

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



Uso de Fertilizantes Inorgánicos y Organominerales en la Producción de  
Plántulas de Cebolla (*Allium cepa* L.) a Campo Abierto

Por:

**MAYRA ISABEL CÁRDENAS ESPINOZA**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo Coahuila, México

Mayo 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de Fertilizante Inorgánico Mineral y Organominerales  
en Plántula de Cebolla (*Allium cepa* L.) a Campo Abierto

Por:

**MAYRA ISABEL CÁRDENAS ESPINOZA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada:

\_\_\_\_\_  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Asesor Principal

\_\_\_\_\_  
M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez  
Coasesor

\_\_\_\_\_  
M.C. Alfonso Rojas Duarte  
Coasesor

\_\_\_\_\_  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo Coahuila, México  
Mayo 2013

## DEDICATORIAS

*A MIS PADRES:*

*VICENTE CÁRDENAS LEGORRETA†*

*ZENAIDA ESPINOZA NIETO*

*Por el gran amor que me han dado, por brindarme una maravillosa familia y enseñarme lo mejor en la vida, el mayor ejemplo de esfuerzo, apoyo, confianza y sobre todo de unidad; los amo muchísimo y siempre llevaré grandiosos recuerdos en mi corazón. Gracias por su comprensión, gracias por estar conmigo, porque ustedes son parte esencial de mis logros, que Dios los bendiga. Le mando un abrazo con mucho cariño a mi papá.*

*A MIS HERMANOS:*

*NOEMÍ*

*OCTAVIO*

*GONZALO*

*ROCÍO*

*Por esa apreciable y total confianza, por todos los momentos que hemos pasado juntos, por el simple hecho de saber que a cada paso, estarán a mi lado; porque sin duda alguna, sé que siempre podré contar con ustedes; gracias, por ese gran cariño que nos tenemos de hermanos y que nos ha mantenido unidos, los amo mucho. Gracias, por el apoyo incondicional que he recibido de cada*

*uno de ustedes, mis mejores deseos para que encuentren su camino y sean completamente felices. Que Dios los llene de bendiciones.*

***A MIS SOBRINOS:***

***IVEN SAID, AXEL GONZALO y RODRIGO ALONSO***

*Mis queridos sobrinos, por siempre los mejores; tienen una gran vida en sus manos, disfrútenla y a cada momento luchen por lo que les hace felices y que nunca pierdan esa inocencia, regalo tan preciado, ya que en ella se está más cerca de Dios; les deseo lo mejor y que logren alcanzar cualquier sueño que conciban, que Dios me los cuide mucho.*

***AL AMOR DE MI VIDA JAIME CARRALES LIRA***

*Eres mi complemento en el corazón, tú me das seguridad, fuerza, alegría e inspiración en mi vida, me siento orgullosa de estar a tu lado y lo estaré siempre; seremos cómplices y construiremos una gran historia. Gracias por estar conmigo, gracias, por el amor incondicional que me das cada día, eres lo mejor en mi vida, te amo con todo mi ser y te amo sólo a tí.*

## *AGRADECIMIENTOS*

*A DIOS* Porque gracias a él, tengo una admirable familia y me ha dado la oportunidad de conocer a Jaime y porque con él he logrado éste y muchos más objetivos en mi vida; por darme esperanzas y miles de oportunidades cada día. Gracias por esta vida amado señor.

*A MI ALMA MATER* Por ser parte de ella y permitirme culminar esta etapa; también muchas gracias, a cada uno de los maestros que nos ofrecieron su conocimiento y a todos los que conforman esta institución.

*Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera* Es un profesor comprometido con sus alumnos y le agradezco mucho por tanta, tanta paciencia al realizar este trabajo; mis mejores y más sinceros deseos para usted y su familia.

*Al M.C. Raúl Cesar González Rivera* Por la ayuda que me brindó, en la parte estadística de esta investigación, es un profesor excelente, muchas gracias.

*A la M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez Agradezco su ayuda y tiempo prestados a la realización de este trabajo y muchas gracias por su amistad.*

*Al M.C. Alfonso Rojas Duarte Por su participación como jurado en la presentación de este trabajo y por compartir sus conocimientos en mi formación como profesionista, es un gran profesor e igualmente gracias por su amistad.*

***ATODA MI FAMILIA** Gracias a todos: abuelitos, tíos, tías, primos, en fin, a todos mis familiares, porque de alguna manera, me han apoyado y me han brindado su amistad, mil gracias por confiar en mí, que Dios los cuide siempre.*

***AMIGOS Y COMPAÑEROSA** todos mis compañeros de la generación CXII de Horticultura y principalmente a mis amigos Chepe, Eloy, Güerita, Toño, Chayo, Fíla, Bertha, Lulú, Ana, Edwin, Mariano, Otto, Luz, Celso, Elizandro, Huber, Símony, Eliseo, Jose Luz, Juancho, Arrieta, Oscar, Efraín, a todos ustedes, muchas gracias por su valiosa amistad y por ser parte de mi vida; no olvidaré el tiempo que he pasado con cada uno de ustedes, les deseo mucho éxito para toda su vida.*

*También, a mis demás amigos Ever, JoseManuel, Dago, Ervín, Clemente, Junior, Krifín, Valeria, Enrique, Yessi, Maribel, Irene, Wendy, Luciano, Dani, Vero, Carmen, gracias por su amistad, los llevaré siempre en mi corazón, que Dios los bendiga a todos ustedes amigos míos.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
Dedicatorias.....	I
Agradecimientos.....	III
Índice de cuadros.....	IX
Índice de figuras.....	XI
Resumen.....	XIII
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Historia del cultivo.....	4
Clasificación taxonómica.....	4
Descripción botánica.....	5
Aspectos generales del cultivo.....	7
Manejo de plántula.....	11
Propagación.....	11
Germinación.....	11
Siembra.....	12
Semillero.....	12
Siembra directa.....	15
Épocas de siembra.....	15

Riego.....	17
Fertilización.....	17
Plagas y Enfermedades.....	18
Control de malezas.....	19
Calidad de plántula.....	20
Transplante.....	21
Nutrición alternativa.....	22
Materia orgánica en el suelo.....	22
Sustancias húmicas.....	24
Fertilizantes.....	27
Fertilizantes inorgánicos.....	27
Fertilizantes orgánicos.....	30
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
Ubicación del experimento.....	37
Material vegetal.....	38
Establecimiento del experimento.....	38
Factores y dosis determinados.....	38
Fertilizantes inorgánicos (Factor A).....	38
Fertilizantes organominerales (Factor B).....	40
Tratamientos empleados.....	41
Diseño experimental.....	42
Modelo estadístico.....	42
Manejo del experimento.....	43
Siembra.....	43
Riego.....	43
Fertilización.....	43
Calendario de fertilización.....	44
Control de malezas.....	44
Evaluación de tratamientos.....	44
Variables evaluadas.....	44

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	46
Peso de Plántula (PP).....	46
Diámetro de Bulbo (DB).....	52
Longitud de Plántula (LP).....	56
Número de Hojas (NH).....	61
Ancho de Hoja (AH).....	67
<b>V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS</b> .....	72
FUENTES CONSULTADAS.....	74
APÉNDICE.....	79

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro No.</b>	<b>pág.</b>
2.1. Porcentaje mensual de siembra en cultivo de cebolla, ciclo primavera - verano.....	16
2.2. Porcentaje mensual de siembra en cultivo de cebolla, ciclo otoño - invierno.....	16
2.3. Parámetros de crecimiento aceptable en cebolla para el trasplante.....	21
3.1. Formulas y dosis de N - P - K.....	39
3.2. Cantidades usadas de las soluciones de fertilizante inorgánico (Factor A).....	40
3.3. Cantidades y dosis de fertilizantes organominerales utilizado (Factor B).....	40
3.4. Descripción de los tratamientos aplicados.....	41
3.5. Fechas de fertilización.....	44
4.1. Cuadrados medios de las variables y su significancia de acuerdo a los factores evaluados y su interacción.....	46
A.1. Análisis de varianza para la variable peso de plántula (PP).....	80
A.2. Análisis de varianza para la variable diámetro de bulbo (DB).....	80

A.3. Análisis de varianza para la variable longitud de plántula (LP).....	81
A.4. Análisis de varianza para la variable número de hojas (NH).....	81
A.5. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja (AH).....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>pág.</b>
2.1. Planta de cebolla.....	7
2.2. Plántulas de cebolla listas para su trasnplante.....	20
3.1. Ubicación del sitio experimental.....	37
4.1. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable peso de plántula.....	48
4.2. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable peso de plántula.....	50
4.3. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable diámetro de bulbo.....	53
4.4. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable diámetro de bulbo.....	55
4.5. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable longitud de plántula.....	58
4.6. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable longitud de plántula.....	60

4.7. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable número de hojas.....	63
4.8. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable número de hojas.....	65
4.9. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable ancho de hoja.....	68
4.10. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable ancho de hoja.....	70

## RESUMEN

En esta investigación se evaluó la nutrición en plántula de cebolla (*A. cepa* L.), usando dos tipos de fertilizantes bajo condiciones a campo abierto y se llevó a cabo en el rancho de Garza localizado en el municipio de Aramberri, que se encuentra en el estado de Nuevo León, durante los meses de febrero a marzo de 2012.

Con la finalidad de mejorar el crecimiento y las características morfológicas deseables en plántulas de cebolla, se utilizó un diseño bloques al azar con arreglo factorial y se estableció el Factor A (fertilizantes inorgánicos), donde se empleó cuatro dosis: dosis cero, sin aplicación de fertilizante; dosis baja aplicando la fórmula 135 - 60- 150, dosis media 165 - 90- 300 y dosis alta 195- 120- 450 de NPK. Para el Factor B (fertilizantes organominerales), se utilizaron cuatro dosis: dosis cero, sin aplicación de fertilizante; dosis baja, 2.5 cc/L de organomineral; dosis media 3.75 cc/L de organomineral y en la dosis alta de fertilizantes organominerales 5.0 cc/L. De la combinación de estos dos factores se obtuvieron 16 tratamientos con cinco repeticiones.

Para conocer la influencia de los diferentes tratamientos se midieron las siguientes variables: peso de plántula (PP), diámetro de bulbo (DB), longitud de plántula (LP), número de hojas (NH) y ancho de hoja (AH). En el caso de las variables PP, DB y AH los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicaron sólo fertilizantes organominerales, sin combinarlos con fertilizantes inorgánicos.

Mientras que cuando se combinaron los fertilizantes organominerales con fertilizantes inorgánicos minerales, los mejores resultados se obtuvieron para la variable LP, usando las dosis medias de cada fertilizante y en la variable NH, combinando la dosis baja de inorgánicos con la dosis alta de fertilizantes organominerales.

El tratamiento 3 (dosis media) y el tratamiento 4 (dosis alta), del factor organominerales, superaron a los demás tratamientos en la mayoría de las variables, lo que permite producir plántulas de cebolla de calidad, a bajos costos y con menor impacto ambiental; por lo que estos productos son una opción factible en la producción de plántulas de esta hortaliza.

**Palabras clave:** cebolla (*Allium cepa* L.), plántula, fertilizantes inorgánicos, organominerales.

## I. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una especie hortícola, que es considerada dentro de las de mayor importancia, porque es ampliamente usada como alimento debido a sus cualidades nutritivas, que se le atribuyen por el contenido de aceites sulfurosos volátiles. Por sus demandas climáticas, este cultivo se extiende por todas las regiones templadas del mundo.

En México existe una demanda alta de ésta, encontrándose en los mercados durante todo el año. Se consume ampliamente; en fresco, como condimento, deshidratada e incluso en uso medicinal, ya que ayuda a una buena digestión y absorción de los nutrimentos. La cebolla contiene minerales y oligoelementos como: calcio, magnesio, cloro, cobalto, cobre, hierro, fósforo, yodo, níquel, potasio, silicio, cinc, azufre... también abundan las vitaminas A, B, C y E.

En las estadísticas reportadas por la FAO se encuentra a China, Japón y República de Corea como los tres principales productores de esta hortaliza (cebolla verde), en los últimos años; México se encuentra dentro de los diez primeros lugares a nivel mundial.

Con respecto a la producción en la República Mexicana, esta hortaliza se cultiva en la gran mayoría de los estados, siendo Chihuahua (205,415.83t), Baja California (195,702.14t), Tamaulipas (141,970.58t), Michoacán (135,579.03t), Zacatecas (135,239.96t), Guanajuato (112,369.00t), Morelos (81,468.00t), San Luis Potosí (70,802.50t), Puebla (56,005.84 t), Sonora (45,889.62 t) y Jalisco (38,887.55 t), los principales productores, según datos de la SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), para el 2010.

Debido a las condiciones climáticas del país se ha convertido en un cultivo de altos rendimientos, para lo cual en el 2010 se ha tenido un rendimiento promedio de 28.24 t/ha y teniendo un total de 45,126.03 ha de superficie sembrada y si se comparan estas cifras con las de hace diez años en donde se tenía una área total sembrada de 49,748.83 ha, para el año 2000 y con un rendimiento de 20.61 t/ha, se advierte que aunque ha disminuido la superficie sembrada hay un notable incremento en el rendimiento; lo que conlleva un mejor uso de tecnologías así como un manejo adecuado del cultivo y principalmente en el aspecto de la nutrición de las plantas.

La nutrición es un concepto técnico importante para lograr una exitosa producción en cada cultivo y en este caso la cebolla y específicamente en las primeras etapas se debe poner especial atención, debido a que en esta etapa (plántula), presenta un lento crecimiento; brindándole así desde el principio, una nutrición adecuada para la obtención de plantas vigorosas y de buena calidad para el trasplante.

En la actualidad, se ha observado una creciente necesidad, por producir con el menor impacto ambiental posible, por lo tanto se debe considerar una alternativa complementaria en la aportación de nutrientes; al hacer uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos conjuntamente, para atenuar el daño ocasionado a la naturaleza con el uso desmedido de fertilizantes inorgánicos, que se ha estado dando en las últimas décadas.

De tal manera que, una de las mejores alternativas para los productores en el campo es el uso de fertilizantes organominerales, ya que sus componentes orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos), ayudan a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; además de que ayudan a evitar la erosión del mismo y la pérdida de la capa arable, así como también disminuye la contaminación del agua y en general de los recursos naturales existentes en el planeta.

Por esto y muchas razones más de importancia, se ha generado este trabajo en favor del medio ambiente, del mismo modo en beneficio de los productores y por lo tanto del bien común.

### **1.1. Objetivos**

- ★ Mejorar la calidad de plántulas de cebolla para su trasplante, mediante la aplicación de organominerales en campo abierto.
- ★ Evaluar el efecto del uso de la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de plántulas de cebolla.
- ★ Comparar y determinar la concentración tanto de fertilizantes orgánicos como inorgánicos, que corresponda a la mejor respuesta en calidad para el trasplante de plántulas de cebolla.

### **1.2. Hipótesis**

En este proyecto se plantearon las siguientes hipótesis:

- ★ Con al menos uno de los tratamientos empleados en este estudio, es factible obtener una mejor calidad en plántulas de cebolla.
- ★ Con relación a los fertilizantes usados, habrá diferencia notoria de los organominerales con respecto a los fertilizantes inorgánicos para la producción de cebolla en las primeras etapas (plántulas).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Historia del cultivo

El origen de la cebolla se sitúa en Asia, pero aun no se sabe con certeza el lugar de procedencia exacto, ya que los autores discrepan en este tema, algunos como Candolle (1959) y Gadea (2002), reportan que es originaria de Asia Central, mientras que Maldonado (2000), indica que su origen se encuentra en Asia Occidental. Además otros autores ubican al Oriente Próximo y al Mediterráneo como centros secundarios de origen, mencionan Sobrino y Sobrino (1992).

### 2.2. Clasificación taxonómica

<b>Clase:</b>	Monocotiledóneas
<b>Superorden:</b>	Liliiflorae
<b>Orden:</b>	Asparagales
<b>Familia:</b>	Alliaceae
<b>Tribu:</b>	Alliae
<b>Género:</b>	<i>Allium</i>
<b>Especie:</b>	<i>cepa</i>

### **2.3. Descripción botánica**

La planta de la cebolla es una especie herbácea bianual donde al segundo año de su cultivo surge un escapo floral, pero se cultiva como anual para la obtención de bulbos (Figura 2.1).

#### **Raíz**

El sistema radicular es de tipo fasciculado, capaz de llegar hasta unos 60 cm de profundidad, aunque normalmente no pasa de 20 cm. Las raíces son tiernas, finas, poco divididas, bien provistas de pelos radicales en el tercio medio inferior, de color blanco y con el típico olor a sulfuro de alilo que impregna toda la planta (Castell y Díez, 2000).

#### **Tallo**

Es muy rudimentario y pequeño, ya que alcanza sólo unos cuantos milímetros de longitud; las raíces salen a partir de un tallo a modo de disco, o disco caulinar. Este disco caulinar presenta numerosos nudos y entrenudos (muy cortos) y a partir de éste salen las hojas. Son el conjunto de hojas de la parte superior las que forman un "falso tallo".

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=76](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=76)).

#### **Hoja - Bulbo**

La hoja está formada de dos partes bien diferenciadas: parte basal o vaina envolvente y parte superior (peciolo superior sin verdadero limbo), redondeada y hueca. Las hojas están dispuestas sobre el disco o tallo en disposición opuesta. Cada nueva hoja sale a través de un orificio que se abre

en el punto de unión de la vaina y del limbo de la hoja anterior, de modo que cada vaina envuelve a todas las que nacen después. (Castell y Díez, 2000). Las vainas de las hojas exteriores se mantienen membranosas, escamosas actuando como protectoras (túnicas), de color blanco, verdoso, amarillo, cobrizo, rojizo o morado. Las más interiores se hacen carnosas, de color blanco, amarillo o morado, acumulando sustancias de reserva y constituyendo la parte comestible del bulbo (Figura 2.1).

Para el engrosamiento del bulbo, Gadea (2002), describen que los principales factores que influyen en este proceso son: fotoperiodo, temperatura, tamaño de la planta y fertilizante nitrogenado. El tamaño y calidad del bulbo dependen del tipo de suelo, fertilidad y variedad.

### **Escapo floral - Flor**

En cuanto a la flor e inflorescencia, el escapo se desarrolla en el segundo período vegetativo (a veces en el primero: floración prematura), forma en su extremo una cabeza cónica prolongada en un apéndice puntiagudo constituido por una bráctea envolvente que se abre librando las flores. Las flores (ovario súpero), en número de 50 a 2,000, están agrupadas en una umbela simple (<http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/cebolla>).

La flor es hermafrodita como resultado del retraso en la receptividad del estigma (protandria) y éstas van abriendo de forma irregular, posee seis estambres y el pistilo tiene tres lóbulos, el color de las flores es lila o cercanos al blanco.

## **Fruto - Semilla**

Castell y Díez (2000), señalan que el fruto es una capsula trilocular, con 1 ó 2 semillas por lóculo. Éstas son de forma irregular, de unos 3 mm, con una superficie rugosa y de color negro. Maduran a los 45 días de la antesis. Cada fruto puede dar seis semillas, pero en la práctica suele haber solamente 3 ó 4. La semilla se deteriora rápidamente bajo los efectos de la humedad y temperatura debiendo almacenarse muy seca. Su poder germinativo disminuye muy rápido, pasando del 95- 100 %, en el momento de la recolección al 50 %, a los dos años si se conserva en condiciones ambientales normales.



**Figura 2.1. Planta de cebolla.**

## **2.4. Aspectos generales del cultivo**

### **Condiciones climáticas**

La cebolla requiere un clima templado o cálido para su desarrollo, los requerimientos de temperatura dependen de la etapa de desarrollo, para el crecimiento vegetativo; en la etapa inicial 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° C. Las plantas jóvenes son más tolerantes al frío que las más viejas. En climas templados los rendimientos en bulbos son

mayores y estos son de mejor calidad (Salunkhe y Kadam, 2004). Las altas temperaturas junto a días largos parecen acortar el tiempo necesario para el inicio de la formación del bulbo.

Para la emisión del vástago floral, necesita un periodo de bajas temperaturas y es llamado vernalización, Sarli (1980), hace referencia que en las temperaturas de 10° a 15° C puede darse este periodo, no obstante también esto depende del cultivar.

Esta especie se desarrolla bien en variados climas, comprendidos entre los 50 y 300 metros de altitud; produciéndose mejor en altitudes arriba de los 900 msnm llegando hasta 2,330 m, con ambiente seco y luminoso para una buena maduración del bulbo. Pero en altitudes superiores sólo pueden cultivarse como cosechas de primavera o verano.

<http://agroecuador.com/Download/Cebolla.pdf>).

### **Suelo - Humedad**

El cultivo de cebolla se puede desarrollar con éxito en la mayoría de los suelos fértiles según Brewster (1994) y también recomienda un intervalo de pH del suelo de 6 - 7, pero en suelos orgánicos resulta satisfactorio un pH más bajo. El agua debe estar disponible en los primeros 40 cm del suelo, sin embargo es muy sensible al exceso de humedad; una pluviometría alta (> 100 cm), es perjudicial para el crecimiento y formación del bulbo, por lo tanto los problemas de drenaje en el suelo ayudan a favorecer la aparición de enfermedades.

Esta hortaliza prefiere los suelos orgánicos, francos o arenosos, limosos y limo-arenosos, profundos y bien drenados. Valadez (1989), sugiere que un suelo arcilloso no es recomendable, ya que puede deformar o retrasar el crecimiento de la parte comestible. Los suelos demasiado alcalinos o ácidos no favorecen un crecimiento del bulbo normal y esto se ve reflejado en el

rendimiento del cultivo. El cultivo de esta hortaliza es mejor realizarlo en terrenos en donde no se haya sembrado anteriormente cebolla, el intervalo para repetir el cultivo en un mismo sitio debe ser no menor a 3 años, de esta manera se obtienen mejores resultados.

### **Ciclo fenológico**

El ciclo de la cebolla se distingue por cuatro fases que se describen a continuación. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>)

► **Crecimiento herbáceo:**

Ésta es la primer fase e inicia con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que va originando progresivamente a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar.

► **Formación de bulbos:**

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este periodo tiene lugar la hidrólisis de los prótidos; así como la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperiodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta.

► **Reposo vegetativo:**

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en reposo. En esta fase el contenido de fito-hormonas es muy bajo.

► **Reproducción sexual:**

Normalmente se produce en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco, se desarrolla a expensas de las sustancias

de reserva acumuladas, creciendo un tallo floral, localizándose en su parte terminal una inflorescencia en umbela.

### **Fotoperiodo**

La cebolla es una planta que requiere entre 10 a 16 horas de luz según sea el cultivar, por lo tanto con menos de 10 horas no se favorece la bulbificación. Dentro de estas necesidades de luz los cultivares se clasifican de la siguiente manera.

- ▶ **Día corto (10 - 12 horas):**Calderana, Copiapina, Texas Grano 502 y Red Grano, en México se utilizan las siguientes: Eclipse L- 303, White grano, Granex, Tampico, Suprema yellow, Red creole, Cojumatlan y Álamo.
- ▶ **Día intermedio (12 - 13 horas):**Calred, Golden Creole, Texas Grano 1015Y y Crystal White Wax, para México son: Ebenezer, Tule, Long red italian y también Crystal White.
- ▶ **Día largo (> 14 horas):** Valenciana, Valenciana Sintética 14, Grano de Oro y Dorada INIA.

Cuanto mayor es la longitud del día, el crecimiento de las hojas termina antes y alcanza el bulbo su madurez fisiológica, siendo el factor más importante que determina el límite de adaptación de los distintos cultivares (Rothman y Dondo,

<http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/horticultura/cebolla.pdf>).

## **2.5. Manejo de plántula**

### **2.5.1. Propagación**

Las cebollas se propagan por semillas y por bulbos. La mayor parte de cebolla para almacenar crece de semilla sembrada directamente en el campo. Una gran parte de este cultivo proviene de suelos con humus, ideales para su producción (Gordon y Barden, 1984).

No es común la propagación por bulbillos, pero se practica para la producción de cebolla en época tardía. El método de siembra por bulbillito consiste en obtener o producir bulbillos de una variedad (que presente la cualidad de producir bulbo partiendo de bulbillos, de un diámetro no mayor de 2.5 cm), el cual pasa por un proceso de curado que consiste en deshidratarlo y almacenarlo por un período de 1 a 3 meses. Para este método se siembran en surcos con un espacio entre ellos de 45 cm y el espacio entre plantas debe ser de 15 cm, se debe hacer un riego después del plantado (Rodríguez, <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=1327136&pageid=44>).

### **2.5.2. Germinación**

La germinación es el proceso de reactivación del complejo metabólico de la semilla (Hartman y Kester 1980). Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión reanuda el crecimiento después de la fase de letargo.

Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla no ha sido transportada hasta un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, provisión de oxígeno, y temperatura apropiada. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación.

La semilla de cebolla (*A. cepa*), germina en forma óptima cuando existe una temperatura de 20° C, pero soporta mínimas de 1.6° C y máximas de 35° C. Las semillas pueden empezar a germinar desde 2° a 3° C, pero muy lentamente. Bajo condiciones favorables y sembrada a un centímetro de profundidad, la semilla germina y aparece la plantita de seis a diez días (Salunkhe y Kadam, 2004).

En la germinación de la semilla de cebolla, la radícula surge y se fija en la tierra. Entonces surge el cotiledón y, por alargamiento forma una estructura curvada que rompe la superficie o la tierra, mientras la semilla todavía está debajo del nivel del suelo. (Salunkhe y Kadam, 2004). La hoja de la semilla continúa en crecimiento en la base hasta que el resto de la semilla se eleva sobre el nivel del suelo, todavía unida a la punta del cotiledón. El crecimiento meristemático de las plantas continúa debajo, en el suelo donde el cotiledón se une a la radícula.

### **2.5.3. Siembra**

La siembra de semilla puede hacerse de forma directa o en semillero para su posterior trasplante, este último es el más empleado.

#### **❖ Semillero**

Algunas hortalizas requieren una germinación en semillero. Rivera (2006), menciona que una de las razones principales es que las semillas son muy pequeñas y requieren de una cama fina para su germinación.

Otras razones para el uso de semilleros son:

- ★ Se ahorra espacio en la parcela y se puede ocupar con otro cultivo.
- ★ Se aprovecha al máximo la semilla.
- ★ Se favorece la germinación mediante mejores labores.
- ★ Se facilita la protección contra las condiciones ambientales.

- \* Se tiene oportunidad de seleccionar las plantas antes del trasplante.

En este método se lleva mayor mano de obra, pero el cultivo es más uniforme, debido a que la plántulas se seleccionan las de mejor porte. El objetivo es obtener la mayor cantidad de plántulas posibles por kilo de semilla y que éstas sean sanas y fuertes. En esta etapa se debe tener suma atención ya que desde aquí se comienza a definir el rendimiento (Rothman y Dondo).

<http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/horticultura/cebo/lla.pdf>.

De acuerdo con esta técnica, la siembra se puede realizar de dos maneras, una es el almácigo y otra en charolas de germinación (contenedores).

### **Almácigo**

Los almácigos son pequeñas parcelas, donde se siembran las semillas y se obtienen plantas jóvenes, destinadas para el trasplante al lugar definitivo, tienen que tener buena aireación pero a la vez guarecidas de los vientos dominantes; éstas pueden o no tener protección. Se necesita de un suelo bien drenado y libre de semillas de malas hierbas.

Se inicia con la preparación del terreno donde se va a sembrar removiendo el suelo de 20 a 30 cm para proporcionar buena aireación, después se rompen los terrones para que la tierra este bien mullida y facilite la germinación. Las camas generalmente son de un metro de ancho y de longitud adecuada (Salunkhe y Kadam, 2004). Se pueden elevar las camas de 10 -15 cm sobre el nivel del suelo, los surcos entre

las camas deben ser suficientemente grandes para facilitar el trabajo (regado, escarda, recolección, etc.).

Normalmente la siembra se realiza al voleo y en ocasiones a chorrillo en surcos, se utiliza habitualmente de 1.5 - 2 kg para abastecer una hectárea, recubriendo la semilla con un poco de tierra o algún otro material orgánico como sustrato, 2 cm de espesor aproximadamente.

Si se requiere de proteger de la intemperie a los semilleros se puede hacer uso de pequeñas construcciones con láminas o túneles que resguardarán a la parcela sembrada. En los almácigos se pueden producir numerosas plantas en un espacio reducido; esto tiene una buena ventaja, ya que permite proporcionarles el medio y los cuidados adecuados a sus exigencias.

### **Charolas de germinación (contenedores)**

La charola es un contenedor grupal para plántulas, generalmente y las más usadas son de poliestireno, éstas varían en dimensiones y en número de cavidades.

Este método se emplea usualmente en invernadero y es utilizado principalmente cuando el costo de la semilla es alto como en los híbridos; ya que se tiene un mejor control de las condiciones, temperatura, malezas, fertilización más uniforme, etc, pero el costo de producción de esta forma puede ser elevado. La siembra en charolas se realiza depositando una semilla en cada cavidad de la charola, éstas anteriormente deben ser llenadas con sustrato, y después se pone una capa para cubrir la semilla usando el mismo sustrato.

#### ❖ **Siembra directa**

Para este tipo de siembra se requiere de suelos finos bien preparados con excelente nivelación. La siembra directa acorta la duración del cultivo en el campo y se evita el costo del trasplante, pero aumentan los costos para el combate de malezas y la protección de las plántulas y además requiere aclareo.

La siembra se puede realizar con máquina, en seco, a chorrillo y a una profundidad de 1.5 a 2.0 cm, dependiendo de la textura. Se requieren de 3 a 5 kilogramos de semilla por hectárea, dependiendo de la distancia entre surcos y del número de hileras por surco. El campo debe regarse ligeramente inmediatamente después de la siembra. (Rodríguez, <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?function=browse&id=1327136&pageid=44>).

#### **2.5.4. Épocas de siembra**

Para nuestro país en los diferentes estados de la república, la siembra de cebolla se lleva a cabo en prácticamente todo el año, siendo julio y diciembre los meses donde se registra el mayor porcentaje de siembra, que se muestra en los Cuadros 2.1 y 2.2. Esto con el registro de los principales estados productores de esta hortaliza.

**Cuadro 2.1. Porcentaje mensual de siembra en cultivo de cebolla, ciclo primavera - verano.**

<b>Estados</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>
Baja California	8.13	8.47	22.50	34.95	18.29	7.67
Chihuahua	33.17	31.33	19.17	9.70	5.61	1.01
Guanajuato	3.20	4.15	23.10	28.34	38.18	3.03
Jalisco	3.37	9.60	15.23	49.62	7.50	14.68
México (edo.)	8.96	20.48	41.82	9.78	6.70	12.26
Michoacán	2.35	7.21	24.63	22.27	22.14	21.41
Morelos	-	-	3.03	7.42	17.96	71.59
Puebla	30.58	14.12	7.32	16.79	8.18	23.01
San Luis Potosí	38.36	39.25	14.63	5.09	1.63	1.04
Sonora	9.33	9.17	11.60	34.65	11.69	23.56
Zacatecas	21.74	40.04	19.44	15.70	0.86	2.22
<b>TOTAL</b>	<b>12.32</b>	<b>14.06</b>	<b>19.33</b>	<b>23.06</b>	<b>18.51</b>	<b>12.72</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP.

**Cuadro 2.2. Porcentaje mensual de siembra en cultivo de cebolla, ciclo otoño- invierno.**

<b>Estados</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>
Baja California	21.48	6.29	46.99	7.45	8.57	9.22
Chihuahua	2.60	2.25	7.47	35.35	31.83	20.51
Durango	-	-	6.84	36.01	57.15	-
Guanajuato	3.80	9.53	3.26	44.74	25.07	13.59
Jalisco	-	2.77	29.38	15.05	38.67	14.14
México (edo.)	-	15.76	21.45	-	62.79	-
Michoacán	-	2.57	6.54	18.42	72.47	-
Morelos	26.44	35.50	16.97	14.88	6.21	-
Puebla	4.40	12.53	8.04	38.22	28.44	8.36
San Luis Potosí	-	25.54	15.91	9.45	31.65	17.45
Sinaloa	36.79	28.82	17.73	7.46	7.66	1.54
Sonora	-	24.67	26.70	31.45	2.84	14.33
Tamaulipas	15.35	27.35	32.97	12.82	7.31	4.20
Zacatecas	-	-	5.67	12.76	54.47	27.10
<b>TOTAL</b>	<b>12.20</b>	<b>16.74</b>	<b>21.67</b>	<b>21.09</b>	<b>19.57</b>	<b>8.73</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP.

### **2.5.5. Riego**

Al tener el terreno ya preparado para la siembra se debe hacer un riego pesado hasta lograr que la humedad sea uniforme, teniendo esto, se procede a colocar la semilla, al terminar de sembrar se realiza un riego ligero. El nivel y la uniformidad de la humedad se deben mantener ya que esto depende el éxito de la germinación de la semilla.

Después de la germinación se tiene que regar 2 o 3 veces al día para mantener la humedad adecuada en almácigo. A partir de la tercer semana los riegos pueden ser diarios o cada tercer día según se requiera, dada las condiciones ambientales y del suelo (Corpeño, 2004).

La perdida de plántulas más común se debe a la elevada temperatura que alcanza en el suelo al medio día, ya que provoca quemaduras en el cuello, muy similares a las causadas por el Damping-off. Para resolver este problema es necesario dar varios riegos ligeros diariamente con una regadera de gota fina, procurando terminarlo al medio día, para impedir la elevación de la temperatura en el suelo. Esta operación debe repetirse todos los días hasta que la plántula empiece a cubrir el suelo (Gadea, 2002).

### **2.5.6. Fertilización**

Rodríguez, indica que es conveniente fertilizar el almácigo con la dosis 69 - 46- 00, las camas o surcos. A los 30 días después de la primera aplicación, se debe fertilizar con la dosis 46 - 00- 00.

<http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=1327136&pageid=44>

Fertilización básica o de presiembra del semillero, se realiza aplicando al voleo la fórmula 15 - 15- 15 ó 12- 24 – 12 de NPK.

Se sugiere fertilizar dos veces con el tratamiento 50- 00- 00 (N-P-K). La primera aplicación puede hacerse antes de la siembra o durante los primeros días después de la emergencia de las plántulas; la segunda se realiza de 10 a 15 días después de la primera. (Gadea, 2002). Cada parte se consigue con 25 g de sulfato de amonio, 15 de nitrato de amonio, o bien 11 g de urea por m<sup>2</sup> de almácigo.

El nitrógeno es esencial durante las fases iniciales del crecimiento. Una deficiencia de este elemento, en esta fase produce una reducción del crecimiento, amarilleamiento general y plantas débiles. Por otro lado, el exceso de nitrógeno produce un crecimiento suculento y plantas robustas. El fósforo se requiere a lo largo de todo el cultivo de la cebolla, ya que promueve la formación del bulbo; en tanto que un suministro inadecuado de potasio inhibe la formación del bulbo (Salunkhe y Kadam, 2004).

La aplicación de fertilizantes puede ser hecha mediante el sistema de riego por goteo o manualmente disolviendo los fertilizantes en agua, también puede ser aplicada con la bomba sin boquilla, teniendo sumo cuidado de no tocar el follaje para no quemarlo.

### **2.5.7. Plagas y Enfermedades**

#### **Insecticidas**

Para las plántulas de cebolla uno de los insectos que puede causar mayor problema son los trips, por lo que se recomienda una aplicación semanal con cualquiera de los siguientes productos: Diazinon, Malathion, Imidacloprid (Confidor 70 WG, Hade 35 SC), Lambda-Cyhalothrina (Karate Zeon 2.5 CS), Thiamethoxam (Actara 25 WG), Spinosad (Spintor 12 SC) o el producto biológico *Beauveria bassiana*.

## Fungicidas

Corpeño (2004), sugiere que la aplicación de fungicidas es necesaria en forma preventiva para evitar problemas con *Phytium*, *Fusarium*, *Phytophthora* *Rhizoctonia*, que son los hongos que causan el Damping-off en las plántulas.

Para este complejo de enfermedades se recomienda la aplicación combinada de MetilTiofanato (Cycosin 50 SC, Nucilate 50 SC), junto con Fosetil- AI (Alliette 80 WG, Rhodax 70 WG), con Mefenoxam/Metalaxil- M (Ridomil Gold MZ 68 WP) o con Propamocarb (Previcur M 72 SL), también podemos hacer aplicación de fungicidas biológicos como el Trichoderma.

Otro hongo de importancia que debemos controlar es *Alternariaporrio* Mancha púrpura, para su control se recomienda la aplicación de Iprodione (Rovral 50 WP), Famoxadona (Equation Pro 52.5 WG), o Maneb.

### 2.5.8. Control de malezas

Es importante que el almácigo esté libre de malas hierbas, debido a que las plantas de cebolla crecen lentamente y tienen muy poco grosor ([http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=76](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=76)).

Es necesario hacer controles manuales durante los primeros días de desarrollo de las malezas. Así la principal recomendación para su control es no esperar hasta que las malezas estén grandes para actuar, ya que se hace más difícil y también comienzan a competir con las plántulas, además se corre el riesgo de arrancar plantas de cebolla al jalar éstas.

### 2.5.9. Calidad de plántula

Las plántulas una vez que han sido arrancadas del suelo deben someterse a una cuidadosa selección antes del trasplante, todas aquellas plantas con indicios de cualquier enfermedad, daño físico o con un desarrollo insuficiente y con algún sobre desarrollo o deformidad, deben descartarse (Figura 2.2).

El tamaño adecuado de las plántulas es aquel que le permitirá arraigar bien luego de transplantado, si éste es pequeño se secará y si es muy grande, puede florecerse o bien dar menor rendimiento; por lo tanto el tamaño de plántula es uno de los factores que más afecta la producción de este cultivo. Las plántulas finas se deben descartar ya que será inútil plantarlas porque la probabilidad de vida es baja. La poda o corte de hojas sólo debe realizarse si las plantas están muy grandes o con sus puntas secas. Las plántulas se deben extraer con la mayor cantidad de raíces posibles (Rothman y Dondo, <http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/horticultura/cebolla.pdf>).



**Figura 2.2. Plántulas de cebolla listas para su trasplante.**

El tamaño y la edad de las plántulas se encuentran asociados, Edmond, *et al.*, (1967), señala que a mayor tamaño o edad, menor es la habilidad de la planta para recuperarse del paro en el crecimiento ocasionado por el trasplante. Generalmente las plantas de mayor porte tienen un sistema radicular extenso y durante el trasplante, la parte más joven de las raíces (las puntas), se pierde; de esta forma la región de absorción se reduce considerablemente (Cuadro 2.3).

**Cuadro 2.3. Parámetros de crecimiento aceptable en cebolla para el trasplante.**

<b>Característica</b>	<b>Parámetro</b>
Hojas verdaderas	4 - 5
Altura de plántula	20 - 25 cm
Diámetro de bulbo	6 - 9 mm

Fuente:Corpeño, 2004

### **2.5.10. Transplante**

Las plántulas están listas en seis o diez semanas. No debe recortarse el follaje ni las raíces excepto en el caso de trasplante mecánico (Cásseres, 1971).

Para facilitar la labor de arranque de plántulas y no dañar los almácigos, el terreno debe tener una humedad adecuada. Las plántulas pueden ser colocadas en cajas de madera o plástico para agilizar su traslado al campo definitivo y éstas deberán ser puestas bajo la sombra o tapadas con algún material que las proteja del sol mientras son trasplantadas.

No debe retrasarse el trasplante por lograr mayor tamaño de planta ya que la producción se reduce hasta en un 10 % por cada 10 días de retraso. El trasplante se efectúa en seco y sobre un terreno sin terrones para no dañar la base o bulbo de las plántulas. Y se debe regar inmediatamente después del trasplante. Es mejor transplantar las plántulas de 2.5 - 4 cm de profundidad para

que se reduzca la incidencia de enfermedades al mínimo (Rodríguez, <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=1327136&pageid=44>).

La plantación se puede realizar a mano o con trasplantadora. Se realiza en surcos o camas, regularmente a doble hilera, se deja alrededor de 80 cm entre surcos, de 15 a 20 cm entre líneas y de 8 - 10 cm entre plantas dentro de la misma línea. También se puede realizar la plantación a una hilera en camellones.

## **2.6. Nutrición alternativa**

Hacer uso de fertilizantes en la agricultura ayuda a producir más y con mejor calidad porque aportan los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas.

### **2.6.1. Materia orgánica en el suelo**

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, como de los tejidos y células de organismos que viven en el suelo y los productos que generen estos mismos. Los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimento. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre), son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas.

([http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf))

En este sentido la materia orgánica es una parte primordial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Por lo que un suelo en ausencia

de ésta es un suelo pobre con características inadecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

FitzPatrick (1996), refiere que la descomposición de estos restos y residuos metabólicos, es un proceso complejo que involucra diversos organismos como hongos, bacterias, actinomicetos, protozoarios, algas, lombrices, etc. La materia descompuesta bien mezclada con los horizontes superficiales constituye el humus. En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre naturalmente. La velocidad de degradación está determinada por tres factores principales:

- ★ La composición de los organismos del suelo
- ★ El entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura)
- ★ La calidad de la materia orgánica

El humus o la materia orgánica humificada, es la parte remanente de la materia orgánica que ha sido usada y transformada por varios organismos del suelo. Es un compuesto relativamente estable formado por sustancias húmicas, incluyendo ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos hematomelánicos y huminas. Probablemente es el material que contiene más carbono, ampliamente distribuido en los medios terrestres y acuáticos. El humus no puede ser fácilmente descompuesto debido a sus intrínsecas interacciones con los minerales del suelo y además, es químicamente demasiado complejo para poder ser usado por otros organismos.

[http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf)

En resumen el humus mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, aumenta la porosidad e infiltración del agua. Mejora estructura y retención hídrica de los suelos. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico. Es fuente importante de nutrientes. Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso, además de que aumenta la productividad de los cultivos.

### **2.6.2. Sustancias húmicas**

Se ha hablado en general de la humificación, siguiendo un esquema secuencializador y progresivo, mediante el cual, los precursores solubles evolucionarán en ácidos fúlvicos, estos son producidos en etapas iniciales, después se formarán los ácidos húmicos y finalmente huminas, creciendo en el mismo sentido la estabilidad de las macromoléculas; Labrador (2001), cita que sin embargo este esquema es muy variable, está sometido a las fases estacionales y para la mayor parte de los suelos no es tan simple siendo muchos los factores de los que depende.

Una de las más importantes características de las sustancias húmicas es su capacidad para interactuar con iones metálicos, óxidos, hidratos, minerales y sustancias orgánicas. Mediante la formación de esos complejos las sustancias húmicas pueden: ([http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf)).

- ▶ Disolver, movilizar y transportar metales y sustancias orgánicas en los suelos y las aguas, es decir, disponibilidad de nutrientes, especialmente aquellos presentes solamente en las micro concentraciones.
- ▶ Acumularse en ciertos horizontes del suelo, o sea una reducción de la toxicidad, por ejemplo, del aluminio en los suelos ácidos o la

captura de los contaminantes de herbicidas -tales como la atrazina o el trifluralin- en las cavidades de las sustancias húmicas.

Las sustancias húmicas y fúlvicas favorecen el crecimiento de la planta directamente a través de los efectos fisiológicos y nutricionales. Algunas de estas sustancias funcionan como hormonas naturales de las plantas (auxinas y giberelinas) y son capaces de mejorar la germinación de las semillas, la iniciación radical y pueden servir como fuente de nitrógeno, fósforo y azufre ([http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf)).

### **Ácidos húmicos**

En el grupo de los ácidos húmicos están englobadas las materias que se extraen del suelo por distintos disolventes alcalinos y que al acidificarse con ácidos minerales se precipitan de las soluciones obtenidas en forma de un gel oscuro. (Meléndez y Soto, *et al.*, 2003). A pesar de la diversidad de los ácidos húmicos en los distintos suelos, turbas, restos vegetales en descomposición, éstos conservan sus principios de estructura muy semejantes. Los grupos característicos de los ácidos húmicos son los carboxilos e hidroxilos fenólicos, cuyo hidrógeno es susceptible a las reacciones de sustitución.

Cepeda (1991), muestra que los ácidos húmicos contienen de 3.5 a 5 % de nitrógeno siendo esta la parte constitucional de la molécula. Durante su hidrólisis ácida la mitad del nitrógeno contenido, aproximadamente, se transforma en solución. Estas sustancias nitrogenadas, se componen de amidas, mono y diaminoácidos.

Se ha confirmado la presencia de compuestos aromáticos de origen diverso en la molécula del humus. Entre los productos de oxidación se han extraído fenoles, quinonas y ácidos orgánicos de bajo peso molecular, los

cuales al parecer son productos derivados de la desintegración de los anillos bencénicos.

Los ácidos húmicos no son sustancias compactas sino mas bien porosas; constitución gracias a la que poseen alta capacidad de absorción y retención de la humedad. Estos ácidos disfrutan, de particularidades hidrófilas de especial importancia, que dependen de la relación en las moléculas de carbono, de configuración aromática, poseedora de cualidades hidrofóbas y cadenas laterales que tienen grupos hidrófilos (Cepeda, 1991).

### **Ácidos fúlvicos**

Los ácidos fúlvicos se distinguen de los ácidos húmicos por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 %) y por su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales.

Los fulvoácidos pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras y furfural, (Meléndez y Soto, *et al.*, 2003 y Cepeda, 1991). Tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq por 100 g de sustancia). Actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos  $R_2O_3$  que poseen gran movilidad.

Meléndez y Soto, *et al.*, (2003), mencionan, que parece ser que ya no existen dudas sobre los ácidos fúlvicos como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los ácidos húmicos. Aparte de los ácidos fúlvicos propiamente dicho se han descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Resultados de espectroscopía infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática en los ácidos fúlvicos. Sobre la baja aromatización de los ácidos fúlvicos, los datos representan de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera el de los ácidos húmicos.

Las propiedades comunes de los ácidos húmicos y fúlvicos son la falta de homogeneidad y posibilidad de separación en una serie de fracciones por distintos procedimientos mediante precipitación fraccionada por ácidos y soluciones buffer, métodos de ultracentrifugación, electroforesis y cromatografía.

### **2.6.3. Fertilizantes**

Los fertilizantes se pueden clasificar según su origen en orgánicos e inorgánicos.

#### **❖ Fertilizantes inorgánicos**

Fertilizantes inorgánicos o también llamados fertilizantes minerales, generalmente son de acción rápida y estimulan el crecimiento y vigor de las plantas cuando se aplican.

Los fertilizantes minerales pueden clasificarse en función de distintos criterios: (Irañeta, *et al*; 2011).

- ★ Composición, es decir en función de los nutrientes que contienen.
- ★ Estado en que se encuentran: Sólidos, líquidos o gas.
- ★ Forma de aplicación: Suelo, fertirrigación, foliar.

Los fertilizantes minerales se clasifican generalmente en función de los nutrientes que contienen, independientemente de la forma en que se encuentren, sólidos (generalmente granulados) o líquidos.

#### ◆ **Macronutrientes**

**Fertilizantes simples.** Contienen un solo elemento, (Irañeta, *et al.*, 2011).

- \* **Nitrogenados:** Contienen sólo Nitrógeno (N): Urea, Nitrato Amónico, Sulfato amónico, N-32...
- \* **Fosfatados:** Contienen únicamente Fósforo (P): Superfosfato del 45 % ó del 18 %.
- \* **Potásicos:** Tienen sólo Potasio (K): Cloruro potásico del 60 %. Sulfato Potásico 50 %.

**Fertilizantes compuestos.** Contienen dos o tres de los nutrientes básicos: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Engloban a los fertilizantes complejos y fertilizantes de mezcla o blending.

**Fertilizantes complejos:** Industrializados. Se hace reaccionar químicamente las materias primas que lo componen. Se garantiza que cada gránulo tiene exactamente el mismo contenido de N, P y K.

- \* **Fertilizantes ternarios:** con tres elementos: 8- 15- 15, 8- 24- 8, 15- 15- 15, 9- 18- 27...
- \* **Fertilizante Binario:** con dos elementos: Fosfato Diamónico (DAP: 18- 46- 0), Fosfato Monoamónico (MAP: 12- 56- 0).

**Fertilizantes de mezcla o blending:** Son mezclas físicas de distintas materias primas, sin reacción química, pero que al igual que los complejos contienen dos o tres nutrientes principales. Al observar un puñado, pueden distinguirse visualmente los distintos gránulos del color y forma característicos.

- \* **9- 23- 30:** Mezcla al 50 % de DAP (18- 46- 0) y 50 % de Cloruro Potásico 60 %. Se usa como abonado de fondo en maíz y cultivos hortícolas.

- \* **Urea 46 % (70 % mezcla) + Sulfato Amónico 21 % N y 60 % de Azufre (30 % mezcla):** Se utiliza para aportar azufre en cobertera y evitar su carencia.

#### ◆ **Elementos secundarios**

Fertilizantes con elementos secundarios (elemento fundamental). [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_y\\_fertilizantes3.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes3.htm)

**Sulfato de magnesio:** Componente esencial con siete moléculas de agua. Es la fuente de magnesio más utilizada.

**Solución de cloruro de magnesio:** Obtenido mediante disolución en agua de sulfato de magnesio de origen industrial.

**Sulfato de calcio:** De origen natural o industrial que contiene sulfato cálcico con diferentes grados de hidratación.

**Solución de cloruro de calcio:** Solución de cloruro cálcico de origen industrial.

**Azufre elemental:** Producto de origen natural o industrial más o menos refinado.

#### ◆ **Micronutrientes**

Este tipo de fertilizantes se requieren más cuando se usa riego por goteo y son mucho más necesarios en hidroponia.

**Boro:** ácido bórico, borato de sodio, borato de calcio, borato etanolamina, fertilizante boratado en solución o suspensión.

**Cobalto:** sal de cobalto, quelato de cobalto, solución a base de cobalto.

**Cobre:** sal de cobre, óxido de cobre, hidróxido de cobre, quelato de cobre, fertilizante a base de cobre y/o solución, oxiclورو de cobre y/o suspensión.

**Hierro:** sal de hierro, quelato de hierro, solución a base de hierro.

**Manganeso:** sal de manganeso, quelato de manganeso, óxido de manganeso, fertilizante a base de manganeso y/o solución.

**Molibdeno:** molibdato de sodio, molibdato de amonio, fertilizante a base de molibdato y/o solución.

**Zinc:** sal de zinc, quelato de zinc, óxido de zinc, fertilizante a base de zinc y/o solución.

### ❖ **Fertilizantes orgánicos**

Los fertilizantes orgánicos son todos aquellos que provienen de residuos de origen animal y vegetal y las plantas pueden obtener de éstos importantes cantidades de nutrimentos.

Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- \* Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- \* Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como también mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- \* Suelen necesitar menos energía para su elaboración.

Estos se pueden clasificar en dos grupos: procesados y no procesados.

[http://www.cosechandonatural.com.mx/clasificacion\\_abonos\\_organicos\\_articulo9.html](http://www.cosechandonatural.com.mx/clasificacion_abonos_organicos_articulo9.html)

### ◆ **No procesados**

**Estiércol:** Existen numerosas fuentes de donde obtenerlo. Bovino-vacuno, ovino-caprino, porcino, equino, entre otros.

**Estiércol de aves:** Como gallinaza, pollinaza. Excremento fermentado, alto contenido de nitrógeno, fosforo y potasio.

**Subproductos de animales:** Harina de hueso, harina de sangre, harina de pescado, incorporan nitrógeno, fosforo y algunas veces potasio.

**Guano de murciélago:** Excremento de murciélago, utilizado como fertilizante por su alto contenido de nitrógeno y fosforo.

**Biosólidos:** Los lodos residuales que resultan del proceso de tratamiento de aguas negras, compuestos en una mayor proporción por materia orgánica.

**Abonos verdes.** Son cultivos realizados con la función principal de enterrarlos verdes al suelo como abono. Se usan leguminosas para que aporten nitrógeno.

**Turbas.** Es el resultado de putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en pantanos, marismas y humedales. Su formación es relativamente lenta por la escasa actividad microbiana, ya que hay mucha acidez en el agua y baja concentración de oxígeno.

◆ **Procesados**

**Composta:** La composta es el resultado de la mezcla de varios elementos orgánicos como: desechos de cocina, cascaras, ramas, hojas, excremento animal... que pasa por un proceso de descomposición.

**Vermicomposta o lombricomposta:** Es el excremento de la lombriz roja californiana que consume composta o desperdicios de frutas y verduras, la cual consume y como resultado se obtiene la Vermicomposta.

**Extractos húmicos y fúlvicos:** Son sustancias que desbloquean minerales del suelo, fijan nutrientes para que no se laven, activan la flora

microbiana con la que aumenta la mineralización y favorecen el desarrollo radicular, etc. Son ácidos húmicos y fúlvicos de sustancias orgánicas extraídas de las mejores cualidades de la materia orgánica.

**Bokashi:** Abono desarrollado por fermentación a base de excremento de oveja y levaduras.

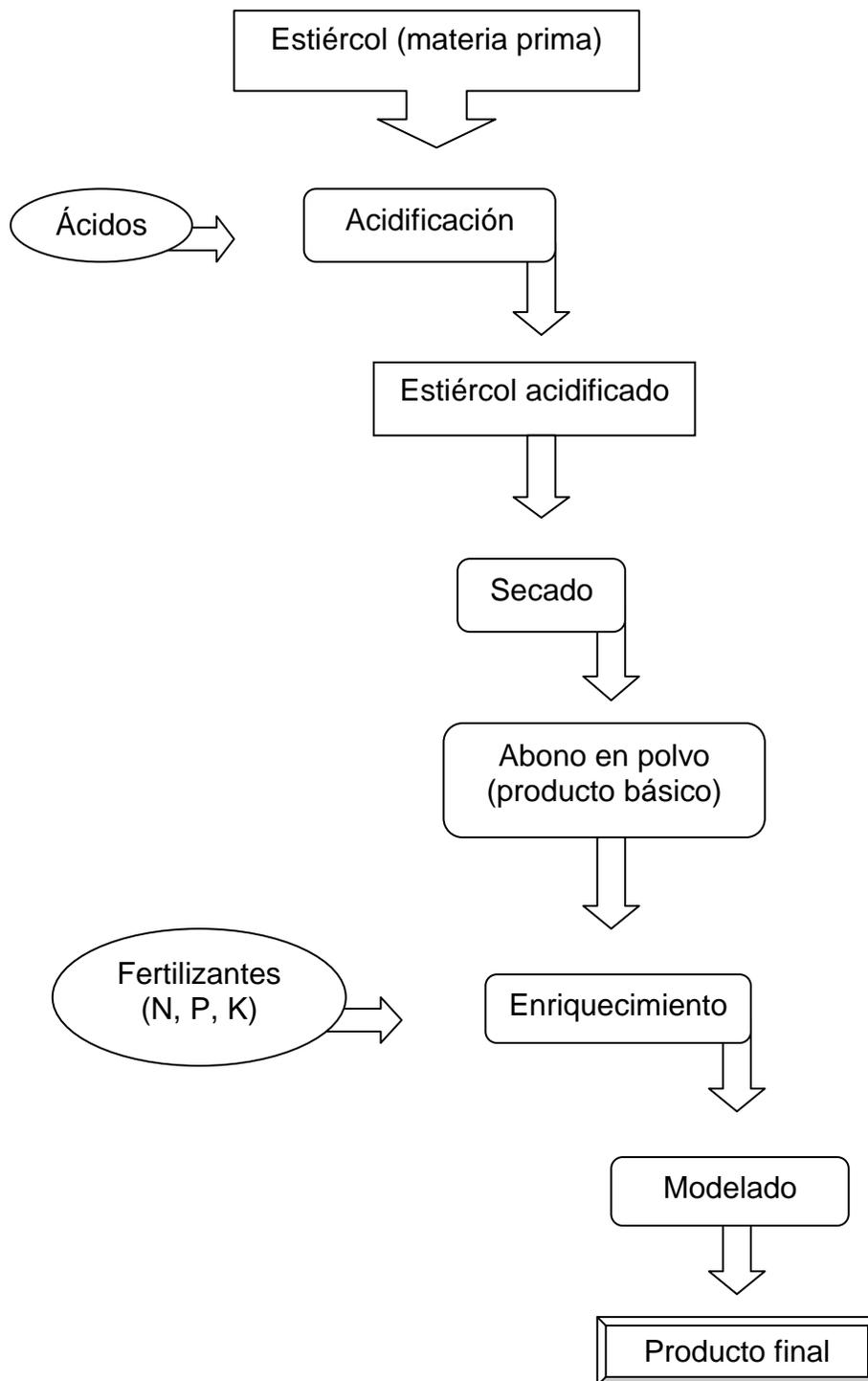
### **Fertilizantes organominerales:**

Se trata de productos sólidos, en solución o suspensión, procedentes de una mezcla o combinación de fertilizantes orgánicos y/o turba, y/o leonardita, con fertilizantes minerales (Urbano, 2002).

Mainardi (1998), menciona que la materia prima de estos fertilizantes está constituida por materiales orgánicos de distinta composición, principalmente de estiércol, gallinaza, etc., sometidos a procesos naturales que tienen por objetivo hacer más uniforme su composición y facilitar su empleo. Normalmente se dejan fermentar, se trituran se mezclan y se dejan secar con deshidratación total o parcial, para que resulten más concentrados y debido a esto se emplean dosis pequeñas.

Un fertilizante organomineral por lo general está constituido por una fuente orgánica en proporciones que varían desde 50 % hasta un 70 % y el resto debe estar formado por fuentes minerales naturales, su principal importancia radica en que son materiales orgánicos y normalmente contienen microelementos, así como ácidos húmicos y fúlvicos que favorecen las propiedades de los suelos, debido a que aportan sustancias húmicas y nutrientes (Valdés, 2008).

Esquema de fabricación de los fertilizantes organominerales (Cadañá *et al*, 2005).



Estos compuestos se consideran buenos cuando los materiales que lo conforman sufren diversos procesos industriales como: molienda, fermentación, homogeneización, etc. (Cadahía, *et al.*, 2005) y así se obtienen productos homogéneos en su composición.

Los fertilizantes organominerales integran las ventajas de los abonos orgánicos y los minerales. Por una parte, tienen altos porcentajes de material orgánico que mejora las características de los suelos; por la otra, la adición de fertilizantes minerales asegura un suministro de nutrientes altamente disponibles para las plantas que compensa la falta de disponibilidad inmediata de nutrientes de los fertilizantes orgánicos.

### **Descripción de los organominerales empleados.**

**TRADENitro:** Fertilizante líquido nitrogenado.

Es un complejo de nitrógeno nítrico y amoniacal de alta solubilidad, con extracto de ácidos húmicos y fúlvicos el cual es eficientemente asimilado por la planta, este fertilizante reduce notoriamente las pérdidas que por evaporación y lixiviación sufre el nitrógeno, (Martínez, 2008). Por su rápida asimilación la planta manifiesta de forma inmediata los efectos favorables del nitrógeno: mayor área foliar, tallos y raíces con una buena ramificación; así como color verde intenso en el follaje.

### **Propiedades físico-químicas.**

Es un fertilizante de color oscuro, con un olor ligeramente amoniacal, tiene un pH de 6.5, considerado con una solubilidad del 100 %. Es ligeramente tóxico.

### Composición:

Nitrógeno NO <sub>3</sub> -----	25.5 %
Nitrógeno NH <sub>4</sub> -----	4.5 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos-----	70.0 %

**TRADEPhos:** Fertilizante líquido fosforado.

Es un complejo organomineral rico en fósforo cuya fuente principal se deriva de fosfatos dibásicos y monobásicos más humatos y fulvatos que facilitan y promueven la absorción por la planta, favoreciendo y acelerando el aprovechamiento en los compuestos metabólicos vegetales como son la formación de: adenosintrifosfato (ATP), fosfolípidos, ácidos nucleicos, nicotinamidas, fitinas, etc (Martínez, 2008).

### Propiedades físico- químicas.

Fertilizante líquido de color oscuro, con olor agradable, posee un pH de 6.8 y es 100 % soluble. Es un material ligeramente tóxico.

### Composición:

Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) -----	25.0 %
Nitrógeno-----	7.0 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos-----	68.0 %

**TRADE-K:** Fertilizante líquido potásico.

Es un complejo organomineral rico en potasio totalmente soluble e intercambiable, que deriva de fuentes de potasio, más ácido húmicos y fúlvicos, que facilitan la rápida absorción y fijación en la planta y promueve la formación de más de 65 complejos enzimáticos, dentro de la planta; dando como consecuencia plantas más sanas, vigorosas y resistentes a plagas y enfermedades (Martínez, 2008).

**Propiedades físico-químicas.**

Organomineral líquido de color oscuro, de olor agradable, tiene un valor en el pH de 6.5, además es 100 % soluble. Este fertilizante es ligeramente tóxico.

**Composición:**

Potasio (K <sub>2</sub> O) -----	17 %
Fosforo-----	3 %
Extracto de ácidos húmicos y fúlvicos-----	80.0 %

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el rancho de Garza que se localiza en el municipio de Aramberri, Nuevo León, en la sierra del mismo municipio y se realizó en condiciones de campo abierto en los meses de febrero a marzo de 2012.

#### 3.1. Ubicación del experimento

Aramberri se localiza en la parte sur del estado de Nuevo León, México (Figura 3.1), en las coordenadas: 24° 05' 59" longitud norte y 99°49' 02" longitud oeste, a una altitud de 1,077 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 3.1. Ubicación del sitio experimental.**

El clima es templado oscilando una temperatura de entre 20° y 30° centígrados y entre 12° y 20° C, en la sierra y la altiplanicie. Teniendo lluvias escasas y con una precipitación de 300 mm promedio anual. El municipio está atravesado en la parte este, de sur a norte, por la Sierra Madre Oriental.

### **3.2. Material vegetal**

En este experimento se han empleado semillas de cebolla (*Allium cepa* L.), cultivar Crystal White Wax. Es una especie de fotoperiodo corto. La forma del bulbo es achatada de tamaño mediano de color blanco. Esta variedad de cebolla es preferida para zonas productoras donde la exigencia de mercado no es tan selecta. Para consumo en fresco y/o encurtidos. La duración del ciclo es en promedio de 180 a 185 días. Resistencia a enfermedades más comunes.

### **3.3. Establecimiento del experimento**

Para la siembra se utilizó un almacigo de varios surcos utilizando solamente dos de ellos. El día 4 de febrero de 2012, fue la primer visita al sitio experimental, se procedió a medir ocho metros en cada surco (16 m en total), correspondiendo cada metro a un tratamiento, para delimitar cada metro se colocaron estacas de madera. Así mismo se dio inició a la aplicación de los tratamientos en campo.

#### **3.3.1. Factores y dosis determinados**

##### **❖ Fertilizantes inorgánicos (Factor A)**

En cuanto a la fertilización inorgánica- mineral, se utilizó las siguientes formula y dosis de N- P – K, que se muestra en el Cuadro 3.1. De esta manera se tomó una formula óptima y a partir de ésta se

dividió en tres dosis y una más en la que no se aplicó nada; esto de acuerdo con las necesidades nutricionales del cultivo; y cuyas formulas se aplicaron al 100 % en una sola emisión.

**Cuadro 3.1. Formulas y Dosis de N - P - K.**

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Dosis</b>
0	0	0	Cero
135	60	150	Baja
165	90	300	Media
195	120	450	Alta

Para cubrir las demandas de éstas dosis se hizo uso de los siguientes fertilizantes comerciales.

**Sulfato de Amonio** (20.5 - 00 - 00): es un fertilizante químico en forma de sal granulada, la fórmula química es  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

**Fosfato Monoamonico** (12 - 61 - 00): es un complejo binario granulado, su fórmula química es  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ .

**Sulfato de Potasio** (00 - 00 - 52): sal inorgánica soluble en agua de apariencia granulada, siendo su fórmula  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

Se hicieron los cálculos correspondientes con los fertilizantes ya mencionados y de acuerdo a las fórmulas anteriores y por ultimo para su aplicación en un metro. Primero se pesó de cada fertilizante 500g y se disolvieron: el sulfato de amonio (S. de A.) y el fosfato monoamónico (FMA), en 2 litros de agua, para el sulfato de potasio (S. de K.), en 4 litros de agua; así se obtuvieron las cantidades expresadas en centímetros cúbicos, que se tendrían que extraer de cada solución para su administración en campo (Cuadro 3.2).

**Cuadro 3.2. Cantidades usadas de las soluciones de fertilizante inorgánico (Factor A).**

Sulfato de Amonio	Fosfato Monoamónico	Sulfato de Potasio	Dosis
0	0	0	Cero
120.20 cc	19.68 cc	115.36 cc	Baja
143.70 cc	29.50 cc	238.76 cc	Media
167.22 cc	39.34 cc	346.16 cc	Alta

❖ **Fertilizantes organominerales (Factor B)**

En la aplicación de este factor se utilizó una mezcla de los siguientes productos organominerales.

**TRADENitro:** Es un complejo de nitrógeno nítrico y amoniacal de alta solubilidad.

**TRADEPhos:** Fertilizante liquido organomineral fosforado.

**TRADE-K:** Es un fertilizante organomineral rico en potasio totalmente soluble.

Para las dosis de organominerales (Factor B), se utilizaron las siguientes soluciones por litro de agua (Cuadro 3.3), con respecto a un metro para su aplicación; estas concentraciones se dividieron para suministrarse en dos emisiones (50 %).

**Cuadro 3.3. Cantidades y dosis de fertilizantes organominerales utilizado (Factor B).**

Organominerales 100 %	Organominerales 50 %	Dosis
0	0	Cero
5.0 cc/L	2.5 cc/L	Baja
7.5 cc/L	3.75 cc/L	Media
10.0 cc/L	5.0 cc/L	Alta

### 3.4. Tratamientos empleados

Para la aplicación de los fertilizantes, se extrajeron las cantidades antes descritas de las soluciones y se mezcló lo correspondiente a cada tratamiento en un litro de agua, el cual se aplicó para un metro en el cultivo de plántula de cebolla (Cuadro 3.4).

**Cuadro 3.4. Descripción de los tratamientos aplicados.**

Tratamiento	Descripción
T1	Se aplicó solamente agua (testigo absoluto).
T2	Se aplicó una concentración de 2.5 cc/L de organominerales (50 %).
T3	Se aplicaron 3.75 cc/L (dosis media), de organominerales.
T4	Se usó organominerales al 50 %, con una concentración de 5.0 cc/L.
T5	Se utilizó la dosis baja 135-60-150 de NPK.
T6	Se suministro la fórmula 135-60-150 (NPK) y una solución de 2.5 cc/L de organominerales.
T7	Se aplicó la dosis baja de NPK y la dosis media (3.75 cc/L), de organominerales.
T8	Se extrajeron 120.20 cc de S. de A., 19.68 cc de FMA y 115.36 cc S. de K., junto con la dosis alta de organominerales.
T9	Se usó la formula de la dosis media de NPK (165-90-300).
T10	Se mezcló 143.70 cc (S. de A.), 29.50 cc (FMA), 238.76 cc (S. de K.), más 2.5 cc/L de organominerales al 50 %.
T11	Se utilizaron las dosis medias de los fertilizantes inorgánicos y de organominerales.
T12	Se administró la dosis intermedia de inorgánicos, más 5.0 cc/L. de fertilizantes organominerales.
T13	Se aplicó 167.22 cc (S. de A.), 39.34 cc (FMA) y 346.16 cc (S. de K.), de las soluciones de los fertilizantes inorgánicos.
T14	Se mezcló la dosis alta de los inorgánicos mas la dosis baja de organominerales (2.5 cc/L).
T15	Se usó la fórmula de NPK 195-120-450 y la dosis media (3.75 cc/L), de los organominerales, en un litro de agua.
T16	Se suministró la dosis mayor para los inorgánicos y la cantidad de 5.0 cc/L, de organominerales al 50 %.

### 3.5. Diseño experimental

Para la obtención de los resultados de esta investigación, se ha utilizado un experimento bifactorial con un diseño bloques al azar, debido a que el experimento se realizó a campo abierto. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS versión 9.1.

Donde los factores considerados son:

Factor A: dosis fertilizantes inorgánicos.

Factor B: dosis fertilizantes organominerales.

Por tratamiento se sacaron 15 plantas y de cada 3 plantas se obtuvo la media de los datos para conformar una repetición, por consiguiente resultaron 5 repeticiones por tratamiento; se evaluó cada tratamiento y con estos datos se formaron los cuadros de concentración para cada variable; teniendo esto se procedió a realizar el análisis estadístico.

#### ❖ Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta correspondiente al  $i$ -ésimo dosis fertilizantes inorgánicos,  $j$ -ésima dosis fertilizantes organominerales y  $k$ -ésima repetición.

$i = 1, 2, 3, 4$

$j = 1, 2, 3, 4$

$k = 1, 2, 3, 4, 5$

$\mu$  = Puntuación media de la población.

$\alpha_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima media del factor A (dosis fertilizantes inorgánicos).

$\beta_j$ = Efecto de la  $j$ -ésima media del factor B (dosis fertilizantes organominerales).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción del factor A por el factor B.

$\gamma_k$ = Efecto de la repetición.

$\varepsilon_{ijk}$ = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ .

## 3.6. Manejo del experimento

### 3.6.1. Siembra

Para esta práctica se utilizó el sistema de producción en semillero realizando un almácigo y se hizo la siembra a chorrillo en surcos de aproximadamente nueve metros de longitud, ya que después se haría el trasplante a otro lugar.

### 3.6.2. Riego

Los riegos se realizaron de acuerdo a las condiciones que se presentaban en el lugar del experimento, ya que en ocasiones llegó haber precipitaciones considerables y no hubo la necesidad de regar, aunque por lo general el almacigo se regaba cada tercer día.

### 3.6.3. Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a los tratamientos descritos, para lo cual se aplicó la mezcla (aforando a un litro de agua), del tratamiento que le corresponde a cada metro en los surcos de cebolla; regando uniformemente.

La primer aplicación que se hizo fue después de dos semanas de la emergencia de aproximadamente el 85 % del total de las semillas sembradas.

## ❖ Calendario de fertilización

**Cuadro 3.5. Fechas de fertilización.**

Fecha	Fertilizantes inorgánicos	Fertilizantes organominerales
04- febrero- 2012	100 %	50 %
18 - febrero - 2012	0	50 %

### 3.6.4. Control de malezas

En esta práctica, la eliminación de malezas se realizó manualmente y en una sola ocasión, ya que únicamente eran dos surcos y no hubo incidencia alta de malas hierbas en el almacigo, esta práctica cultural se llevó a cabo en la primera visita al sitio experimental (04 - febrero- 2012).

### 3.7. Evaluación de tratamientos

El día 11 de marzo de 2012, se hizo la recolección de muestras, para lo cual se sacaron 15 plantas de cada tratamiento y éstas se enjuagaron en agua, se envolvieron en papel y se pusieron en bolsas de plástico, para evitar la mayor pérdida de humedad posible y posteriormente fueron evaluadas.

#### 3.7.1. Variables evaluadas

**Peso de Plántula (PP):** Para el peso se utilizó una balanza digital la cual pesa gramo por gramo. En este caso se pesó cada planta completa en fresco (raíz, bulbo y hojas) y los resultados se reportaron en gramos.

**Diámetro de Bulbo (DB):** En esta variable, se midió de las plántulas, el bulbo en su parte más ancha, utilizando para esto un vernier, reportando los datos en centímetros.

**Longitud de Plántula (LP):** En la longitud de las plántulas, se usó una regla graduada para sacar los centímetros que midiera cada plántula. Desde la base del bulbo hasta el final de la hoja más larga, sin tomar en cuenta la raíz.

**Número de Hojas (NH):** Aquí sólo se fue contando y registrando en una libreta el número de hojas que tenía cada planta.

**Ancho de Hoja (AH):** En la obtención de este dato, se eligió de cada plántula la hoja más ancha y se sacó el diámetro con la ayuda del vernier y se reportó cada valor en centímetros.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el programa SAS y los resultados se presentan para cada una de las variables.

A continuación en el Cuadro 4.1, se muestra la concentración de los análisis de varianza (ANVA), de cinco variables evaluadas, estos datos se pueden observar con mayor detalle en el apartado del apéndice.

**Cuadro 4.1. Cuadrados medios de cinco variables y su significancia de acuerdo a los factores evaluados y su interacción.**

FV	GL	PP	DB	LP	NH	AH
Factor A	3	11.05 **	0.05 **	46.70 *	0.45 *	0.03 **
Factor B	3	39.63 **	0.06 **	489.13 **	1.27 **	0.02 *
A*B	9	23.48 **	0.03 **	129.23 **	1.21 **	0.01 *
Error	64	0.62	0.004	11.59	0.11	0.005
C. V. (%)		13.65	8.76	8.14	7.56	15.50

FV= Fuentes de Variación; GL= Grados de Libertad; PP= Peso de Plántula; DB= Diámetro de Bulbo; LP= Longitud de Plántula; NH= Número de Hojas; AH= Ancho de Hoja; CV= Coeficiente de Variación; \*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.

### 4.1. Peso de Plántula (PP)

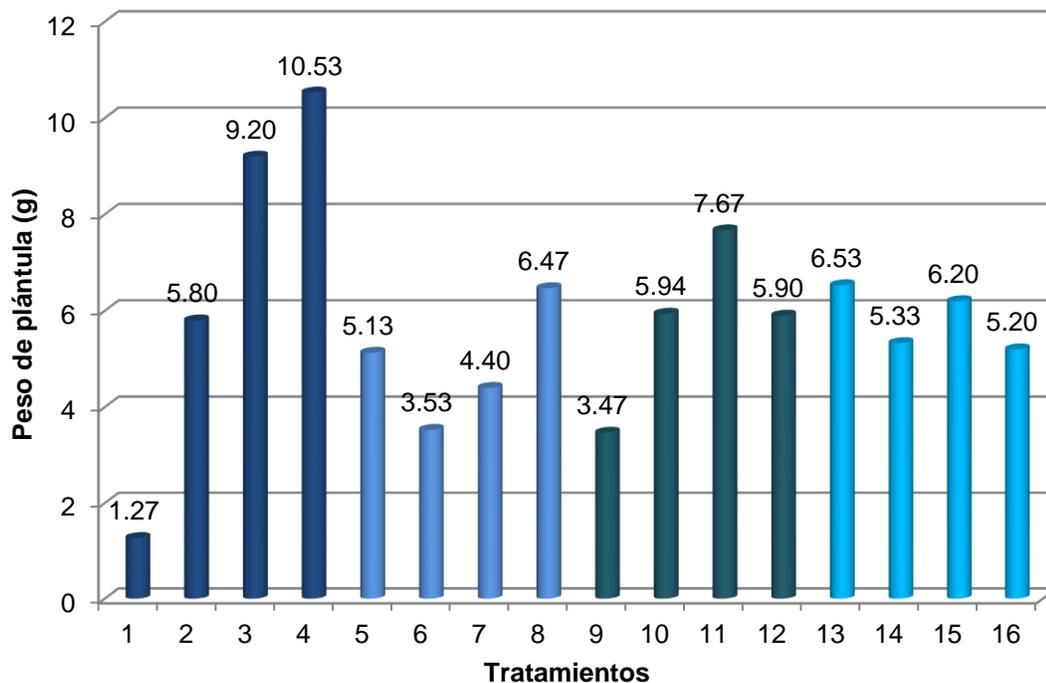
La evaluación de esta variable tiene como objetivo proporcionar información de la calidad en general de las plántulas, ya que se registra el peso completo de toda la planta (parte aérea y parte subterránea); por lo que si se ha tenido un buen crecimiento en las plántulas de cebolla, esto se verá reflejado en un mayor peso. Además esta variable indica de manera directa si la nutrición que se proporcionó ha sido la adecuada.

En la selección de plántulas para el trasplante se debe tomar en cuenta la uniformidad de éstas, ya que es un aspecto crítico en la comercialización; por lo que entre más uniformidad exista en las plántulas, se asegura en consecuencia una mayor uniformidad en la producción final del cultivo y esto repercute directamente en los ingresos del agricultor, al ofrecer el producto con características físicas relativamente homogéneas y de buena calidad. Así al hacer la selección, se deben rechazar aquellas que han tenido un crecimiento raquítrico porque éstas tienen una reducida probabilidad de vida.

En la comparación de los resultados para esta variable y específicamente para el factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos), la respuesta estadística fue altamente significativa, lo que se demuestra en la Figura 4.1, donde en aquellos tratamientos en que no se aplicó fertilizante inorgánico (Tratamientos 1, 2, 3 y 4), fue mejor que los tratamientos en donde se aplicaron estos productos.

Para el factor B (dosis de fertilizantes organominerales), se obtuvo igualmente, una respuesta altamente significativa, superando ampliamente al testigo absoluto (Tratamiento 1), al que no se le aplicaron fertilizantes inorgánicos ni organominerales y sólo se nutrió con las reservas del suelo. Para la interacción de factores AxB, se encontró una respuesta altamente significativa, lo que indica que el factor A es dependiente del factor B o viceversa.

Haciendo una comparación del testigo absoluto (T1), contra los demás tratamientos, éste presentó un crecimiento pobre, ya que la media alcanzó tan solo 1.27 g de peso; en contraste con el uso de fertilizantes inorgánicos el cual alcanzó un 80.55 % más de peso y al usar los fertilizantes organominerales se obtuvo 87.94 % más; por lo que se deduce, que las plantas necesitan un aporte de nutrientes desde etapas tempranas, para lograr su máximo potencial.



**Figura 4.1. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable peso de plántula.**

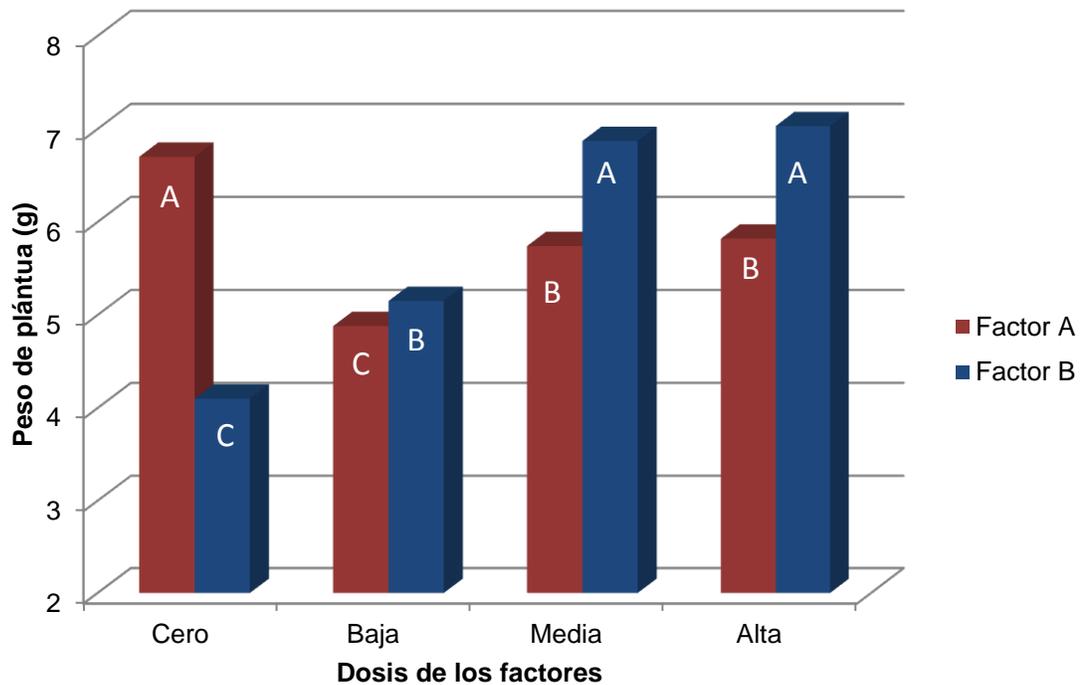
Por otra parte, se observó que al aplicar conjuntamente fertilizantes inorgánicos con organominerales esta variable se ve considerablemente disminuida, esto puede estar ligado a que los fertilizantes organominerales contienen sustancias húmicas, las cuales permiten la disponibilidad de los nutrientes para la planta de manera más sencilla; o bien puede provocar intoxicación, reduciendo en consecuencia el peso de la plántula cuando se combinan con fertilizantes inorgánicos.

Para el uso únicamente de los fertilizantes inorgánicos, se encontró que al utilizar su dosis baja en el tratamiento 5 (T5), se obtuvo un promedio de 5.13 g, para su dosis media hay un valor promedio de 3.47 g de PP, que

corresponde al tratamiento 9 y al usar la dosis alta se obtuvo un promedio de 6.53 g, en el tratamiento 13; estos resultados se ilustran en la Figura 4.1.

En el uso de organominerales sin fertilizantes químicos, que corresponde a los tratamientos 2, 3 y 4, se puede ver, que a medida que se aumenta la dosis de este producto (factor B), el valor del peso de la plántula también aumenta; así tenemos que para la dosis baja 2.5 cc/L corresponde el valor de 5.80 g, para la dosis media 3.75 cc/L tiene 9.20 g y para la dosis alta 5.00 cc/L un promedio de 10.35 g en peso de plántula; de esto se deduce que entre la dosis baja y la dosis alta se incrementó un 78.45 % para esta variable (PP); por lo que al aplicar sólo organominerales, es muy posible obtener el mejor crecimiento de esta hortaliza, en plantas jóvenes. Estos resultados no son coincidentes a los obtenidos por Nieves (2010), quien trabajando con nochebuena y aplicando fertilizantes organominerales a diferentes dosis encontró que, utilizando altas dosis, afecta el crecimiento de éstas; sin embargo es importante considerar que en las plantas de nochebuena se buscaba una respuesta reproductiva, mientras que en las plántulas de cebolla se busca crecimiento vegetativo; el objetivo y especie son diferentes y por consecuencia los resultados también.

En otro esquema, comparando el uso de organominerales contra el uso de fertilizantes minerales inorgánicos y la combinación de estos; se hizo un promedio de sus tres dosis y se encontró, que la utilización de la fuente organomineral supera al testigo absoluto (T1), en un 570 %, mientras que los químicos lo superan en un 296.9 % y la combinación de ambos fertilizantes en la dosis baja de los inorgánicos superan al testigo con 278 %, para su dosis media superan al testigo en 411.8 % y al usar la dosis alta de fertilizantes inorgánicos combinado con organomineral, en sus diferentes dosis, supera al testigo en un 339.4 %.



**Figura 4.2. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable peso de plántula.**

En la prueba de medias por Tukey (Figura 4.2), se observa que para el factor A fertilizantes inorgánicos en su dosis cero dio el mejor resultado, como consecuencia de que solamente se aplicaron fertilizantes organominerales; por lo que se confirma que en las demás dosis: baja, media y alta pudo haber una intoxicación en las plantas de cebolla por parte de éstos y se ha frenado su crecimiento de alguna manera.

Para las dosis: media y alta de fertilizantes inorgánicos se obtuvieron las medias de 5.74 y 5.82 g de peso de plántula, respectivamente, estos dos tuvieron la clasificación B, lo que significa, que estadísticamente son iguales y que probablemente la diferencia es mínima o igual entre ambos resultados. En relación a la dosis baja (135 - 60 - 150 de NPK), de inorgánicos fue la menos

destacable referente a esta variable, teniendo sólo un promedio de 4.88 g y se ha clasificado con el nivel de significancia C.

Igualmente en los organominerales tenemos que las dosis media y alta son estadísticamente iguales, debido a que tienen muy poca diferencia numérica y estos conforman el primer nivel de significancia A; por lo que se difiere que estas dosis son las mejores de fertilizantes organominerales, para usar en plántula de cebolla y en donde se ha obtenido un promedio de 6.87 g, para la dosis media (Tratamientos 3, 7, 11 y 15) y 7.03 g en su dosis alta (Tratamientos 4, 8, 12 y 16).

La dosis baja de organominerales obtuvo una clasificación B, ya que ha tenido un menor crecimiento en donde tiene un valor de 5.15 g de PP; esto deriva en un 26.74 % menos con respecto a la dosis alta del factor organominerales y para el nivel de significancia C, en donde se encuentran los tratamientos 1, 5, 9 y 13 se reportó una media de 4.10 g.

Esto se puede corroborar con lo dicho por Martínez (2009), quien afirma que el uso de nutrientes organominerales por si solos presentan los mejores resultados; al evaluar el peso fresco en plántula de brócoli, obteniendo plántulas con un peso de 2.68 g, al aplicar 0.25 cc/L, mientras que cuando aplicó 0.5 cc/L de organominerales encontró un peso de 2.85 g.

Para esta variable (peso de plántula), se obtuvo un coeficiente de variación del 13.65 %, que se muestra en el Cuadro 4.1; este porcentaje se considera bajo y por lo tanto se tiene mayor seguridad en los datos obtenidos en el análisis.

En este análisis estadístico se aprecia que los dos factores tienen una influencia alta en esta variable (PP) y en contraste con el testigo se observa, que es mucho mejor utilizar fertilizantes para obtener una mejor calidad de plántula. Para el uso de organominerales, conforme se aumentaba la dosis el valor del peso también se vio incrementado.

## 4.2. Diámetro de Bulbo (DB)

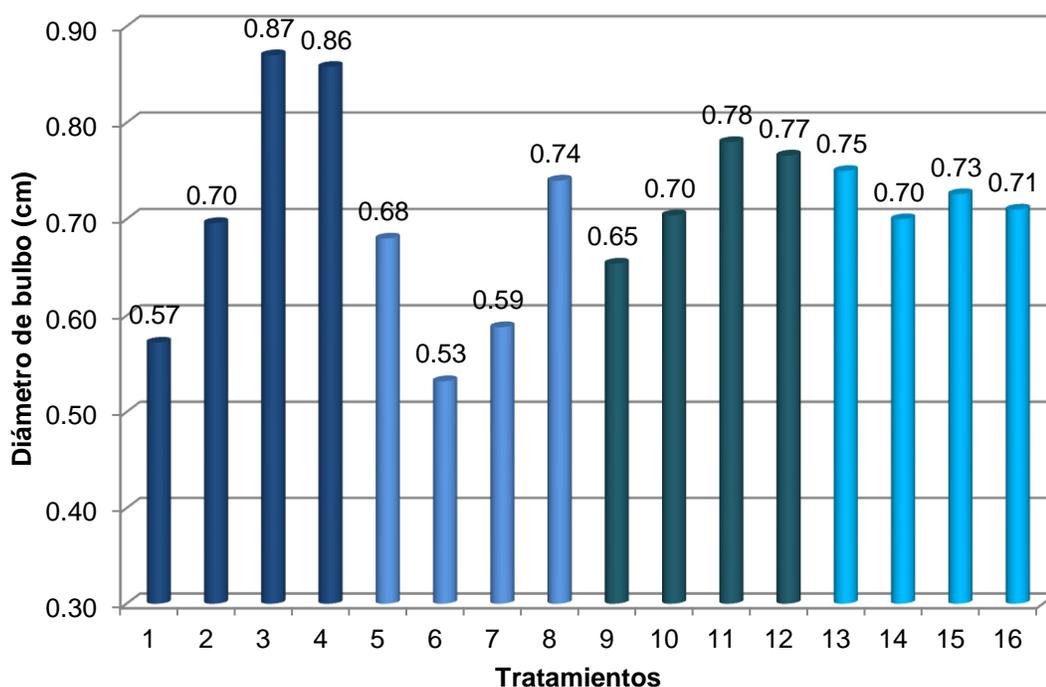
La importancia de esta variable radica en que el diámetro del bulbo es un parámetro que indica directamente la calidad de las plántulas, que serán trasplantadas en el campo de forma definitiva para su producción; dado que se debe seguir una rigurosa selección de las plántulas es conveniente tener una mayor uniformidad en cuanto a la formación del bulbo se refiere, en las primeras etapas. Teniendo un diámetro adecuado en plántula se garantiza un buen crecimiento del bulbo, ya que es éste el que se comercializará finalmente. Además en el bulbo de la cebolla es donde se encuentran las reservas acumuladas desde su emergencia y por lo tanto, esto ayudará a un mejor prendimiento de la plántula a la hora de su transplante.

En esta característica evaluada, se encontró una respuesta estadística altamente significativa tanto para el uso de organominerales como en la utilización de fertilizantes inorgánicos, así como en la interacción de estos dos factores (AxB); esto indica que los factores influyen de manera distinta al aplicarlos en sus diferentes dosis.

El coeficiente de variación para esta variable (DB), obtenido, en el análisis, fue de 8.76 %; por lo que se tiene una alta confiabilidad en los resultados reportados en esta investigación.

En la comparación de medias de todos los tratamientos, se observa nuevamente que los fertilizantes organominerales por si solos, han tenido las mejores repuestas al utilizarlos en esta hortaliza; así en el tratamiento 2 se tiene una media de 0.70 cm de diámetro, para el tratamiento 3, se tiene un promedio de 0.87 cm y en el T4 es de 0.86 cm, por lo que se puede observar que la dosis media de organominerales ha obtenido el mayor porcentaje del experimento y esto es algo positivo desde el punto de vista económico; ya que para los productores significaría menos gasto, por consecuencia en el uso de una menor cantidad de fertilizante.

Vázquez (2010), también obtuvo una respuesta favorable en el diámetro del pedúnculo al aplicar organominerales en dosis altas en cultivo de repollo donde reporta un diámetro de 4.15 cm; cita, que en el tratamiento en donde se emplearon fertilizantes organominerales a dosis bajas, superó al testigo en un 8.49 %, mientras donde se aplicó a dosis altas superó al testigo en un 13.70 %; aunque el fertilizante inorgánico mineral fue el que tuvo la mayor respuesta, obteniendo un valor de 4.23 cm de diámetro y fue superior al testigo en un 16.16 %.



**Figura 4.3. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable diámetro de bulbo.**

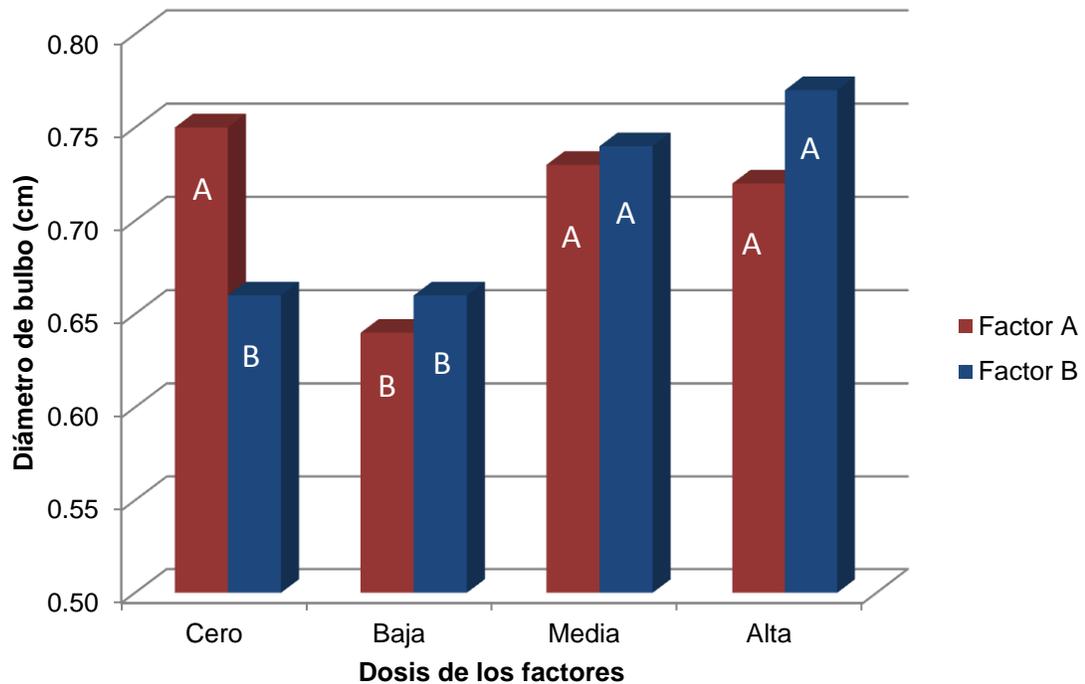
Al contrastar el testigo absoluto (T1), contra los demás tratamientos se encontró un incremento del 24 %, para el uso de fertilizantes inorgánicos en su dosis alta y 34.48 % más, al suministrar organominerales y en la combinación de los dos fertilizantes se ha obtenido un porcentaje de 26.92 %, que corresponde al tratamiento 11, en donde se aplicaron las dosis medias de cada producto. Por consiguiente se distingue qué, aunque en el T11 se logró un DB de 0.78 cm, un valor aceptable, en el T3, al sólo usar organominerales se pudo alcanzar un diámetro mayor (0.87 cm) y sin gastar más en otros fertilizantes.

En la aplicación únicamente de fertilizantes inorgánicos se advierte que la dosis alta, donde se aplicó la formula 195 - 120 - 450 de NPK, fue la mejor respuesta que se obtuvo, teniendo un valor de 0.75 cm, comparado con la dosis baja, en donde se reportó un valor de 0.68 cm de DB; existe poca diferencia y esto repercute directamente en la economía del productor siendo infructuoso el gastar una mayor cantidad al usar estos fertilizantes. Mientras que con la utilización de ambos productos, se observa que posiblemente hubo toxicidad, acentuándose en donde se hace uso de la dosis alta del factor inorgánicos ya que la fuente de los organominerales al contener ácidos húmicos, favorecen la disposición en el suelo de macro y microelementos para la planta (Figura 4.3).

Haciendo un comparativo de la respuesta de los organominerales, los fertilizantes minerales y en la utilización de ambos; se encontró que los fertilizantes organominerales superan al testigo absoluto en un 42 %, para los fertilizantes inorgánicos, éstos lo superan en un 21 %; en tanto al empleo de ambas fuentes nutricionales, se encontró para la dosis baja de inorgánicos junto con organominerales el 8.8 % superando al testigo, en la dosis media de inorgánicos se supera al testigo con un 31.6 % y la dosis alta de químicos ha superado al testigo en un 24.6 %.

La prueba de Tukey en esta variable (DB en plántula de cebolla), para la aplicación de fertilizantes minerales inorgánicos, sólo reporta dos grupos de significancia; en el grupo A están las dosis: cero, media y alta, arrojando los siguientes datos: 0.75 cm, 0.73 cm y 0.72 cm de diámetro respectivamente, que

son los mejores resultados obtenidos y en el grupo B de significancia, se encuentra el uso de la dosis baja de minerales con la fórmula 135 - 60 - 150 de NPK, con un valor promedio de 0.64 cm que corresponden a los tratamientos 5, 6, 7 y 8.



**Figura 4.4. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable diámetro de bulbo.**

En el caso de los organominerales las clasificaciones son las siguientes: en el primer nivel clasificado con la letra A se ubican los tratamientos 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15 y 16 y para el nivel B de significancia, están los tratamientos 1, 2, 5, 6, 9, 10, 13 y 14.

Para este factor, fertilizantes organominerales, se encontró que la dosis media con una solución de 3.75 cc/L y alta en una concentración de 5.0 cc/L,

utilizadas para este experimento se obtuvieron buenos resultados: 0.74 cm y 0.77 cm de diámetro respectivamente, lo que ratifica que al usar estos productos (organominerales), se obtiene un excelente crecimiento y buena calidad en plántula de cebolla, debido a sus componentes orgánicos, ya que estos mejoran el suelo, lo protegen de la contaminación y de la erosión del mismo, además estos elementos orgánicos, fijan iones de la solución del suelo, los cuales quedan débilmente retenidos, están en posición de cambio; evitando por tanto que se produzcan pérdidas de nutrientes en el suelo. (<http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/prop.htm>).

La clasificación estadística para el nivel B de la prueba de Tukey en el uso de fertilizantes organominerales, se encuentra la dosis cero con un promedio de 0.66 cm y al usar la dosis baja, se encontró un valor de 0.66 cm de DB, por consecuencia estas dosis son estadísticamente iguales pero diferentes a las dosis media y alta.

### **4.3. Longitud de Plántula (LP)**

Esta variable es de gran importancia, en el concepto de calidad de las plántulas; al momento de su comercialización, es vital que las plántulas tengan buen porte y un crecimiento adecuado en la parte aérea y del bulbo. Éste es un parámetro básico al seleccionar las plántulas para su transplante.

El tamaño adecuado de las plántulas es aquel que le permitirá arraigarse bien, luego de ser transplantada, si éste es pequeño se secará y si es muy grande, puede florecerse o bien dar menor rendimiento; por lo tanto el tamaño de plántula es uno de los factores que más afecta la producción de este cultivo (Rothman y Dondo <http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/horticultura/cebolla.pdf>).

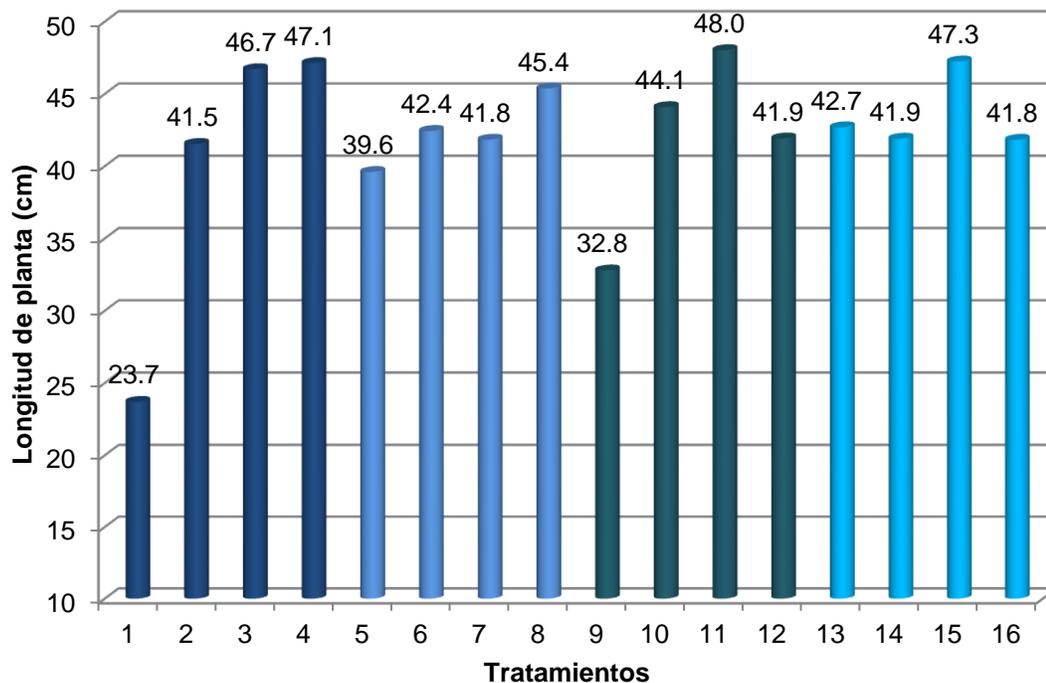
Se ha valorado la influencia de los dos tipos de fertilizantes con sus diferentes dosis, e igualmente la interacción entre estos dos factores. Así se ha observado que en el análisis de varianza realizado en este experimento, para los fertilizantes inorgánicos, ha reportado una respuesta estadística significativa, lo que indica que este factor ha repercutido directamente en el crecimiento de las plantas de cebolla, ya que estos productos minerales han superado al testigo absoluto en un 61.86 %.

También se ha encontrado que para el uso de los fertilizantes organominerales hay una diferencia altamente significativa (Cuadro 4.1); demostrándose que las dosis empleadas han tenido un comportamiento diferente y han superado al testigo (T1), en un 90.42 %.

Por otro lado en la interacción de los dos fertilizantes sometidos a evaluación, se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa; es decir que son dependientes uno del otro y al compararlos con el testigo absoluto, se encontró que en el uso de la dosis baja de los inorgánicos junto con los fertilizantes organominerales, ha superado al testigo en un 82.4 %, para la combinación de los fertilizantes minerales en su dosis media más los organominerales se obtuvo un 88.5 % superior al testigo absoluto y en su dosis alta de la fuente de los inorgánicos ha superado al testigo, en un 84.22 %.

En este análisis estadístico se obtuvo un valor en el coeficiente de variación de 8.14, para el estudio de la longitud de plántula, el cual refiere un valor considerablemente bajo y por lo tanto se asume mayor confianza en los datos obtenidos.

Al hacer una comparación de los fertilizantes tratados en este experimento con respecto al testigo absoluto, denotado por el tratamiento número uno; se ha encontrado que para el uso de fertilizantes minerales sin organominerales, existe un incremento notable del 43.46 % en la dosis máxima, la cual constituye la fórmula 195- 120- 450 de NPK y corresponde al tratamiento número 13.



**Figura 4.5. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable longitud de plántula.**

Para la respuesta en el uso solamente de fertilizantes organominerales se presentó un valor porcentual de 49.72 %, al emplear la concentración más elevada (5.0 cc/L), en relación con el testigo. Pero la diferencia más marcada se encontró en el tratamiento 11, en donde se utilizaron los dos fertilizantes (fertilizantes inorgánicos y organominerales), en la combinación de éstos se logró una media de 48.03 cm de longitud, lo que representa un incremento del 50.66 %. En este caso, se puede hacer inferencia en que usando los dos productos, se obtienen mejores respuestas en cuanto al crecimiento de la plántula de cebolla; pero si se usan solamente los productos organominerales se pueden conseguir resultados satisfactorios y de esta manera se pueden bajar los costos de producción.

Realizando un comparativo en la aplicación de los fertilizantes inorgánicos, se observa que el mayor resultado se provocó con la aplicación de la dosis alta de esta fuente con la formula 195 - 120 - 450 de NPK, en donde se ha tenido un crecimiento promedio de 42.69 cm por planta, y en relación a la aplicación de la dosis baja (135 - 60 - 150 de nitrógeno fosforo y potasio), se tiene un valor de 39.60 cm y para la dosis media (165 - 90 - 300 de NPK), de estos fertilizantes el análisis arrojó un valor de 32.79 cm de longitud, mostrándose los resultados en la Figura 4.5.

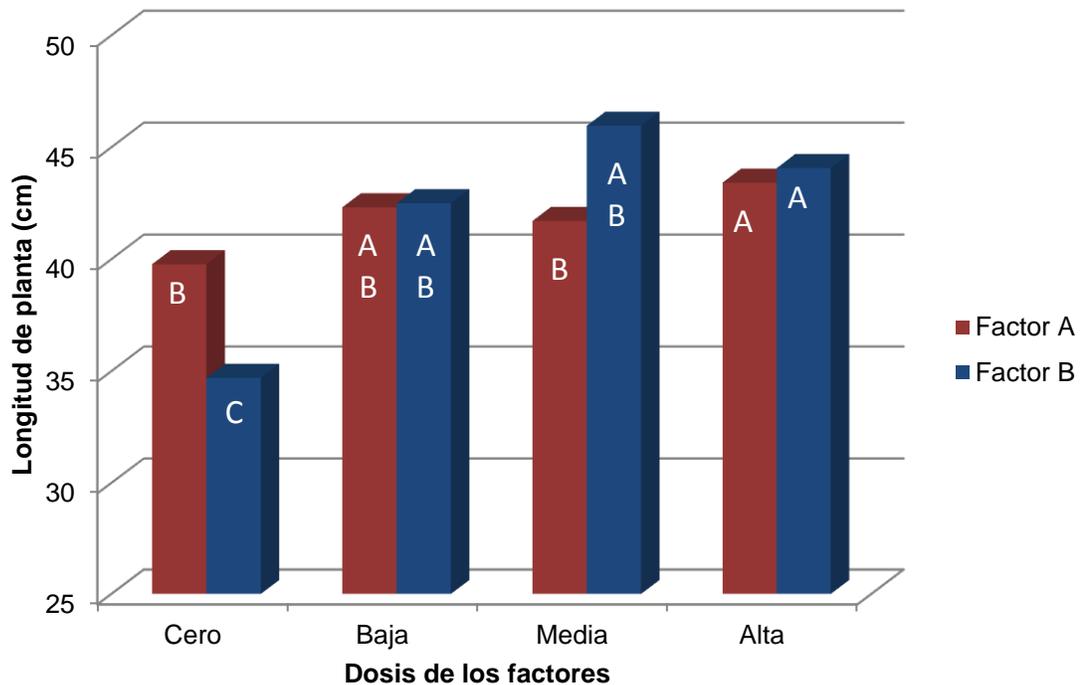
Por otro lado, los fertilizantes organominerales tienen una tendencia directamente proporcional al tamaño de la planta de cebolla, por lo que a medida que se aumenta la concentración de éstos la longitud logra mayores valores (Figura 4.5). Así, se tienen los siguientes resultados en orden ascendente: suministrando la dosis baja se encuentra un valor de 41.54 cm, para la concentración intermedia hay un promedio de 46.71 cm de longitud y por último en la dosis alta se tiene un crecimiento, en plántula de cebolla, de 47.14 cm de longitud.

La prueba de medias por Tukey en donde se analizaron los factores independientemente, se encontraron tres niveles de significancia, para el factor fertilizantes inorgánicos, en donde la mejor respuesta fue al aplicarse la dosis alta que responde a la formula 195- 120- 450 de NPK y en donde ha conseguido un valor promedio de 43.42 cm de longitud, en la siguiente clasificación AB, se encuentran las dosis intermedias (baja y media), que se han empleado en esta investigación y han dado una respuesta estadísticamente igual.

En el grafico número 10, se observa, en lo que se refiere al segundo factor (dosis de fertilizantes organominerales), al aplicar su dosis media que corresponde a la concentración de 3.75 cc/L, se encontró el nivel de significancia A y tiene una media de 45.96 cm de crecimiento en plántula, para la siguiente clasificación AB, hay un menor promedio en el crecimiento que es

de 44.07 cm de longitud por planta, el cual corresponde a la utilización de la dosis alta con una solución de 5.0 cc/L.

También se encontró una tercera clasificación en la prueba de Tukey para la aplicación de organominerales, la cual se clasificó con la letra B, que corresponde a la dosis baja de los organominerales proyectándose un valor en su longitud de 42.50 cm, empleándose para esta dosis una concentración de 2.5 cc/L y en la clasificación C que es la más baja, dada por esta prueba se tiene un promedio de 34.70 cm, el cual corresponde a los tratamientos 1, 5, 9 y 13, en donde no se ha usado este material.



**Figura 4.6. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable longitud de plántula.**

En cuanto a este análisis de los datos obtenidos en campo, se deriva que el mayor resultado que se ha conseguido para esta característica es usando la dosis media de fertilizante organomineral, la cual implica una concentración de 3.75 cc/L, por lo que esto beneficia al productor de una manera directa en su economía, ya que puede utilizar menores cantidades en la nutrición de las plantas y por ende tener los mejores resultados.

Los resultados aquí reportados coinciden con Martínez (2009), en donde menciona que el mejor tratamiento es cuando se usó la combinación de soluciones hidropónicas y nutrientes organominerales arrojando un valor de 20.04 cm de longitud, en plántula de tomate. Esto comparado con los demás tratamientos, ya que al usar solamente soluciones hidropónicas se obtuvo un valor de 18.56 cm de longitud, mientras que cuando se utilizaron sólo nutrientes organominerales, la longitud alcanzada fue de 19.38 cm.

Otros investigadores encontraron una respuesta no significativa para el uso de fertilizante organomineral como en el caso de Sibaja (2010), quien reporta en la variable largo de tallo en el cultivo de *Jatropha curca*, un ligero incremento del 6.89 %, esto comparado con el testigo.

#### **4.4. Número de Hojas (NH)**

El número de hojas se evaluó porque proporciona un parámetro de calidad en las plántulas de cebolla, ya que este número debe ser de entre 4 a 5 hojas, para ofrecer al mercado una buena área foliar; en tanto que se considera que a mayor área foliar el área fotosintética será también mayor y así la planta será capaz de realizar todas sus funciones necesarias.

Para el desarrollo de hojas en una planta sin duda alguna se requiere de nitrógeno, ya que éste es un elemento clave en la molécula de clorofila, por lo que éste es indispensable en el proceso de fotosíntesis; así mismo, el nitrógeno estando en las cantidades necesarias, incrementa el contenido de

clorofila en las hojas, por consiguiente ayuda a mejorar y acelerar el proceso de fotosíntesis.

Además, el nitrógeno es de vital importancia para la formación de nuevas células. Por esto es indispensable mantener una disponibilidad constante de nitrógeno durante toda la temporada de crecimiento. Después del agua, el nitrógeno es el nutriente más importante para el crecimiento de la planta, dada su abundancia en las principales biomoléculas de la materia viva como señalan Azcón-Bieto y Talón (2008) y si a esto se añade que los suelos suelen ser deficientes en nitrógeno que cualquier otro elemento; no resulta extraño que sea el nitrógeno, junto con el fósforo y el potasio, el elemento clave de la nutrición.

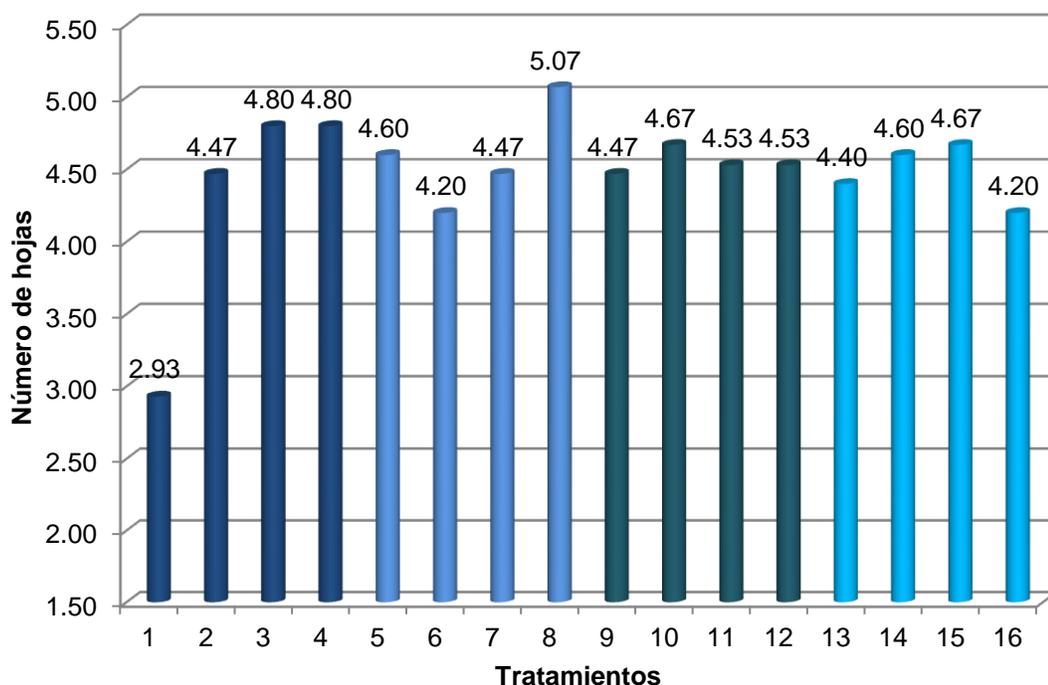
De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 4.1), para el factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos), se ha reportado una diferencia estadística significativa, por lo que estos productos actúan de manera distinta entre los tratamientos y se ha observado que sus tres dosis han superado ampliamente al testigo absoluto.

También se ha encontrado para el segundo factor, fertilizantes organominerales, una respuesta altamente significativa; que como se ha mencionado esto indica que los tratamientos responden de forma diferente al uso de éstos. Así mismo, en la combinación de los dos materiales evaluados hay una diferencia altamente significativa, que indica que existe una relación entre estos fertilizantes es decir que actúan de modo dependiente para cada tratamiento.

Al realizar una comparación de medias, se observa en la Figura 4.7 que hay un rango de variación en el número de hojas que oscila, desde 2.93 hasta 5.07 número de hojas, dichos resultados corresponden al tratamiento número uno (testigo absoluto) y al tratamiento ocho respectivamente; se deduce que el testigo absoluto tuvo un menor desempeño en comparación al uso de fertilizantes y en este caso el mejor efecto se apreció cuando se utilizó la dosis

baja de fertilizante inorgánico más la dosis alta de los fertilizantes organominerales (T8).

Con relación a esta variable (NH), se analizó el uso de los dos fertilizantes por separado, así como la combinación de los dos productos en el experimento; encontrando que la fuente orgánica (Factor A), superó al testigo absoluto en un 60 % y los fertilizantes minerales (Factor B), superó al testigo (T1), en un 53.24 %.



**Figura 4.7. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable número de hojas.**

Para el uso de los dos fertilizantes se encontró un porcentaje del 56.3 % superando al testigo absoluto, al emplear la dosis mínima de inorgánicos más organominerales, igualmente en la dosis media de los fertilizantes inorgánicos

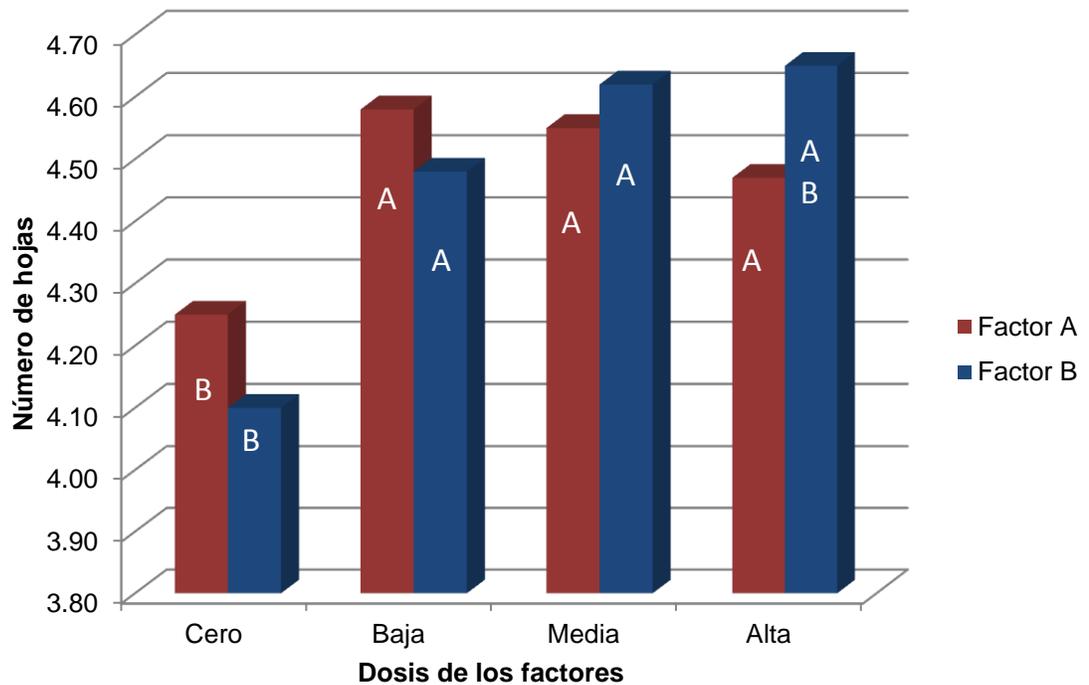
con organominerales superó al testigo en un 56.3 %, para cuando se suministró la dosis alta de inorgánicos se alcanzó un 53.24 %, que ha superado al testigo (T1).

Para el uso del factor inorgánicos sin los fertilizantes organominerales, se observó una tendencia negativa, ya que al aumentar la dosis el promedio en el número de hojas disminuye, teniendo así, en el tratamiento 5 un número de hojas de 4.60, donde se ha administrado la dosis baja (135- 60- 150 de NPK) y para la dosis media (tratamiento 9), hay un valor de 4.47 de NH, en su dosis máxima al usar la fórmula: 195 - 120 - 450 de nitrógeno, fosforo y potasio, se reportó un promedio de 4.40 número de hojas, cuyos resultados se muestran en la Figura 4.7.

Se realizó una comparación de medias para el factor B (dosis de organominerales), en donde se tiene el mismo valor promedio de 4.80 hojas en los tratamientos 3 (dosis media) y 4 (dosis alta); con el menor estímulo se localiza al tratamiento número 2 con una media de 4.47 hojas.

En la combinación de los dos tipos de fertilizantes, se encontró el mayor valor de 5.07 NH, que corresponde al tratamiento 8, cuando se hace uso de la dosis baja de los fertilizantes inorgánicos en conjunto con la dosis alta de los organominerales. La menor respuesta se encontró en el tratamiento 6 (dosis bajas de los dos fertilizantes) y T16 (dosis altas de los dos fertilizantes), con un número igual de hojas desarrolladas de 4.20.

Analizando la prueba de Tukey los mejores tratamientos fueron clasificados con la letra A, en cuanto al factor fertilizantes inorgánicos, en donde se ha reportado a la dosis baja, con un valor de 4.58 hojas y la dosis media se ha tomado igualmente con la clasificación A, debido a que esta presenta una respuesta muy semejante de 4.55 número de hojas; siendo esto, el programa ha tomado estos valores como estadísticamente iguales, ya que la diferencia numérica es despreciable.



**Figura 4.8. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable número de hojas.**

También se tiene una segunda clasificación AB, en la aplicación del factor de los minerales, donde se ubican los tratamientos 13, 14, 15, y 16 con un promedio de 4.47 número de hojas y que responde a la fórmula aplicada en campo 195- 120- 450 de nitrógeno, fosforo y potasio correspondientemente. Para la clasificación B de significancia, se tiene a la dosis cero, en el entendido de que no hubo aplicación alguna de estos productos (fertilizantes inorgánicos), pero sí de fertilizantes organominerales y donde se alcanzó una media de 4.25 de NH.

Estos resultados son contradictorios en comparación con otros autores que encontraron datos negativos (disminución de área foliar), en la aplicación de fertilizantes granulados e igualmente con fertilizantes organominerales frente

al testigo, en el cultivo de nochebuena (Valdés, 2008). Esto se puede deber posiblemente a un alto contenido de sales en esta evaluación.

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los fertilizantes organominerales en la prueba de Tukey, ilustrados en la Figura 4.8, se han clasificado de la siguiente manera: el mejor nivel de significancia ha tenido un promedio en el número de hojas de 4.65, que es la dosis alta (5.0 cc/L) y comprenden a los tratamientos 4, 8, 12 y 16, con un menor efecto se tiene a la dosis media (tratamientos 3, 7, 11 y 15), con un valor de 4.62, al usar una concentración de 3.75 cc/L, para la dosis baja se encontró un promedio de 4.48 NH, en plántula de cebolla, usando una solución de 2.5 cc/L de organomineral, que corresponde a los tratamientos 2, 6, 10 y 14. Todos estos resultados se ubicaron en el nivel A, en tanto que la diferencia es mínima entre ellos y han tenido un comportamiento similar, por lo que no hubo diferencia estadística para esta prueba.

En donde sí se ha tenido diferencia, con respecto a las demás cantidades utilizadas de los fertilizantes organominerales, es en la dosis cero, que corresponden a los tratamientos 1, 5, 9 y 13, donde se ha alcanzado tan sólo un valor promedio de 4.10 hojas y se clasificó con el nivel B de significancia.

Esto es contradictorio en la investigación de Santiago (2011), quien indica en el análisis de varianza (ANVA), que el factor de los fertilizantes organominerales no influyeron de manera significativa en el origen del número de hojas por planta, en su estudio realizado con cilantro.

El porcentaje en el coeficiente de variación que se obtuvo en el análisis de varianza (ANVA), fue de 7.56 % y este porcentaje se considera fiable, por lo que se puede tener mayor certeza en los resultados obtenidos para este experimento.

#### **4.5. Ancho de Hoja (AH)**

Al estudiar esta variable se tiene en cuenta del vigor y consistencia alcanzados en las hojas de esta especie, en tanto que esta característica está estrechamente relacionada con la superficie fotosintética; la cual se verá reflejada por una nutrición adecuada, manifestándose una mayor área foliar y color verde intenso en el follaje.

Básicamente la fotosíntesis es la absorción de energía lumínica y conversión en potencial químico estable por la síntesis de compuestos orgánicos. Lo importante es el hecho de atrapar y transformar energía (Bidwell, 1979). La tasa de fotosíntesis se relaciona con la condición fisiológica de la planta, factores genéticos, la situación bajo la cual creció, estatus nutricional, entre otras. En la mayoría de las plantas la principal fuente de alimento y energía es la fotosíntesis que se produce primordialmente en las hojas, y solamente cuando la hoja se aproxima a su tamaño máximo empieza una alta tasa de fotosíntesis y una producción masiva de carbohidratos.

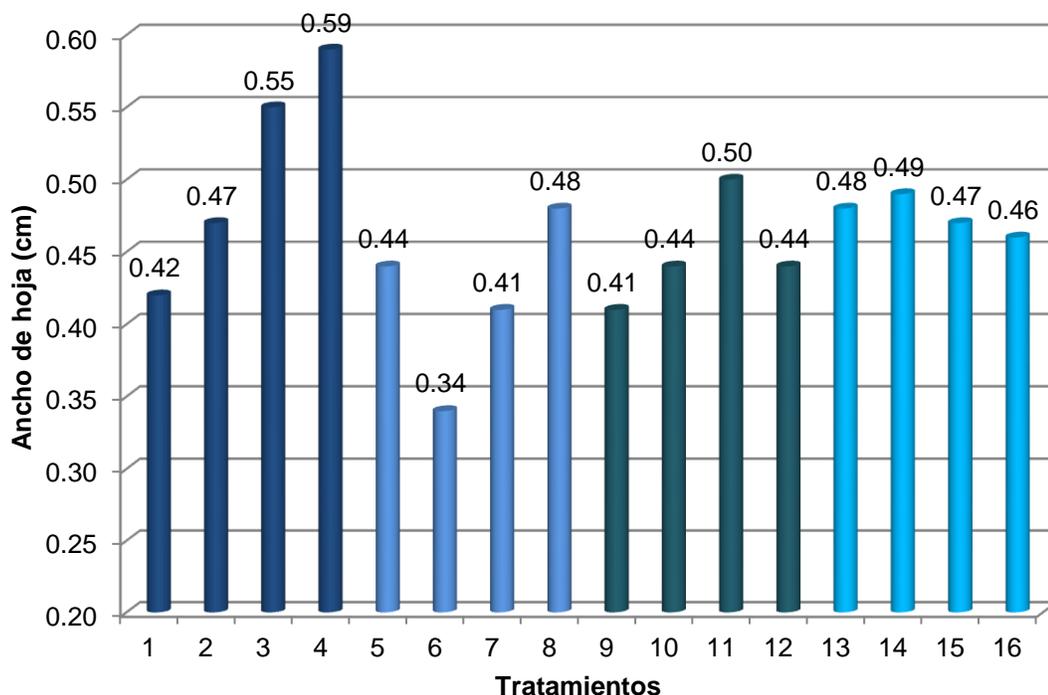
Determinando la influencia que ejercen los dos tipos de fertilizantes evaluados, se encuentra que en el análisis de varianza (ANVA), los fertilizantes minerales han tenido una diferencia estadística altamente significativa dado que han tenido respuestas diferentes entre los tratamientos; por otra parte en el segundo factor estudiado (dosis de organominerales), se obtuvo una diferencia estadística, dado que el efecto en la aplicación de sus dosis es diferente para cada tratamiento.

En la interacción de las dos fuentes de nutrientes, igualmente se tiene una diferencia estadística en el análisis de varianza mostrado en el Cuadro 4.1, describiéndose a continuación dichos resultados.

Haciendo una comparación en el uso de los dos fertilizantes contra el testigo absoluto, se encontró que al utilizar los fertilizantes inorgánicos en la dosis alta, se tiene una media de 0.48 cm de ancho, reflejando un ligero incremento del 12.5 %, en la mezcla de los dos tipos de fertilizantes (orgánicos

e inorgánicos), se encontró un dato de 0.50 cm incrementándose en 16 % y la máxima respuesta se obtuvo cuando se administró la dosis de 5.0 cc/L de organomineral, alcanzando un diámetro de 0.59 cm, lo que indica un aumento del 28.81 %, con respecto al testigo que tan solo tiene un grosor de 0.42 cm.

En la misma figura se observa, el comportamiento errático que tuvo la nutrición mineral en plántula de cebolla a campo abierto; por lo que se encontró que al aplicar la dosis baja se tiene una media de 0.44 cm y cuando se aplica la dosis intermedia, este tratamiento ha tenido un valor de 0.41 cm (AH), y en la utilización de la dosis alta, de estos fertilizantes, se obtuvo un dato de 0.48 cm de ancho de hoja.



**Figura 4.9. Respuesta en plántula de cebolla, al uso de fertilizantes inorgánicos y organominerales, para la variable ancho de hoja.**

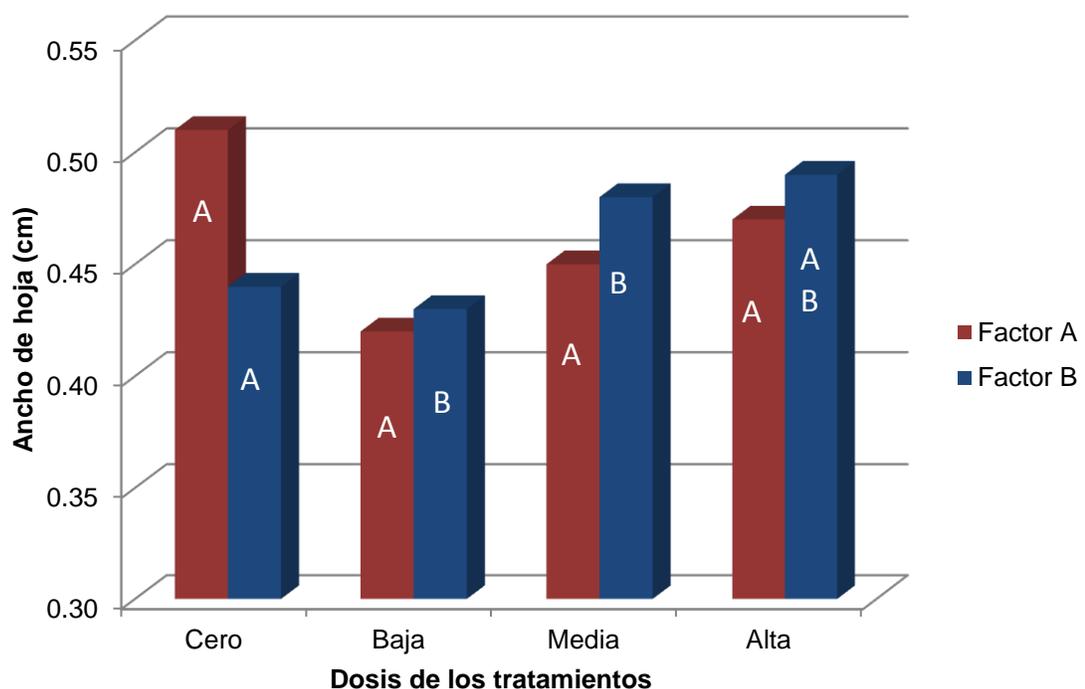
Por otro lado, considerando la reacción positiva en los tratamientos que ocasiona la fuente de los organominerales, aplicados por si solos, los resultados tuvieron los siguientes valores: para la concentración 2.50 cc/L, se ha obtenido un valor de 0.47 cm de ancho, en la aplicación de 3.75 cc/L de fertilizante organomineral, se logró una media de 0.55 cm de AH, correspondiente al tratamiento 3 (T3) y al suministrar la mayor dosis de 5.00 cc/L se alcanzó un valor de 0.59 cm de diámetro; estos resultados se relacionan con el trabajo realizado en nochebuena por Valdés (2008), quien observó un incremento del 26.95 %, en el ancho de hoja al suministrar organominerales, este resultado con respecto al testigo. No pasando lo mismo por lo descrito por Nieves (2010), en donde su investigación reporta no tener diferencia significativa al uso de fuentes minerales y organominerales, para la variable ancho de hoja en el cultivo de nochebuena.

En relación a las respuestas obtenidas en el uso de los fertilizantes en conjunto, se encontraron resultados no satisfactorios interactuando de manera negativa, ya que el valor más alto fue de 0.50 cm de ancho, en donde se han empleado las dosis medias de cada fuente nutricional (fertilizantes inorgánicos y organominerales), que corresponde al T11 y los promedios más bajos obtenidos fueron de 0.34 cm de ancho en el tratamiento 6 y 0.41 cm (AH) en el tratamiento 7, estos dos superados por el testigo.

En la prueba de medias por Tukey, se observan solamente 3 niveles de significancia en la categorización de los resultados de los dos factores (fertilizantes inorgánicos y fertilizantes organominerales), ilustrados en la Figura 4.10.

Para esta prueba estadística, se ha reportado en relación a la fuente inorgánica de nutrientes, que las dosis baja y media tienen una similitud numérica encontrándose el valor de 0.42 cm, cuando se ha utilizado la dosis baja y una media de 0.45 cm en el uso de la dosis intermedia, por lo que se han clasificado con la letra B igualmente.

En la dosis alta de los fertilizantes inorgánicos, se observa un valor medio de 0.47 cm de AH, donde hubo una aplicación de 167.22 cc de sulfato de amonio, 39.34 cc de fosfato monoamonico y 346.16 cc de sulfato de potasio; al cual se le ha dado un nivel de significancia AB, esto significa que es una respuesta favorable pero no la mejor; se encontró con la principal calificación a la dosis cero (significancia A), en donde no se aplicó el material inorgánico, con un ancho de 0.50 cm por planta.



**Figura 4.10. Comparación de medias y nivel de significancia para el Factor A (dosis de fertilizantes inorgánicos) y el Factor B (dosis de fertilizantes organominerales), en la variable ancho de hoja.**

Mientras que para los productos organominerales se encontró sólo un nivel de significancia, A (Figura 4.10), debido a que las cuatro dosis resultaron ser eficientes y no presentaron diferencia estadística pero si hubo una diferencia numérica.

Cuando se usó la dosis media (3.75 cc/L), de los fertilizantes organominerales hay un valor de 0.48 cm de ancho (AH), y comprenden a los tratamientos 3, 7, 11 y 15; para la dosis alta al aplicar una solución de 5.0 cc/L, se obtuvo un dato de 0.49 cm de ancho, que corresponden a los tratamientos 4, 8, 12 y 15 y en la dosis baja (Tratamientos 2, 6, 10 y 14), al suministrar una concentración de 2.5 cc/L de organomineral, se halló un valor en el diámetro de 0.43 cm y donde no se usó este producto (dosis cero), se tiene un promedio de 0.44 cm de ancho de hoja.

Así mismo en esta variable (AH), se tuvo un coeficiente de variación del 15.5 %, un valor con alta confiabilidad, ya que se encuentra dentro de los rangos de tolerancia.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con la interpretación del análisis estadístico de los resultados obtenidos en plántulas de cebolla y considerando los objetivos e hipótesis de esta investigación se concluye lo siguiente:

Es posible con la aplicación de fertilizantes organominerales producir plántulas de cebolla a campo abierto de buena calidad.

El uso de fertilizantes organominerales superó a los demás tratamientos en la mayoría de las variables (peso de plántula, diámetro de bulbo y ancho de hoja); utilizando la dosis media (3.75 cc/L), de estos productos el mejor resultado se obtuvo en la variable DB y para la dosis alta (5.0 cc/L), las mejores respuestas se encontraron en las variables PP y AH.

En el uso únicamente de los fertilizantes inorgánicos se observa que los resultados obtenidos en general fueron aceptables, ya que superaron al testigo, sin embargo no fueron superiores a los tratamientos en donde sólo se aplicaron los fertilizantes organominerales a dosis media y alta, para la totalidad de las variables.

Para la combinación de las dos fuentes de nutrientes, se ubican los mayores resultados en la variable longitud de planta, usando las dosis medias de cada fertilizante y en la variable número de hojas, combinando la dosis baja de inorgánicos con la dosis alta de organominerales; aunque en ambos casos la aplicación únicamente de los nutrientes organominerales, obtuvieron respuestas satisfactorias. Pero también se observó en el resto de las variables una tendencia negativa al usar juntos los dos fertilizantes y principalmente en la aplicación de la dosis alta del material inorgánico.

## **SUGERENCIAS**

Con base a las conclusiones, se hacen las siguientes sugerencias para la producción de plántula de cebolla a campo abierto:

Se propone ampliamente el uso de fertilizante organomineral en la producción de cebolla para transplante en las concentraciones de 3.75 cc/L y 5.0 cc/L (dosis media y alta usadas en este estudio); siendo una alternativa viable de bajo costo y que reduce el impacto ambiental.

Si de economía se trata se sugiere utilizar la dosis media de organominerales a razón de 3.75 cc/L, debido a que ha permitido una muy buena calidad en las plántulas y por lo tanto se pueden reducir los costos de producción.

En la producción de plántula de cebolla, se puede hacer uso de la combinación de los dos fertilizantes (inorgánicos mas organominerales); pero no garantizan los mejores resultados, además de que implica mayores gastos.

## FUENTES CONSULTADAS

- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Segunda Edición. McGraw-Hill – Internacional de España, S.A.U. Madrid, España. pp 106- 107.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México D.F. pp 157, 200 y 549- 551.
- Brewster, J. L. 1994. Onions and Other Vegetable *Alliums*. Crop Production science in horticulture 3. CAB International. Wallingford, England. pp 93- 94.
- Cadahía, L. C.; Eymar, A. E.; Lucena, M. J. J.; Muños-Cobos, M. P.; Martín, R. I.; Yáñez, B. F.; Legaz, P. F.; Sentís, M. J. A.; Frutos, V. I.; Montalvo, L. T.; Segura, P. M. L.; Abad, B. M.; Castilla, P. N.; López, V. P.; Noguera, M. P.; Orgaz, R. F.; Soler, R. J.; Castel, S. J. R.; Quiñones, O. A. y Massaguer, R. A. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas frutales y ornamentales. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp 95- 96 y 100.
- Candolle, A. de. 1959. Origin of Cultivated Plants. Hafner Publishing Company. New York, USA. pp 66- 68.
- Cásseres, E. 1971. Producción de Hortalizas. Segunda Edición. Herrero Hermanos, Sucesores, S.A. México, D.F. p 147.
- Castell, V. y Díez, M. J. 2000. Colección de Semillas de Cebolla del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola No. 8. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid, España. pp 26- 28.
- Cepeda, D. J. M. 1991. Química de Suelos. Segunda Edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F. pp 59- 61.
- Edmond, J. B.; Senn, T. L. y Andrews, F. S. 1967. Principios de Horticultura. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F. pp 465- 469.
- FitzPatrick, E. A. 1996. Introducción a la ciencia de los suelos. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F. pp 55- 60 y 128- 129.
- Gadea, S. E. O. 2002. El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.), en el Estado de Morelos. Monografía. Departamento de Fitomejoramiento. UAAAN. pp 11, 20 y 29- 30.

- Gordon, H. R. y Barden, J. A. 1984. Horticultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. pp 546- 548.
- Hartman, H. T. y Kester, D. E. 1980. Propagación de Plantas principios y practica. CIA. Editorial Continental, S.A. de C.V. México, D.F. pp 145-148.
- Labrador, M. J. 2001. La Materia Orgánica en los agroecosistemas. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. pp 56- 57 y 63- 64.
- Mainardi, F. F. 1998. El cultivo biológico de las hortalizas y frutales. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona, España. p 39.
- Maldonado, G. M<sup>a</sup> de los A. 2000. Efecto de la aplicación foliar de carbohidratos y ácido salicílico sobre el crecimiento de plantas de cebolla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología. UAAAN. p 16.
- Martínez, G. J. J. M. 2009. Uso de Soluciones Hidropónicas y Nutrientes Organominerales en la Producción de Plántula de Tomate (*Lycopersiconesculentum*Mill.) y Brócoli (*Brassicaoleracea* variedad Itálica). Tesis de Licenciatura. Departamento de Producción. UAAAN. pp 26- 27 y 62- 64.
- Martínez, V. H. 2008. Respuesta del Ammimajus a la Nutrición con Fertilizantes Organominerales y Desechos Industriales. Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. UAAAN.
- Nieves, E. J. E. 2010. Respuesta de la Nochebuena (*Euphorbiapulcherrima*Willd.) al Uso de Formulas Hidropónicas y Fertilizantes Organominerales. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp 89- 90.
- Rivera, C. C. E. 2006. Efecto de la Productividad de Cebolla (*Allium cepa* L.) en Diferentes Edades de Plántula a Trasplante, en Tres Diferentes Condiciones de Fertilización. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp 17, 19.
- Salunkhe, D. K. y Kadam, S. S. 2004. Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. pp 382- 388.
- Santiago, R. J. 2011. Respuesta del Cilantro (*Coriandrumsativum*L.) al Uso de Fertilizantes Inorgánicos y Organominerales. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp 62- 64 y 67.
- Sarli, A. E. 1980. Tratado de Horticultura. Segunda Edición. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p 95.
- Sibaja, G. C. 2010. Respuesta de *Jatropha curca* a la Aplicación de Fertilizantes Organominerales, Desalinizadores y Minerales. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp 38- 39.

- Sobrino, I. E. y E. Sobrino, V. 1992. Tratado de horticultura herbácea. Tomo II. Aedos. Barcelona, España. p 224.
- Urbano, T. P. 2002. Fitotecnia. Ingeniería de la Producción Vegetal. Ediciones Mindi-Prensa. Madrid, España. p 124.
- Valadez, L. A. 1989. Producción de Hortalizas. Noriega Editores, Editorial Limusa. México, D.F. pp 82, 84- 85, 87 y 90.
- Valdés, A. G. 2008. Respuesta de la Nochebuena (*Euphorbia pucherrima* Willd.) al Uso de Fertilizantes Organominerales. Tesis de Licenciatura. UAAAN. pp13 y 59- 64.
- Vázquez, M. D. N. 2010. Respuesta de la Coliflor y Repollo al Uso de Fertilizantes Minerales, Organominerales y Desalinizadores en Suelos Salinos. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias del Suelo. UAAAN. pp 87- 90.

#### Referencias en línea:

Cebolla *Allium cepa*.

[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=122&Itemid=76](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=122&Itemid=76)

Conservación de los Recursos Naturales para una Agricultura sostenible. Materia orgánica y actividad biológica. pp 2, 4 y 19- 20.

[http://www.fao.org/ag/ca/Training\\_Materials/CD27-Spanish/ba/organic\\_matter.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27-Spanish/ba/organic_matter.pdf)

Constituyentes del Suelo. Fase Solida. Materia Orgánica. Propiedades de la materia orgánica. <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/prop.htm>

Corpeño, B. 2004. Manual para la Construcción y Siembra de Semilleros de Cebolla. IDEA. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. Fintrac. San Salvador, El Salvador. pp 7- 10.

[http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/MANUAL\\_PARA\\_LA\\_CONSTRUCCION\\_Y\\_SIEMBRA\\_DE\\_SEMILLEROS\\_DE\\_CEB%20%80%A6.pdf](http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/MANUAL_PARA_LA_CONSTRUCCION_Y_SIEMBRA_DE_SEMILLEROS_DE_CEB%20%80%A6.pdf)

Cultivos orgánicos. Clasificación de los abonos orgánicos.

[http://www.cosechandonatural.com.mx/clasificacion\\_abonos\\_organicos\\_articulo9.html](http://www.cosechandonatural.com.mx/clasificacion_abonos_organicos_articulo9.html)

El cultivo de la cebolla. <http://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>

Guía Técnica para el Cultivo de “La Cebolla”.

<http://agroecuador.com/Download/Cebolla.pdf>

Irañeta, J.; Sánchez, L.; Malumbres, A.; Torrecilla, J. y Díaz, E. 2011. Abonos minerales: tipos y uso. Serie: Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente 3ª. itg Agrícola. Navarra Agraria. pp 47- 48. +

<http://www.navarraagraria.com/n185/arvulne3.pdf>

Los Abonos y Fertilizantes.

[http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_y\\_fertilizantes3.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes3.htm)

Meléndez, G.; Soto, G.; Okumoto, S.; Molina, E.; Muñoz, C.; Uribe, L. y Carballo, M. 2003. Residuos orgánicos y Materia Orgánica del suelo. Taller de abonos orgánicos. El proyecto NOS del CATIE/GTZ. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. Costa Rica. pp 4- 6.

<http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>

Rodríguez, M. R. Cebolla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP- Chihuahua.

<http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=1327136&pageid=44>

Rothman, S. y Dondo, G. Cebolla (*Allium cepa* L.). Material de apoyo didáctico. Cátedra de Horticultura. Departamento Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina. pp 4- 5 y 7, 9.

<http://www.fca.uner.edu.ar/academicas/deptos/catedras/horticultura/cebolla.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. Época de Siembra de Cebolla. Porcentaje Mensual. Ciclo: Otoño Invierno. Modalidad: Riego + Temporal.

[http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/SiembrasCosecha/OtonoInvierno/Hortalizas/secoceboi.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/SiembrasCosecha/OtonoInvierno/Hortalizas/secoceboi.pdf)

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.  
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. Época de  
Siembra de Cebolla. Porcentaje Mensual. Ciclo: Primavera Verano.  
Modalidad: Riego + Temporal.

[http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/SiembrasCosecha/PrimaveraVerano/Hortalizas/secocebpy.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/SiembrasCosecha/PrimaveraVerano/Hortalizas/secocebpy.pdf)

Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas SINAVMO. Cebolla.  
Servicio Nacional de Sanidad y calidad Agroalimentaria, senasa.  
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.

<http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/cebolla>

# APÉNDICE

Análisis de varianza (ANVA), para cada una de las variables.

GL= Grados de Libertad.

SC= Suma de los Cuadrados.

CM= Cuadrados Medios.

C.V.= Coeficiente de Variación.

**Cuadro A.1. Análisis de varianza para la variable peso de plántula (PP).**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>	
Factor A	3	33.1466237	11.0488746	17.72	<.0001	**
Factor B	3	118.9010237	39.6336746	63.57	<.0001	**
A*B	9	211.2911712	23.4767968	37.65	<.0001	**
Error	64	39.9023200	0.6234738			
Total	79	403.2411387				
C. V. =	13.64709 %					

\*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.

**Cuadro A.2. Análisis de varianza para la variable diámetro de bulbo (DB).**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F-valor</b>	<b>Pr &gt;F</b>	
Factor A	3	0.15032375	0.05010792	13.04	<.0001	**
Factor B	3	0.18370375	0.06123458	15.94	<.0001	**
A*B	9	0.30699125	0.03411014	8.88	<.0001	**
Error	64	0.24592000	0.00384250			
Total	79	0.88693875				
C. V. =	8.756899 %					

\*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.

**Cuadro A.3. Análisis de varianza para la variable longitud de plántula (LP).**

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr >F	
Factor A	3	140.101960	46.700653	4.03	0.0109	*
Factor B	3	1467.404630	489.134877	42.20	<.0001	**
A*B	9	1163.083230	129.231470	11.15	<.0001	**
Error	64	741.815760	11.590871			
Total	79	3512.405580				
C. V. =	8.143948 %					

\*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.

**Cuadro A.4. Análisis de varianza para la variable número de hojas (NH).**

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr >F	
Factor A	3	1.34890500	0.44963500	3.95	0.0120	*
Factor B	3	3.80957500	1.26985833	11.14	<.0001	**
A*B	9	10.86127500	1.20680833	10.59	<.0001	**
Error	64	7.29424000	0.11397250			
Total	79	23.31399500				
C. V. =	7.564800 %					

\*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.

**Cuadro A.5. Análisis de varianza para la variable ancho de hoja (AH).**

Fuente	GL	SC	CM	F-valor	Pr >F	
Factor A	3	0.09104375	0.03034792	5.94	0.0012	**
Factor B	3	0.05389375	0.01796458	3.52	0.0200	*
A*B	9	0.11222125	0.01246903	2.44	0.0187	*
Error	64	0.32704000	0.00511000			
Total	79	0.58419875				
C. V. =	15.50214 %					

\*= Significativo; \*\*= Altamente Significativo.