

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efectividad de sustancias húmicas de leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray
(*Allium cepa L.*)

Por:

ROBERTO CAPULA RODRÍGUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

OCTUBRE DEL 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efectividad de substancias húmicas de leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray
(*Allium cepa* L.)

Por:

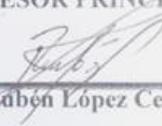
ROBERTO CAPULA RODRÍGUEZ

TESIS

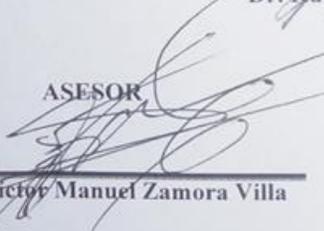
Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN.

ASESOR PRINCIPAL


Dr. Rubén López Cervantes

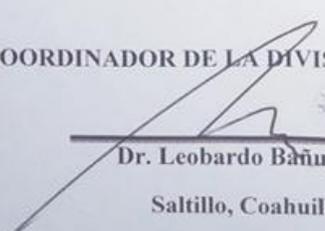
ASESOR


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

ASESOR


M.C. Roberto Espinoza Zapata

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinación
Saltillo, Coahuila, México Agronomía

OCTUBRE DEL 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por tener salud y bienestar en toda mi vida, principalmente en el ciclo de formación profesional, ya que nunca me abandonaste en los momentos difíciles y me diste la fuerza para levantarme a cada día para poder alcanzar mis sueños.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Por abrir sus puertas para formarme profesionalmente en el noble oficio de la agronomía, así como de permitirme que fuera mi hogar durante mi estancia.

A mis Asesores

Al Dr. Rubén López Cervantes por brindarme parte de su valioso tiempo en la elaboración del presente trabajo, y por los conocimientos que me transmitió durante todo el proceso.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa por brindarme su apoyo como catedrático y asesor por las observaciones y consejos durante mi formación profesional.

Al MC. Roberto Espinoza Zapata por el apoyo que me dedico para la realización del presente trabajo, así como de las enseñanzas adquiridas en las clases impartidas.

A los Catedráticos

Que estuvieron presentes durante toda mi formación educativa y principalmente la profesional, por todas sus enseñanzas y consejos.

A Todos Aquellas Personas

Que estuvieron a mí alrededor durante mi etapa de formación profesional y principalmente aquellos que depositaron su confianza en mí, si ser parte de su familia, ya que gracias al apoyo recibido logre aquello que para mí era simplemente un sueño.

DEDICATORIAS

A mis Padres

Rolando Capula Vaquero

Silvina Rodríguez Huerta

Por darme el don de la vida, por el esfuerzo y sacrificios enormes que realizaron para que yo fuera una persona de provecho en la vida, así como de sus enseñanzas, consejos y regaños.

A mis Hermanos

Irene

Juan

Pedro

Daniel

Luis

Principalmente a aquellos que se encuentran lejos de casa, que colocaron su granito de arena para mi formación, al igual que aquellos que convivieron conmigo y vivieron este sueño de manera directa.

A mis Sobrinos

Yailin

Bryan

Kevin

Yahel

Nancy

A pesar que no conviví de manera directa con cada uno de ellos, les realizo la presente dedicatoria, ya que con el fin de inspirar el interés al estudio, emprendí este gran sueño de ser ingeniero agrónomo.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Pág.
2.1	Composición y valor nutricional de la cebolla (100 g).....	14
2.2	Producción de cebolla a nivel mundial (2002).....	16
2.3	Principales Estados productores de cebolla durante el año agrícola de 2009.....	17
2.4	Principales Estados productores de cebolla tipo cambray durante el año agrícola de 2009.....	18
6.1	Descripción de los productos, tratamientos y dosis aplicados.....	36
7.1	Análisis de varianza para longitud de hoja de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	38
7.2	Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	40
7.3	Análisis de varianza para diámetro polar de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	41
7.4	Análisis de varianza para diámetro del cuello de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	43
7.5	Análisis de varianza para número de hojas de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	45

7.6	Análisis de varianza para peso de raíz de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	47
7.7	Análisis de varianza para peso del bulbo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita.....	48
7.8	Cuadro 7.8 Coeficientes de correlación para el cultivo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos fúlvicos de Leonardita (AFL).....	50
7.9	Cuadro 7.8 Coeficientes de correlación para el cultivo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos de Leonardita (AHL).....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pág.
7.1	Longitud de hoja de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=10.72).....	38
7.2	Diámetro ecuatorial de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=10.97).....	40
7.3	Diámetro polar de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=10.98).....	42
7.4	Diámetro del cuello de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS 4.0251).....	44
7.5	Número de hojas de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=4.24).....	45
7.6	Peso de raíz de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=3.99).....	47
7.7	Peso del bulbo de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de leonardita, (DMS=27.16).....	49

INDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III OBJETIVO	4
IV HIPÓTESIS	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA	5
5.1.-Generalidades del Cultivo.....	5
5.2.-Descripción Morfológica.....	5
5.3.-Clasificación Taxonómica.....	7
5.4.-Importancia de la Cebolla.....	8
5.5.-Distribución Geográfica.....	9
5.5.1 Mundial.....	9
5.5.2 Nacional.....	9
5.6.-Requerimientos Edafoclimaticos.....	12
5.6.1 Temperatura.....	12
5.6.2 Suelo.....	12
5.6.3 Humedad.....	13
5.7.- Manejo del Cultivo.....	13
5.7.1 Siembra.....	13
5.7.2 Riegos.....	14
5.7.3 Fertilización.....	14
5.7.4 Plagas y Enfermedades.....	15
5.7.5 Malas Hierbas.....	17
5.8.-Leonardita.....	17
5.9.-Las Substancias Húmicas.....	17
5.10.-Modelos Estadísticos.....	22
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	27
6.1 Ubicación del Sitio Experimental.....	27
6.2 Metodología.....	27
6.3 Análisis Estadístico.....	28
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VIII. CONCLUSIONES	43
IX. BIBLIOGRAFLÍA	44

I. RESUMEN

Con el objetivo de determinar la efectividad de sustancias húmicas de Leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa* L.), en charolas de poliestireno de 200 cavidades, fueron sembradas semillas de la variedad “Eclipse”; cuando las hojas de la plántula midieron cinco centímetros de longitud, fueron trasplantadas en macetas de plástico, las que contenían 1 kg de la mezcla de peat moss con “perlita”, la que fue considerada como sustrato. Después de tres días del trasplante, se adicionaron fertilizantes químicos y los tratamientos que consistieron en 1, 2, 3, 4 y 5 ml l⁻¹ de agua aplicada de un ácido húmico (AHL) y un ácido fúlvico (AFL) de Leonardita (carbón más oxidado que el Lignito). El trabajo fue distribuido de acuerdo al Diseño Experimental en Bloques al Azar, donde se generaron 11 tratamientos y cada uno con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número de hojas (NH), longitud de hoja (LH), diámetro polar del bulbo (DPB), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), diámetro del cuello (DC), peso fresco de raíz (PFR) y peso del bulbo (PB). La aplicación de Sustancias húmicas favoreció diferencias en longitud de la hoja (LH), diámetro polar del bulbo (DPB) así como del peso fresco de raíz (PFR) comprobadas al realizar los contrastes ortogonales correspondientes. La aplicación de AF incrementó la magnitud y significancia de algunas correlaciones con el peso del bulbo (PB) factor determinante en el rendimiento, de tal forma que si se desea obtener productos con mejor calidad en la producción del cultivo este compuesto húmicos es la más recomendable. Para fines de recomendación, pudiera ser considerado la aplicación de los ácidos fúlvicos en forma foliar en la producción del cultivo de cebolla con las dosis medias evidenciadas al realizar las pruebas de medias.

Palabras clave: *Leonardita, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, cebolla cambray, sustancias húmicas.*

II. INTRODUCCIÓN

La cebolla es una de las hortalizas más producidas en todo el mundo entre los géneros *allium*; la producción superó los 70 millones de toneladas en 2008, en una superficie cercana a cuatro millones de hectáreas, donde China, India y Estados Unidos son los principales productores (food and agriculture organization of the united nations-FAO, 2008). México ocupó la décima posición en la categoría mundial, con producción de 1.3 millones de toneladas (el 94 por ciento corresponden a cebolla seca), es considerada como una de las hortalizas de consumo habitual en la dieta de los mexicanos, la cebolla ocupa un lugar privilegiado dentro de las hortalizas cultivadas en nuestro país. En los últimos años se ha ubicado en la posición número cinco, cubriendo 43 mil hectáreas, en donde la producción de cebolla tipo cambray solo la realizan los Estados de: Jalisco, San Luis Potosí, Sonora, México en donde el total de la superficie sembrada fueron de 276.5 ha con una producción de 4,018 ton, esto generó un valor de producción de 10,111.15 (miles de pesos) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Alimentación-SAGARPA, 2008).

Una producción de calidad depende de un ecosistema adecuado a las necesidades de este producto: existen factores como el suelo donde es cultivada, los nutrientes que este contenga, la fertilización y el manejo que se le aplique durante todo el ciclo del cultivo. Es conocido que los fertilizantes químicos, son una alternativa para proveer a las plantas de los nutrimentos que requieren; sin embargo, por su uso excesivo e irracional en la agricultura intensiva los suelos se están salinizando; además, ante el alto costo de todos los insumos agrícolas, sobre todo de los mencionados productos químicos, resulta indispensable buscar alternativas tecnológicas que reduzcan los costos de producción y que al mismo tiempo, se obtengan altos rendimientos con la mayor calidad posible, sin detrimento de los recursos naturales.

En los últimos 20 años, en México, con el auge de la agricultura sostenible y/o sustentable y la agricultura orgánica, el uso de sustancias húmicas (SH) va en aumento; por ello, Schnitzer (2000), las define como macromoléculas orgánicas, heterogéneas, de alto peso molecular, más estables que el material de origen y las divide en ácidos húmicos

(AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR). Una de sus características fundamentales, es que pueden complejar y/o quelatar cationes, gracias a su alto contenido de grupos funcionales oxigenados (-OH, -COO, -COOH); además, presentan alta capacidad de intercambiar cationes y Stevenson (1984), comenta que en el suelo ayudan a colocar disponibles a los nutrimentos para la planta.

Existen distintos tipos de SH que se diferencian entre sí de acuerdo al material de origen, al proceso de formación y su duración; uno de los que está tomando gran importancia en los últimos años son los derivados de la Leonardita (una forma oxidada de lignito), la que está considerada como la mejor fuente para la extracción de AH y AF de una calidad incomparable. Las SH proporcionan beneficios como: el incremento en la absorción de nutrientes por parte de la planta; estimula el desarrollo de las raíces; por su alto contenido de grupos funcionales oxigenados, estabiliza los agregados del suelo y aumenta los vacíos del mismo, con lo que la respiración de la raíz de la planta aumenta y se acelera el metabolismo de la misma.

En la actualidad, la mayoría de los trabajos de investigación se han centralizado en el uso de compuestos orgánicos con SH provenientes de diversos orígenes: los destinados principalmente a la agricultura orgánica, son para minimizar el impacto ambiental por el uso irracional de los fertilizantes químicos, reducir los costos de producción y la remediación de los suelos, sin que esto vaya en detrimento de la calidad del cultivo, entre otros objetivos.

III. OBJETIVO

Determinar la efectividad de sustancias húmicas de Leonardita, en la calidad de cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*).

IV. HIPÓTESIS

Al menos un tipo de sustancia húmica y una de las dosis, aumentan la calidad de la cebolla tipo cambray (*Allium cepa L.*).

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Generalidades del Cultivo

La cebolla, o sea el bulbo y la hoja se emplean como condimento. El bulbo contiene azúcar incristalizable, de sabor acre y de olor intenso que excita al lagrimeo. Al parecer nativa de Asia occidental, es posibles de encontrar en Irán, Afganistán y la zona del Turkestán, fue llevada a Europa, posteriormente se distribuyó al continente americano en el siglo XVIII, hoy es una de las hortalizas más cultivadas en todo el mundo.

La cebolla es una planta anual o bianual si es para semilla, monocotiledónea, de la cual se desarrolla el bulbo, que es la parte comestible. El tamaño, color, forma y sabor definen las características deseables de la calidad de la cebolla: está dividida en cuatro presentaciones principales, blanca, amarilla, roja y los cebollinos.

5.2 Descripción Morfológica

Raíz:

Las raíces primarias y/o verdaderas mueren muy temprano: siendo todas las adventicias, de consistencia fibrosa y ramificado Guenko (1938). Weaver y Bruner (1927) reportan que el sistema de raíces puede alcanzar un crecimiento lateral de 40 a 45 cm y 85 a 90 cm de profundidad.

Bulbo:

Está formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.

Tallo:

Este es rudimentario y pequeño, suele alcanzar unos cuantos milímetros de longitud; realmente se le denomina “falso tallo” al conjunto de hojas que forman el punto apical. En la planta de la cebolla, el tallo corresponde a una modificación considerada como un bulbo. Sin embargo el tallo esta reducido a una proporción llamada “disco caulinar” debido a su forma final; En esta sección del disco caulinar se ven numerosos haces vasculares de tipo concéntrico perixilematico, en los que se ven los vasos del xilema que circundan los cribosos. El tallo suele medir aproximadamente 0.6 a 1.2 m es hueco y ensanchado en la parte media baja.

Hojas:

Estas son radicales y basales, fustulosas, densas debajo de la parte media y puntiagudas en su parte libre. De color verde cenizo, tubulares y huecas, son sésiles y están constituidas por la vaina y el limbo (Jones y Mann, 1963; Ruiz *et al*, 1981). Al ser adulta la planta llega a formar de 10 a 30 hojas con longitud promedio de 40 cm.

Flor:

Son de color blancas o violáceas, se agrupan en umbelas sustentada en 2 o 3 brácteas y 6 estambres; el ovario es trilocular, con 2 óvulos en cada lóculo, formando dos semillas en cada lóculo.

Fruto:

Es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, se abre por tres valvas (puertas) en cada una están encerrados 2 o 3 semillas.

Semilla:

Esta es negra, angulosa, aplastada y de superficie rugosa, un gramo contiene 250 semillas; 1 litro pesa 500 g⁻¹. El vigor germinativo dura dos años, pero es recomendable utilizar la semilla al año, germina en ocho o diez días, empleándose de 250 a 500 g⁻¹ de semilla/100 m².

Composición y Valor Nutricional.

Cuadro 2.1 Composición y valor nutricional de la cebolla (100 g⁻¹)

Energía	25 Kcal	Calcio	60 mg
Proteínas	1.7 g ⁻¹	Fosforo	33 mg
Grasas	0.1 g ⁻¹	Hierro	1.9 mg
Carbohidratos	5.6 g ⁻¹	Sodio	4 mg
Fibra	0.8 g ⁻¹	Potasio	257 mg
Vitamina A	5000 U.I	Niacina	0.20 mg
Tiamina	0.07 mg	Ácido ascórbico	45 mg
Riboflavina	0.14 mg	Agua	92 por ciento

Fuente: El cultivo de la cebolla, Rosaura Enríquez, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 1984.

5.3 Clasificación Taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliopyta
Clase	Liliopsida
Sub-clase	Monocotyledoneae
Orden	Asparagales
Familia	Amiryllidaceae
Sub-familia	Alloideae
Tribu	Allieae
Genero	<i>Allium</i>
Especie	<i>A. Cepa</i>

Nombre binomial: *Allium cepa* L.

5.4 Importancia de la Cebolla

Es un cultivo muy extendido por todo el mundo, ya que existen una gran cantidad de variedades que se adaptan a distintas condiciones climáticas y edáficas. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y tiene la necesidad de importar una parte de su consumo.

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

La tendencia en el comercio mundial de cebollas es disponer de una red de importadores en los países muy industrializados, en los exportadores de petróleo de oriente medio y también en los de los trópicos húmedos, Alemania, Malasia, los Emiratos Árabes Unidos y Costa de Marfil son ejemplos de tales países. El suministro de la cebolla es constante en la mayoría de los países a lo largo de todo el año debido al comercio mundial, a las técnicas de cultivo y almacenamiento para su venta en todo el año. El precio tiende a oscilar de un año a otro por lo que la producción es una inversión muy arriesgada. Los productores poco pueden hacer para controlar el mercado y estabilizar los precios.

5.5 Distribución Geográfica

5.5.1 Mundial

Este cultivo se ha extendido por todas las zonas templadas del mundo. Entre los países con mayor producción se encuentra México, República de Corea, Japón, China, Nueva Zelanda, etc. (FAO, 2002)

Cuadro 2.2 Producción de cebolla a nivel mundial (2002)

Países	Producción cebollas año 2002 (toneladas)
México	1.130.664
República de Corea	636.000
Japón	530.000
China	479.674
Nueva Zelanda	242.000
Turquía	235.000
Nigeria	200.000
Túnez	140.000
Ecuador	105.000
Rep. Pop. Dem. Corea	95.000
Emiratos Árabes Unidos	84.000

Fuente: F.A.O.

5.5.2 Nacional

Esta hortaliza se ha extendido en la mayor parte del país. Pero los Estados que presentan mayor producción se encuentran: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Michoacán, Zacatecas, Guanajuato (OEIDRUS 2009)

Cuadro 2.3 Principales estados productores de cebolla durante el año agrícola (2009).

Estado	Sup. Sembrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
BAJA CALIFORNIA	6,972.70	205,243.74	29.46	5,518.48	1,132,633.94
CHIHUAHUA	4,393.86	157,846.35	36.51	2,122.72	335,063.88
TAMAULIPAS	4,589.10	153,623.50	33.48	3,021.62	464,191.30
MICHOACAN	3,666.00	134,402.01	37.36	2,008.83	269,990.16
ZACATECAS	3,753.00	125,953.00	33.85	1,314.25	165,533.23
GUANAJUATO	5,060.50	106,741.20	24.32	2,357.14	251,603.94
PUEBLA	3,936.00	68,579.40	17.46	3,600.01	246,886.74
MORELOS	2,082.10	62,151.00	29.85	2,597.57	161,441.60
OTROS	8,303.67	181,277.91	372.66	3,900.02	646,436.29
TOTAL	42,756.93	1,031.08	1,195,818.11	3,072.19	3,673,781.09

Fuente: Resumen Nacional de la Producción de cebolla base de datos (OEIDRUS, 2009)

Pero en el caso de la producción de cebolla tipo cambrey solo los Estados de: Jalisco, San Luis Potosí, Sonora, México la producen a mayor escala.

Cuadro 2.4 Principales Estados productores de cebolla tipo cambray durante el año agrícola 2009.

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
JALISCO	110.00	110.00	2,006.20	18.24	2,535.40	5,086.52
SAN LUIS POTOSI	84.00	84.00	952.00	11.33	2,591.54	2,467.15
SONORA	38.00	38.00	950.00	25.00	3,200.00	3,040.00
MEXICO	11.00	11.00	130.50	11.86	4,160.92	543.00
TOTAL	243	243	4038.7	66.43	12487.86	11136.67

Fuente: Resumen Nacional de la Producción de cebolla base de datos OEIDRUS 2009

La principal finalidad de producción, es para el consumo en platillos típicos mexicanos, como condimento, fresca, deshidratada e incluso tiene propiedades y usos medicinales: Antitrombótico, Antihipercolesterolémico y Diurético.

5.6. Requerimientos Edafoclimáticos

5.6.1 Temperatura

Es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero; para la formación y maduración del bulbo, requiere temperaturas más altas y días largos. La temperatura óptima se encuentra entre 15°-23° C. cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo.

Bierhuizen y Wagenvort (1974) estudiaron la germinación y emergencia de las cebollas y los puerros, elaboraron un modelo cuantitativo simple que describe la influencia de la temperatura en la tasa de emergencia de las plántulas en arena húmeda. Para ambas especies se encontró un intervalo óptimo de temperaturas en el que la emergencia era superior al 70 por ciento. El intervalo de las cebollas se encuentra entre 13 y 28 ° C. y para los puerros entre 7 y 25 ° C El tiempo requerido para que 25 semillas de un total de 50 sembradas produzcan cotiledones verticales viene dado por la ecuación:

Tiempo (días) para el 50 por ciento de emergencia= $S / (T - T_0)$

Donde S (en grados-día) era 219 para cebolla y 222 para el puerro y T_0 (° C) era 1.4 para cebolla y 1.7 para puerro. S se denomina la “suma de calor” requerida para una emergencia del 50 por ciento y T_0 la “temperatura base” para la emergencia. La temperatura base para el puerro y la cebolla era similar a la de otros cultivos de zonas templadas.

5.6.2 Suelo

Pueden cultivarse con éxito en la mayoría de los suelos fértiles, prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea, el pH óptimo se encuentra entre 6 y 7. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte. El

rendimiento de las semillas es disminuido por la salinidad del suelo, ya que es una de las plantas más sensible a este.

El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla, no deben cultivarse las cebollas en tierras recién estercoladas, debiendo utilizarse las que se estercolaron el año anterior.

5.6.3 Humedad

Este cultivo es muy sensible al exceso de humedad, los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60 por ciento del agua disponible en los primeros 40 cm del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm. superiores del suelo. El déficit hídrico en el último período de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más acre

5.7. Manejo del Cultivo

5.7.1 Siembra

En muchas regiones las fechas de siembra están limitadas por el clima, la siembra de las semillas directo al suelo es el método más económico para establecer el cultivo ya que se evitan gastos de producción de plántulas y trasplante, La siembra es directa normalmente a una profundidad de unos 2 cm en filas separadas unos 30 cm, la cantidad de semilla necesaria se estima utilizando la siguiente ecuación:

Semillas:

(Kg¹.Ha)-----

Suele haber de 300 a 400 semillas de cebolla.g⁻¹ y, si la semilla es de calidad la germinación en laboratorio debe superar 90 por ciento. El factor de campo depende del semillero. En condiciones ideales es de 0.9 es decir emergerá el 90 por ciento, en condiciones medias de 0.7 y en suelos fríos con estructura friable de 0.5 (MAFF/ADAS, 1982)

5.7.2 Riegos

Por poseer raíces superficiales la extracción del agua se realiza a los 25 cm superiores del suelo arenoso (Goltz *et al.*, 1971). La tasa de fotosíntesis y la velocidad de crecimiento de las cebollas son más sensibles al estrés hídrico.

El riego en etapas tardías del desarrollo puede retrasar la maduración del bulbo (Brewster, 1990b), hasta 19 días. Para estimular la maduración y evitar la separación de la piel por hinchamiento del bulbo una vez que han empezado a formarse las pieles, suele recomendarse que el riego cese unas tres semanas antes de la cosecha, las aplicaciones altas de N tienen en ocasiones un efecto retardante en la maduración

5.7.3 Fertilización

En la preparación de siembra se incorporan fertilizantes con fosfatos y potasio, adsorbidos y retenidos por los sólidos del suelo frente a la lixiviación, en gran Bretaña las cantidades recomendadas de P y K son de 26 a 129 kg.ha para el P y de 50 a 250 kg.ha de K dependiendo del existente en el suelo, las recomendaciones para otros países son similares, los *alliums* poseen sistemas radiculares superficiales, bajas densidades radiculares y sus raíces carecen de pelos, debido a esta arquitectura radicular, necesitan concentraciones mayores de P y K para que la difusión a la superficie de las raíces proceda a una velocidad lo suficientemente alto como para satisfacer la demanda potencial. Con respecto al N las cebollas son difíciles para cubrir sus necesidades, es recomendable dividir las aplicaciones de N, utilizando típicamente 60-80 kg.ha mezcladas en el suelo antes de sembrar y una cantidad similar cuando las plantas alcancen una altura de 10 cm. Las aplicaciones deben ajustarse teniendo en cuenta el nitrato presente en el suelo.

5.7.4 Plagas y enfermedades

Plagas

La producción conlleva una interacción con microorganismos patógenos, malas hierbas y plagas. Estos sufren un control natural mediante enfermedades y depredadores, de manera que las técnicas de control deben estar dirigidas a las especies dañinas y evitar así el perjuicio a las especies benéficas. Las principales plagas de la cebolla son:

Escarabajo de la Cebolla (*Lylyoderys meridigera*), los daños que causa es que los escarabajos adultos perforando las hojas; las larvas recortan bandas paralelas a los nervios de las hojas y para el control químico, se usa Metidation 40 % liquido emulsionable (LE), a $100-150 \text{ cm}^3 100 \text{ l}^{-1}$.

Mosca de la cebolla (*Hylemia antigua*), ataca a las flores y órganos verdes. El ápice de la hoja palidece y después muere. El ataque de las larvas lleva consigo la putrefacción de las partes afectadas de los bulbos, ya que facilita la penetración de patógenos, dañando el bulbo de forma irreversible. Es recomienda para su control la desinfección de semillas. Por cada kilogramo de semillas deben emplearse 50 g de M.A. de heptacloro. Se utilizan productos como; Dimetoato 40 % LE, a $100-125 \text{ cm}^3 100 \text{ l}^{-1}$, Lebaycid 50 % LE, a $150-200 \text{ cm}^3 100 \text{ l}^{-1}$. Los tratamientos deben repetirse cada 8-10 días.

Trips (*Thrips tabaci*), el daño lo provocan las picaduras de larvas y adultos terminan por amarillear y secar las hojas. La planta puede llegar a marchitarse si se produce un ataque intenso, sobre todo si éste tiene lugar en las primeras fases de desarrollo de las plantas. Se recomienda para el control la aplicación de productos como; Metamidofos 50 % LE, a $100 \text{ cm}^3 100 \text{ l}^{-1}$, Metomilo 15 % LE, a $200-300 \text{ cm}^3 100 \text{ l}^{-1}$.

Nematodos (*Ditylenchus dipsaci*), Las plantas pueden ser atacadas en cualquier estado de desarrollo, aunque principalmente en tejidos jóvenes. Las plántulas detienen su crecimiento, se curvan y pierden color. Se producen algunas hinchazones y la epidermis puede llegar a rajarse. En bulbos algo más desarrollados el tejido se reblandece en las

proximidades de la parte superior. Se emplea para el combate productos como; Benfuracarb 5 %, presentado como gránulo, a dosis de 12-30 kg.ha.

Enfermedades

Mildiu (*Peronospora destructor o schleideni*), lo daños que causa se presentan en las hojas nuevas, aparecen unas manchas alargadas que se cubren de un fieltro violáceo, como consecuencia, los extremos superiores de las plantas mueren totalmente y los bulbos no pueden llegar a madurar. Esta enfermedad se propaga por los bulbos, renuevos infectados, semillas o por el suelo. Métodos de control: Medidas culturales. Se recomienda los suelos ligeros, sueltos y bien drenados. Evitar la presencia de malas hierbas, evitar sembrar sobre suelos que recientemente hayan sido portadores de un cultivo enfermo. Control químico; es conveniente el empleo de fungicidas como medida preventiva o bien al comienzo de los primeros síntomas de la enfermedad. La frecuencia de los tratamientos debe de ser en condiciones normales de 12-15 días. Clortalonil 15 % + Maneb 64 % 0.25-0.30, Mancozeb 64 % 0.20-0.30.

Roya (*Puccinia sp.*), frecuentemente aparecen los primeros síntomas como manchas pardo-rojizas que después toman coloración violácea, en las cuales se desarrollan las uredosporas. Las hojas se secan prematuramente como consecuencia del ataque. La enfermedad parece ser más grave, en suelos ricos en nitrógeno, pero deficientes en potasio. Se emplea para su control; Triadimefon 2 % + propineb 70 % polvo mojable (PM), a 200 g · 100 l⁻¹, Mancozeb 80 % PM, a 200 g · 100 l⁻¹.

Botritis (*Botrytis squamosa*), se manifiesta con manchas de color blanco-amarillo por toda la hoja. Cuando el ataque es severo se produce necrosis foliar. Ocurre en condiciones de humedad. Se emplean para el combate; Tebuconazol 25 % 2 l⁻¹.ha Emulsión de aceite en agua, Procimidona 3 % 20-30 kg.ha.

5.7.5 Malas Hierbas

Los *alliums* son muy susceptibles a la competencia de las malas hierbas, es importante ejercer un buen control durante todo su crecimiento. Experimentos realizados en Inglaterra mostraron que el rendimiento de los bulbos de siembras de primavera expuestos a la competencia con la flora natural de malas hierbas en parcelas no tratadas fue solo el 3 % del obtenido en parcelas libres de malas hierbas (Roberts, 1973). Entre las razones por las cuales este cultivo no puede competir con las malas hierbas se deben a su lenta emergencia del suelo, tienen una tasa de crecimiento relativamente baja principalmente a temperaturas frescas.

5.8 La leonardita

La Leonardita (forma oxidada del carbón de origen lignítico), es llamada así en homenaje al Dr. A.G. Leonard, el primer director del Servicio Geológico del Estado de Dakota del Norte y primer científico que estudió las propiedades de esa sustancia. La formación se remonta a la era carbonífera del Paleozoico, cerca de 280 millones de años atrás. La amplia y jugosa vegetación existente entonces, en lo que es hoy Dakota del Norte, fue destruida y carbonizada, pero en ese proceso fueron exprimidos los ricos jugos orgánicos formando originalmente lagunas de poca profundidad, que también se carbonizaron dando origen a la Leonardita. La masa fibrosa se transformó en carbón, encima del cual se formó la delgada capa de Leonardita. A través de los millones de años de su formación, la Leonardita ha estado sujeta a toda clase de acciones físicas y químicas, como también microbiológicas, para llegar a su forma actual (Jackson, 1993).

5.9 Las Substancias Húmicas

Schnitzer (1978), divide a la materia orgánica del suelo, en dos grupos: sustancias no húmicas y sustancias húmicas (SH). Para Aleksandrova (1994), Schinitzer y Schulten (1995) y Yano *et al.* (1998), las primeras son los carbohidratos, las proteínas, las grasas, las ceras, las resinas, los pigmentos y demás compuestos de bajo peso molecular (ácidos orgánicos); mientras que para Schnitzer (2000), las segundas son los ácidos húmicos (AH),

los ácidos fúlvicos (AF) y las huminas residuales (HR); esto de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y/o alcalinas.

Las SH, son definidas como una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química compleja, distinta y más estable que su forma original; provienen de la descomposición de residuos de plantas y animales, así como de la actividad de síntesis de microorganismos (Schnitzer, 2000; Stevenson, 1982).

Los AH y AF, son macromoléculas aromáticas complejas, muy estables, con estructura polimérica en forma de círculos, cadenas, racimos (Schnitzer y Schulten, 1995) y ciclos aromáticos, con aminoácidos, amino-azúcares, péptidos y compuestos alifáticos (Schnitzer, 2000). Los AH son moléculas más grandes y complejas que los AF, además, presentan contenidos más altos de nitrógeno (N), pero menor de grupos funcionales libres (Meléndez, 2003).

Los AH y los AF, poseen un alto contenido de grupos funcionales libres oxigenados (-COOH y -OH), que pueden complejar y/o quelatar cationes, sobre todo metálicos, ya que son más rápidamente adsorbidos que los alcalino-térreos (Harter y Naidu, 1995). En los primeros compuestos orgánicos, dominan los grupos funcionales carboxilos (entre 500 y 900 meq 100g⁻¹) y para los segundos, los grupos oxhidrilos fenólicos (no más de 1400 meq 100g⁻¹), por que más del 80 por ciento de la estructura molecular de dichos ácidos, está formado por los grupos funcionales mencionados (Harter y Naidu, 1995; Schnitzer, 2000). López (2002), coincide con lo anterior, solo que al analizar compuestos húmicos extraídos de un compost.

Los AF, se distinguen de los AH por su coloración más clara, por el contenido relativamente bajo en carbono (menos del 55 %) y por su alta solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los AF pertenecen al grupo de los ácidos hidroxicarboxílicos y en la hidrólisis ácida forman sustancias reductoras; además, tienen alta capacidad de cambio (hasta 700 meq 100 g⁻¹ de sustancia), actúan destructivamente sobre los minerales, son propensos a formar complejos R₂O₃ que poseen gran movilidad, por lo tanto parece ser que ya no existen dudas sobre los AF como grupos independientes de materias húmicas con propiedades distintas a la de los AH. Aparte de los AF propiamente dicho, se han

descubierto hidratos de carbono, glucósidos, sustancias de naturaleza fenólica, ácidos urónicos y ácidos orgánicos nitrogenados. Datos obtenidos con espectroscopia infrarroja, dan testimonio de la presencia de elementos de naturaleza aromática. Sobre la baja aromatización de los AF, hablan los datos de la composición elemental en el cual el porcentaje de carbono es significativamente más bajo y el de hidrógeno supera a los de AH (Meléndez, 2003).

Los AF, es la porción soluble en agua bajo todas las condiciones de pH; permanecen en solución después de la separación de los AH por acidificación; son de color amarillo claro a café-amarillento; de bajo peso molecular (de 170 a 2000 KDa); con el 45 por ciento de carbono y 48 por ciento de oxígeno (12 por ciento más que los AH); en otras palabras, tienen bajo peso molecular, alto contenido de oxígeno, pero bajo contenido de carbono; contienen más grupos funcionales de naturaleza ácida, particularmente carboxilos (COOH). La acidez total es de 900 a 1400 meq.100g⁻¹ y considerablemente más altos que los AH (400 a 870 meq.100g⁻¹) (Stevenson, 1982).

Según Calace *et al.* (2000), las estructuras de los AH son más complejas que las de los AF, la naturaleza antifililica de los AH es mayor que la de los ácidos fúlvicos (Yates III *et al.* 1999). Los AH tienen una menor relación hidrógeno-carbono (H/C) que los AF (De Paolis *et al.* 1997). Según Stevenson (1994), la acidez total de los AF (900-1400 cmol kg⁻¹) prácticamente duplica a la de los AH (500-870 cmol kg⁻¹). La mayor acidez, se debe a que estas sustancias tienen un contenido mayor de grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos, que los AH.

Dziadowiec (1994), indica que la composición elemental de los AH depende del tipo y grado de humificación. La maduración de estos compuestos orgánicos, está acompañada por el aumento en la carboxilación. Un grado de humificación bajo para los AH, presenta un alto porcentaje de H y un bajo contenido de O comparado con materiales de alto grado de humificación. Resultados similares, presentan Huang *et al.* (2006) en el análisis elemental, porque presentan que hay disminución en el contenido de H y C y aumento en el contenido de N y O de los AH.

Vaughan *et al.* (1979), observaron que los AH influían en la síntesis de ARN-m, el cual es esencial para los principales procesos bioquímicos que ocurren en la célula. Numerosos trabajos recogen la influencia de las SH en la síntesis de proteínas, especialmente enzimas. Numerosos autores denominan a la acción hormonal de las SH como comportamiento auxinoide. Retta *et al.* 1994). Además, mencionan que la modificación cuantitativa de las isoperoxidasas, al aplicar SH de bajo peso molecular en *Nicotiana plumbaginifolia*, mostró el mismo comportamiento que las plantas tratadas con el ácido indolacético (IAA).

En México, sobre todo en el Norte, el uso de ácidos húmicos en la agricultura con fines de fertilización, inicia a fines de los años 80's, ya que empresas dedicadas a la venta de productos agroquímicos expenden los compuestos mencionados, aunque todos estos productos orgánicos provienen de los minerales fósiles, los cuales se importan de Estados Unidos (California, Pensilvania y Atlanta), Europa (Alemania, Italia y España) y el Medio Oriente (Israel). Lo anterior provoca altos precios de estos productos y por consiguiente, los costos de producción aumentan.

Las sustancias húmicas muestran mayores efectos sobre las raíces que sobre la parte aérea. Sladky (1959) aplicó ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, y un extracto alcohólico de materia orgánica en concentraciones de 50, 50 y 10 mg.l⁻¹, respectivamente, a plantas de tomate creciendo en disolución nutritiva. Las tres fracciones de materia orgánica estimularon significativamente la longitud y peso de la raíz en comparación con una disolución nutritiva pura.

Se considera suficientemente probado que estos compuestos mejoran el crecimiento radicular, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo (Sladky, 1959; Fernández 1968, Sánchez-Conde *et al.* 1972; Sánchez-Andrek *et al.* 1994). Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares van a estar afectados por los materiales húmicos. Las dosis empleadas de las sustancias húmicas van a ser determinantes para que los efectos sean positivos o negativos. Young *et al.* (1997) encontraron que ácidos húmicos purificados procedentes de diferentes orígenes mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga, pasando de una longitud radicular media de 13,6 mm

para el control a 20.2 mm cuando se aplicaban ácidos húmicos de turba. Estos efectos los autores los justificaban diciendo que los ácidos húmicos pueden tener enlazadas a su estructura poliaminas (putrescina, espermidina, permina) que se encuentran en las paredes celulares y tienen una reconocida función reguladora en las plantas (Galston *et al.* 1990, Nardi *et al.*, 1994). La aplicación foliar de sustancias húmicas al cesped *Agrostis (Agrostis stolonifera L)* presentó un efecto muy limitado en el enraizado, mientras la incorporación de humato granular hasta a 10 cm de profundidad mejoró sensiblemente el enraizado, seguramente debido a la proximidad a las raíces (Cooper *et al.*, 1998).

Según la reacción con los ácidos húmicos, Khristeva y Manoilova (1950) citados por Visser (1985). Hicieron una distinción en cuatro grupos de plantas:

Grupo uno: Plantas ricas en carbohidratos (papa, remolacha, tomate y zanahoria), las cuales reaccionan fuertemente y bajo condiciones óptimas se pueden obtener 50 por ciento más de las cosechas.

Grupo dos: Cereales como (cebada, maíz, avena, arroz y trigo) son de reacción buena.

Grupo tres: Plantas ricas en proteínas (ejotes, lentejas y chicharos) reacciona poco.

Grupo cuatro: Plantas que producen aceites (algodón, linaza, girasol) tiene una reacción ligera o incluso tienen efectos negativos.

Fagbenro y Agboola (1993) mencionan que las sustancias húmicas particularmente los AH y AF desde una variedad de fuentes han tenido efectos en el crecimiento de las plantas a través de la aceleración de los procesos respiratorios, por incrementar la permeabilidad de las células y por simulación hormonal. Evidencias recientes presentan que las respuestas de los compuestos húmicos afectan la producción de materia seca en las plantas y los nódulos en las plantas leguminosas. Ellos también presentan la influencia en la toma de nutrimentos.

David *et al.* (1994) reportaron que las plantas de tomate con adición de 1280 mg l⁻¹ de AH produjeron un incremento significativo en brotes, acumulación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, y Zn así como un incremento en la acumulación de N, Ca, Fe, Zn, y Cu en raíces. Los pesos secos y frescos se incrementaron también.

Chen y Aviad (1985) dicen que encontraron que las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas con una adecuada nutrición mineral muestran efectos positivos sobre la biomasa y el crecimiento de las raíces. La curva de respuesta típica muestra incremento de crecimiento cuando se incrementa la concentración de sustancias húmicas en la solución nutritiva, sin embargo, el crecimiento disminuye en concentraciones muy altas.

Ortega (1982) menciona que la aplicación de dosis bajas de ácido húmico (250 y 500 ppm) sobre la raíz de maíz existe la tendencia de que el ácido húmico de turba (AHT) tienen una mayor acción radical que el ácido húmico de lignito (AHL) debido a la diferencia de composición molecular de ambos ácidos húmicos es significativamente mayor que la de sus humatos sódicos lo cual parece indicar que el ion Na^+ al sustituir los hidrógenos tanto fenólicos como carboxílicos bloquean en parte estos grupos y reducen la acción que ejerce los grupos fenólicos de oxidación-reducción, lo que repercute en una disminución del desarrollo radical.

5.10 Modelos Estadísticos

Diseño de Bloques al Azar

El objetivo del diseño es reunir las unidades experimentales a las que se aplicaran tratamientos, en bloques de cierto tamaño, de tal modo que los tratamientos participen dentro de cada bloque. Las variables entre unidades experimentales de diferentes bloques serán mayores que entre unidades dentro del mismo bloque. En consecuencia las diferencias que se encuentren entre unidades se deberán, en su mayor parte a diferencias entre tratamientos; la diferencia que no se deba a tratamientos es removida por el diseño y forma parte del error experimental.

De acuerdo a esto es fácil ver que la variabilidad entre bloques no afecta a las diferencias entre medias de tratamientos, puesto que en cada bloque aparece una vez cada tratamiento. Por esto se afirma que bloques y tratamientos son ortogonales. Durante el curso del experimento, todas las parcelas dentro del bloque deben ser tratadas en igual forma, exceptuando la aplicación de los tratamientos cuyo efecto se trata de medir.

Así, los tratamientos son niveles de fertilización todos los demás factores como preparación del suelo, época, densidad de siembra, labores culturales, uso de pesticidas, riegos, variedades, etc., deben ser exactamente iguales para todas las parcelas. Si no fuera así, estaríamos introduciendo fuentes adicionales de variación cuyo efecto sería imposible de medir, las que enmascararían el efecto de los tratamientos en estudio.

Este diseño se caracteriza en el equilibrio que presenta por ser fácil de planear y cuyo procedimiento de cálculo es simple.

La única desventaja radica en el hecho que, cuando el número de tratamientos es alto, aumenta la superficie del terreno dentro de cada bloque y también el error experimental.

Diseño: Bloques al azar

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	F calculada	F tablas
Entre bloques	r-1	— —	—	—	gl de bloques y gl del EE (al 95% y 99% de significancia)
Entre tratamientos	t-1	— —	—	—	
Error experimental (EE)	(t-1)(r-1)	— — —	—		
Total corregido	tr-1	—			

Prueba de Tukey

Esta prueba es usada todas las comparaciones múltiples que son posibles con t tratamientos y es válida cuando las repeticiones están completas, el procedimiento es calcular un valor de DMS de acuerdo a la ecuación lineal siguiente:

$$DMS = q_t S \quad \text{donde } q_t = (\alpha, T, g)$$

S = errores estándar de la media = $\frac{\text{---}}{\text{---}}$

S^2 = cuadrado medio del error.

α = nivel de significancia 5% o 1%.

q_t = valor tabular de tukey.

T = numero de tratamientos.

g = grados de libertad para el error.

El valor de q_t se encuentra en las tablas de tukey con el número de tratamientos, los grados de libertad de error y el nivel de significancia apropiado. El método es hallar todas las comparaciones posibles con t tratamientos que son --- poniendo las medias en orden creciente o decreciente y restamos de la media mayor todas las demás medias y así sucesivamente hasta que se terminen, si estas diferencias de medias superan o sea son mayores que la DMS (diferencia mínima significativa), se dice que las medias son significativas, en caso contrario son no significativas.

Contrastes Ortogonales.

Los contrastes son una prueba de comparación de tratamientos; previamente se debe saber cuáles comparaciones de tratamientos son las que le darán la información deseada. Para el análisis de las comparaciones se usan los totales de tratamientos en lugar de las medias, para evitar errores. El método consiste en descomponer los grados de libertad y la suma de cuadrados para tratamientos, ya que con esto se obtiene la tendencia de respuesta de los mismos.

Las comparaciones son independientes y por lo mismo, ortogonales, cuando:

- a) La suma de los coeficientes escogidos de antemano para la comparación es igual a cero.
- b) La suma de los productos de los coeficientes correspondientes de dos comparaciones cualesquiera es igual a cero.
- c) Entonces, la suma de cuadrados para los contrastes ortogonales se describe a continuación:
- d) Para igual número de repeticiones por tratamiento.
- e) $Sc C_j = \frac{1}{r} \sum C_j^2$
- f) Donde: C_j = Coeficientes asignados
- g) r = Total de tratamientos
- h) r = Numero de repeticiones.

Correlaciones

En una muestra o en una población es posible estudiar a los individuos atendiendo a la variación simultánea de dos o más características y el estudio de esta variación se puede hacer mediante la correlación (Reyes, 1983).

La correlación simple, estudia la variación simultánea de dos variables y se utiliza para indicar aquellos casos en que los cambios de una variable van asociados con los cambios de otra variable, existiendo una relación concreta entre dichas variables. Cuando las variables cambian juntas, en tal forma que un aumento de una de ellas va asociado con un incremento en la otra, se dice que las variables están correlacionadas positivamente. Si el aumento en una variable coincide con la disminución en otra, se dice que las dos variables están correlacionadas negativamente. Si no hay una relación entre las dos variables, se dice que son independientes o que no están correlacionadas (Reyes, 1983).

Es de importancia el conocimiento de la asociación de dos características, por que dicha asociación tiene un valor predictivo. Es decir, sabiendo que existe la correlación se puede estimar el valor de una variable si se encuentra el valor de otra (Reyes, 1983).

Coeficiente de correlación: Es un valor que indica el grado de intensidad de asociación entre dos variables (Reyes, 1983; Zar, 1984; Daniel, 1987). Varios casos son posibles:

- 1) Si el valor del coeficiente de correlación es cero o estima a cero, las variables son independientes, no hay correlación.

- 2) Si el valor del coeficiente es más uno, hay una correlación positiva y perfecta.
- 3) Si el valor del coeficiente es menos de uno, hay una correlación negativa y perfecta.
- 4) Valores de cero a más uno y de cero a menos uno sugieren cierto grado de asociación.

El coeficiente de correlación nunca es mayor de uno o menor de menos uno; dado que en el cálculo de este, el numerador nunca es más grande que el denominador. Otro hecho importante es que el denominador es siempre positivo y el numerador puede ser positivo o negativo (Zar, 1984).

Algunos trabajos realizados en tomate en la aplicación de ácido giberélico se ha encontrado correlaciones entre pares de características por el efecto de esta sustancia. En el crecimiento se encontró que este se encuentra altamente correlacionado con el nivel normal de giberelinas endógenamente. Lo cual indica que el proceso de crecimiento, por lo mismo puede tener un efecto indirecto sobre el nivel de giberelinas (Jones, 1987).

Por otra parte Kinet *et al* en 1978 encontró que el desarrollo de las inflorescencias está correlacionado con el efecto de dominancia apical, así como también que el crecimiento de las plantas bajo condiciones favorables de luz tiene cierto grado de correlación y que este es menor por caso de inhibición. Otra característica que encontró este investigador es que el desarrollo de las inflorescencias está correlacionado con el estado hormonal y nutricional de la planta, los cuales están controlados por el medio ambiente y la relación existente entre los órganos.

Owen y Aung 1990, afirman que el tamaño de fruto no está correlacionado con el crecimiento de la planta, pero si se relaciona con el tamaño del meristemo. Una correlación positiva a sido encontrada entre el tamaño del ovario del tomate al aplicar ácido giberélico el momento de la antesis y el tamaño final del fruto.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Ubicación del Sitio Experimental

El experimento se realizó en un Invernadero del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del Campus principal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, la que se encuentra ubicada a los 25° 23' de Latitud norte, 101° 00' de Longitud oeste y a la altura de 1742 msnm.

6.2 Metodología

La siembra de semillas de la variedad “Eclipse”, se efectuó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, con el sustrato de peat moss con “perlita” (relación 1:1 v/v). Cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente cinco centímetros de longitud de la hoja, fueron trasplantadas en macetas de plástico con 1 kg del mismo sustrato y en la misma proporción.

Después de tres días del trasplante, se adicionaron los fertilizantes químicos: nitrato de calcio a la cantidad de 0.6 g⁻¹, fosfato monoamónico 0.3 g⁻¹ y 0.3 g⁻¹ de sulfato de potasio; estas cantidades fueron empleadas por litro de agua empleada. Al transcurrir dos días después de la fertilización química, se adicionaron al sustrato los tratamientos, los que consistieron en un ácido húmico y un ácido fúlvico, denominados Organic Field Suelo y Organic Field Planta y proporcionados por la Empresa CB Marketing Group de Houston, Texas. Los riegos se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, aproximadamente se realizaron 2 riegos semanales hasta la cosecha. Cabe mencionar que no se observó la incidencia de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo.

La distribución de los tratamientos, así como las dosis empleadas son presentadas en el Cuadro 6.1. Después de 15 días fue realizada una segunda aplicación de los productos orgánicos. Del trasplante a la cosecha y evaluación del cultivo transcurrieron un total de 63 días.

A continuación se presentan algunas características de los dos compuestos orgánicos:

Los ácidos húmicos se denominan **Organic Field Suelo** y poseen: pH= 8.3; Conductividad eléctrica (CE) = 5.4 dS.cm; Ácidos húmicos (AH)=14.5 %; Ácidos fúlvicos (AF) = 0 %;

Materia orgánica (MO) = 2.35 %; Nitrógeno total (NT) = 0.37 %; Fosforo (P) = 0.19 % y Potasio (K) = 0.78 %.

Los ácidos fúlvicos se denominan **Organic Field Planta** y tienen: pH = 6.2; Conductividad eléctrica (CE) = 0.2 dS.cm; Ácidos húmicos (AH) = 0 %; Ácidos fúlvicos (AF) = 33.5 %; Materia orgánica (MO) = 1.43 %; Nitrógeno total (NT) = 0.21 %; Fósforo (P) = 0.18 %; Potasio (K) = 0.86 % y Hierro (Fe) = 0.3 %.

6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El trabajo fue distribuido de acuerdo al Diseño Experimental en Bloques al Azar, donde se generaron 11 tratamientos y cada uno con cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número de hojas (NH), longitud de hoja (LH), diámetro polar del bulbo (DPB), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), diámetro del cuello (DC), peso fresco de raíz (PFR) y peso del bulbo (PB).

La comparación de medias, mediante la prueba de Tukey al 95% de confianza ($P \leq 0.5$); para lo que se empleó el paquete para computadora MINITAB, versión 15 para Windows.

En el presente experimento se realizaron 2 contrastes ortogonales de acuerdo a las dosis de fertilización.

Comparando los siguientes grupos:

C1= Testigo Vs Los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.

C2 = Ácidos húmicos Vs ácidos fúlvicos.

En este trabajo se estimaron las correlaciones entre todas las variables: longitud de hoja (LH), diámetro ecuatorial del bulbo (DEB), diámetro polar de bulbo (DPB), diámetro del cuello (DC), número de hojas (NH), peso fresco de raíz (PFR), peso de bulbo (PB), para conocer su grado de asociación, con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Cuadro 6.1- Descripción de los productos, tratamientos y dosis aplicadas.

N°	Tratamientos	Productos	Dosis (ml.litro ⁻¹ de agua)
1	Ácidos fúlvicos (AFL1)	Organic Field planta	1
2	Ácidos fúlvicos (AFL2)	Organic Field planta	2
3	Ácidos fúlvicos (AFL3)	Organic Field planta	3
4	Ácidos fúlvicos (AFL4)	Organic Field planta	4
5	Ácidos fúlvicos (AFL5)	Organic Field planta	5
6	Testigo absoluto (TA)	Agua + Fertilizante químico	0
7	Ácidos húmicos (AHL1)	Organic Field suelo	1
8	Ácidos húmicos (AHL2)	Organic Field suelo	2
9	Ácidos húmicos (AHL3)	Organic Field suelo	3
10	Ácidos húmicos (AHL4)	Organic Field suelo	4
11	Ácidos húmicos (AHL5)	Organic Field suelo	5

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Longitud de Hoja (LH)

Los resultados del análisis de varianza correspondiente muestran que la aplicación de ácidos húmicos (Organic Field suelo) y ácidos fúlvicos (Organic Field planta), no realizaron efecto significativo en esta variable (Cuadro 7.1). Sin embargo, al realizar los contrastes ortogonales y comparar el testigo vs los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (Contraste 1) se encontraron diferencias significativas con un 98.36 por ciento de significancia, siendo el testigo quien presentó menor longitud de hojas, en comparación con la aplicación de ácidos fúlvicos y húmicos al cultivo de cebolla. Corroborando lo que indican (Fagbenro y Agboola (1993) quienes mencionan que las sustancias húmicas particularmente los AH y AF tienen efectos en el crecimiento de las plantas a través de la aceleración de los procesos respiratorios, incrementan la permeabilidad de las células y simulación hormonal. Evidencias recientes presentan que las respuestas de los compuestos húmicos afectan la producción de materia seca en las plantas.

La comparación entre los ácidos húmicos contra los ácidos fúlvicos (C2) no presentó diferencias significativas indicando que la aplicación de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos tienen un efecto similar.

De manera gráfica al agregar los ácidos fúlvicos, se tiene que en 1 ml l^{-1} de agua el valor que presentó la longitud de la hoja fue de 36.8 cm; con 2 ml l^{-1} este valor disminuyó, pero con 3 ml l^{-1} aumentó; mientras que con las dosis más altas el valor retrocedió considerablemente. Con 1 ml l^{-1} de ácidos húmicos; la cuantía de la variable fue de 38 cm presentándose como la más sobresaliente respuesta al aplicar este compuesto; al aplicar 2 ml l^{-1} el valor disminuyó; conforme aumentó la dosis del compuesto húmico, el valor aumentó, pero todas quedaron por debajo del valor de la más elevada respuesta. (Figura 7.1).

Cuadro 7.1 Análisis de varianza para longitud de hoja de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	321.15	32.11	1.30	0.263 ns
Repetición	4	46.59	11.65	0.47	0.756 ns
Contraste 1 (C1)	1		155.13	6.28	0.016 *
Contraste 2 (C2)	1		9.95	0.40	0.529 ns
Error	40	987.92	987.92	24.70	
Total	54	1355.66			

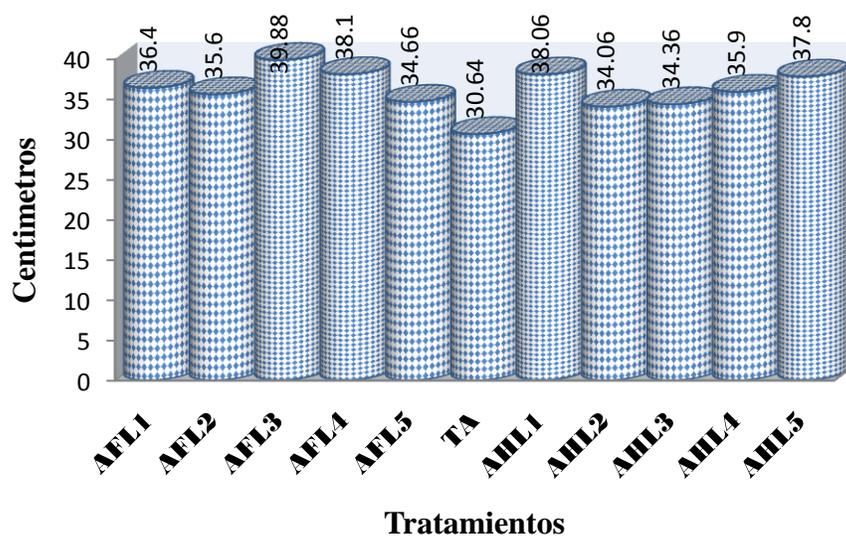


Figura 7.1: Longitud de hoja de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=10.72).

7.2 Diámetro Ecuatorial del bulbo (DEB)

Los resultados del análisis de varianza correspondiente registraron que tratamientos no produjeron efecto significativo en el diámetro ecuatorial de la cebolla (Cuadro 7.2).

Sin embargo el factor repetición presento efecto significativo al 98.3 % de significancia lo que indica que los efectos pudieron ser ocasionados por las diferentes condiciones de luz, suelo o temperatura dentro del invernadero.

Al igual que la variable anterior, se realizaron contrastes ortogonales correspondientes; observándose que ninguno de los contrastes mostraron significancia indicando la ausencia de diferencias entre la aplicación de los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, así como de la comparación contra el testigo.

De manera grafica podemos observar que los efectos más sobresalientes se observaron al aplicar ácidos fúlvicos; obteniendo que al aplicar 3 ml l⁻¹ de agua, el valor que presentó el diámetro ecuatorial fue de 47.9 mm; a dosis bajas y altas el valor disminuyó llegando a ser superados por el testigo. Al agregar ácidos húmicos se tiene que con 1 ml.litro⁻¹ de agua el valor del diámetro ecuatorial fue de 42.7 mm; a dosis altas del compuesto húmico el valor fue acrecentando hasta llegar a 46.5 mm con la aplicación de 4 ml.litro⁻¹ de agua, pero con la dosis máxima el valor presento una disminución (Figura 7.2).

Cuadro 7.2: Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	157.59	15.76	0.61	0.797 ns
Repetición	4	356.20	89.05	3.44	0.017*
Contraste 1 (C1)	1		4.459	0.17	0.680 ns
Contraste 2 (C2)	1		23.448	0.91	0.347 ns
Error	40	1036.14	25.90		
Total	54	1549.93			

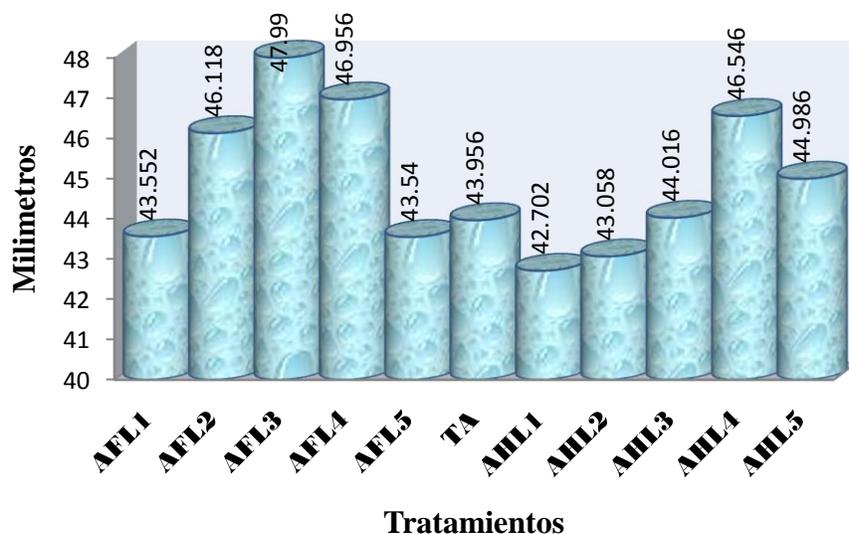


Figura 7.2: Diámetro ecuatorial del bulbo de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=10.97).

7.3 Diámetro Polar de Bulbo (DPB)

Los tratamientos no mostraron efecto significativo en el diámetro polar (Cuadro 7.3). Sin embargo al comparar el testigo contra la aplicación de ácidos fúlvicos y ácidos húmicos (C1) se encontró que estos superan al testigo, pero no se encontraron diferencias entre los dos tipos de ácidos (C2). Como lo manifestaron Chen y Aviad (1985) quienes encontraron que las sustancias húmicas influían en el crecimiento de las plantas mostrando efectos positivos sobre la biomasa y el crecimiento de las raíces.

De manera gráfica con la dosis media de ácidos fúlvicos (3 ml l^{-1} de agua) se observa como la mejor respuesta. Al aplicar ácidos húmicos con cantidad de 1 ml l^{-1} de agua, se observó la mejor respuesta de este compuesto húmico en donde el valor fue de 45.5 mm de diámetro polar (figura 7.3).

Cuadro 7.3: Análisis de varianza para diámetro polar de bulbo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	382.07	38.21	1.47	0.185 ns
Repetición	4	36.88	9.22	0.36	0.838 ns
Contraste 1 (C1)	1		214.531	8.28	0.0064**
Contraste 2 (C2)	1		46.234	1.78	0.189 ns
Error	40	1036.62	25.92		
Total	54	1455.57			

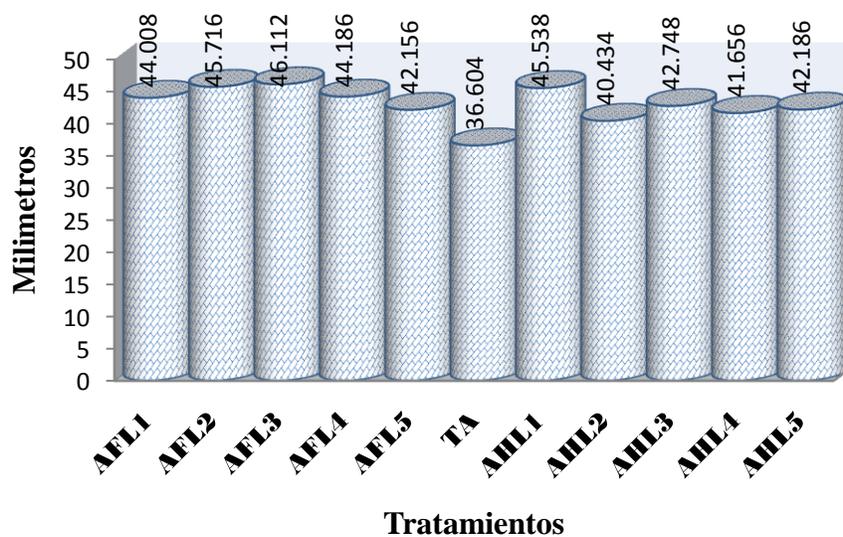


Figura 7.3: Diámetro polar de bulbo de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=10.98).

7.4 Diámetro del Cuello (DC)

Los tratamientos no presentaron efecto significativo en esta variable (Cuadro 7.4), los contrastes resultaron también no significativos.

Sin embargo, de manera gráfica se puede observar que al aplicar la dosis mínima de ácidos fúlvicos de leonardita se obtiene un valor de 7.164 mm, pero conforme fue aumentando la dosis este valor fue superado; donde la dosis de 3 ml l⁻¹ de este compuesto húmico se presentó como el efecto más sobresaliente, pero conforme la dosis fue aumentando el valor fue disminuyendo.

En el caso de la aplicación de los ácidos húmicos la dosis mínima presentó efectos superiores sobre los restantes tratamientos; obteniendo un valor de 8.384, al aplicar 2 ml l⁻¹ el valor presentó una disminución considerable (figura 7.4).

Cuadro 7.4: Análisis de varianza para diámetro del cuello de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	32.575	3.258	0.94	0.512 ns
Repetición	4	6.373	1.593	0.46	0.766 ns
Contraste 1 (C1)	1		3.996	1.15	0.291 ns
Contraste 2 (C2)	1		4.089	1.17	0.285 ns
Error	40	139.264	3.482		
Total	54	178.212			

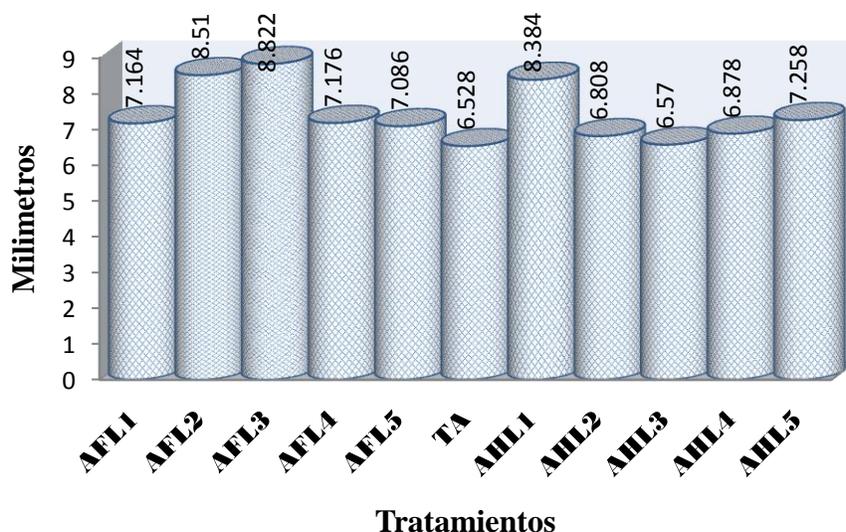


Figura 7.4: Diámetro del cuello de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS 4.0251).

7.5 Número de Hojas (NH)

Con respecto al número de hojas, no se presentó ningún efecto significativo estadísticamente, de acuerdo al análisis de varianza y a los contrastes realizados indicando que no existen diferencias entre las aplicaciones de las sustancias húmicas (Cuadro 7.5) y sugiriendo que está controlada genéticamente debido a lo cual el ambiente en que se desarrolle tiene muy poco efecto sobre ella.

Se puede observar que con la aplicación ácidos fúlvicos a dosis de 1 ml l^{-1} de agua se presentó un mínimo crecimiento de hojas observándose un valor de 5.6, pero al aplicar 2 ml l^{-1} el valor aumento hasta 7.4, a partir de este tratamiento conforme fue aumentado la dosis el valor fue disminuyendo obteniéndose que con 5 ml l^{-1} de agua el valor fue de 6 (Figura 7.5). La aplicación de ácidos húmicos a dosis de 1 ml l^{-1} de agua el valor que presento en número de hojas fue de 7 presentándose como la mejor respuesta a la aplicación de este compuesto húmico.

Cuadro 7.5: Análisis de varianza para número de hojas de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	33.345	3.335	0.86	0.575 ns
Repetición	4	5.564	1.391	0.36	0.836 ns
Contraste 1 (C1)	1		6.765	1.75	0.194 ns
Contraste 2 (C2)	1		0.980	0.25	0.618 ns
Error	40	154.836	3.871		
Total	54	193.745			

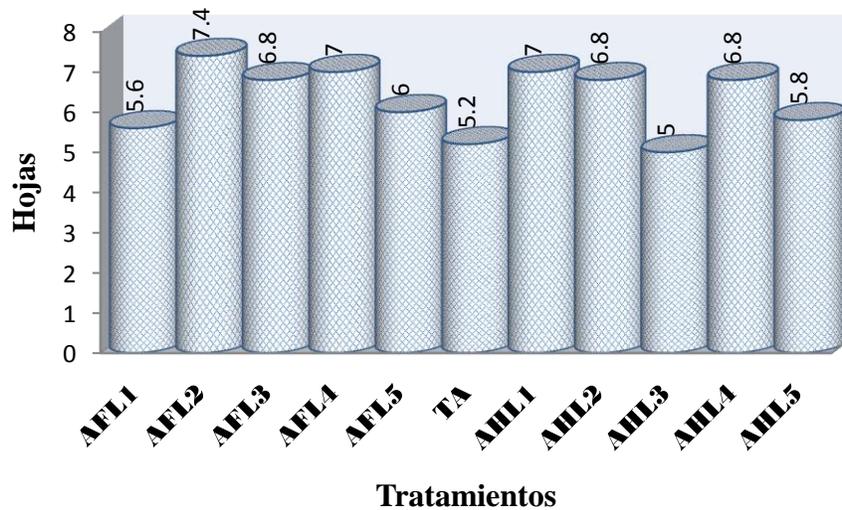


Figura 7.5: Número de hojas de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=4.24).

7.6 Peso Fresco de Raíz (PFR)

Los tratamientos no mostraron efecto significativo en el peso de la raíz (Cuadro 7.6), tampoco se observaron diferencias al realizar el contraste uno, pero al comparar los ácidos fúlvicos Vs ácidos húmicos se encontraron diferencias altamente significativas con un 99.24 por ciento de confianza indicando que el efecto de las ácidos húmicos es superior a la de los ácidos fúlvicos como se muestra en la figura 7.6, en donde los valores más sobresalientes se observaron al aplicar 2 ml l⁻¹ de agua, donde se obtuvo un valor de 5.4 g⁻¹ y con 4 ml l⁻¹ se observó un valor de 5.6 g⁻¹. como lo indica Young *et al.* (1997) quien encontró que ácidos húmicos purificados procedentes de diferentes orígenes mejoraban significativamente el crecimiento radicular en semilleros de lechuga. Tanto la elongación como la formación de los primeros pelos radiculares son afectadas por los materiales húmicos. Las dosis empleadas de las sustancias húmicas son determinantes para que los efectos sean positivos o negativos.

Cuadro 7.6: Análisis de varianza para peso de raíz de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	59.441	5.944	1.74	0.106 ns
Repetición	4	25.460	6.365	1.86	0.137 ns
Contraste 1 (C1)	1		1.370	0.40	0.531 ns
Contraste 2 (C2)	1		27.096	7.92	0.0076 **
Error	40	136.907	3.423		
Total	54	221.809			

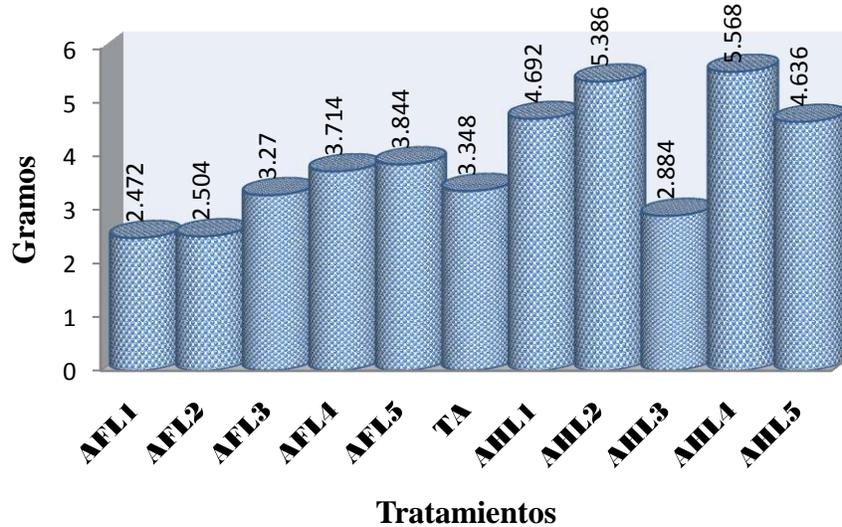


Figura 7.6: Peso de raíz de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=3.99).

7.7 Peso de Bulbo (PB)

Esta variable tal como lo indica el análisis de varianza y los contrastes realizados solo se observaron diferencias entre las repeticiones, sugiriendo que los efectos se pueden atribuir a factores como la cantidad de luz o la temperatura en el invernadero (Cuadro 7.7), pero la aplicación de SH no fue significativa.

Sin embargo, de manera grafica al aplicar Organic Field planta (ácidos fúlvicos) a dosis de 1 ml l^{-1} de agua el valor fue de 46.2 g^{-1} pero conforme fue aumentando la dosis del producto el valor fue mejorando llegando a observarse la mejor respuesta al aplicar 3 ml l^{-1} de agua ya que desplegó un valor de 55.8 g^{-1} , pero a dosis altas el valor fue mermando (Figura 7.7). Al emplear Organic Field suelo (ácidos húmicos) se obtuvieron valores de 40.6 g^{-1} con la dosis de 1 ml l^{-1} de agua, conforme la dosis fue aumentando el valor acrecentado, en el mejor de los casos solo se superó al testigo por 7 g^{-1} .

Cuadro 7.7: Análisis de varianza para peso del bulbo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	10	1591.8	159.2	1.00	0.456 ns
Repetición	4	1846.8	461.7	2.91	0.033 *
Contraste 1 (C1)	1		147.630	0.93	0.340 ns
Contraste 2 (C2)	1		385.142	2.43	0.127 ns
Error	40	6339.2	158.5		
Total	54	221.809	9777.8		

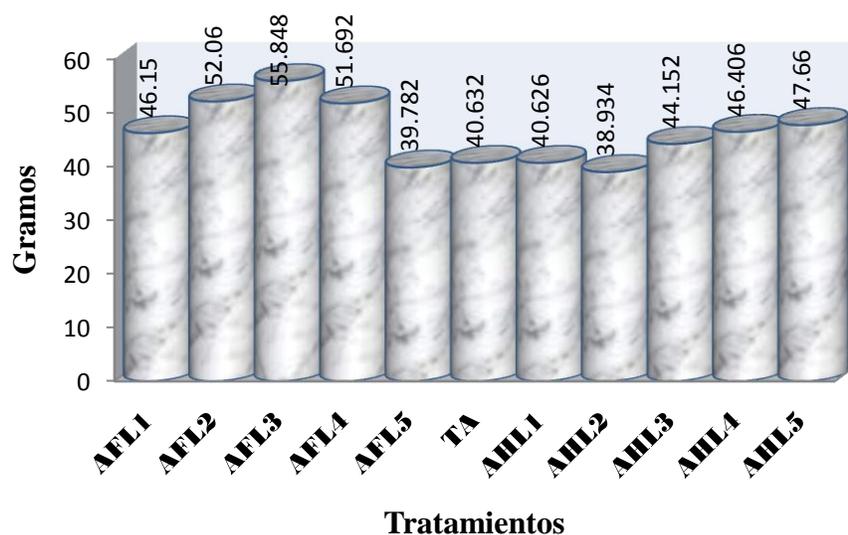


Figura 7.7: Peso del bulbo de cebolla tipo “cambray” con aplicación de ácidos húmicos (AHL) y ácidos fúlvicos (AFL) de Leonardita, (DMS=27.16).

Correlaciones

Los resultados de la correlaciones entre las variables evaluadas con la aplicación de ácidos fúlvicos se observan en el cuadro 7.8, donde el peso fresco de raíz (PFR), se asoció con dos variables; diámetro del cuellos (DC) y el numero de hojas (NH), los que se puede concluir que a mayor numero de hojas tiende a aumentar el diámetro del cuello por lo que se tendrá mayor demanda de nutrientes y agua principalmente por lo que la planta tiende a aumentar el tamaño de la raíz.

Entre las observaciones más sobresalientes destacan la del peso del bulbo (PB), que presenta una asociación alta con el diámetro ecuatorial de bulbo, así como una asociación con las variables restantes.

Las correlaciones calculadas entre las características en este trabajo reflejan en una forma practica las relaciones existentes entre las variables evaluadas y el posible efecto de la sustancia húmica.

Cuadro 7.8 Coeficientes de correlación para el cultivo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos fúlvicos de Leonardita (AFL).

VARIABLE	LH	DEB	DPB	DC	NH	PFR	PB
LH	1.00	0.34	0.46	0.65	0.46	0.29	0.51
DEB	-	1.00	0.36	0.33	0.36	0.50	0.90
DPB	-	-	1.00	0.50	0.47	0.34	0.66
DC	-	-	-	1.00	0.73	0.32	0.51
NH	-	-	-	-	1.00	0.44	0.46
PFR	-	-	-	-	-	1.00	0.46
PB	-	-	-	-	-	-	1.00

(Valores en negrita son considerados con alta relación con las variables indicadas al 0.05 de probabilidad)

El cuadro 7.9 muestra las correlaciones entre las características agronómicas evaluadas cuando se aplican ácidos húmicos, observándose que la variable de interés; peso del bulbo (PB) dejó de estar asociado positivamente con el numero de hojas (NH) y el diámetro del cuello (DC); sugiriendo que la aplicación de ácidos fúlvicos favorecen un incremento en las

asociaciones mencionadas, evidenciando un efecto diferencial que puede resultar interesante cuando se produce este cultivo, ya que se incrementa la apariencia vigorosa de la planta.

Cuadro 7.9: Coeficientes de correlación de las variables para el cultivo de cebolla tipo “cambray”, con aplicaciones de ácidos húmicos de Leonardita.

VARIABLE	LH	DEB	DPB	DC	NH	PFR	PB
LH	1.00	0.21	0.46	0.37	0.20	0.06	0.34
DEB	-	1.00	0.38	0.01	0.06	0.20	0.95
DPB	-	-	1.00	0.29	0.27	0.15	0.55
DC	-	-	-	1.00	0.64	0.54	0.10
NH	-	-	-	-	1.00	0.58	0.08
PFR	-	-	-	-	-	1.00	0.17
PB	-	-	-	-	-	-	1.00

(Valores en negrita son considerados con alta relación con las variables indicadas al 0.05 de probabilidad)

VIII. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados para realizar el trabajo y a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La aplicación de Sustancias húmicas favoreció diferencias en longitud de la hoja (LH), diámetro polar del bulbo (DPB) así como del peso fresco de raíz (PFR) comprobadas al realizar los contrastes ortogonales correspondientes; considerados importantes ya que son componentes principales en la calidad el cultivo, sobre las cuales el productor basa la elección del producto a aplicar de acuerdo a los requerimientos del mercado; ya que solo en el caso del PFR los ácidos húmicos se mostraron respuestas superiores sobre los ácidos s fulvicos.

La aplicación de AF incrementó la magnitud y significancia de algunas correlaciones con el peso del bulbo (PB) factor determinante en el rendimiento, de tal forma que si se desea obtener productos con mejor calidad en la producción del cultivo este compuesto húmicos es la más recomendable.

Para fines de recomendación, pudiera ser considerado la aplicación de los ácidos fúlvicos en forma foliar en la producción del cultivo de cebolla con las dosis medias evidenciadas al realizar las pruebas de medias.

VI.-BIBLIOGRAFIA

- Colin, R. M. 2007. Producción de materia seca, valor nutritivo e interacción genotipo ambiente en líneas imberbes de cebada forrajera. Tesis maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág.81-85.
- Chávez, B. M. 1995. Análisis de fluctuaciones de precios en cebolla (*allium cepa L.*) en los principales mercados de México 1985- 1992. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág.7-12.
- Dziadowiec, H. 1994. Properties of humic acids from forest litters of different humification degree. In: Senesi, N. and Miano, M.T. (Eds.) Humic substances in the global environment and implications on human health. 1994. Elsevier science B.V. pp.573-578.
- Enríquez, M. R. M. R. 1984. El cultivo de la cebolla (*allium cepa L.*). Tesis monográfica licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. Pág. 8-55, 95-115.
- Brewster, J. L. 2001. Las cebollas y otros *alliums*. Ed. ACRIBIA, S. A. Zaragoza España. Pág. 21-41, 101, 183-215.
- Meléndez, G. 2003. Taller de abonos orgánicos. Residuos orgánicos y la materia orgánica del suelo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) sabanilla, Costa Rica.
- MINITAB. 2004. Estadística Práctica. PEARSON EDUCACIÓN, S. A. Ribera del Loira, 28, 28042, Madrid, España.
- Ortega C. O. F. C. 1982. Efectos de los ácidos húmicos de distinta procedencia y de sus sales sódicas sobre la elongación radicular de plantas de maíz (*zea mays L.*) y veza (*vicia sativa*). Análisis de edafología, tomo XII, Humus 5-6 Madrid España.

- Padron, C. E. 2003. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. trillas, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pág. 33-40.
- Rebolledo, R. H. H. 2002. Manual SAS por computadora “análisis estadístico de datos experimentales”. Ed. Trillas México. pág. 52-89.
- Rosel, A. L. M. 2002. Comportamiento de los precios de la cebolla bola (*allium cepa* L.) en los principales centros de abasto: Guadalajara, Mérida, México y Monterrey 1990-2000. Tesis licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 8-26.
- Sánchez, S. Z. 1998. Efecto de la aplicación de tres fuentes de giberelinas en el cultivo del tomate. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pág. 74-81.
- Schnitzer, M. 1978. Humic substances: Chemistry and reactions. En *Soil Organic Matter*. Edit. Schnitzer, M. y S.U. Khan. Elsevier Amsterdam. pp. 1-64.
- Schnitzer, M. 1990. Aliphatics in Soil Organic Matter in Fine-Clay Fractions. *Soil Science Society of American*. 54:98-105.
- Schnitzer, M., H. Dinel, H.R. Schulten, T. Paré y S. Lafond. 2000. Humification of duck farm wastes. In: Ghabour, E.A., Davies, G. (Eds.) *Humic Substances: Versatile Components of Plants, Soil and Water*, The Royal Society of Chemistry. pp 20-34. .
- Shulten, H.R. y M. Shnitzer. 1995. 3-Dimensional models for humic acids and soil organic matter. *Neturwissenschaften*. 82:487-498.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry. Genesis, Composition, Reactions*. Second Edition. John Wiley y Sons. Inc.
- Vaughan, D. y R.E. Malcolm 1985. Influence of humic substances on growth and physiological process. In: *Soil Organic Matter and Biological Activity*. pp. Eds. D. Vaughan and R.E. Malcolm. Boston, MA, USA: Martinus Nijhoff. Pp.37-75.

Citas de internet

Descripción general de la cebolla: http://es.wikipedia.org/wiki/Allium_cepa.

El cultivo de la cebolla Fuente: [infoagro.com](http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-cebolla-cebollas.htm/) <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-cebolla-cebollas.htm/>.

Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable en el Estado de Tabasco OEIDRUS. Estadísticas básicas. Año agrícola 2009.
<http://www.campoyucatan.gob.mx>