



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**APLICACIÓN DE COMPOSTA, MICORRIZA (*Glomus intraradices*)
Y ÁCIDOS HÚMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Latuca sativa*)**

Por:

Orlando Puebla Hernández

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Mayo de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**APLICACIÓN DE COMPOSTA, MICORRIZA (*Glomus intraradices*)
Y ÁCIDOS HÚMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA (*Latuca sativa*)**

Por:
Orlando Puebla Hernández

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Asesores:
Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz
Dra. Catarina Loredo Osti
Dr. Jorge Alonso Alcalá Jauregui

El trabajo titulado “**Aplicación de composta, micorriza (*Glomus intraradices*) y ácidos húmicos en la producción de lechuga (*Latuca sativa*)**”, fue realizado por Orlando Puebla Hernández como requisito parcial para obtener el título de **Ingeniero Agrónomo Fitotecnista**, fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz

Asesor

Dra. Catarina Loredó Osti

Asesor

Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 27 días del mes de enero de 2012.

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres

Humberto Puebla Silva y María Mercedes Hernández García

A mi hija Constanza

A mi hermana

Fabiola

A todos mis familiares

A mis amigos

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, en especial a la Facultad de Agronomía, por brindarme la oportunidad de obtener una formación como profesionista.

Quiero dar gracias a Dios por todas y cada una de las bondades recibidas, por la fortaleza en brindada en momentos difíciles que motivo en la lucha por la superación.

A mis padres, por todo su amor, esfuerzo y apoyo incondicional mostrado en todo momento.

A mi hermana, que se que siempre está atenta a las cosas que me pasan y tengo su apoyo en momentos difíciles.

Al Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortiz, por el tiempo y paciencia brindados para la realización de esta tesis.

A mis asesores Dra. Catarina Loredó Osti y el Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui, por su empeño en la revisión de este trabajo de investigación.

Al Dr. Gregorio Álvarez Fuentes, por todas sus facilidades y ayuda que apporto durante el presente proyecto.

A la maestra Sigi, por su gran comprensión y apoyo en mi vida.

A todas y cada una de mis tías, por todos los consejos brindados y que siempre han creído en todos mis proyectos.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	1
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia del Cultivo de la Lechuga.....	3
El Cultivo de la lechuga.....	3
Uso de la lechuga.....	5
Aplicación de Micorriza (<i>Glomus intraradices</i>).....	5
Mecanismos de Acción de las Micorrizas.....	6
Aplicación de Composta.....	6
Lombricomposteo.....	7

Aplicación de Ácidos Húmicos.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Localización.....	9
Clima.....	9
Geología.....	9
Orografía.....	10
Hidrología.....	10
Condiciones Edáficas.....	10
Vegetación.....	10
Composta.....	11
Ácidos húmicos.....	11
Micorriza (<i>Glomus intraradices</i>).....	12
Material Genético.....	12
Diseño Experimental y Tratamientos.....	12
Tratamientos en estudio	12
Análisis Estadístico.....	13
Distribución del Campo Experimental.....	14
Desarrollo del Experimento.....	15
Preparación del terreno experimental.....	15

Transplante.....	15
Aplicación de composta.....	15
Aplicación de ácidos húmicos.....	15
Aplicación del biofertilizante.....	16
Labores culturales.....	16
Riegos.....	16
Parámetros Evaluados.....	16
RESULTADOS.....	18
Peso Fresco Cabeza.....	18
Peso Seco Cabeza.....	18
Altura de la Cabeza.....	18
Diámetro de la Cabeza.....	20
Peso Seco Raíz.....	21
Unidades SPAD.....	22
Porcentaje de Plantas que Formaron Cabeza.....	22
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	25
LITERATURA CITADA.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Nombre	Página
1	Composición de la lechuga por 100 gramos de porción comestible.....	4
2	Composición de Humimax plus, utilizado en el trabajo “Aplicación de Composta, Micorriza (<i>Glomus intraradices</i>) y Ácidos Húmicos en la producción de Lechuga.....	11
3	Comparación de medias y formación de las variables estudiadas del trabajo “Aplicación de Composta, Micorriza (<i>Glomus intraradices</i>) y Ácidos húmicos en la producción de Lechuga (<i>Latuca sativa</i>).....	19
4	Significancia de los parámetros evaluados del análisis factorial.....	20
5	Tabla de medias del factor A (Composta).....	21
6	Tabla de medias del factor B (Biofertilizante).....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Croquis de campo y distribución de tratamientos en el cultivo de lechuga. Área agroecológica de la facultad de agronomía de la UASLP, Palma de la Cruz, S.L.P.....	14

RESUMEN

Con la intención de colaborar en la producción sustentable de lechuga se realizó el presente trabajo en la huerta de producción agroecológica de la Facultad de Agronomía, de la UASLP. El objetivo fue evaluar el efecto individual e interacciones de la aplicación de composta, ácidos húmicos y micorriza (*Glomus intraradices*) en el crecimiento y producción de lechuga. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) Composta, 3) Biofertilizante, 4) Ácidos Húmicos, 5) Composta + Biofertilizante, 6) Composta + Ácidos Húmicos, 7) Biofertilizantes + Ácidos Húmicos, 8) Composta + Biofertilizantes + Ácidos Húmicos. El diseño experimental utilizado fue un bloques al azar con arreglo factorial y tres factores de prueba. Cada parcela experimental estuvo constituida por 3 surcos, plantado a una sola hilera las cuales tenían 5 metros de longitud, con una separación de 70 centímetros. La superficie total de parcela útil que se plantó fue de 252 m². La aplicación de composta en dosis de 6 t ha⁻¹ resultó estadísticamente superior a lo no aplicación en peso fresco (rendimiento agronómico), peso seco, altura y diámetro de cabeza, al igual que peso seco de raíces y porcentaje de plantas que formaron cabeza. La micorriza (*Glomus intraradices*) propició mayor peso fresco de raíz en relación a la no aplicación sin reflejarse en el rendimiento del cultivo de lechuga. Los ácidos húmicos en dosis de 6 L ha⁻¹ no tuvieron efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga. Estadísticamente no se obtuvo efecto estadística en las interacciones dobles y triples. Sin embargo, el tratamiento con la combinación de composta + ácidos húmicos propiciaron el peso fresco más alto (rendimiento agronómico) con piezas de 580 g. De la misma manera, el peso de raíz se incrementó en el tratamiento donde se aplicó composta + biofertilizante + ácidos húmicos. Por último, los tratamientos 5 y 8, quienes coinciden en la aplicación de composta y biofertilizantes, propiciaron el mayor número de plantas con cabezas de lechuga formadas con un 82%.

SUMMARY

In order to assist in the sustainable production of lettuce was this job was conducted in the agro-ecological zone production of the Faculty of Agriculture, UASLP. The objective was to assess the individual effects and interactions of the application of compost, humic acids and mycorrhizae (*Glomus intraradices*) on growth and production of lettuce. The treatments were: 1) Control, 2) Compost, 3) Biofertilizer 4), Humic, 5) Compost Biofertilizer, 6) Humic Compost, 7) Humic Biofertilizers, 8) Compost Humic Biofertilizers. The experimental design was a randomized block with factorial arrangement and three-factor test. Each experimental plot consisted of 3 rows, planted a single row which were 5 m long, with a separation of 70 centimeters. The total area was planted useful plot was 252 m². The application of compost (6 t ha⁻¹) was statistically superior to opt-in fresh weight (agronomic yield), dry weight, height and head diameter, as dry weight of roots and percentage of plants that formed head . Mycorrhiza (*Glomus intraradices*) led to greater root fresh weight in relation to non-application without being reflected in the yield of the crop of lettuce. Humic acids in doses of 6 L ha⁻¹ had no effect on growth and yield of lettuce. Statistically, no statistical effect was observed in double and triple interactions. However, treatment with the combination of compost + humic acids led to the highest fresh weight (agronomic performance) with pieces of 580 g. Similarly, the root weight was increased by the treatment with compost applied biofertilizer + + humic acids. Finally, treatments 5 and 8, who agree on the application of compost and bio-fertilizers, led to the largest number of heads of lettuce plants formed with 82%.

INTRODUCCIÓN

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja. Se consume en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. La lechuga presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad; dentro de ello la superficie cultivada de lechuga ha ido incrementándose, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo (Angulo, 2008).

Por otro lado, México sólo produce 45 por ciento de los fertilizantes empleados en el campo, la demanda de este sector es cubierta por importaciones, las cuales aumentan también por los altos costos de los insumos utilizados en su elaboración. En el país sólo se elaboran dos millones de toneladas, mientras que el agro mexicano utiliza cada año unos 4.7 millones de toneladas, empleadas principalmente para la producción de hortalizas, por lo cual debe recurrirse a las importaciones (Vidal, 2008).

La situación anterior obliga a buscar productos alternativos para nutrir los cultivos y al mismo tiempo hacerlos más eficaces. Ejemplo de esto son los ácidos húmicos, la composta y los biofertilizantes, los cuales se usan en la agricultura orgánica. Lamentablemente en México hay escasa información del uso apropiado de estos insumos entre los agricultores, y del mercado de hortalizas orgánicas, en particular en el cultivo de lechuga, debido a la gran dependencia que existe hacia las empresas multinacionales de fertilizantes químicos. Por lo anterior, se realizó el presente trabajo con la idea de colaborar y aportar información útil para el proceso de producción agrícola sustentable.

Objetivo

Evaluar el efecto individual e interacciones de la aplicación de composta, ácidos húmicos y micorriza (*Glomus intraradices*) en el crecimiento y producción de lechuga.

Hipótesis

La aplicación individual de composta, ácidos húmicos y biofertilizante mejorarán el rendimiento y calidad de lechuga (*Latuca sativa*), en relación a su no aplicación.

La aplicación en conjunto de composta, ácidos húmicos y biofertilizante mejorarán el rendimiento y calidad de lechuga (*Latuca sativa*), en relación a su aplicación individual y sin su aplicación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Cultivo de la Lechuga

La lechuga (*Latuca sativa*), pertenece a la familia asteráceae. Está íntimamente relacionada con la lechuga silvestre común o lechuga espinosa (*L. serriola. L*) y menos estrechamente relacionada con otras lechugas silvestres (*L. saligna L.* y *L. virosa. L*). La lechuga es diploide con $2n= 18$ cromosomas. Otros cultivos populares en la familia de las compuestas incluyen la endivia, achicoria, alcachofa, girasol, y cártamo (Anónimo, 1995).

Contreras, *et al.*.(2008) menciona que el departamento de agricultura de E.U.A en el 2007 la considera como el vegetal fresco más importante.

En México la lechuga se siembra durante todo el año, en 2004 los estados con mayor superficie sembrada fueron Guanajuato, Puebla, Zacatecas, y Baja California Norte, con una producción de 3,610, 2,688, 2,069 y 802.5 toneladas por hectárea respectivamente; de los Estados anteriores, Guanajuato presenta un rendimiento medio de 14.797 ton/ha, mientras que Aguascalientes 30.871 ton/ha (SIEA-SAGARPA, 2005 citado por Robledo, 2004). La producción de verano declina fuertemente para la lechuga tipo oreja (variedad longifolia) dada su rápida respuesta a floración con altas temperaturas.

La lechuga es un alimento que aporta muy pocas calorías debido a su alto contenido de agua, sobresale la aportación de potasio y calcio a la dieta, mostrándose su valor nutritivo en el Cuadro 1.

El cultivo de la Lechuga

Las siembras de lechuga se pueden hacer en semillero y directamente en campo. Lo más frecuente es hacer el semillero para las pequeñas plantaciones y la siembra directa para los cultivos comerciales. Las plantas de lechuga deben ser plantadas con el cuello de la planta al nivel del suelo y nunca enterrado. Inmediatamente después de trasplantar hay que regar para facilitar el prendimiento de las plantas (Noguera, 2004).

Cuadro 1. Composición de la lechuga por 100 gramos de porción comestible.

Nutrimento	Aporte
Energía (Kcal)	16.7
Agua(ml)	95
Hidrato de carbono (g)	1.4
Fibra (g)	1.5
Proteínas (g)	1.5
Potasio (mg)	240
Magnesio (mg)	5.7
Calcio (mg)	34.7
Vitamina A (mcg de Eq. De retinol)	29
Folatos (mcg)	33.6
Vitamina C (mcg)	12.2

El cultivo es exigente en cuestión de luminosidad para desarrollar un mejor follaje en volumen, peso y calidad. Los cultivares tropicalizados crecen muy bien en suelos sueltos, con alto contenido de materia orgánica, y el pH de entre 6.5 y 7.5. La lechuga puede crecer en sustratos minerales de soporte o ambientes hidropónicos, siempre y cuando se condicione un adecuado balance hídrico y nutricional (Vallejo y Estrada, 2004).

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenosos, y limosos, con buen drenaje situado el pH óptimo entre 6.7 y 7.4. Este cultivo por ningún caso admite la sequía aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar podredumbres (Flórez, 2009).

Las operaciones de aclareo se realizan generalmente en la fase de tres a cuatro hojas, que aproximadamente tiene lugar 3-4 semanas después de la plantación (Davis, 2002).

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se

recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (InfoAgro, 2002).

Uso de la Lechuga

Los antiguos romanos tenían la costumbre de comer lechuga por la noche, para favorecer el sueño después de una copiosa cena. Actualmente es recomendable tomar lechuga por la noche a los estresados habitantes de las ciudades modernas, pero no después, sino en vez de una copiosa cena (Aneas, 2009).

Los tallos, en especial, son usados para combatir enfermedades en el sistema respiratorio como asma, bronquitis, bronco espasmos entre otras. Es un excelente antioxidante que previene la acumulación de radicales libres en el organismo lo que podría derivar en una condición de enfermedad, al igual que por esto mismo previene el envejecimiento. Se recomienda en casos de insomnio, ataques nerviosos, dolores menstruales, regula estados hormonales alterados y otros. Es un excelente desodorante cien por ciento natural (Hinojosa, 2010).

Aplicación de Micorriza (*Glomus intraradices*)

La biofertilización es la inoculación con agentes promotores del crecimiento vegetal (hongos micorrizicos y bacterias promotoras del crecimiento vegetal principalmente), así con la aplicación de desechos orgánicos a través de composta y vermicompostas (Alarcón y Ferrera- Cerrato, 2000).

Al ser hongos de la micorriza simbiosis obligados no pueden completar su ciclo de vida salvo en simbiosis con la planta. Sus aplicaciones pueden ser en horticultura y fruticultura (Jiménez y Lamo, 1988).

El inóculo de las micorrizas pueden consistir de esporas, hifas y fragmentos de cuerpos fructíferos, raíces colonizadas y, en su caso, suelo rizosférico donde exista el hongo en forma abundante proveniente de un sistema radical sano (Ferrera-Cerrato y Alarcón, 2004).

Mecanismos de Acción de las Micorrizas

La extensa red de hifas que desarrollan los hongos micorrizicos es capaz de explorar mayor volumen de suelo y llegar a sitios con mayor disponibilidad de nutrimentos, donde la raíz por si misma sería incapaz de penetrar (Smith y Read, 1997).

La simbiosis micorrizica de los hongos que forman MVA aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo y la resistencia a bajos potenciales mátricos. Los hongos MVA protegen a las plantas de patógenos a través de tres vías a) una respuesta sistémica inducida; b) modificación de las condiciones de la rizosfera haciéndola menos propicia para los patógenos; y, c) por la competencia con estos por espacio y fotosintatos (Augé, *et al.*, 2011).

La inoculación con hongos formadores de MVA ha contribuido a la adaptación y crecimiento de las plantas en condiciones extremas, como sitios de baja fertilidad, con problemas de salinidad, y en sitios de escasa precipitación (Ferrera-Cerrato y Alarcón, 2004).

El micelio externo de los hongos micorrizicos produce glomalina, sustancia que puede actuar como adherente y aglutinar las partículas del suelo en agregados más estable (Wright y Upadhyaya, 1988).

Las micorrizas tienen mecanismos de tolerancia a metales pesados, tales como adsorción, precipitación y acumulación. Por este motivo son utilizados en estudios de biorremediación de minas a cielo abierto (González, 2002).

Aplicación de Composta

La composta es el proceso de la descomposición de los desperdicios orgánicos en el cual, la materia vegetal y animal se transforman en abono. Con la materia orgánica que resulte de la separación de basura, se puede hacer composta.

La importancia de la materia orgánica en la perdurabilidad en los agrosistemas no presenta lugar a dudas es la base de la vida en los suelos ya que su dinámica provee de nutrientes de forma inmediata, y su transformación final de compuestos húmicos contiene además una reserva de nutrientes y bioreactores, todos los mecanismos para la conservación del suelo del cultivo (Heras, *et al.*, 2003).

La composta es una fuente de nutrientes para las plantas. También puede ser utilizada como cubierta protectora. Estudios han demostrado que cuando se utiliza

composta como cubierta protectora o es mezclado con una pulgada de tierra fértil, ayuda a prevenir algunas enfermedades en las plantas (USDA, 1999).

La composta mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Los suaviza; permite una aireación adecuada; aumenta la porosidad y la infiltración del agua, entre otros factores. Es una fuente importante de nutrientes, a través de los procesos de descomposición con la participación de bacterias y hongos, especialmente. Absorbe nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas. Fija especialmente nitrógeno (NO_3 , NH_4), fósforo (PO_4), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y otros. Mantiene la vida de los organismos del suelo, esenciales para los procesos de renovación del recurso (Valero, 2001).

Lombricomposteo

Dentro de los organismos que participan en la elaboración de composta, se encuentran las lombrices, método conocido como lombricomposteo, que se concibe como la biotecnología que permite utilizar la lombriz de tierra con el propósito de reciclar desechos orgánicos de los cuales se alimenta, generando productos tales como: 1) proteína para los animales domésticos; 2) cebo para pesca; 3) enriquecimiento del suelo incorporado excretas de la lombriz en cautiverio usando lombricomposta y 4) en menor frecuencia como fuente de proteínas para la alimentación humana (Rodríguez y Ángeles, 2000).

En México la lombricultura data de la época de los 80's. En el departamento de zootecnia de la Universidad Autónoma de Chapingo, inician algunos experimentos en el año de 1985, con el propósito de validar a la lombriz de tierra como una fuente de alimento para pollos, posteriormente se exploró en la alimentación de bovino; es hasta los años 90's cuando se realizaron trabajos para evaluar el efecto de las lombrices de tierra en la producción agrícola y recuperación de las áreas degradadas (Duran, 1995).

El resultado de la degradación de la materia orgánica por la lombriz de tierra tiene gran importancia (Ferruzi, 1994), hace mención de que el humus de lombriz (verviabono), es decir el resultado de la digestión de las lombrices de cualquier sustancia orgánica es un producto, que en los últimos años, cada vez está siendo más solicitado por sus características químico-físicas, pero sobre todo, por su pureza.

La materia orgánica al descomponerse se convierte en humus, el cual da al terreno una mejora físico, química y biológica: a) aumentando la permeabilidad del suelo, b)

corrige la cohesión, disminuyendo en los suelos fuertes y aumentándola en los suelos, c) aumenta la retención de la humedad, d) aumenta el calentamiento de los suelos, e) aumenta el poder absorbente, reteniendo mejor el potasio y el amoníaco, y aumenta el poder absorbente del suelo combinando a los fosfatos, f) da a los microorganismos los carbohidratos necesarios a su metabolismo y g) da a la planta su nitrógeno en forma de nitrato (Bellapart, 1996).

Aplicación de Ácidos Húmicos

Los ácidos húmicos y fulvicos son la última fracción en el proceso de descomposición de la materia orgánica, la parte más selecta para ser asimilada por plantas. Los ácidos fulvicos son moléculas orgánicas que proceden sobre todo de la degradación de los azúcares, que desaparecen rápidamente del suelo por degradación microbiana. Los ácidos húmicos derivan de la descomposición de celulosa y de lignina, aportando así un altísimo peso molecular que comporta un efecto más potente y prolongado (Ripollés, 2009).

Los ácidos húmicos promueven la formación del complejo arcillo-húmico, aumentando la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo y la disponibilidad de Ca, Mg, K, NH₄, Fe, Cu, Zn, y Mn; presenta fuerte acción quelatizante, aumentando la disponibilidad de Fe, Cu, Zn y Mn, y mejora la estabilidad estructural de los agregados (Ennis, 2009).

Debido a su alta capacidad tapón, los ácidos húmicos neutralizan los suelos ácidos. El estrés para las raíces de las plantas causado por el ácido se reduce. Los ácidos húmicos fijan e inmovilizan los elementos nocivos para las plantas, particularmente el aluminio y los metales pesados. De esta manera la toxicidad se reduce y se libera el fosfato unido por el aluminio (Humintech, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo agroecológico de la Facultad de Agronomía de la U.A.S.L.P, ubicada en el ejido de la Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P, en el kilómetro 14.5 de la carretera San Luis- Matehuala, teniendo como coordenadas latitud norte 22°14` 0.5. 8” y la longitud oeste 100° 50` 48.5`` y con altitud 1853 m.s.n.m. perteneciente a la Provincia Mesa del Centro (INEGI, 1995).

Clima

De acuerdo con la clasificación climática según Köepen modificada por García (1973), el clima seco estepario frío (BSK wg) con lluvias en verano, siendo los meses de Julio, Agosto y Septiembre cuando se presentan lluvias mas significativamente. La precipitación media anual es de 292.8 mm. Los vientos dominantes ocurren de noreste a sureste. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 14.4 C° la menor y de 22° C la mayor, siendo los meses de Diciembre y Enero donde se presentan mas cálidos entre Junio y Agosto (Departamento de Agroclimatología de la Escuela de Agronomía, 1977).

Geología

En la meseta del centro, el relieve estructural original fue creado principalmente por fenómenos del vulcanismo del terciario, que dieron a esta provincia, características de una altiplanicie, sobrepuesta a un relieve antiguo de rocas sedimentarias mesozoicas. Las rocas sedimentarias que afloran son: conglomerados, calizas, arenisca- conglomerado, caliza-lutita, lutita-arenisca y arenisca-conglomerado que se encuentran en forma diseminada en toda la provincia. Las rocas ígneas ocupan la mayor superficie de la provincia en la parte norte afloran de manera dispersa, mientras que en el sur se encuentran de forma masiva este tipo de rocas, la riolita cubre la mayor parte de la zona (INEGI,1995).

Orografía

La altiplanicie ha sido modificada por el desarrollo de fallas de gravedad, creando un relieve y montañas en bloque, bordeadas por valles tectónicos parcialmente rellenados que muestran rasgos depositacionales, como son las fajas de abanicos aluviales alojados al pie de la serranía. Estos abanicos aluviales, al igual que la altiplanicie, presentan pequeñas mesetas lávicas y en algunas sobresalen prominencias orográficas del relieve antiguo o de aparatos volcánicos recientes. Una característica que refleja la interacción entre el clima y la composición rocosa de la provincia, es en la constitución de cuencas endorreicas (INEGI, 1995).

Hidrología

El área se localiza en la región DRH-37 “El Salado” que abarca la parte central y norte del estado, con un área de 35 164.19 km.² El área de explotación hidrológica más importante es el valle de San Luis Potosí, donde existen limitaciones de carácter hidrológico. Las fuentes de agua subterránea tienen baja potencialidad, escasa capacidad transmisora y niveles piezométricos profundos, sobre todo en el área urbana y sus inmediaciones. (INEGI, 1995).

Condiciones Edáficas

Más de la mitad de la provincia, los terrenos están constituidos por suelos denominados feozems, que son de origen residual. El material parental o roca madre, es de naturaleza riolítica; tienen textura media, están limitados por roca (fase lítica) y presentan poca profundidad. En las inmediaciones de Soledad de Graciano Sánchez existe una gran llanura aluvial, en la que dominan los suelos profundos típicos de zonas áridas y semiáridas, los xerosoles háplicos, que se asocian con feozems lúvicos (INEGI, 1995).

Vegetación

Se presentan diversos tipos de vegetación, las cuales varían en función del clima, suelo, topografía, etc. Las especies representativas de la zona que comprende a la Facultad de Agronomía, se clasifican en el matorral desértico microfilico con la presencia de gobernadora (*Larrea tridentata* S.) y mezquite (*Prosopis juliflora* D.C) entre otras especies, como huizache (*Acacia tortuosa* L.) que tipifica al matorral

desértico microfilo, que se distingue por la predominancia de especies arbustivas de hoja o foliolo pequeño y es propio de los terrenos planos de partes inferiores de cerros de una gran zona desértico rosetófilo (Rzewdoski, 1961).

Composta

La lombricomposta se obtuvo del proceso de digestión y degradación orgánica de estiércol y de hojarasca, por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida Sav.*), proceso por el cual, diariamente, cada lombriz procesa un gramo de composta.

Ácidos Húmicos

Para el suministro de ácidos húmicos se utilizó el producto Humimax plus, (mejorador y acondicionador de suelos). Las dosis recomendadas por el fabricante es de 6 L ha.⁻¹ La composición química se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro2. Composición de Humimax plus, utilizado en el trabajo “Aplicación de Composta, Micorriza (*Glomus intraradices*) y Ácidos húmicos en la producción de lechuga (*Latuca sativa*).

Composición	Porcentaje en Peso
Ácidos húmicos	12.50 %
Nitrógeno (N)	2.50 %
Fósforo (P)	1.50 %
Potasio (K)	1.50 %
Oryzamina	0.20 %
Materia Orgánica	21.00 %
Diluyentes	60.80 %
Total	100.00 %

Micorriza (*Glomus intraradices*)

El biofertilizante fue proporcionado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual es distribuido en bolsas con un peso de 500 gramos, que contiene hongos formadores de micorrizas arbusculares con un mínimo de 20 propágulos de micorriza (*Glomus intraradices*) por gramo de sustrato a base de suelo esterilizado y raíces molidas de gramíneas inoculadas con micorriza. La dosis recomendada es de 1 bolsa por hectárea.

Material Genético

La plántula de lechuga (*Latuca sativa*) utilizada fue de la variedad “Montemar”, la cual llevó su proceso de germinación en los invernaderos “La granja”. Ubicados en la delegación de Pozos, S.L.P.

Diseño Experimental y Tratamientos

El diseño experimental fue Bloques al Azar en arreglo factorial con tres factores de prueba, teniendo como factor A): composta; como factor B): al biofertilizante, Micorriza (*Glomus intraradices*) y como factor C): al ácidos húmico. Cada parcela experimental estuvo constituida por 3 surcos, plantado a una sola hilera las cuales tenían 5 metros de longitud, con una separación de 70 centímetros. La superficie total de parcela útil que se plantó fue de 252 m². La distribución y orientación de los tratamientos se observa en la figura 1.

Tratamientos en estudio

En el experimento se evaluaron 8 tratamientos:

- 1) Testigo
- 2) Composta
- 3) Biofertilizante
- 4) Ácidos húmicos
- 5) Composta + Biofertilizante
- 6) Composta + Ácidos húmicos
- 7) Biofertilizantes + Ácidos húmicos
- 8) Composta + Biofertilizantes + Ácidos húmicos

Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza para todas las variables en estudio a través del software de Diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la UANL, versión 2.5 (Olivares, 1996).

El análisis estadístico consistió en ingresar los datos obtenidos en el software en el método estadístico de bloques al azar, en las variables significativas se procedió a realizar la prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

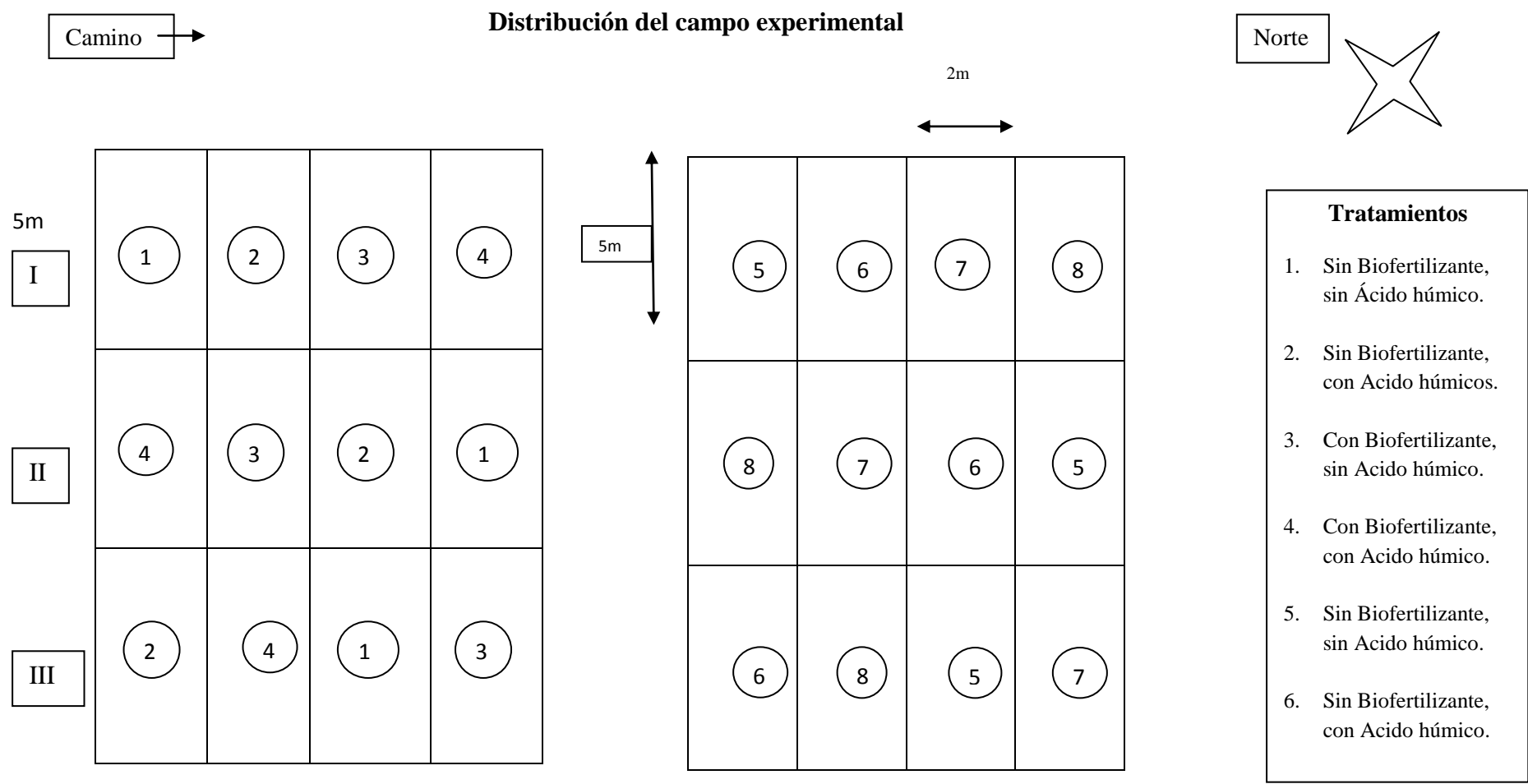


Figura1.- Croquis de campo y distribución de tratamientos en el cultivo de lechuga. Área de Agroecología de la Facultad de Agronomía de la UASLP, Palma de la Cruz, S.L.P.

Desarrollo del Experimento

Preparación del terreno experimental

Antes del establecimiento del cultivo, se procedió a la preparación del terreno para que estuviera en condiciones de poder trasplantar. Se hizo un deshierbe de forma manual, con azadón, puesto que los surcos ya estaban formados debido a que ya se habían establecido cultivos hortícolas con anterioridad, incorporando de esta manera los residuos, y aflojando el suelo, para permitir una circulación del aire.

Se niveló el terreno para obtener una nueva distribución y una profundidad uniforme de la plántula, logrando con ello una población óptima de plantas, además, con esta labor cultural se facilitó la aplicación del riego y la distribución de la humedad.

Transplante

El trasplante se realizó el día 20 de febrero de 2010. Se dejó una distancia aproximada de 25 cm entre cada plántula a una sola hilera en cada surco. Teniendo con esto, una densidad de 1440 plantas en el lote experimental.

Aplicación de composta

Se aplicó una dosis de 6 ton ha⁻¹ incorporada al suelo en 2 partes, la primera de estas se suministró el día del transplante. La segunda aplicación se realizó el 24 de marzo de 2010. Se utilizaron pequeños botes que contenían 4.7 kilogramos de composta, se aplicaron 8 de estos, dando un total de 36 kilogramos de composta, se usó azadón para incorporarla cerca de la superficie de las plantas.

Aplicación de ácidos húmicos

De acuerdo con las recomendaciones explicadas en el producto utilizado; que son de 6 litros por hectárea, en la presente investigación se hizo una conversión a la superficie a tratar que fue de 126 m², dando como resultado la aplicación de 75.6 mililitros, los cuales se disolvieron en 20 litros de agua, para poder ser distribuidos con una mochila aspersora aplicándolo en un área cercana a cada planta correspondiente a los bloques que conllevaban este tratamiento, todas las aplicaciones se ejecutaron en conjunto de un riego. Se efectuaron tres suministros de ácidos húmicos, el primero de ellos se realizó al momento del primer riego en el

transplante, la segunda dosis fue a los 32 días (24 de marzo), y finalmente el tercer racionamiento fue el primero de abril de 2010.

Aplicación del biofertilizante

Se hizo una sola aplicación, esta se proporciono directamente a la raíz de la plántula, en un lugar sombreado poco antes de transplantar, para esto, el biofertilizantes se puso en un salero y se espolvoreo sobre la planta a tratar, la cantidad aplicada estuvo sujeta a la cantidad de las plántulas, para lo cual se requirió de media bolsa de micorrizas.

Labores culturales

Se realizaron 3 escardas para aflojar la tierra de los surcos con azadón. Para el control de malezas se aprovecharon las escardas, para eliminar las malas hierbas del cultivo establecido, no se hizo ningún control químico de malezas.

Riegos

Se aplicó un primer riego en el transplante que fue el 20 de febrero de 2010, seguido de un segundo esa misma semana, se aplicaron un total de ocho riegos al cultivo.

Parámetros Evaluados

Se realizaron las siguientes observaciones para la evaluación del presente estudio.

1. Peso fresco de la cabeza. El día de la cosecha se pesaron las cabezas sin raíces en una balanza marca de precisión 0.1 g.
2. Peso seco de cabeza. Se determinó por el método de secado en estufa.
3. Altura de la cabeza. Se midió con una cinta métrica de costura de la base de la lechuga al extremo superior.
4. Diámetro de la cabeza. Se midió tomando la longitud de cada lechuga en su ecuador.
5. Peso seco de raíces. Se separaron las raíces del resto de la planta con una navaja de acero inoxidable, se colocaron en estufa de secado, hasta que se obtuvo un peso constante.

6. Unidades SPAD. Se determino en campo con un medidor de Clorofila SPAD 502 que indica al instante el contenido de clorofila en las plantas. La presencia de clorofila en las hojas de las plantas está estrechamente relacionada con las condiciones nutricionales de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno, un importante nutriente, presente en la hoja.
7. Porcentaje de plantas que formaron cabeza. Se determino la formación de cabeza tomando como referencia aquellas lechugas que tenían un diámetro ecuatorial igual o mayor a los 25 cm. y que presentaban una apariencia visual relativamente buena. Para determinar el porcentaje de formación de cabeza se considero en cada bloque un total de 60 lechugas, dando un total de 1440 lechugas.

RESULTADOS

En base con el análisis estadístico de las variables estudiadas y el rendimiento del cultivo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Peso Fresco cabeza

No se detectó diferencia significativa entre tratamientos, siendo la media de mayor peso fresco la del tratamiento 6, con un peso de 580 g (Cuadro 3). El análisis factorial reporta diferencia significativa en el factor A (composta) (cuadro 4), donde la aplicación de composta superó estadísticamente a la no aplicación (Cuadro 5).

Peso Seco Cabeza

El análisis no muestra diferencia significativa entre tratamientos, la media de mayor peso fue del tratamiento 6 con un peso de 58 g (Cuadro 3). El análisis factorial detecto diferencia significativa en el factor A (composta) (Cuadro4), donde la aplicación de composta superó estadísticamente a la no aplicación (Cuadro 5).

Altura de la Cabeza

Para esta variable se muestra diferencia significativa entre tratamientos, siendo la media de mayor altura la del tratamiento 6 con una altura de 36.1 cm (Cuadro 3). El análisis factorial detecto diferencia altamente significativa en el factor A (Composta), (Cuadro 5), donde la aplicación de composta superó estadísticamente a la no aplicación (Cuadro 6).

Cuadro 3. Comparación de medias y formación de grupos de las variables estudiadas del trabajo “Aplicación de Composta, Micorriza (*Glomus intraradices*) y Ácidos húmicos en la producción de Lechuga (*Latuca sativa*)

Tratamientos	Variables Estudiadas						
	PFC (g)	PSC (g)	AC (cm)	DC (cm)	PSR (g)	SPAD	%FC
1	510 a	51a	27.6c	24.6c	17c	35a	63a
2	495a	50a	28.8bc	27bac	17c	32a	60a
3	480a	48a	28.3bc	25.7bc	17c	32a	66a
4	510a	51a	27.3c	27bac	22bac	37a	61a
5	526a	55a	34.6ba	31bac	20bac	38a	82a
6	580a	58a	36.1a	33a	24bac	37a	80a
7	488a	48a	30.3ac	29bac	26ba	39 ^a	79a
8	560a	57a	33.8bca	32ba	27a	32a	82a

Tukey; nivel de significancia del 5%.

PFC- Peso seco cabeza
PSC- Peso Seco Cabeza
PSR- Peso Seco Raíz
SPAD- Unidades SPAD

%FC- Porcentaje de Plantas que Formaron Cabeza
AC- Altura Cabeza
DC- Diámetro Cabeza

Medias dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales ($P \geq 0.05$).

Cuadro 4. Significancias de los parámetros evaluados del análisis factorial.

	PFC	PSC	AC	DC	PSR	SPAD	%FC
Factor A composta	*	*	**	**	**	NS	*
Factor B Biofertilizante	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Factor C Ácidos Húmicos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción AB	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción AC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción BC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción ABC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*Significativo.

**Altamente significativo.

NS diferencia no significativa.

DC- Diámetro Cabeza
PFC- Peso seco cabeza
PSR- Peso Seco Raíz
%FC- Porcentaje de Plantas
que Formaron Cabeza

AC- Altura Cabeza
PSC- Peso Seco Cabeza
SPAD- Unidades SPAD

Diámetro de la Cabeza

Se muestra diferencia significativa, formándose tres grupos, encontrándose la mayor media en el tratamiento 6 con un diámetro de 33.2 cm. (Cuadro 3). Se detectó diferencia altamente significativa en el análisis factorial para el factor A (Composta) (Cuadro 4), donde la aplicación de composta supero estadísticamente a la no aplicación de este factor (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tabla de medias del factor A (Composta)

Factor A	PFC	PSC	AC	DC	PSR	SPAD	%FC
Sin composta	499b	43.5b	28b	26b	18b	34 a	62b
Con composta	546a	49.3a	33.7a	31.4a	24a	36.7a	81a

Cuadro 6. Tabla de medias del factor B (Biofertilizante)

Factor B	PFC	PSC	AC	DC	PSR	SPAD	%FC
Sin biofertilizante	535a	46.9a	32a	29a	19b	35.5a	71.4a
Con biofertilizante	510a	45.9a	29.9a	28.5a	23a	35.3a	72.4a

PFC- Peso seco cabeza
PSR- Peso Seco Raíz
SPAD- Unidades SPAD
DC- Diámetro Cabeza

%FC- Porcentaje de Plantas que Formaron Cabeza
PSC- Peso Seco Cabeza
AC- Altura Cabeza
DC- Diámetro Cabeza

Medias dentro de columnas con la misma literal son estadísticamente iguales.

Peso Seco Raíz

Se detecta diferencia significativa entre tratamientos, formándose 2 grupos, siendo los tratamientos más sobresalientes 5 y 8, con un peso de 31.3 g y 31.9, respectivamente (Cuadro 3). El análisis factorial muestra diferencia altamente significativa en el factor A (composta), y diferencia significativa en el factor B (biofertilizante). En ambos casos el aplicar composta y biofertilizante, superan estadísticamente a la no aplicación (Cuadros 5 y 6).

Unidades SPAD

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 7 logró el mejor resultado (Cuadro 4). El análisis factorial no detectó diferencia significativa en los efectos principales e interacciones (Cuadro 5).

Porcentaje de Plantas que Formaron Cabeza

Los tratamientos no reportan diferencia significativa. El tratamiento 8 logró el mayor porcentaje de lechugas con cabeza formada con un 82% (Cuadro 4). La evaluación del análisis factorial detectó una diferencia significativa en el factor A (Composta), (Cuadro 5). La aplicación de composta superó estadísticamente a la no aplicación.

DISCUSIÓN

El tratamiento que presentó la mayor cantidad de variables significativas fue el número seis, en el cual se aplicó composta con ácidos húmicos. El peso fresco que se alcanzó en este tratamiento fue de 580 g. Esta talla resulta aceptable para los parámetros de calidad del mercado de producción orgánica de lechuga para la venta en supermercados como HEB, Wal-Mart Supercenter, Superama, Soriana, entre otras (Elizondo, 2011). Donde cada lechuga puede alcanzar un precio al público de entre 15 y 20 pesos. Esta variable resulta importante, pues cada vez hay un creciente interés que por parte de los consumidores por los alimentos libres de agroquímicos, no es una moda, sino una tendencia, afirma el mismo autor.

El efecto del tratamiento seis sobre el cultivo pudo deberse debido (a pesar de no haber encontrado significancia estadística en la interacción) a la acción conjunta de composta y ácidos húmicos quienes propiciaron un efecto donde los nutrientes contenidos en la composta, más algunos contenidos en el suelo, fueron liberados por la aplicación de los ácidos húmicos debido a su reacción ácida, haciéndoles disponibles para las plantas, al menos en el espacio de tiempo en que se aplicaron los ácidos (Sztern y Pravia 2000).

Consideramos que los tamaños de plantas de lechuga obtenidas pueden ser aún mejoradas si se incrementa la dosis tanto de composta como de ácidos entre un 50 % y 100%. Se tendría una mayor reserva de nutrientes y poder de liberación. También será muy conveniente el uso de un sistema de riego por goteo equipado con inyector tipo venturi donde se podría aplicar de manera más constante y uniforme los ácidos húmicos. Lo anterior resultaría aplicable a los productos utilizados en este experimento ya que existen diversas ofertas en el mercado de compostas y ácidos que no necesariamente tienen la misma composición, y por lo tanto, los efectos podrían variar (Rodríguez *et al.*, 2007).

En los resultados obtenidos también se observa que el peso de raíz se incrementó de una manera altamente significativa por efecto del tratamiento ocho (composta + biofertilizante + ácidos húmicos). En el análisis de factores fue altamente significativamente la aplicación de composta y significativa la aplicación de la micorriza (*Glomus intraradices*).

Este efecto pudo ser por la capacidad de las micorrizas de extender la capacidad de exploración de las raíces en búsqueda de nutrientes aportados, en parte, por la composta. Al respecto (Rodríguez, *et al.*, 2007), señalan que la extensa red de hifas que desarrollan los hongos micorrizicos es capaz de explorar mayor volumen de suelo y llegar a sitios con mayor disponibilidad de nutrimentos, donde la raíz por si misma sería incapaz de penetrar. El hongo transporta los nutrimentos a través del micelio hacia la raíz y los intercambia por carbohidratos en células epidérmicas de las raíces, los cuales son requeridos por el hongo para su desarrollo (Smith y Read, 1997). En la simbiosis micorrízica los hongos que forman MVA aumentan la capacidad de retención de humedad en el suelo y la resistencia a bajos potenciales mátricos (Augé, *et al.*, 2001). Como recomendación se propone el estudio más detallado del uso de micorrizas en el cultivo de lechuga. Dosis de inóculo, marcas de productos que contienen micorriza, efectos del riego y del manejo deben ser investigados.

Por último, se tuvo un efecto diferente de los tratamientos en plantas de lechuga que formaron cabezas. Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 tuvieron bajo número de plantas que formaron cabeza ($\leq 66\%$), mientras que los tratamientos 5 y 8 alcanzaron un 82%. Este es un fenómeno complejo que suele presentarse en este cultivo donde al parecer interactúan el fotoperiodo, estrés hídrico, y condiciones del suelo (Vallejo, 2004).

Creemos que el manejo hídrico del cultivo durante el experimento (riego rodado en destiempo al menos en un momento) ocasionó los bajos niveles de formación de cabeza. Los tratamientos 5 y 8 comparten los factores de composta + biofertilizantes, pudieron tolerar debido a su acción conjunta (si bien no se encontró interacción) al contener la composta más humedad y explorar con las hifas de la micorriza más volumen de espacio en búsqueda de agua. Este fenómeno vale la pena estudiar a mayor profundidad.

CONCLUSIONES

La aplicación de composta en dosis de 6 t ha^{-1} resultó estadísticamente superior a lo no aplicación en peso fresco (rendimiento agronómico), peso seco, altura y diámetro de cabeza, al igual que peso seco de raíces y porcentaje de plantas que formaron cabeza.

La micorriza (*Glomus intraradices*) propició mayor peso fresco de raíz en relación a la no aplicación sin reflejarse en el rendimiento del cultivo de lechuga.

Los ácidos húmicos en dosis de 6 L ha^{-1} no tuvieron efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga.

Estadísticamente no se obtuvo efecto estadística en las interacciones dobles y triples. Sin embargo, el tratamiento con la combinación de composta + ácidos húmicos propiciaron el peso fresco más alto (rendimiento agronómico) con piezas de 580 g. De la misma manera, el peso de raíz se incrementó en el tratamiento donde se aplicó composta + biofertilizante + ácidos húmicos.

Por último, los tratamientos 5 y 8, quienes coinciden en la aplicación de composta y biofertilizantes, propiciaron el mayor número de plantas con cabezas de lechuga formadas con un 82%.

LITERATURA CITADA

- Alarcón A. y Ferrera- Cerrato R. 2000. Biofertilizantes: importancia y utilización en la agricultura, México, p. 19.
- Angulo C. 2008. Producción de lechuga, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos58/produccion-lechuga.shtml>.
- Augé R., Stodola J., Tims J. and Saxton M., 2001. Moinsure retention proprieties of mcorrhizal Soil Plant Soil pp. (87-97).
- Aneas, J. 2009. Lechuga, Seda el Sistema Nervioso y Sacia el Estomago. Disponible en: http://www.naturalisi.net/ALIMENTOS_SALUD/Lechuga.php.
- Anónimo 1995. Vegetables Summary U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics, Washington, D.C.
- Bellapart C. 1996. Nueva agricultura biologica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España, Mexico. pp. 27, 75, 89-90.
- Contreras, S., Bennett M., Tay D. 2008. Restricted Water Availability During Lettuce Seed Production Decreases Seed Yield per Plant but Increases Seed Size and Water Productivity. Hort Science Vol 43 (3) June 2008.
- Davis, R. 2002. Plagas y enfermedades de la lechuga, American Phytopathological Society, Ed. Mundi-Prensa Libros, p.5.
- Departamento de Agroclimatología de la Escuela de Agronomía, 1997. Boletín climatológico. Vol. I. UASLP. pp. 7-16.
- Duran G. 1995. Efecto de la incorporación de la lombriz (*Eisenia foetida Sav.*) y estiércol de bovino en el suelo sobre la producción de materia seca de espinaca (*Spinaca oleracea L.*) Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 12-13.
- Elizondo L. 2011. Lechuga orgánica, saludable y de alto valor. Disponible en: <http://imagenagropecuaria.com/?s=elizondo+>
- Ferrera-Cerrato R. y A. Alarcón. 2004. Biotecnología de los hongos micorrizicos arbusculares. Simposium de biofertilizacion. Rio Bravo, Tam. pp. 1-9.
- Ferruzi C. 1994. Comercialización: El mercado del humus. Manual de lombricultura. Ed. Mundi-Prensa. p. 115.

- Flórez, J. 2009. Agricultura Ecológica 3ª Edición, Ed. Mundi-Prensa Libros, p.130
- González C. 2002. Producción y control de calidad de inoculantes de hongos micorrizicos arbusculares. In: Producción y control de calidad de inoculantes agrícolas y forestales. COMIAF-CP-INIFAP-SMCS, Texcoco, México, pp. 36-46.
- Heras J., Fabeiro C., Meco R., 2003. Fundamentos de Agricultura Ecológica: realidad actual y perspectivas, Universidad de Castilla, Ed. La Mancha, pp. 109-110.
- Hinojosa, L. 2010. Propiedades, usos y beneficios de la lechuga, Disponible en: <http://www.naturalisi.net/ALIMENTOSSALUD/Lechuga.php>.
- Humintech. 2009. Los ácidos húmicos y sus fuentes, Disponible en: <http://www.humintech.com/001/agriculture/information/general.html>.
- INEGI, 1995. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí. SPP. México.
- InfoAgro, 2002. Cultivo de la lechuga, Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>. Última modificación (sin dato).
- Jiménez, R. y Lamo J. 1988. Agricultura Sostenible, Ed. Agrofuturo, Cornell University p.186.
- Noguera V. 2004. El Huerto en el Jardín, Ed. Mundi-Prensa Libros, 2004, España, pp. 104, 105.
- Olivares S.E. 1996. Paquete de diseños experimentales FAUNAL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L., México.
- Ennis J. 2009. Prometedores resultados en estudio de fertilización líquida frente a convencional. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/ehortalizas/storyid-1738>
- Ripollés V. 2009. Ácidos húmicos líquidos, Disponible en: www.vermicuc.com
- Robledo, V. 2004. Comportamiento agronómico de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles con cubiertas fotoselectivas. Disponible en: http://www.uaaan.mx/DirInv/Resul_PI04/MEMORIA_2004/Hortalizas/VRobledotorres.doc

- Rodríguez M. y Ángeles J., 2000, Aspectos técnicos básicos en la producción de composta, Disponible en: <http://www.prodigyweb.net,mx/paraiso3atbpc.htm>.
- Rodríguez N., Cano P., Favela E., Figueroa U., Márquez C., Moreno A., 2007, Vermicompostas como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Vol. 13. pp. 185-190.
- Rzewdoski J. 1961. Vegetación del Estado de San Luis Potosí, Tesis doctoral. Universidad Autónoma de México. pp. 149-159.
- Smit, S. y Read, D. 1997. Mycorrhizal symbioses 2nd Edition. Academic Press. London.
- Sztern D. y Pravia D. 2000. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud, OPS, p. 67.
- USDA.1999. Conservación en su patio, crece contigo composta, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA, p.4
- Valero J., 2001. Manual de Fertilidad de Suelos. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. P. 84.
- Vallejo F. y Estrada E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido, Ed. Universidad Nacional de Colombia, p. 329.
- Vallejo F. 2004, Producción de hortalizas de clima cálido, Editorial Gandhi, p. 321
- Vidal F. 2008. Importación de fertilizantes por los altos costos, Disponible en: <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/323277.html>
- Wright S. y Upadhyaya A.. 1998. A survey for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Soil. pp. 198-97-107.