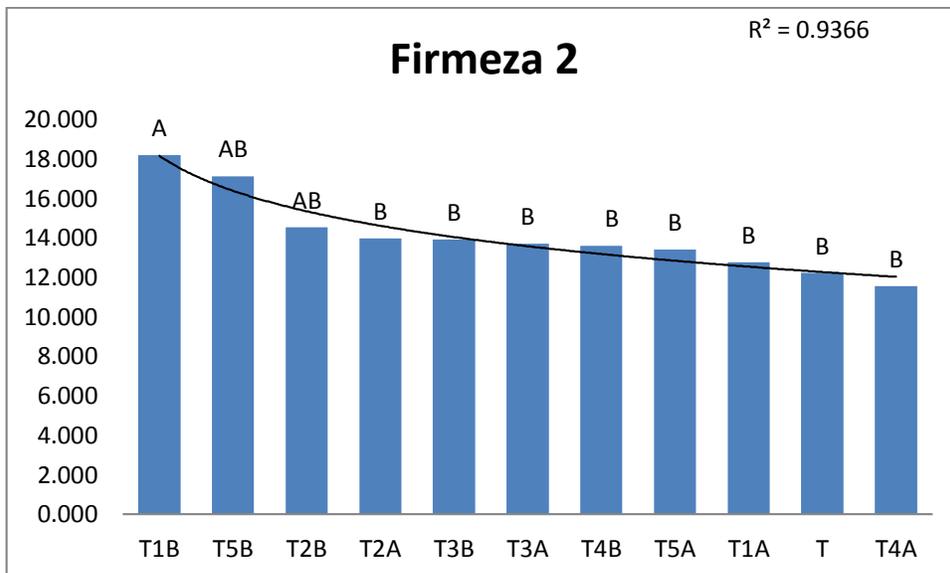


Figura 6.- Diámetro polar del bulbo (D.P.B.) primera medición

En esta variable se muestran datos muy distintos a la primera medición, no obstante, se logra obtener una significancia en el tratamiento T1B (80) superando a T (0ml) con un porcentaje del 32.73% así mismo supero por un poco al tratamiento T5B en un 5.82% en la firmeza del bulbo.

Cuadro 11.- Análisis de varianza de la firmeza del bulbo (F.B) segunda medición

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	4234	423.4	2.28	0.015
Error	209	38858	185.9		
Total	219	43091			

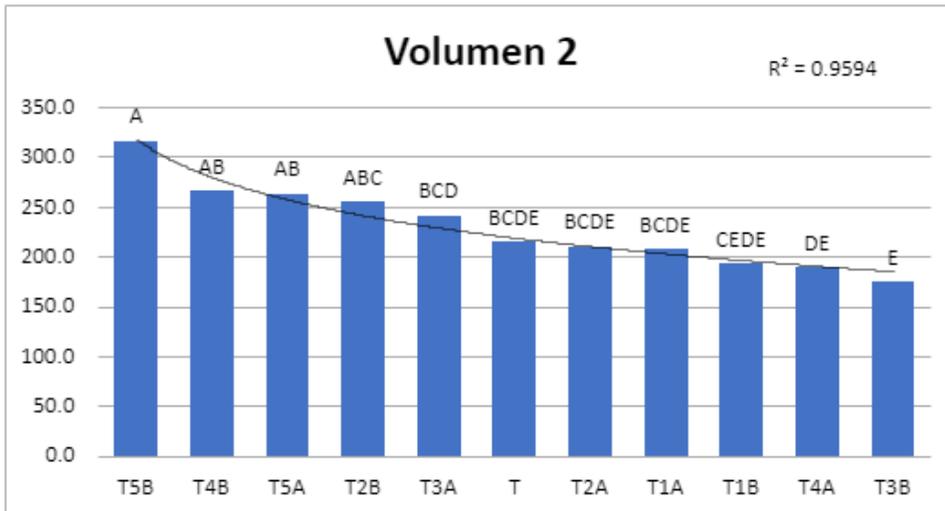


*Figura 7.- Firmeza del bulbo (F.B.) segunda medición.*

A si mismo se realizó la prueba 2 de volumen en la cual obtuvimos resultados diferentes, pero aun superando nuestro testigo, según nuestra grafica el tratamiento T5B(100ml) supero significativamente a T (0ml) en un 46.97% del volumen del bulbo en la prueba 2, así mismo, T5B (100ml) supero a T4B (80ml) en un 18.79%. Del volumen del bulbo.

*Cuadro 12.- Análisis de varianza del volumen del bulbo (V.B.) segunda medición.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	355045	35504	9.66	0.000
Error	209	768455	3677		
Total	219	1123500			



*Figura 8.- volumen del bulbo (V.B.) segunda medición.*

En esta variable se observa que los tratamientos tuvieron efectos significativos, de forma gráfica podemos observar que el tratamiento T5B (100ml) supera a T(0ml) con un porcentaje del 56.51% mayor de peso del bulbo de la segunda prueba, así mismo T5B(80ml) está por encima del valor de T2B (40ml) con un 16.99%.

*Cuadro 13.- Análisis de varianza del peso del bulbo (P.B) segunda medición.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	378510	37851	8.95	0.000
Error	209	883639	4228		
Total	219	1262149			

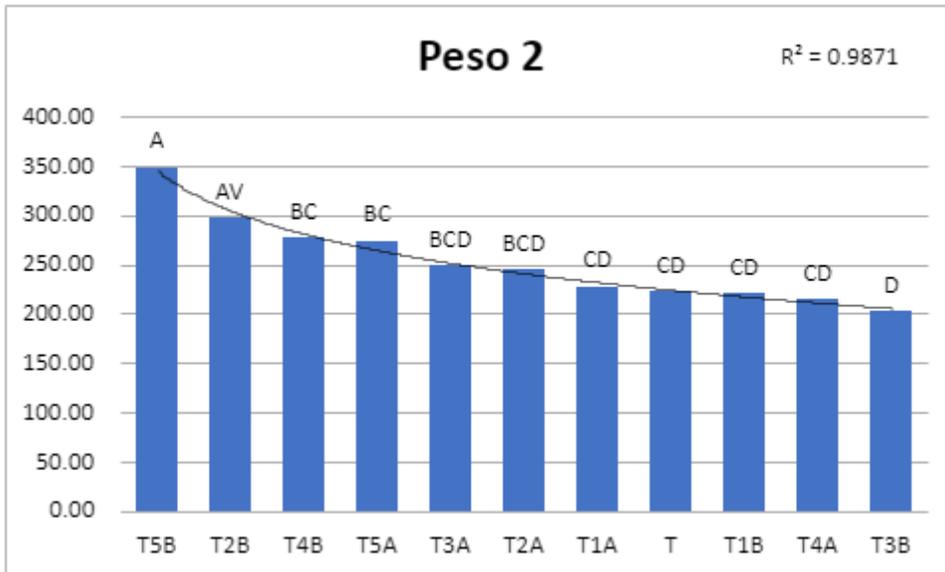


Figura 9.- Peso del bulbo (P.B) segunda medición.

En la siguiente variable que los tratamientos tuvieron un efecto significativo, la gráfica nos muestra que el tratamiento T5B (100ml) supera a T (0ml) con un porcentaje del 18.45% del diámetro ecuatorial de la segunda prueba (D.E.2), así mismo, T5B (100ml) supera al tratamiento T4B (80ml) con un 3.19%.

Cuadro 14.- Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del bulbo (D.P.B.) segunda medición.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	31.96	3.1959	4.89	0.000
Error	209	136.72	0.6542		
Total	219	168.68			

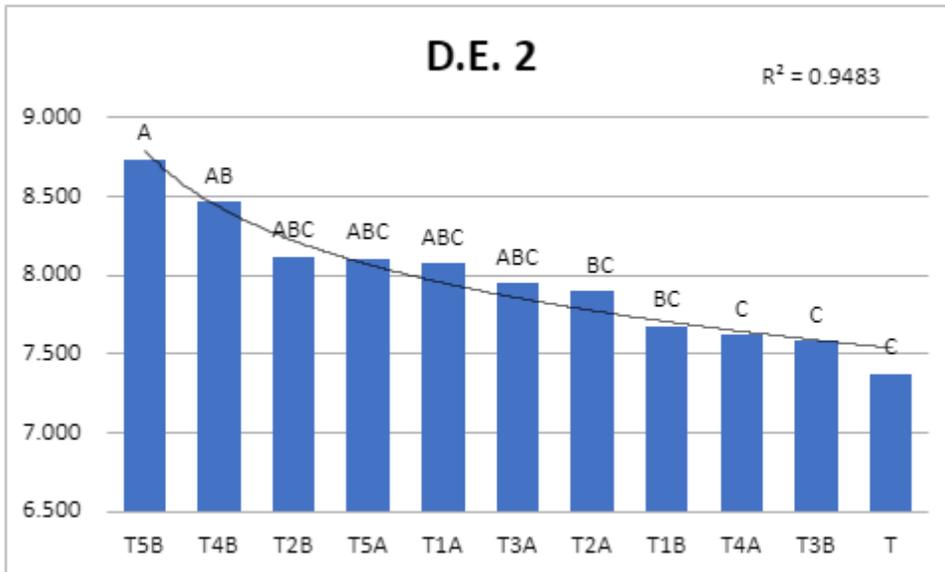


Figura 10.- Diámetro ecuatorial del bulbo (D.E.B.) segunda medición.

En la siguiente variable muestra que los tratamientos tuvieron un efecto significativo, la gráfica nos muestra que el tratamiento T5B (100ml) supero a T (0ml) Con un porcentaje del 9.41% del diámetro polar de la prueba 2 (D.P.2), así mismo el tratamiento T5B (100ml), Esta ligeramente por encima del tratamiento T2B (40ml) con un 6.37%.

Cuadro 15.- Análisis de varianza del diámetro polar del bulbo (D.P.B.) segunda medición.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATS	10	133.3	13.3340	17.28	0.000
Error	209	161.3	0.7716		
Total	219	294.6			

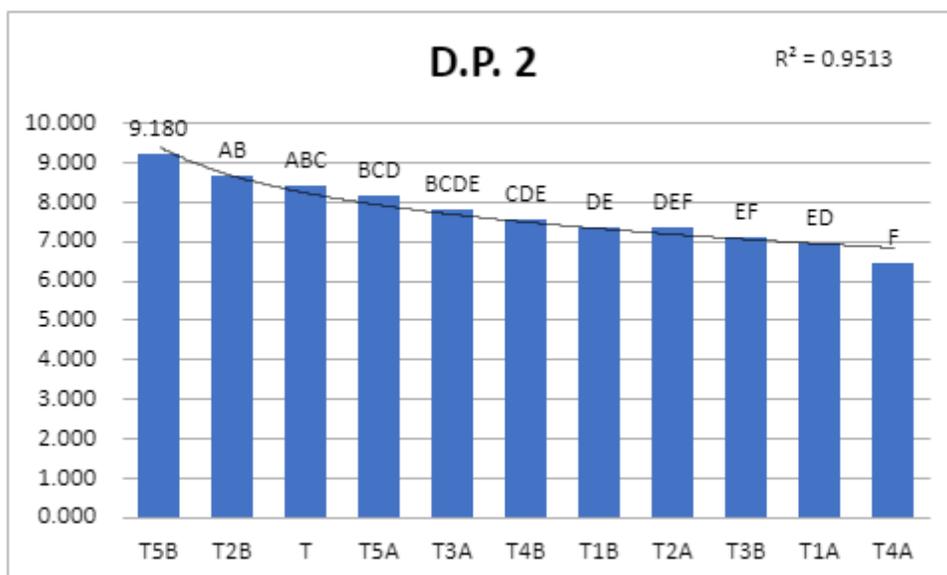


Figura 11.- Diámetro polar del bulbo (D.P.B.) segunda medición.

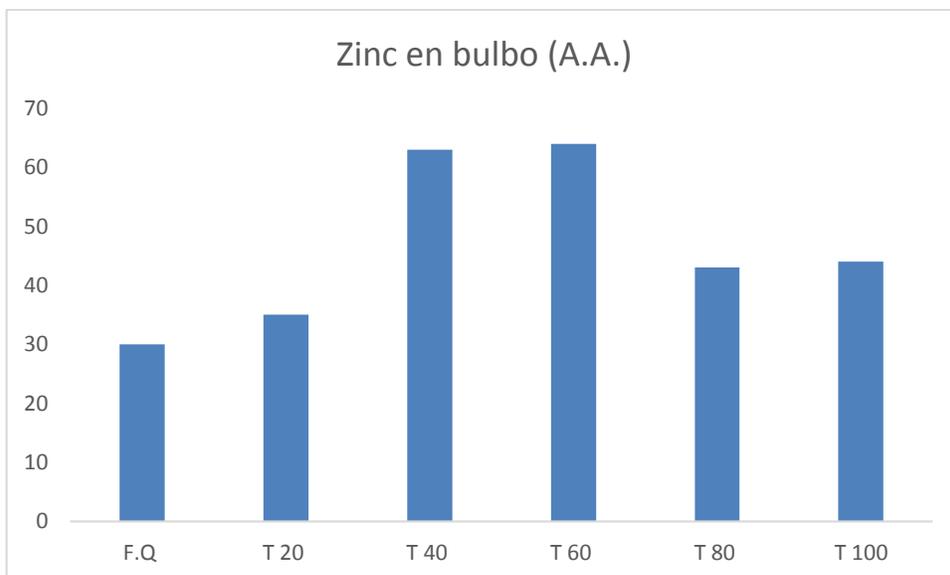
También se hicieron análisis de bulbo para verificar las cantidades de zinc y calcio:

Cuadro 16.- Tabla de cantidades de zinc y calcio en el bulbo del ácido "A"

Trat	A	
	Zinc %	Calcio %
F.Q	30	0.3
T 20	35	0.38
T 40	63	0.87
T 60	64	0.88
T 80	43	0.43
T 100	44	0.44

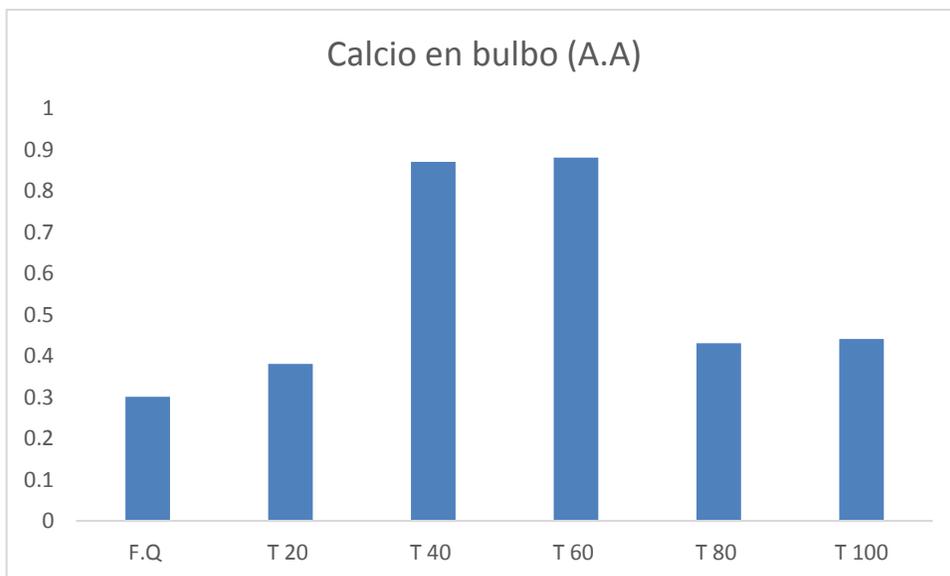
En la siguiente grafica se muestra la cantidad de zinc encontrada en el bulbo de cada tratamiento de los ácidos orgánicos.

Se puede observar que del ácido "A", el tratamiento T60 supera en un 56% a FQ (Fertilización química) superando también a T40 en un 1.5 % dando así el mejor resultado.



*Figura 12.- Cantidades de zinc en bulbo del ácido "A"*

En la siguiente variable se puede observar un efecto significativo donde se muestra el análisis de calcio del ácido "A" donde el tratamiento T60 supera en un 65% a la fertilización química, también superando ligeramente al tratamiento T40 en un 1.13%.



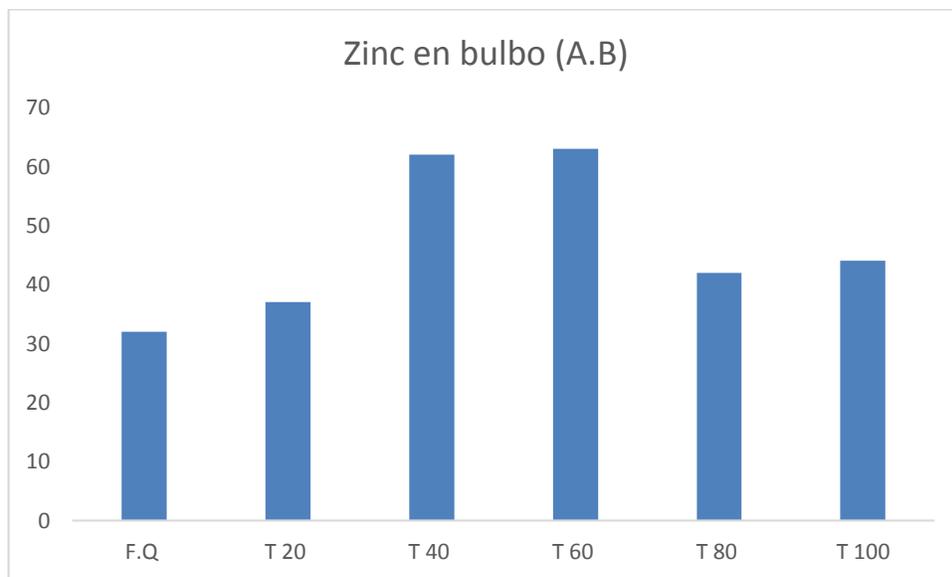
*Figura 13.- Cantidades de calcio en bulbo del ácido "A"*

Respecto al ácido "B" se puede observar un efecto significativo en las variables que se analizaron, dando así los siguientes resultados.

*Cuadro 17.- Cuadro de cantidades de zinc y calcio en el bulbo del ácido "B"*

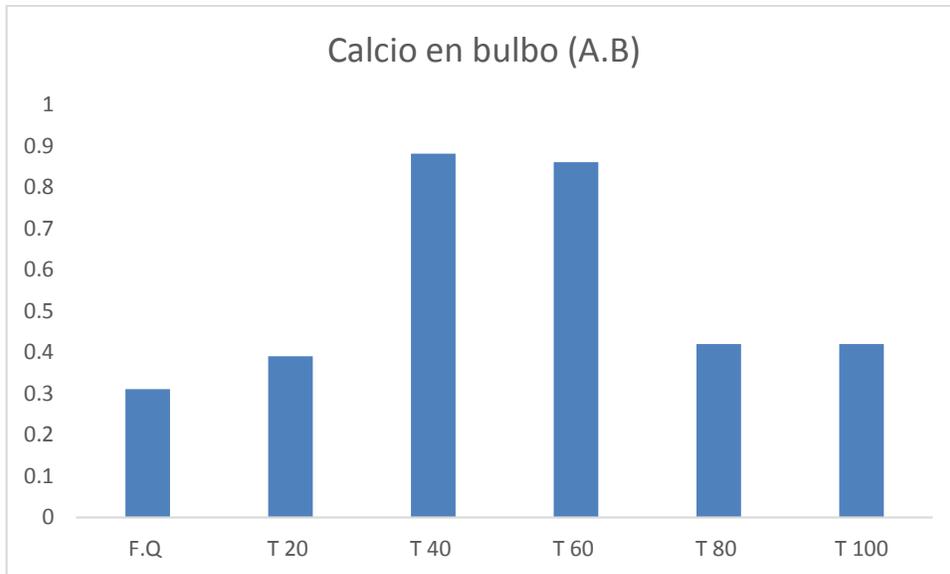
Trat	B	
	Zinc %	Calcio %
F.Q	32	0.31
T 20	37	0.39
T 40	62	0.88
T 60	63	0.86
T 80	42	0.42
T 100	44	0.42

En la siguiente variable se puede observar un efecto significativo, donde el tratamiento T60 supera a la fertilización química en un 49.20%, también el tratamiento T60 supero ligeramente al tratamiento T40 en un 1.58%.



*Figura 14.- cantidades de zinc en bulbo del ácido "B"*

En la siguiente variable se puede observar un efecto significativo, donde el tratamiento T40 supera a la fertilización química en un 64.77%, también el tratamiento T40 supero ligeramente al tratamiento T60 en un 2.27%.



*Figura 15.- Cantidades de calcio en el bulbo del ácido "B"*

Para (Iván, Hugo, Clara y Oscar 2007) la falta de magnesio y micronutrientes (B, Zn y Mn) en planes de fertilización limita el balance nutricional en cebolla, debido a que dichos elementos regulan la expresión del potencial productivo del cultivo y la calidad del producto cosechado.

La ausencia de estos elementos posiblemente está relacionada con desórdenes fisiológicos aún no entendidos plenamente como la pobre conversión de sólidos al bulbo, distorsión en la maduración, malformaciones del bulbo, entorchamiento de hojas y punteo; estos factores afectan negativamente las producciones promedio con efectos en la calidad y rentabilidad de cosecha

Cita (Clifford, Bruno y Mario 1999) que la aplicación de 2,52 kg.ha<sup>-1</sup> de Zn tiene efectos significativos en el rendimiento y altamente significativos sobre el peso seco de los bulbos.

Dice (Manuel, Clara, Hugo y Mario 2007) Los efectos positivos del Zn aplicado al cultivo se deben posiblemente al antagonismo que ejerce el exceso de P (72 mg·kg<sup>-1</sup>), dominio del Ca (23,34 cmol·kg<sup>-1</sup>) y formas precipitadas de óxidos e hidróxidos de zinc en medios con enclamiento continuo como sucede en los Sulfic Endoaquept.

Según (Manna 2016) La aplicación de zinc tiene un efecto significativo en el rendimiento y contribuye al rendimiento. Los valores más altos de diámetro del bulbo (5,1 cm), espesor del cuello (1,5 cm), peso de bulbo individual (57,0 g), comercializable (31,5 t h<sup>-1</sup>) y rendimiento total (33,3 t h<sup>-1</sup>) se registraron con 0,5% ZnSo<sub>4</sub> mientras que las más bajas con el control (0% ZnSo<sub>4</sub>).

Según (Khan, Zubair, Bari, Maula 2007) los diferentes niveles de zinc afectan significativamente el peso del bulbo individual. La aplicación de 10 kg Zn/ha produjo el máximo peso del bulbo (113,7 g), mientras que el peso mínimo del bulbo peso (99,50 g) en las parcelas que no recibieron zinc.

## **V CONCLUSIÓN.**

Acorde con los resultados obtenidos en este experimento, el tratamiento que mostro una respuesta superior en la primera medición ante la variable de firmeza es el tratamiento T1A 20ml con el ácido orgánico.

El tratamiento T4A de la primera medición, mostro en el experimento una respuesta favorable ante la variable de diámetro ecuatorial.

primer muestreo donde se obtuvo un efecto significativo en la variable de peso fue el tratamiento T4B con 80ml del ácido orgánico

Respecto al segundo muestro el tratamiento T1B 20ml del ácido orgánico dio resultados superiores ante la variable de firmeza superando a T5B en un 5.82%, T5B resulto con la influencia altamente significativa en las variables de volumen y diámetro polar de la primera medición y en las variables de volumen, peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar de la segunda medición.

Considerando que la segunda medición se hizo respecto a una observación fisiológica de la cebolla, en la cual concluimos que el doblado de hoja de la cebolla dará resultados de significancia ante una cosecha sin haber concluido el doblado de hoja.

Químicamente obtuvimos que T4A fue el tratamiento favorable para las variables de contenido de zinc y calcio, T3B mostro resultados sumamente similares, donde T4A supero por solo 1% a T3B.

### **4.1 Recomendación**

Ante los resultados obtenidos, los tratamientos que mostraron una reacción superior fueron los del ácido "B" con 100ml, para lograr un equilibrio entre las propiedades físicas y químicas de la cebolla yo recomiendo utilizar el liquido "B" en una proporción del 7 al 7.5ml por litro de agua.

## VI Bibliografía.

Agroscience Boletín. (2012). Obtenido de Cosecha Mayores Ganancias: [www.agroscience.mx](http://www.agroscience.mx).

Álvarez , M., Serna, S. I., Villada , M. E., & López, B. E. (2012). Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con micronutrientes: Una alternativa para la alimentación infantil. . *Engineering and Technology*, pp. 12-34.

Amarakoon, D., Mcphee, K., Thavarajah, D., & Thavarajah, P. (2012). Iron-, zinc-, and magnesium-rich field peas (*Pisum sativum* L.) with naturally low phytic acid: A potential food-based solution to global micronutrient malnutrition. *Journal of Food Composition and Analysis*, pp. 8-13.

Amezcuca, R. J., & Lara, M. F. (2017). El zinc en las plantas. *Revista Ciencia* 68(3).  
. Obtenido de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68\\_3/PDF/zinc\\_plantas.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf).

Bacilioa, M., Morenoa, M., Aguilarb, R. L., & Bashan, Y. (2017). Scaling from the growth chamber to the greenhouse to the field: Demonstration of diminishing effects of mitigation of salinity in peppers inoculated with plant growth-promoting bacterium and humic acids. *Appld Soil Ecol*, v.119, pp.327-338 .

Bahemmat, M., Farahbakhshs, M., & Kianirad, M. (2016). Humic substances-enhanced electroremediation of heavy metals contaminated soil. *Jour. Hazard Mater*, v.312, pp.307-318.

Bazán, A., & Rodríguez, J. (2010). Determinación de dosis optima de nitrógenos en dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L) en Manglaralto Cantón Santa Elena. *Tesis. Facultad de ciencias agrarias. UPSE*.

Bettonia, M. M., Mogora, A. F., Pauletta, V., Goicoecheab, N., Aranjueloc, I., & Garmendiad, I. (2016). Nutritional quality and yield of onion as affected by different

application methods and doses of humic substances. *Jour Food Compos Anal*, v.51, pp.37-44.

Bezuglova, A. O., Gorovtsov, A. V., Lyhman, V. A., & Pavlov, P. D. (2017). The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem . *Annals of Agrarian Sci*, v.15(2), pp.239-242.

brahim, E. A., & Ramadan, W. A. (2015). Effect of zinc foliar spray alone and combined with humic acid or/and chitosan on growth, nutrient elements content and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants sown at different dates. *Sci Hortic-Amsterdam* , v.184, pp.101-105.

Cargua Charnalata, Y, N. (2013). Respuesta de la cebolla perla (*Allium cepa* L.) a cuatro densidades de siembra y dos láminas de riego. Ascázubi, Pichincha. *Tesis. Carrera de Ingeniería Agronómica*. . Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas .

*CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal)*. (2003). Obtenido de Guía técnica: Cultivo de la cebolla. La libertad, El salvador. pp. 25.

Chimborazo, D. (2015). Evaluación del rendimiento de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) var. 'Red Nice' a partir de plántulas obtenidas mediante la poda de sus hojas. *Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo*. Cevallos, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

Chugh, V., & Dhaliwal, H. (2013). Biofortification of Staple Crops. *In Agricultural Sustainability*, 177-196.

Ciarkowska, A. K., Podwika, K. S., Mazur, B. F., & Tabak, N. M. (2017). Comparative effects of lignite-derived humic acids and FYM on soil properties and vegetable yield. *Geoderma*, v.303, pp.85-92. .

Denre, M., Ghanti, G., & Sarkar, K. (2014). Effect of humic acids application on accumulation of mineral nutrition and pungency in garlic (*Allium sativum* L.). *Internat. Jour. Biotechnology and Molecular Biology Res* , v.5(2), pp.7-12.

*Departamento Nacional de Planeación. Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN) (Documento CONPES 113). (2008). Obtenido de [https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/conpes\\_113\\_08.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/conpes_113_08.pdf)*

Diaz, J., Twyman, J., & Zhu, R. (2017). Biofortification of crops with nutrients: factors affecting utilization and storage. *Current Opinion in Biotechnology*, 115-123.

Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G., & Aldabe, L. (2011). Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas: Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*). Montevideo, Uruguay: Universidad de la República.

Dudka, S., & Miller, W. P. (1999). Accumulation of potentially toxic elements in plants and their transfer to human food chain. . *J Environ Sci Health B* , 34(4): pp. 681–708

Evangelou, M. W., Daghan, H., & Schaeffer, A. (2004). The influence of humic acids on the phytoextraction of cadmium from soil. *Chemosphere*, v.57, pp.207-213.

Faiyz, A. L., & S, S. (2017). CPMAS 13C MNR characterization of humic acids from composted agricultural Saudi waste. *Arab Jour. Chem*, v.10, pp.839- 853.

FAOSTAT. (26 de Julio de 2006). Obtenido de <http://faostat.fao.org/>

Fernández, L., Terán, Z., & León, M. (1996). *Influencia del tratamiento magnético del agua de riego sobre la calidad de las posturas de cebolla cultivadas en zeopónicos. Cultivos Tropicales*, vol. 17, no.2, pp. 59-59.

Fraga, C. A. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health molecular. . *Mol. Aspects Med.* 36, 235-244.

Gaskell, M., Fouche, B., Koike, S., Lanini, T., Mitchell, J., & Smith, R. (2000). Organic vegetable production in California - science and practice. . *HortTechnology*, 10 (4): 699-713.

Gómez, M. I., Castro, H. E., Gómez, C. J., & Gutiérrez, O. F. (2007). Optimización de la producción y calidad en cebolla cabezona (*Allium cepa*) mediante el balance nutricional con magnesio y micronutrientes (B, Zn y Mn), Valle Alto del Río Chicamocha, Boyacá. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 339-348.

Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). *Onions-a global benefit to health. Phytotherapy Res.* 16.603-615.

Guenkov, G. (1974). *Fundamentos de la Horticultura Cubana*. La Habana Cuba: Organismos. Instituto Cubano del Libro.

Gupta, U. C., & Gupta, S. C. (1998). Trace element toxicity relationships to crop production and livestock and human health: implications for management. . *Commun Soil Sci Plant Anal*, 29 (11-14): pp. 1491-1522.

Gupta, V. K., Raj, H., & Gupta, S. P. (1985). A note on effect of zinc concentration of onion (*Allium cepa* L.). *Haryana J. Hort. Sci.*, 12(1), pp. 141-142.

Gusiatin, Z. M., Kulikowska, D., & Klic, B. (2017). Suitability of humic substances recovered from sewage sludge to remedy soils from a former As mining area – a novel approach . *Jour Hazard Mater*, v.338, pp.160-166.

Infoagro. (29 de mayo de 2010). *Agricultura. El cultivo de la cebolla*. Obtenido de Infoagro: <<http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1992). *Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación*. Manual de asistencia técnica N.º 25. Corpoica, C.I. Tibaitatá. 56 p.

Jayamohanrao, V. (1974). Effect off copper and boron on the mineral composition of onion (*Allium cepa* L.). *Andhra Agr. J.*, 15(1), pp.170-172.

Jiao, W., Chen, W., Chang, A. C., & Page, A. L. (2012). Environmental risks of trace elements associated with long-term phosphate fertilizers applications: a review. *Environ Pollut*, 168: pp. 44-53.

Jones, H. A., & Mann, L. K. (1963). *Onions and their allies*. New York: Leonard Hill Book Ltd Londres Interscience Publishers Inc.

Khaled, H., & Fawy, H. A. (2011). ) Effect of Different Levels of Humic Acids on the Nutrient Content, Plant Growth, and Soil Properties under Conditions of Salinity. *Soil & Water Res*, v.6(1), pp.21–29.

Khan, A. A., Zubair, M., Bari, A., & Maula, F. (2007). Response of onion (*Allium cepa*) growth and yield to different levels of nitrogen and zinc in swat valley. *Sarhad Journal of Agriculture*, 23(4), 933.

Kik, C., Kahane, R., & Gebhardt, R. *Final scientific report Garlic & Health* . Obtenido de <http://www.plant.wageningenur.nl/projects/garlicandhealth>,pp.167.

Kononova, M. M. (2013). *Soil organic matter: its nature, its role in soil formation and in soil fertility*. . Oxford : Pergamon Press.

Lal, S., & Maurya, A. N. (1983). Effects of zinc on onions. *Haryana J. Hort. Sci.* , 10(3), pp. 231-235.

León, I., Arenas, L., Marín, M., & Sandoval, L. (2004). *Características físicas del guayabo ( Psidium guajava L.) de diferentes granjas de la Cuenca del Lago de Maracaibo*. Memorias de la 47a Reunión de Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical Vol. 8(3). pp.215.

Lorenz, O., & Maynard, D. (1988). *Knott's handbook for vegetable growers*. Wiley, Nueva York.: 3ra edition.

Manna, D., & Maity, T. K. (2016). Growth, yield and bulb quality of onion (*Allium cepa* L.) in response to foliar application of boron and zinc. *Journal of plant nutrition*, 39(3), 438-441

Maroto, J. (2002). Horticultura herbacea especial. *Madrid, España*, 139-160.

Mata, I., & Rodríguez, A. (2000). *Cultivo y Producción del guayabo. Fisiología y desarrollo*. México: Editorial trillas P. 2747.

Mataix Verdú, J., Mañas Almendros, M., Llopis González, J., Martínez de Victoria Moreiras, O., & Várela, G. (2005). Algunos aspectos históricos de la alimentación en el Camino de Santiago. III Reunión Internacional la alimentación y la nutrición en el siglo XXI. Dieta atlántica, obesidad y la nutrición en el Camino de Santiago. *ASOMEGA (Asociación de Médicos Gallegos). Fundación Española de la Nutrición. Madrid*.

McBride, M. B. (1995). Toxic metal accumulation from agricultural use of sludge: are USEPA regulations protective? *J Environ Qual*, 24: pp. 5–18 .

Medina, J. (2008). *Cebolla, Guia Tecnica*. Santo Domingo, Republica Dominicana.

Meng, M., Yuan, G., Wei, J., Bi, D. X., Ok, Y. S., & Wak, H. (2017). Humic substances as a washing agent for Cd-contaminated soils. *Chemosphere*, v.181, pp.461-467.

Oelofse, M., Jensen, L., & Magid, J. (2013). The implications of phasing out conventional nutrient supply in organic agriculture. *Denmark as a case. Org Agric* , 3:pp. 41–55.

Olani, N., & Fikre, M. (2010). Onion seed production techniques . *Manual for extension agents and seed producers* . Addis Abeba.

Parras, L. Á., & Lozano, B. G. (2014). Conventional tillage versus organic farming in relation to soil organic carbon stock in olive groves in Mediterranean rangelands (southern Spain). . *Solid Earth* , 5: pp. 299–311.

Peña, C., Añez, B., & Dávila, M. (1999). Respuesta de la cebolla (*Allium cepa* L.) a la aplicación de azufre, magnesio, cinc y boro en un suelo alcalino. *Rev. Forest. Venez*, 43(2), 173-182.

Peña, C., Añez, D., & Ávila , M. (1999). Respuesta de la cebolla a la aplicación de azufre, magnesio, zinc y boro en un suelo alcalino. *Revista Forestal Venezuela*, 43(2), pp. 173-182.

Rao, V. J., & Deshpande, R. (1973). Effect of micronutrients (copper and boron) on the growth and yield of onion (*Allium cepa*). *Indian Agr. Res.* 5(4).

Rengel, Z., Batten, G. D., & Crowley, D. E. (1999). Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crops Res*, 60: pp. 27-40.

SADER TAMAULIPAS. (Julio de 2017). Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura%7Ctamaulipas>

Salas, J. (1988). Comparativo de cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) precoces en dos localidades: Lima, La Molina, 1988; Arequipa y Siguan, 1986. *Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo*. Lima, Perú.: Universidad Nacional Agraria La Molina.

*UNICEF, Micronutrientes y Hambre Oculta.* (2003). Obtenido de UNICEF República Dominicana, 1-2. Retrieved : [http://www.fesamericacentral.org/files/fes-america-central/actividades/costa\\_rica/Actividades\\_cr/141018\\_COP\\_20/República Dominicana.pdf](http://www.fesamericacentral.org/files/fes-america-central/actividades/costa_rica/Actividades_cr/141018_COP_20/República_Dominicana.pdf)

Voss, R., Murray, M., Bradford, K., Mayberry, k., & Miller, I. (1999). Onion seed production in California . *California, Estados Unidos*, pp10.

White, P. J., & Broadley, M. R. (2005). Biofortifying crops with essential mineral elements. . *Trends in Plant Science*, pp. 586-593.