

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



**EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE COMPOSTAS EN LA
PRODUCCIÓN DE LECHUGA OREJONA (*Lactuca sativa* L. var.
longifolia) EN DOS DIFERENTES FECHAS DE TRASPLANTE.**

POR

ALEJANDRO DE LEÓN SIFUENTES

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

OCTUBRE 2010



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**

**EVALUACION DE DIFERENTES MEZCLAS DE COMPOSTAS EN LA
PRODUCCIÓN DE LECHUGA OREJONA (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) EN
DOS DIFERENTES FECHAS DE TASPLANTE.**

**POR
ALEJANDRO DE LEÓN SIFUENTES
TESIS**

**Que se somete a corrección del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de**

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por:

Dr. José F. Rodríguez Martínez



ASESOR PRINCIPAL

Dr. Mario Cantú Sifuentes



SINODAL

M.C. Antero Domínguez



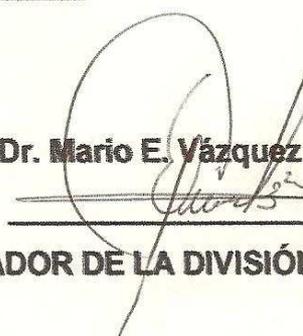
SINODAL

Dra. Silvia Y. Martínez Amador

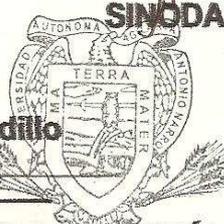


SINODAL

Dr. Mario E. Vázquez Badillo



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
Coordinación
División de Agronomía



INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
Objetivos	10
Hipótesis	10
REVISION DE LITERATURA	11
Agricultura Orgánica	11
Importancia Económica	13
Importancia Social	15
Generación de Empleo	16
Ventajas de la Producción Orgánica	16
Consideraciones Particulares	17
Objetivos de le Agricultura Orgánica	17
Fertilización	19
El Humus	21
Origen del Abono Orgánico	23
Compostaje	25
Cultivo de la Lechuga	29
Origen, Generalidades y Usos	29
Taxonomía y Morfología	31
Material Vegetal	31
Requerimientos ambientales	32
Manejo del Cultivo	34
MATERIALES Y MÉTODOS	37
Lugar de Estudio	37
Características del Sitio Experimental	37
Manejo del Cultivo	37
Diseño Experimental	39
Variables a Considerar	40



RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
Análisis Estadístico	41
Análisis Descriptivo	41
Análisis Formal	50
CONCLUSIONES	60
APÉNDICES	62
LITERATURA CITADA	72



INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie de la agricultura orgánica por producto para 1996 y 1998 en México.	14
Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga.	30
Cuadro 3. Mezclas de las compostas divididas por tratamientos.	39
Cuadro 4. Cuadro de Interacciones entre las variables de respuesta.	41
Cuadro 5. Cuadro de medias de la variable Peso.	50
Cuadro 6. Análisis de Varianza para la variable Peso	51
Cuadro 7. Precipitación, temperaturas y otros factores climáticos de los dos periodos de desarrollo del cultivo de la lechuga en base a las fechas de trasplante y cosecha.	53
Cuadro 8. Cuadro de medias de la variable Diámetro Ecuatorial.	54
Cuadro 9. Análisis de Varianza para la variable Diámetro Ecuatorial.	55
Cuadro 10. Cuadro de medias de la variable Altura.	57
Cuadro 11. Análisis de Varianza para la variable Altura	59



INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Ejemplo de una Gráfica de Cajas.	43
Gráfica 2. Representación de Interacciones de la variable Peso.	44
Gráfica 3. Gráfica de Cajas para la variable Peso.	45
Gráfica 4. Representación de Interacciones de la variable Diámetro Ecuatorial.	46
Gráfica 5. Gráfica de Cajas para la variable Diámetro Ecuatorial.	47
Gráfica 6. Representación de Interacciones de la variable Altura.	48
Gráfica 7. Gráfica de Cajas para la variable Altura.	49
Gráfica 8. Gráfica de Barras para la variable Peso.	50
Gráfica 9. Gráfica de Barras para la variable Diámetro Ecuatorial.	54
Gráfica 10. Gráfica de Barras para la variable Altura.	57



Dedicada a mis padres
por ser quienes me han
apoyado durante toda mi vida
y me han motivado siempre
a salir adelante.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por haberme dado la vida y por permitirme maravillarme con todas las obras de su creación.

A mis padres José Luis De León y María de los Ángeles Sifuentes y a mi hermano Luis Felipe De León porque han sido mi respaldo, mi ejemplo y mi guía a través de la vida y porque gracias a ellos he alcanzado cada logro que me he propuesto.

A mis padrinos Ramón Andrés Durón y María Enriqueta Sifuentes porque he podido contar con ellos en cada etapa de mi vida.

A mis asesores Dr. José F. Rodríguez Martínez, Dr. Mario Cantú Sifuentes, M.C. Antero Domínguez, Dra. Silvia Y. Martínez Amador, por ayudarme en mi formación profesional con su experiencia.

Al Ing. Luis Elizondo por permitirme realizar mis prácticas profesionales así como ésta investigación dentro de su propiedad. También a mis compañeros de campo, del área de lavado y del área de empaque ya que de ellos aprendí mucho.

A las personas de las que de alguna u otra forma he obtenido ayuda: Ing. Gerardo Sánchez, Ing. Virgilio Sánchez, Ing. Siboney Ruelas, M.C. Xochitl Ruelas, M.C. Salvador Ruelas, M.C. Adriana Fuentes y a los M.C. Nadia, Sulpicio y Julio,

A mis amigos por cada momento que pasamos juntos, los llevo presentes a todos en mi vida diaria gracias a cada uno de esos momentos.



INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad y la actividad biológica del suelo y al mismo tiempo, minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana. (www.fao.org, 2010).

A pesar de la creciente demanda nacional, los principales mercados para los productos orgánicos son Norteamérica, Europa y Japón. Desde el principio, la agricultura orgánica ha sido de interés de los pequeños productores, pero con el crecimiento del mercado, algunos grandes productores han empezado a producir de manera orgánica. Esto ha creado una mayor presión competitiva sobre los precios y la calidad de los productos. (www.fao.org, 2010).

La producción orgánica rompe con el paradigma de la dependencia que tiene la agricultura respecto al uso de agroquímicos sintéticos. Demuestra que es posible sembrar y cosechar productos sanos y abundantes sin la utilización de agroquímicos, lo cual, como secuela de la revolución verde, se creía imposible (Castañeda, 1995; citado por: Rodríguez, 2010).

Dada la importancia alimenticia y de generación de recursos que tiene la lechuga en Norteamérica, se desea motivar a los productores nacionales y a los inversionistas para que analicen el potencial de este mercado y sus posibles interrelaciones con otros cultivos. (www.hortalizas.com, 2010)

En México, se da una situación de producción de lechuga muy particular, ya que sólo dos empresas controlan el mercado de lechugas precortadas y empacadas dejando el mercado de especialidades a pequeñas empresas. Después tenemos a los exportadores de lechuga de Sonora y Baja California, y al final, a los productores de lechugas tradicionales que cubren los mercados masivos del consumo de esta hortaliza. (www.hortalizas.com, 2010).

Partiendo del conocimiento de los problemas planteados por las técnicas agrícolas actuales, en diversas partes del mundo se han ido desarrollando nuevas técnicas y nuevos métodos de producción. (Cerisola, 1989).

La agricultura orgánica es una de esas propuestas basadas en la recuperación de prácticas agrícolas olvidadas y practicas agrícolas actuales conservadoras de los recursos productivos. (Rodríguez, 2010).

Objetivos

- Determinar cual de los tratamientos de las mezclas de mejoradores de suelo, aplicados al cultivo de la lechuga orejona (*Lactuca sativa* L. var. longifolia) proporciona el mejor rendimiento.
- Conocer cual es la mejor fecha de trasplante en cuanto al rendimiento, basándose en las características como Peso, Diámetro Ecuatorial y Altura, en dos diferentes fechas de trasplante.

Hipótesis

H⁰: Las mezclas con concentraciones mas elevadas de los mejoradores de suelo (lombricomposta y composta a base de gallinaza) estimulan un rendimiento mayor para ambas fechas de trasplante.

H^A: Las mezclas con concentraciones elevadas de mejoradores de suelo no incrementan el rendimiento en ninguna de las fechas de trasplante

Palabras clave

Lechuga orejona, Fertilización orgánica, Lombricomposta, Gallinaza, Fechas de trasplante.

REVISIÓN DE LITERATURA

Agricultura Orgánica

Harding declaró en 1992 que la agricultura orgánica (biológica) es un modelo de producción basado en la actividad biológica del suelo, en el que no se utilizan ni productos químicos de síntesis ni abonos solubles. Es una acción global que incluye no solo las producciones vegetales y animales sino el conjunto de la explotación como organismo viviente con múltiples interacciones con su entorno natural y socioeconómico. Producir en agricultura orgánica significa también: “actuar racionalmente en la perspectiva de administrar el ecosistema de manera autónoma y duradera”. (De Silguy, 1994).

El surgimiento de la agricultura orgánica se explica porque en las últimas décadas se han presentado en el mundo cambios importantes en la demanda y el consumo de alimentos. Dichos cambios responden principalmente a una fuerte preocupación por la salud y a las nuevas exigencias en los gustos y preferencias de los consumidores, así como a la mayor conciencia que ahora se tiene de la necesidad de proteger el ambiente. Por ello, la producción orgánica, que se caracteriza por la no utilización de productos de síntesis química en los sistemas de producción agrícola sino solo insumos naturales y practica agroecológicas, con el fin de obtener productos libres de residuos tóxicos en toda la cadena productiva, ha logrado un gran auge en el mercado mundial, con tasas de crecimiento anual de 20 a 25 %. (Gómez, et al, 1999).

Los alimentos orgánicos y naturales han ganado un espacio importante en el mercado mundial de alimentos y un gran número de países ha dado respuesta a esta demanda a través del desarrollo de sistemas de producción orgánicos y de nuevas formas de comercialización. México no ha sido ajeno a esta tendencia, aunque su papel más importante por ahora es ofrecer productos orgánicos, como productor, con una superficie y producción crecientes, mientras que su potencial como consumidor aun esta por desarrollarse. (Gómez, et al, 1999).

La agricultura orgánica de México ha demostrado que, a pesar de ser el subsector agrícola mas pequeño, es el mas dinámico en el ámbito nacional, pues en plena crisis económica aumentó su superficie en 134%, al pasar de 23,273 Ha en 1996 a 55,457 en 1998, a la vez que ha crecido en forma impresionante en diversidad de productos y en zonas de producción campesina y ha generado más empleo por hectárea, mayor equidad en el reparto de los ingresos y mas divisas que los sistemas convencionales de producción. Además de ser una agricultura que se identifica con las prácticas tradicionales de los productos mayoritarios, logra efectos multiplicadores y dinamizadores en la economía rural del país. (Gómez, et al, 1999).

Pero, aunque en México la agricultura orgánica ha ido superando en general los problemas de la producción en si, ahora se enfrenta en forma importante a nuevos retos en los aspectos relacionados con la calidad, la presentación, la inocuidad y las cada vez más estrictas exigencias de los consumidores en el mercado internacional. En este contexto, como reflejo inmediato, los mayores desafíos que tiene que superar en estos momentos la agricultura orgánica mexicana recaen en dos aspectos centrales: la certificación o validación del cumplimiento de los estándares impuestos por la normatividad orgánica internacional, certificación que hace en la mayoría de los casos, una certificadora extranjera, lo que implica altos costos y salida de divisas; y la comercialización, que se realiza en nichos de mercado externos que ofrecen un “sobreprecio” a los productos sanos, pero donde se presenta una fuerte competencia con la producción orgánica y la convencional de los propios países importadores y con la producción orgánica de los otros países en vías de desarrollo que también buscan nuevas alternativas de mercado. (Gómez, et al, 1999).

La agricultura natural o biológica (orgánica) nos enseña a manejar y utilizar todas aquellas reservas vivas de la naturaleza. Es aquella agricultura que: sabiendo utilizar las características del suelo; sabiendo actuar sobre la siembra y plantaciones (con la selección de semillas, podas, etc.); ayudada por una fertilización natural; ayudada por unos riegos bien llevados; llevando una buena practica en los “cuidados culturales” como mejora temporal en los aspectos de:

Compresión del suelo, desagües, descostrados, binaduras, gradeos, recalces, escardas; haciendo asociación, alternancia y rotación de cultivos, que puede conseguir una defensa natural contra malas hierbas, plagas y enfermedades; para que todo ello culmine en una cosecha natural, sana y rentable. (Bellapart, 1988).

El desarrollo de la agricultura orgánica en México ha sido sorprendente. Surgida en la década de los ochenta en solo algunos lugares, en pocos años se ha extendido a muchos otros, multiplicando su superficie e incursionando cada vez mas en nuevos productos, constituyéndose en una opción económicamente viable para miles de productores, campesinos e indígenas, de escasos recursos. (Bellapart, 1988).

Importancia Económica

La producción orgánica representa ya un rubro sobresaliente de la economía nacional, gracias a que cubre mas de 54,000 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sostenible y a que genera al año mas de 70 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos (8.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos, principalmente para los pequeños productores. (Gómez, et al, 1999).

Productos Orgánicos

Actualmente se cultivan en México una cantidad de productos orgánicos diferentes, entre los que sobresalen el café, las hortalizas, plantas olorosas, hierbas y plantas medicinales, la manzana, el ajonjolí, el frijol y garbanzo, la vainilla, el maíz, así como otros productos como el cacahuate, jamaica, plátano, aguacate, mango, cacao, caña de azúcar, papaya, piña, litchi, zarzamora, limón, cereza, amaranto, coco y estropajo. También se produce miel de colmena, leche, crema, queso, miel de maguey, dulces, cárnicos, etc. (Gómez, et al, 1999). La información anterior se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Superficie de la agricultura orgánica por producto para 1996 y 1998 en México. (*)

Producto	1996 Superficie (Ha)	1998 Superficie (Ha)
Café	19,040	32,161
Hortalizas	2,387	4,391
Manzana	380	2,010
Ajonjolí	563	1,895
Frijol y garbanzo	n.d.♦	1,241
Vainilla	150	1,203
Maíz azul	n.d.	970
Cacahuete	15	740
Jamaica	230	540
Plátano	300	500
Aguacate	85	307
Mango	n.d.	284
Cacao	n.d.	252
Caña de azúcar	12	150
Papaya	15	73
Piña	60	73
Otros	36	7,666
Total	23,273	54,457

♦ Datos no disponibles

* Fuente: Trabajo de campo, Gómez, et al, 1999.

Importancia Social

El número de productores que se dedican a la agricultura orgánica en México ha crecido en forma espectacular de 13,000 a 28,000 (122%) entre 1996 y 1998. Los productores orgánicos pueden ser ubicados en dos grandes grupos: el sector social de pequeños productores y el sector privado de grandes productores. (Gómez, et al, 1999).

En México, el sector social agrupaba en 1996 al 97.5% del total de los productores orgánicos, a través de organizaciones campesinas e indígenas (Sociedades de Solidaridad Social, Sociedades de Responsabilidad Limitada e Ilimitada, Sociedades de Producción Rural, Uniones de Productores, etc.), las cuales cultivaban el 89% de la superficie orgánica nacional y generaban el 78% del total de divisas de este sector. Los datos muestran que algunos productores del sector social han encontrado una nueva alternativa de producción. (Gómez, et al, 1999).

El papel que juegan las organizaciones es relevante porque los pequeños productores pueden exportar su producción y pactar un mejor precio, además de lograr beneficios comunitarios que de otra manera les serán casi imposibles de obtener. Cabe destacar en esta forma de producción la presencia de los grupos más desprotegidos y pobres del sector rural del país, los indígenas principalmente. Los productores indígenas conformaban para 1996 el 53% de los productores orgánicos del país, mientras que el 44% eran campesinos de escasos recursos. (Gómez, et al, 1999).

La participación de los grandes productores del sector privado en la agricultura orgánica de México es reducida, pero tiende a incrementarse por los beneficios que es posible obtener. Para 1996 este sector representaba el 2.5% del total de productores, con el 11% de la superficie y el 22% de las divisas generadas. (Gómez, et al, 1999).

Generación de Empleo

La agricultura orgánica se considera un sistema de producción con una alta utilización de mano de obra, por lo que en México se ha convertido en una posibilidad real para reducir el desempleo en el sector agropecuario. En la actualidad ocupa, en promedio, 160 jornales por hectárea; ello significa que una hectárea de agricultura orgánica requiere para su cultivo mas fuerza de trabajo que otra de producción convencional. (Gómez, et al, 1999).

Ventajas de la producción orgánica

El productor que cultiva alimentos orgánicos adquiere una serie de ventajas, en comparación con la producción convencional, dependiente en gran medida de insumos contaminantes. Las ventajas son que el productor:

- Obtiene mayores precios por sus productos (entre 20 y 40% sobre los precios de los productos convencionales).
- Conserva y mejora sus recursos propios (suelo y agua).
- Produce alimentos sanos para el mercado, así como para el y su familia.
- Trabaja en un ambiente sano, sin peligro de intoxicaciones y de enfermedades causadas por agroquímicos.
- Mantiene un empleo bien remunerado, además de generar alternativas de trabajo para su comunidad.
- Promueve la producción sostenible y la conservación del medio ambiente en su región.
- En el caso de los productores organizados, la agricultura orgánica también contribuye a consolidar su organización de manera autogestiva, que les facilita el acceso a recursos e insumos y la comercialización de sus productos. (Gómez, et al, 1999).

Consideraciones Particulares

El desarrollo de la agricultura orgánica en México se ha presentado en forma vertiginosa desde mediados de la década de los 80, inicialmente impulsado por agentes externos, lo que a su vez ha contribuido a que sea una agricultura de exportación; de ahí que uno de los aspectos de mayor importancia, desde el punto de vista económico, es la generación de divisas (70 millones de dólares anuales), que supera ya en este campo a varios productos tradicionales de exportación. (Gómez, et al, 1999).

Afortunadamente, hasta ahora la agricultura orgánica mexicana se le reconoce como una nueva opción para los grupos más desprotegidos del país, los indígenas, ya que la mayor parte de productores vinculados con esta alternativa (53%) pertenecen a este grupo. (Gómez, et al, 1999).

Es necesario comentar que uno de los papeles centrales de las instituciones gubernamentales, educativas y de investigación es el de impulsar y mantener esa orientación de los procesos de producción orgánicos, para que así esta nueva agricultura continúe sirviendo a los intereses de los pequeños productores, principalmente. (Gómez, et al, 1999).

Objetivos de la Agricultura Orgánica

El camino agroecológico nos obliga a una reflexión y revaloración del manejo agrícola tradicional. Los beneficios que se derivan de las prácticas agroecológicas se concretan a través de la puesta en acción de una serie de tecnologías sencillas, de bajo costo y mínimo impacto ambiental. Estas premisas generales se expresan en objetivos concretos de carácter cultural, social y económico que guían la acción agroecológica hacia una dimensión ecopolítica. (Fundagrea, 2010).

Algunos de estos objetivos son los siguientes:

1. Producir alimentos y productos botánicos de alta calidad en suficiente cantidad.
2. Fomentar e intensificar los ciclos bióticos dentro del sistema agrícola que comprenden los microorganismos la flora y la fauna del suelo, las plantas y los animales.
3. Aprovechar racionalmente los recursos locales reduciendo al mínimo la dependencia de factores externos.
4. Operar en lo posible a la manera de un “sistema cerrado”, en lo que se refiere a la utilización de materia orgánica y nutrientes minerales para garantizar la sustentabilidad.
5. Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de las técnicas agrícolas.
6. Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno incluyendo la protección de los hábitats de plantas y animales silvestres.
7. Garantizar a nivel local la seguridad alimentaria y la salud de las familias agroproductoras.
8. Garantizar una gestión económica rentable e independiente de la unidad agroproductiva.
9. Generar fuentes de trabajo que incrementen la calidad de vida del medio rural.
10. Fomentar modelos alternos de organización entre productores y consumidores.
11. Incrementar los niveles de autosuficiencia alimentaria a escala regional.
12. Revalorar el conocimiento de la agricultura campesina e indígena a través del rescate de la agro-tecnología tradicional.
13. Conservar la biodiversidad del germoplasma autóctono, así como las variedades tradicionales de cultivos.

*Tomado de Guía Práctica de Huertos Orgánicos

Elaborado por Fundagrea

Fertilización

La técnica agronómica es simplificativa y determina una posterior reducción importante de la calidad. De hecho se sustituyen los complejos procesos bioquímicos vitales como suministros químicos elementales efectuados en dosis intensivas. (Cerisola, 1989).

Así se aporta al terreno y por lo tanto a las plantas, dos o tres elementos químicos, nitrógeno, fósforo y potasio, pretendiendo que estos nos aporten un alimento completo. Al terreno ya no se le suministra la sustancia orgánica necesaria para los procesos microbiológicos y biológicos esenciales. (Cerisola, 1989).

Es importante observar la diferencia entre fertilización y fertilidad. Puede haber mucho fertilizante en el suelo y ello no significa que las plantas crezcan adecuadamente. (Jeavons, 2002).

La fertilización no consiste simplemente en suministrar a las plantas los elementos nutritivos, sino que constituye una acción global que permite responder a una serie de necesidades. En efecto, la fertilización tiene como objetivos simultáneos mantener o mejorar la fertilidad del suelo y garantizar la nutrición de las plantas. Esto implica:

- Una buena gestión de las rotaciones, con plantas que tengan exigencias diferentes y en particular leguminosas que enriquezcan el suelo en nitrógeno.
- Un abonado orgánico de base, preferentemente obtenido en la misma granja.
- Aportes complementarios de elementos minerales naturales (autorizados por la reglamentación), sobre todo en los suelos con carencias. La intervención de los microorganismos los pone poco a poco a disposición de las plantas. (De Silguy, 1994)

El objetivo de la fertilización es mantener o aumentar la fertilidad de los suelos y su actividad biológica. Se trata de “nutrir el suelo para alimentar a la planta”, dándole primacía a la fertilización orgánica. Los seres vivos del suelo la transforman en humus y elementos minerales que las plantas absorben progresivamente, conforme a sus necesidades durante el crecimiento. (De Silguy, 1994).

Este tipo de abonado respeta más la fisiología de las plantas que la fertilización clásica a base de abonos minerales químicos, en la que se considera más el rendimiento y la cantidad de producción que su calidad. En efecto desde hace unos treinta años, la agricultura intensiva de los países occidentales ha tendido a confundir abonado y forzado del cultivo, dejando de lado la vida del suelo y limitando su capacidad para descomponer los elementos orgánicos. El cultivo de las plantas fuera de tiempo (forzado), que tiende exclusivamente a aumentar los rendimientos de las plantas, ha perturbado fuertemente sus ciclos naturales. (De Silguy, 1994)

La fertilización está estrechamente vinculada con el trabajo del suelo y la rotación de los cultivos. Algunas plantas dejan restos de elementos nutritivos, como las leguminosas que tienen la facilidad de fijar el nitrógeno del aire gracias a las bacterias simbióticas unidas a sus raíces. Los fertilizantes orgánicos, en particular el estiércol, no se mineralizan completamente el primer año. (De Silguy, 1994)

En los sistemas mixtos de policultura – ganadería, cuando las materias orgánicas disponibles en la granja se administran correctamente, la fertilización mineral complementaria es poco importante. Sin embargo, el nivel de fertilidad del suelo debe controlarse regularmente mediante los análisis de tierra y la ejecución de un balance de los elementos fertilizantes (importaciones, exportaciones, pérdidas). Conviene en particular vigilar las eventuales deficiencias en fósforo o potasio de algunas parcelas. (De Silguy, 1994)

El Humus

El humus es un producto de la transformación de las materias orgánicas presentes o incorporadas al suelo: raíces, pajas, estiércol, abonos verdes. Este forma, junto con la arcilla procedente de la transformación de la roca madre subyacente, el complejo arcillo-húmico estable que juega un papel esencial en la fertilidad de los suelos y en la nutrición de las plantas. (De Silguy, 1994).

El humus se constituye por los residuos vivos y muertos de los microorganismos. Al formarse el humus, incorpora nitrógeno en su estructura, lo que estabiliza este nutriente en el suelo, ya que los compuestos del humus son resistentes a la descomposición. Poco a poco los organismos del suelo transforman estos compuestos, sin embargo el nitrógeno y otros nutrientes esenciales quedan protegidos y no pueden disolverse o disiparse tan rápidamente. La materia orgánica contiene humus y otros restos del material descompuesto. (Jeavons, 2002).

En tierras cultivadas, el humus debe renovarse constantemente mediante el aporte de nuevas materias orgánicas, si no, el suelo se empobrece progresivamente. (De Silguy, 1994)

Un suelo rico en humus tiene una buena estabilidad estructural que limita considerablemente la erosión hídrica y eólica. El humus es particularmente necesario en los suelos frágiles debido a su granulometría (suelos limosos), por su topografía (terrenos con pendiente) o también en razón del tipo de cultivo (tierras en descanso, suelos descubiertos en invierno, viñedos y huertos de frutales). (De Silguy, 1994)

Por otro lado el humus mejora la capacidad de retención de agua, cosa muy preciada en periodos de sequía. También ejerce una función reguladora en la nutrición de las plantas pues su mineralización libera progresivamente los elementos que les son necesarios. (De Silguy, 1994)

El humus también actúa como un sitio de absorción e intercambio de nutrientes para las plantas en el suelo. La superficie de las partículas de humus tiene una carga eléctrica negativa; muchos de los nutrientes como el calcio, el sodio, el magnesio, el potasio y la mayoría de los micronutrientes tienen en cambio una carga positiva en la solución del suelo y por esto son atraídos y adheridos a la superficie del humus. Otros nutrientes como el fósforo, el azufre y las formas de nitrógeno aprovechables para las plantas no contienen una carga positiva. Por fortuna una buena parte de estos nutrientes son disponibles para las plantas gracias a las transformaciones biológicas que se presentan en la pila de composta y en el suelo. (Jeavons, 2002).

La fertilización orgánica tiende a aumentar el contenido en humus del suelo y su capacidad de retención de agua, a mejorar su estabilidad estructural, a facilitar el trabajo del suelo, a estimular su actividad biológica y a suministrarle la mayor parte de elementos nutritivos necesarios para los vegetales. (De Silguy, 1994)

La materia orgánica procede en gran parte de la incorporación de los residuos de anteriores cosechas, como son las raíces o las pajas de cereales, restos de prados, madera de poda, sarmientos de vid, etc., a menudo ricos en celulosa y pobres en materias proteicas. Se acelera su humificación aportando nitrógeno orgánico incorporado al suelo mediante una labor superficial. (De Silguy, 1994)

Origen del Abono Orgánico

El objetivo primordial de aplicar abonos al suelo es establecer el nivel apropiado y el equilibrio de nutrientes, lo que depende del tipo particular de suelo, las precipitaciones pluviales, al clima, la exposición solar, la altitud y capacidad de intercambio catiónico, es decir, una medición de la disponibilidad de nutrientes en un suelo determinado. El segundo objetivo consiste en mantener los nutrientes en el área de producción mediante el composteo adecuado y el reciclamiento de todos los residuos. Un tercer objetivo se refiere al uso de suficientes nutrientes, agua y composta en el área de cultivo. (Jeavons, 2002).

La principal fuente de materias orgánicas en una explotación de agricultura orgánica procede de la utilización racional de los residuos de la cosecha de los cultivos (raíces, paja, etc.) y de los excrementos animales. En un sistema de policultivo y ganadería, las praderas temporales constituyen el principal medio para mantener e incluso mejorar los niveles de materias orgánicas de los suelos a menor costo. (De Silguy, 1994)

Los estiércoles varían mucho en su contenido de nutrientes fertilizantes. La composición varía según el tipo, edad y condición de los animales, el tipo de alimentación utilizada, la edad y el grado de descomposición del estiércol, el contenido de humedad del estiércol; y la clase y cantidad cama mixta en el estiércol. Los estiércoles animales también proporcionan la mayor parte de los micronutrientes necesarios. (Stephens, 2003).

Otras materias de origen vegetal o animal, que proceden del exterior, también se pueden utilizar: malezas o hierbas, lodos de limpieza de zanjas, desechos de madera de aserraderos, guano, desechos de mataderos (sangre seca, harina de huesos o de cuerno, harina de plumas). (De Silguy, 1994)

Donde está disponible el estiércol de animales, es probablemente la mejor fuente de fertilizantes y materia orgánica para el productor orgánico. Para usar estiércol tiene que haber sido envejecido durante un mínimo de 30 días, o compostado. (Stephens, 2003).

En el comercio se encuentra una amplia gama de fertilizantes orgánicos. El recurrir a tales productos se ve limitado en general por su elevado precio pero también por temor a ser vehículo de contaminación. (De Silguy, 1994)

Es sobre todo en los sistemas de huerta o frutales sin ganado, que se compran materias orgánicas. Pero optar por estos fertilizantes orgánicos de apoyo a veces es difícil a falta de criterios precisos para evaluar sus cualidades y eficacia. Algunos de ellos son muy apropiados para unos cultivos y dan malos resultados con otros. (De Silguy, 1994)

La composta de granja es a menudo el fertilizante orgánico menos contaminado y el menos caro (respecto a la materia orgánica contenida en la materia seca). En cuanto al purín de vacuno, es adecuado para obtener altos rendimientos ya que presenta una fuerte concentración de nitrógeno mineral. Por el contrario, cuando se utiliza mal (aportes excesivos, ausencia de aireación), es poco favorable para la fertilidad de los suelos a largo plazo (deterioro de su estructura, disminución del número de lombrices y del contenido de humus). (De Silguy, 1994)

La demanda de abonos orgánicos se incrementa pero la disponibilidad del mismo por persona disminuye en todo el mundo. En poco tiempo no se podrá disponer de muchos abonos orgánicos a precios razonables. Al mismo tiempo se dispone cada vez menos de los materiales usados para producir abonos químicos. Los materiales para producir composta en contraste, son las plantas y suelo que pueden producirse de manera sustentable en un huerto sano; estos materiales composteables pueden producirse de manera indefinida si atendemos bien nuestros suelos y no los agotamos. De hecho el 96% de los nutrientes que las plantas necesitan para el proceso de crecimiento, lo obtienen usando la energía solar para procesar los elementos del suelo y del aire. El resto del trabajo lo hacen el suelo y la composta. (Jeavons, 2002).

Compostaje

El compostaje consiste en inducir una fermentación aerobia o anaerobia a una mezcla de materias orgánicas a fin de transformarlas en una masa homogénea de estructura grumosa, rica en humus y en microorganismos. Esta operación permite una reorganización del nitrógeno, del fósforo y del azufre: los elementos simples de las materias orgánicas sirven de nutrientes a los microorganismos o a los compuestos celulares. (De Silguy, 1994)

El composteo se presenta en la naturaleza por lo menos de tres formas:

1. Como estiércol, que son los alimentos animales y vegetales composteados en el interior del cuerpo del animal (incluyendo a las lombrices de tierra) y luego se procesan fuera del animal por el calor de la fermentación.
2. En la descomposición de los cuerpos de los animales y plantas sobre y dentro del suelo así como en las pilas de composta.
3. En la desintegración de las raíces, pelos radiculares y formas de vida microbiana que permanecen en el suelo después de la cosecha. (Jeavons, 2002).

Materiales Utilizables

En la medida de lo posible las materias vegetales y animales se mezclan para obtener una relación carbono/nitrógeno equilibrada. El estiércol de vacuno es el material ideal. El montón debe contener suficiente celulosa y lignina, esenciales en la elaboración del humus, pero también el nitrógeno indispensable para la actividad de los microorganismos. (De Silguy, 1994)

Los productos derivados de animales (estiércol y composta de los productos) aves y abonos animales están generalmente disponibles para los jardineros de hogar, ya sea como procesados, productos en bolsas de abono, o en algunos de primas. Por lo general, los estiércoles de animales que se alimentan de vegetación son preferibles a los que a partir de animales carnívoros, por razones sanitarias. (Stephens, 2009).

Los estiércoles tienen características muy diferentes según la especie animal y el tipo de estabulación. Así los purines de cerdos son ricos en nitrógeno y los vacunos lo son en potasio. (De Silguy, 1994)

La lombricomposta trabajada con camas de estiércol de bovino tiene la siguiente composición química:

pH 6.7; 1.76% de N; 2.18% de P; 0.30% de K; 3.72% de Ca; 6.34% de Mg; 2.62% de Fe; 0.075 de Mn; 0.0099% de Cu; 0.0298% de Zn y con un 41.9% de Materia Orgánica y Humedad al 69.9%. (Pérez, et al, 2008).

Los estiércoles animales varían mucho en su contenido de nutrientes fertilizantes, según el tipo, edad y condición de los animales; tipo de alimentación utilizada, la edad y la descomposición del estiércol y la basura que acompaña al estiércol. Algunos productos de estiércol son compostados o mixto ápice productos vegetales diversos para lograr una formulación preferida. (Stephens, 2009).

La gallinaza, que tiene alto contenido en nitrógeno, calcio y fósforo, intensifica la mineralización; a veces es lo que se recomienda para los cultivos de primavera de corto periodo de vegetación y muy exigentes en nitrógeno. (De Silguy, 1994)

La gallinaza utilizada en este experimento es procesada en Zuazua, Nuevo León y la composición química que tiene este tipo de gallinaza es:

3.43% de N; 3.25% de P; 2.7% de K; 1.56% de Mg; 0.36 de Na y diferentes cantidades de elementos menores. (García, 1994).

Los abonos de aves y otros animales, podrían utilizarse como la única fuente de fertilizante. Sin embargo, debido a su contenido de humedad (60 a 90%) y relativamente estrecha relación de carbono a nitrógeno, que son menos útiles para la creación de humus en el suelo que son los materiales residuales de las plantas. Por lo tanto, los estiércoles animales tienen un gran valor como fuente de nutrientes para los microorganismos en los montones de composta. (Stephens, 2009).

Ventajas de la composta

La composta tiene una doble función, por un lado mejora la estructura del suelo, esto significa que podrá trabajarse más fácilmente y tendrá una mejor aireación, una adecuada retención del agua y una mayor resistencia a la erosión. Por otro lado la

composta proporciona nutrientes para el crecimiento de las plantas y sus ácidos orgánicos hacen a los nutrientes más disponibles para las plantas. Cuando el contenido de materia orgánica es adecuado se reduce la lixiviación de los nutrientes. (Jeavons, 2002).

El compostaje es una técnica básica para aumentar el contenido de humus de los suelos. Además, la composta contiene enzimas, productos del metabolismo microbiano, que favorecen el equilibrio microbiológico del suelo y la resistencia de las plantas. (De Silguy, 1994)

El estiércol fermentado y repartido sobre una tierra agrícola deja mucho más humus que una masa equivalente del mismo estiércol aplicado aún fresco. Así, una materia orgánica transformada en humus a través del compostaje, nutre el suelo, lo regenera y puede constituir a la vez un “armazón” y una “alacena”. El compostaje también permite que los fosfatos naturales incorporados al montón permanezcan en gran medida en forma asimilable (formación de fosfatos orgánicos). (De Silguy, 1994)

En general, el compostaje mejora el valor fertilizante de las materias orgánicas y las sana (destruye los gérmenes patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas), lo que evita la contaminación de los campos. (De Silguy, 1994)

El compostaje juega un papel primordial en la mejora de la fertilidad de los suelos. Sin embargo, algunas prácticas tradicionales de esparcimiento de estiércol fresco en el otoño incorporado al suelo mediante una labor ligera son igualmente muy favorables para la actividad biológica y fertilidad de los suelos. (De Silguy, 1994)

Periodos y dosis de utilización

La composta puede esparcirse en cualquier periodo, mientras que las condiciones climáticas permitan en la parcela. Pero su acción óptima es cuando se utiliza en invierno, entre las labores y las siembras. Para evitar lixiviaciones, es conveniente abstenerse de esparcirlo antes de una fuerte lluvia o nevada. El esparcimiento con sol fuerte también se desaconseja dado que la desecación destruye las bacterias.

Una composta puede perder más de la mitad de su valor fertilizante si sufre demasiado los efectos del sol. En periodo seco, es aconsejable repartir la composta desde la caída de la tarde e incorporarlo a continuación. (De Silguy, 1994)

La composta madura (6 a 12 meses) es especialmente interesante para la horticultura dado que se puede emplear para todo tipo de cultivos y pone los elementos fertilizantes progresivamente a disposición. En general, es más apropiado que las compostas jóvenes (menos de 3 meses) demasiado ricas en elementos minerales directamente asimilables, lo que entraña el riesgo de una absorción excesiva de nitratos. Sin embargo, el tomate, la patata y las cucurbitáceas toleran compostas jóvenes. (De Silguy, 1994)

Podemos darnos cuenta de que la composta esta lista cuando tiene una apariencia oscura, sana y se deshace en las manos; la textura debe ser uniforme, sin que pueda identificarse el origen de los materiales. La composta madura incluso tiene un olor agradable, como a tierra de bosque. (Jeavons, 2002).

Cultivo de la lechuga

Origen, generalidades y usos

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede del Cercano Oriente, más específicamente de la India, con todo hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, aunque existe un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola L.*, que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas. (Maroto et. al., 2000).

Existen testimonios escritos de que el cultivo de la lechuga se llevaba a cabo en Europa desde hace unos 2.500 años. Griegos y romanos ya conocían diferentes variedades, así como diversas técnicas de cultivo. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta (éstas podrían ser las más próximas a la forma ancestral), aunque las acogolladas eran conocidas en Europa desde el siglo XVI.

La lechuga es considerada como una planta de propiedades tranquilizantes, aunque también es conocida por algunas otras propiedades, tales como diurético, para facilitar la digestión, disminuir el colesterol, etc. (www.botanical-online.com, 2010).

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, pero tiene un alto contenido de vitaminas, por lo que es un ingrediente indispensable y muy apreciado si se quiere llevar una dieta saludable. (Maroto et. al., 2000).

Los componentes químicos presentes en la lechuga son:

- Ácidos: alfa-linolénico, ascórbico, aspártico, cítrico, glutámico, linoleico, oleico, málico, oxálico, palmítico, esteárico.
- Betacaroteno
- Fibra
- Pectinas
- Lactucina
- Vitaminas: A, C, E, B1, B2, B3.
- Aminoácidos: Alanina, cistina, histidina, glicina, isoleucina, leucina, lisina, serina, tirosina, valina
- Minerales: Potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre, hierro, aluminio, cobre, cobalto, silicio, selenio, circonio, itrio, estroncio. (www.botanical-online.com, 2010).

En el siguiente cuadro se presenta la composición nutricional de la lechuga:

Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3

Fuente: www.infoagro.com. 2010

Taxonomía y morfología

La lechuga es una planta anual de la familia Asteraceae (compuestas), de nombre botánico *Lactuca sativa* L. Su raíz es corta y con ramificaciones, no llegan a sobrepasar los 25 cm. de profundidad. El tallo es corto cilíndrico y ramificado. Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos se mantienen desplegadas en todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se recogen formando cogollos más tarde. El borde de las hojas puede ser liso, ondulado o aserrado. (felixmaocho.wordpress.com, 2010).

En estado vegetativo avanzado, el cogollo, o en su caso, el manojito central de hojas, se abre para dar paso a un tallo cilíndrico y ramificado portador de hojas, así como de capítulos florales amarillentos en racimos o corimbos. La lechuga es una planta autógama cuyas “semillas”, que en realidad son frutos en forma de aquenios típicos, están provistas de un vilano plumoso. (Maroto et. al., 2000).

Material vegetal

Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos:

- **Romanas** (*Lactuca sativa* var. *longifolia*)
No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho. (Maroto et. al., 2000).
- **Acogolladas** (*Lactuca sativa* var. *capitata*)
Estas lechugas forman una cabeza o cogollo apretado de hojas.
- **De hojas sueltas** (*Lactuca sativa* var. *inybacea*)
Son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas.
- **Lechuga espárrago** (*Lactuca sativa* var. *augustana*)
Son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultiva principalmente en China y la India.

La lechuga orejona queda englobada dentro de la variedad botánica *L. sativa* var. *longifolia* Lam., son lechugas que no forman un verdadero cogollo, la hoja es de forma aovada u oblonga, con bordes enteros y nervio central muy ancho (Maroto, 1995).

Requerimientos ambientales

Temperatura.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18 °C por el día y 5-8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3-5 °C por la noche. (www.infoagro.com, 2010)

Un accidente frecuente en el cultivo de las lechugas es la subida a flor prematura también llamada bolting. Thompson y Kelly (1957) indican, refiriéndose a unas experiencias de Thompson y Knott publicadas en 1933, que es la acción de las altas temperaturas el factor más importante que influye en este accidente. En cultivo otoñal de lechugas, estas pueden florecer en los periodos frescos del principio del otoño, si han sufrido la acción de altas temperaturas en fases tempranas de su desarrollo. (Maroto et. al., 2000).

Este cultivo tiene menor tolerancia a las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. (www.infoagro.com, 2010)

Humedad relativa.

El sistema radical 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, aunque éste sea muy breve. (www.infoagro.com, 2010)

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos tolera 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. (www.infoagro.com, 2010)

Suelo

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. (www.infoagro.com, 2010)

Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. (www.infoagro.com, 2010)

Dependiendo de la época del año, el cultivo se desarrolla de una mejor manera dependiendo del suelo en el que se establezca, así tenemos que:

- En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas.
- En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos.
- En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido. (www.infoagro.com, 2010)

Manejo del cultivo

Almácigo

La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta en cepellón obtenida en almácigo. Se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 cavidades, sembrando en cada cavidad una semilla a 5 mm de profundidad. Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm., desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas. (www.infoagro.com, 2010)

Preparación del terreno

En primer lugar se procederá a la nivelación del terreno, especialmente en el caso de zonas encharcadizas, posteriormente se procederá al surcado y por último la acaballonadota que formará varios bancos para marcar la ubicación de las plantas así como realizar pequeños surcos donde alojar la tubería portagotos. (www.infoagro.com, 2010)

Se recomienda cultivar lechuga después de leguminosas, cereal o barbecho, no deben cultivarse como precedentes crucíferas o compuestas, manteniendo las parcelas libre de malas hierbas y restos del cultivo anterior. No deberán utilizarse el mismo terreno para más de dos ciclos con dos cultivos a lo largo de cuatro años, salvo que se realice una sola plantación por ciclo, alternando el resto del año con barbecho, cereales o leguminosas. (www.infoagro.com, 2010)

La desinfección química del suelo no es recomendable, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto y muy sensible a productos químicos, pero si se recomienda utilizar la solarización en verano. (www.infoagro.com, 2010)

Se recomienda el acolchado durante los meses invernales empleando láminas de polietileno negro o transparente. Además también se emplean en las lechugas de pequeño tamaño y las que no forman cogollos cuyas hojas permanecen muy abiertas, para evitar que se ensucien de tierra procedentes del agua de lluvia. (www.infoagro.com, 2010)

Plantación

La plantación se realiza en caballones o en banquetas a una altura de 25 cm. para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos. (www.infoagro.com, 2010)

La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del cepellón quede a nivel del suelo, para evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces. (www.infoagro.com, 2010)

Riego

El mejor sistema de riego, que actualmente se está utilizando para el cultivo de la lechuga es el riego con cintillas de goteo cuando el cultivo se realiza al aire libre. (www.infoagro.com, 2010)

Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20%.(www.infoagro.com, 2010)

Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo. (www.infoagro.com, 2010)

Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas agarren bien. (www.infoagro.com, 2010)

Abonado

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas se deben de suspender al menos una semana antes de la recolección. (www.infoagro.com, 2010).

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores. (www.infoagro.com, 2010)

La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia. (www.infoagro.com, 2010)

Sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado, con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos. (www.infoagro.com, 2010)

También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias. (www.infoagro.com, 2010)

Malas hierbas

Siempre que las malas hierbas estén presentes será necesaria su eliminación, pues este cultivo no admite competencia con ellas. Este control debe realizarse de manera integrada, procurando minimizar el impacto ambiental de las operaciones de escarda. (www.infoagro.com, 2010)

La presencia de malas hierbas durante el periodo próximo a la recolección, pueden sofocar a la lechuga, creando un ambiente propicio al desarrollo de enfermedades. Además las virosis se pueden ver favorecidas por la presencia de algunas malas hierbas. (www.infoagro.com, 2010)

Recolección

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobremadura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobremaduras y también tienen menos problemas en postcosecha. (www.infoagro.com, 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el rancho San Francisco el cual se encuentra ubicado sobre la carretera a San Antonio de las Alazanas, en la ladera Norte de la Sierra de Arteaga, a una altitud de 2,100 msnm y a una distancia aproximada de 35 km de la cabecera municipal de Arteaga, Coahuila. Dicho trabajo se realizó en el periodo comprendido entre los meses de mayo a octubre de 2009, siendo en este ultimo mes en el que se obtuvieron los resultados de la investigación.

Características del sitio experimental

El predio se compone de 16 hectáreas destinadas a la producción de hortalizas orgánicas, el cual presenta un suelo de tipo Feozem y se puede identificar porque su capa superficial es suave y rica en materia orgánica y nutrimentos. Los cultivos cuentan con sistema de riego por goteo.

Manejo del cultivo

Establecimiento del cultivo

Las semillas se pusieron a germinar en condiciones de invernadero, dentro del cual pasan el primer mes, después de este tiempo las plántulas están listas para ser trasplantadas a campo abierto. El trasplante se hace manualmente con un marco de siembra a tresbolillo y con una distancia de 30 cm entre plantas.

Fertilización

Se hicieron aplicaciones de fertilización orgánica utilizando los siguientes mejoradores de suelo: lombricomposta y composta a base de gallinaza; éstas se aplicaron haciendo mezclas basadas en investigaciones realizadas anteriormente en el mismo lugar. Las mezclas utilizadas en esta investigación se presentan a continuación y se les da el nombre de tratamientos para facilitar su manejo:

Cuadro 3. Mezclas de las compostas divididas por Tratamientos.

Tratamientos	Lombricomposta	Gallinaza
T1	2 ton/ha	3 ton/ha
T2	Concentración doble 4 ton/ha	3 ton/ha
T3	2 ton/ha	Concentración doble 6 ton/ha

Riego

Para este cultivo se utiliza un sistema de riego por goteo (cintilla), con una frecuencia de 4 días entre riegos.

Diseño Experimental

Para realizar el análisis estadístico se utilizó un experimento factorial, los datos se trabajaron con el paquete estadístico R 2.10.1.

Los experimentos factoriales son aquellos en que se estudian simultáneamente dos o más factores y se diferencian de los experimentos simples en que estos solamente estudian un factor. Los experimentos factoriales no constituyen en si un diseño experimental, mas bien se deben realizar en cualquiera de los diseños experimentales. (Padrón, 2003).

La información que se obtiene de los experimentos factoriales es amplia debido a que permite comparar los niveles de cada factor entre si y además evaluar las interacciones que resultan de la combinación de los factores. (Padrón, 2003).

Dentro del experimento factorial, aparte de las mezclas de las compostas, se tomaron también en cuenta las fechas de trasplante de las lechugas, esto con el fin de comprobar si dichas fechas influyen en la producción del cultivo. Las fechas de trasplante son 2 y se presentan a continuación:

- Fecha 1: Sábado 23 de Mayo de 2009
- Fecha 2: Viernes 19 de Junio de 2009

Variables a considerar

Para conocer los resultados de la aplicación de mejoradores de suelo en cuanto al rendimiento de los cultivos se tuvieron como referencia algunas variables de respuesta para, después de haber tomado los datos, poder hacer una evaluación de estos cultivos. Se tiene un modelo diferente para cada variable para de esta manera poder conocer las interacciones que se dieron entre los tratamientos y las fechas por cada una de estas. Las variables de respuesta que se evaluaron son:

- Peso (gr.)
- Diámetro Ecuatorial (cm.)
- Altura (cm.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Estadístico

Análisis Descriptivo

La información obtenida en relación al cultivo de la lechuga orejona realizado en el Rancho San Francisco de Arteaga, Coahuila, se analizó mediante un diseño factorial, en el cual se evaluaron 3 Tratamientos correspondientes a mezclas de mejoradores de suelo (compostas) aplicados al cultivo de lechuga orejona en dos diferentes fechas de trasplante (apéndice 2), para poder determinar cual mezcla de compostas es la que ofrece mejores resultados en las diferentes fechas de trasplante.

Interacciones entre las Variables de Respuesta

Cuando en un experimento intervienen diferentes factores de variación y uno de ellos influye sobre los efectos del otro, se dice que existe interacción entre ambos. Es indispensable tener en cuenta esta interacción pues da lugar a una variación distinta para cada factor, de la que hubiera producido actuando por si solo. Esto quiere decir que a la variación ocasionada por los dos factores de variación considerados, actuando independientemente, se suma una nueva variabilidad, debida a la influencia de uno de los factores sobre el otro. (De La Loma, 1982).

Cuadro 4. Interacciones entre las variables de respuesta.

	Peso	D..Ecuatorial	Altura
Peso	1.0000000	0.4734671	0.2637215
D..Ecuatorial	0.4734671	1.0000000	0.4485252
Altura	0.2637215	0.4485252	1.0000000

En el cuadro 3 se puede ver que existe interacción entre las variables de respuesta Peso, Diámetro Ecuatorial y Altura, lo que nos dice que según el comportamiento de alguna de ellas pueden verse afectadas las otras, es decir las fechas de trasplante.

Las interacciones nos sirven para saber que tanto dependen las variables entre ellas y la relación que tiene cada variable en las diferentes fechas de trasplante. Mas adelante podremos observar estas interacciones por medio de gráficas. A continuación se describe de manera general lo referente a las interacciones que se presentaron en este experimento.

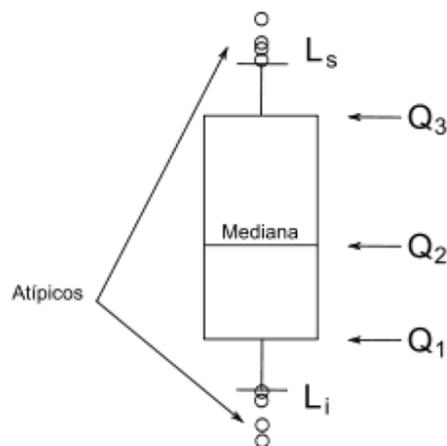
Cuando se estudian dos o más factores simultáneamente, los experimentos factoriales tienen la ventaja de evaluar la contribución debida a la acción conjunta de los factores en estudio (interacción), lo que no sucede en experimentos simples en los cuales se estudia un mismo factor. (Padrón, 2003).

La interacción se define como la ausencia de paralelismo en el comportamiento de los factores. Esto indica que al no haber interacción, los comportamientos deben ser paralelos. Para entender las interacciones y el comportamiento de los factores, es necesario graficar la variable de estudio, respecto a los tratamientos relativos a una interacción dada. (Padrón, 2003).

Al realizar un experimento factorial, usualmente no se interpretan a fondo las interacciones por medio de un modelo sencillo. Dichas interacciones se pueden generar para saber que ocurre cuando existen y con ellas lograr una mejor interpretación. (Padrón, 2003).

En este Análisis Descriptivo se muestran gráficamente los comportamientos de los tratamientos en las diferentes fechas de trasplante. Para este Análisis se utilizan las gráficas de las interacciones que existen entre los tratamientos en cada fecha, así como las gráficas de cajas para conocer la distribución que presenta cada una de las variables de respuesta que son Peso, Diámetro Ecuatorial y Altura.

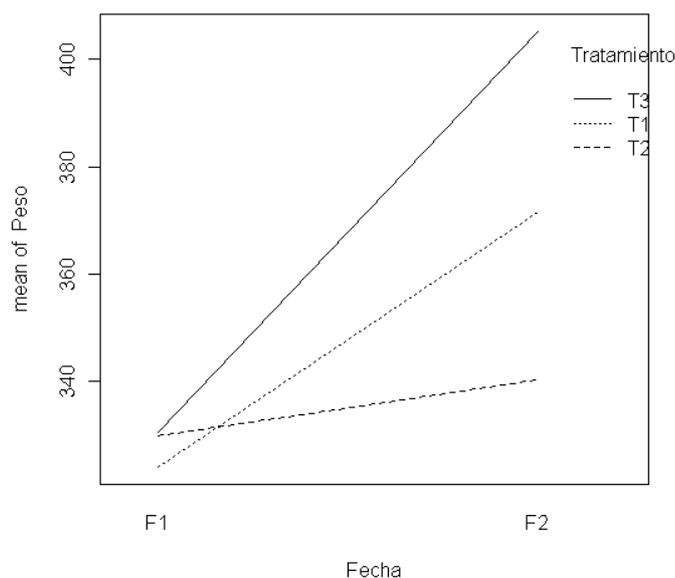
Como ya se mencionó para el análisis se utilizan gráficas de cajas, en estas se suministra información sobre los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, y sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución. Éste tipo de gráficas se utiliza para proporcionar una visión general de la simetría de la distribución de los datos; si la mediana no está en el centro del rectángulo, la distribución no es simétrica, como lo muestra la Gráfica 1.



Gráfica 1. Ejemplo de una Gráfica de Cajas.

Variable de respuesta Peso de la Lechuga Orejona

Se comenzará analizando la gráfica de interacción para la variable peso, para ver el comportamiento de cada tratamiento (marcados como T1, T2 y T3) en cada una de las fechas (F1 y F2).



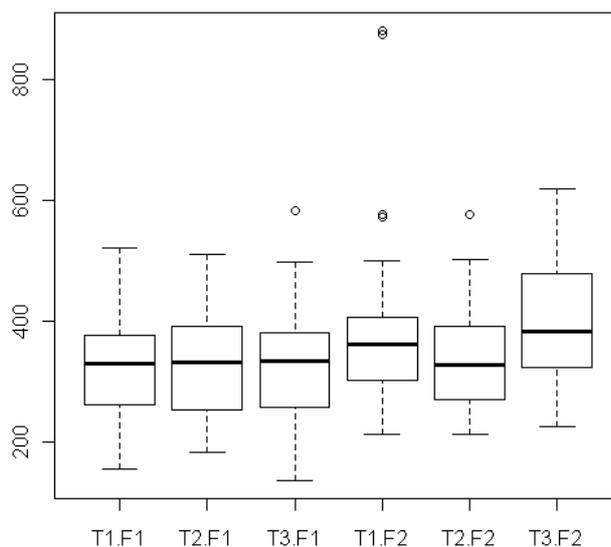
Gráfica 2. Representación de interacción de la variable peso.

En la gráfica 2 se observan las diferencias que presentan los tratamientos para cada una de las fechas de trasplante en relación al peso de las muestras.

El tratamiento 2 tiene una diferencia mínima de peso (alrededor de 10 grs.) en relación con el tiempo lo que nos dice que la fecha de trasplante no influye en esta variable para este tratamiento (gráfica 2).

El tratamiento 1 en la fecha 1 (F1) presenta el menor peso, aunque éste, al igual que el tratamiento 3, presentaron una marcada diferencia en el peso de la fecha 2 (F2), ya que tienen resultados muy elevados de por lo menos 45 grs. de diferencia en relación a la fecha 1. De esta manera se asume que para estos tratamientos la fecha de trasplante sí tiene influencia, ya que se puede observar la tendencia al incremento de peso en la fecha 2.

Continuando con la variable de peso, en la gráfica 3 vemos las distribuciones de los tratamientos en las diferentes fechas de trasplante.



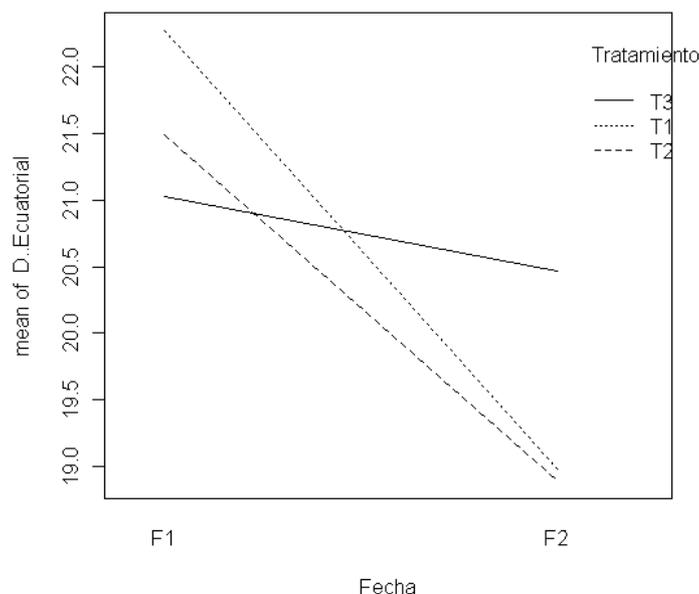
Gráfica 3. Gráfica de cajas para la variable peso de la lechuga orejona.

En la fecha 1 (F1) correspondiente al 23 de Mayo las medianas de los tratamientos son muy similares, aunque los extremos de las gráficas nos muestran diferencias en la distribución de cada tratamiento siendo el tratamiento 2 el que presenta la distribución menos dispersa, ya que existe mayor uniformidad en peso. El tratamiento 3 presentó un dato muy elevado, este dato está marcado fuera de la gráfica por un pequeño círculo por encima del extremo de la caja, a estos datos tan elevados se les llama valores atípicos.

El 19 de Junio es la fecha 2 (F2) y en ésta se presentan medianas muy diferentes en sus tratamientos siendo el tratamiento 3 el que muestra la mediana más elevada, debido al efecto de las mezclas de compostas existe mucha dispersión en los datos en comparación con los tratamientos 1 y 2 que tienen una menor dispersión a pesar de que ambos presentan valores atípicos (gráfica 3).

Variable de Respuesta Diámetro Ecuatorial de la Lechuga Orejona

Aquí se presenta la gráfica de interacción para la variable diámetro ecuatorial.

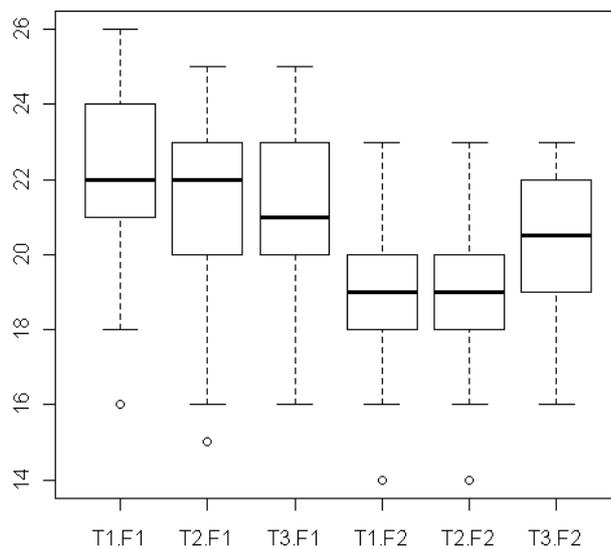


Gráfica 4. Representación de interacción de la variable diámetro ecuatorial.

La gráfica 4 nos muestra que el tratamiento 3 es el que tiene un comportamiento más estable entre fechas de trasplante ya que, aunque tiende a tener un diámetro menor en la fecha 2 (F2), la diferencia es mínima, de aproximadamente de 0.5 cm. De esta manera se puede decir que el tratamiento 3 presenta una mayor similitud siendo de alrededor de 20.5 cm, lo cual es conveniente para el cultivo de la lechuga ya que es una de las características deseadas para este cultivo.

Los tratamientos 1 y 3 también tienen una tendencia a disminuir su diámetro para la fecha 2. En el caso del tratamiento 3 la diferencia es muy marcada ya que de tener más de 22 cm de diámetro en la fecha 1 (F1), llega a tener cerca de los 19 cm para la segunda fecha lo que muestra que existe diferencia entre las fechas. En cuanto al tratamiento 1 la diferencia es menor de 22 a 19 cm. Para estos tratamientos las fechas de trasplante tienen una marcada influencia en cuanto al diámetro ecuatorial.

En la Gráfica 5 se muestran los datos de la variable Diámetro Ecuatorial.



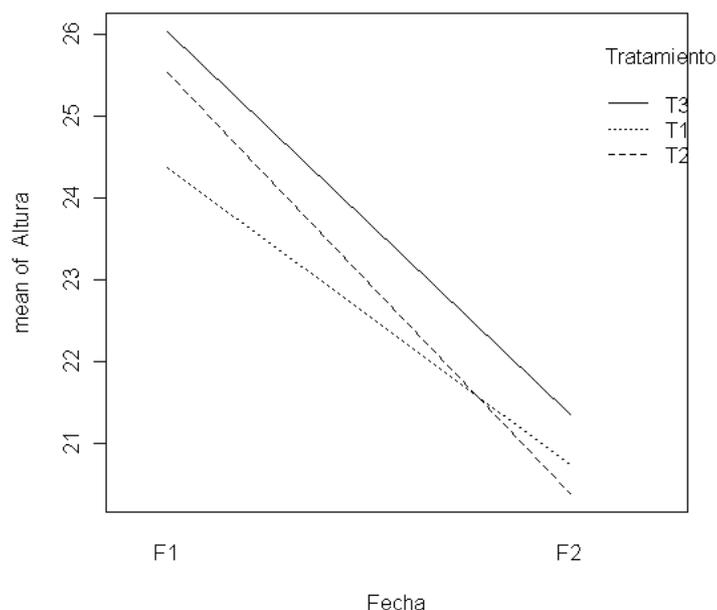
Gráfica 5. Gráfica de cajas para la variable diámetro ecuatorial de la lechuga orejona.

En la gráfica 5 se observa que para la fecha 1 (F1) del 23 de Mayo los tratamientos 1 y 2 presentan medianas muy parecidas de 22 cm cada una aunque existe menos dispersión en la distribución general en el tratamiento 1 aún presentando un valor atípico. Los tratamientos 2 y 3 tienen distribuciones similares de 22 cm y 20.8 cm respectivamente. El tratamiento 2 tiene un valor atípico más extremo que el tratamiento 1 y el tratamiento 3 muestra una mediana inferior a los otros dos tratamientos.

En la fecha 2 (F2) del 19 de Junio los tratamientos 1 y 2 tienen una distribución similar y las medianas son iguales, presentando ambos tratamientos valores atípicos similares. El tratamiento 3 muestra una concentración de datos entre los 19 y los 21 cm, teniendo una mediana mayor que los otros tratamientos aunque los extremos son muy similares en todos los tratamientos.

Variable de Respuesta Altura de la Lechuga Orejona

Enseguida se representa la gráfica de interacciones (gráfica 6) de la última variable de respuesta de la lechuga orejona utilizada en este análisis; esta es la altura.

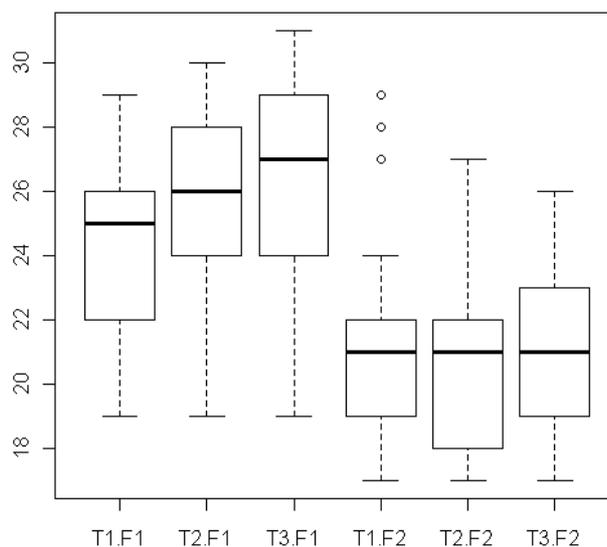


Gráfica 6. Representación de interacciones para la variable altura.

La gráfica 6 nos muestra que los 3 tratamientos tienen tendencia a presentar una altura menor en la fecha 2. El tratamiento 2 es el que presenta la diferencia más elevada ya que entre las fechas 1 y 2 existen casi 6 cm de diferencia.

El tratamiento 1 tiene una diferencia de alrededor de 3.5 cm siendo el que presenta la diferencia mínima entre fechas de trasplante. El tratamiento 3 muestra la altura más elevada para las dos fechas, aunque entre la altura hay diferencia de poco más de 4.5 cm. Para esta variable los 3 tratamientos muestran influencia de la fecha de trasplante, ya que en la gráfica 6 se nota la tendencia a la disminución de la altura con todos los tratamientos en la Fecha 2, quizá por las diferencias en cuanto a condiciones climáticas que se presentan en las diferentes fechas en las que fueron trasplantadas las lechugas.

Por último se analizarán los datos de la variable de respuesta altura por medio de una gráfica de cajas



Gráfica 7. Gráfica de cajas para la variable altura de la lechuga orejona.

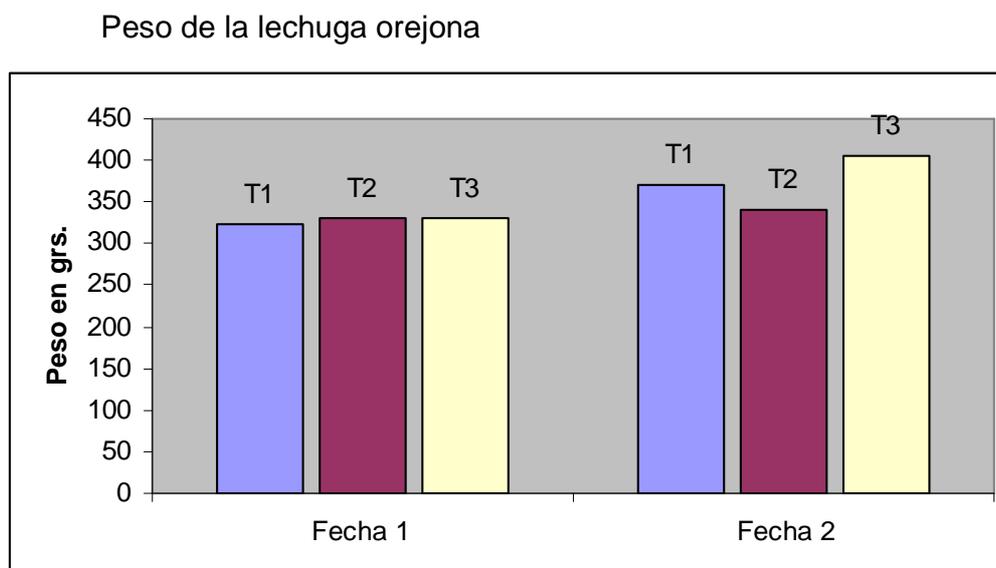
En la grafica 7 se puede ver que existe mucha diferencia en el comportamiento de la altura en las dos fechas diferentes. En la fecha 1 (F1) del 23 de Mayo el tratamiento 1 tiene una distribución más compacta y la mediana más baja de los tres tratamientos, seguido por el tratamiento 2 y por último el tratamiento 3 con la distribución más dispersa y la mediana mas elevada.

El Tratamiento 1 en la Fecha 2 (F2) del 19 de Junio es el que tiene la distribución menos dispersa aunque presenta 3 valores atípicos, lo que nos indica que tiene poca uniformidad. El Tratamiento 2 tiene una distribución muy dispersa, siendo el Tratamiento 3 el que presenta la mejor distribución. Los tres tratamientos tienen una mediana muy similar, por lo que convendría tomar una decisión de fertilización en base al tratamiento que presenta la mejor distribución (gráfica 7).

Análisis Formal

A continuación se presentan los resultados obtenidos de esta investigación respecto a las variables estudiadas (peso, diámetro ecuatorial y altura), considerando las aplicaciones de diferentes dosis de compostas y con diferencias en las fechas de trasplante para el cultivo de la lechuga orejona.

Los datos se muestran primero gráficamente para poder observar las medias de los tratamientos por fecha y posteriormente se presentan los cuadros de medias así como el análisis de varianza.



Gráfica 8. Gráfica de barras (con medias) para la variable Peso de la lechuga orejona.

Cuadro 5. Medias de la variable peso en gramos, de la lechuga orejona

Fechas	Tratamientos		
	T1	T2	T3
F1 23 – Mayo - 2009	324.1	329.9	330.9
F2 19 – Junio - 2009	371.5	340.2	405.1

En la Gráfica 8 se muestra para ambas fechas una media más alta en el tratamiento 3. Para la fecha 1 (F1) del 23 de Mayo las diferencias entre tratamientos son mínimas, ya que entre el valor más alto y el más bajo solo hay 6.8 grs. de diferencia, siendo el tratamiento 3 el que tuvo el mayor peso con 330.9 grs y el tratamiento 1 fue el que presentó el menor peso con 324.1 grs.

En cuanto a la fecha 2 (F2) del 19 de Junio el tratamiento 3 muestra el resultado más alto con 405.1 gramos, seguido por el tratamiento 1, en el se presentaron un par de datos con pesos muy elevados (por arriba de los 800 gr), lo que hizo que su media se elevara considerablemente. El que se presenten pesos tan altas para este tratamiento nos indica que existe mucha dispersión entre los datos, lo que no es muy benéfico para la producción de este cultivo ya que se preferiría una mayor uniformidad.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para la variable Peso de la lechuga orejona

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	2	0.4710	0.23550	3.1545	0.04409	*
Fecha	1	1.2466	1.24663	16.6987	5.643e-05	***
Tratamiento:Fecha	2	0.4064	0.20318	2.7216	0.06741	.
Residuales	297	22.1722	0.07465			

Códigos de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

C.V. 0.04686207

El análisis de varianza nos muestra que existen diferencias significativas (*) en cuanto al peso entre los tratamientos (cuadro 5).

En el Cuadro 5 la fecha presenta diferencias altamente significativas (***), lo cual puede observarse también en la gráfica 8. La interacción entre los tratamientos y las fechas no es significativa (.) lo que nos muestra que con las aplicaciones de las compostas en diferentes fechas no se obtienen resultados muy distintos.

Ullé (2007), por medio del INTA San Pedro (en Buenos Aires) ha realizado ensayos desde 2003 con el fin de determinar los efectos de lombricompuesto elaborado con distintos tipos de residuos, en un lote dedicado al cultivo de lechuga de la variedad Marianella. Los materiales utilizados son: estiércol bovino de tambo y porcino de lechones, cama de equinos y de pollos parrilleros y residuo de grano de cereales.

El lombricompuesto de aves, en dos períodos (2003-2004), cuantitativamente difirió a favor, en el peso medio de plantas del resto de los tratamientos, pero presentó menores valores de nitratos y conductividad eléctrica en el sustrato ($P = 0.05$). (Ullé, 2007).

Los resultados obtenidos por Ullé (2007), tienen un cierto grado de concordancia con los resultados que se presentaron en este experimento, ya que el peso de las plantas con las compostas a base de cama de pollo o gallinaza, dieron los resultados con mayor peso.

A pesar de que en la fecha 1 la diferencia es mínima entre los tratamientos 2 y 3 este último es el más pesado por 1 g de diferencia. Para la fecha 2 las diferencias entre los tratamientos si son notorias ya que entre el tratamiento 3 que fue el que tuvo el mayor peso y el tratamiento 1 que fue el que lo sigue existen 33.6 g de diferencia en peso.

Daubenmire (1982) menciona que en lo que respecta a la temperatura y a las precipitaciones, los datos mensuales por lo menos los estacionales, deben separarse, porque las estaciones tienen diferente significado fisiológico y es muy importante el momento en que hay más calor. En la primavera, el nuevo crecimiento constituye la función predominante, pero durante el verano el almacenamiento de reservas alimenticias se convierte en el principal proceso vegetativo.

Aunque para este experimento las diferencias en las temperaturas de las dos fechas fueron mínimas (cuadro 7), las fechas presentan diferencia significativa, esto pudiera deberse a la precipitación que entre las dos fechas varía por 13.4 mm, lo que tal vez provocaría efectos sobre la absorción de los nutrientes bajo estas condiciones. El cuadro que se presenta a continuación es una condensación de los datos totales de ambas fechas, estos datos los podemos ver en el apéndice 1 para tener la información de forma más amplia.

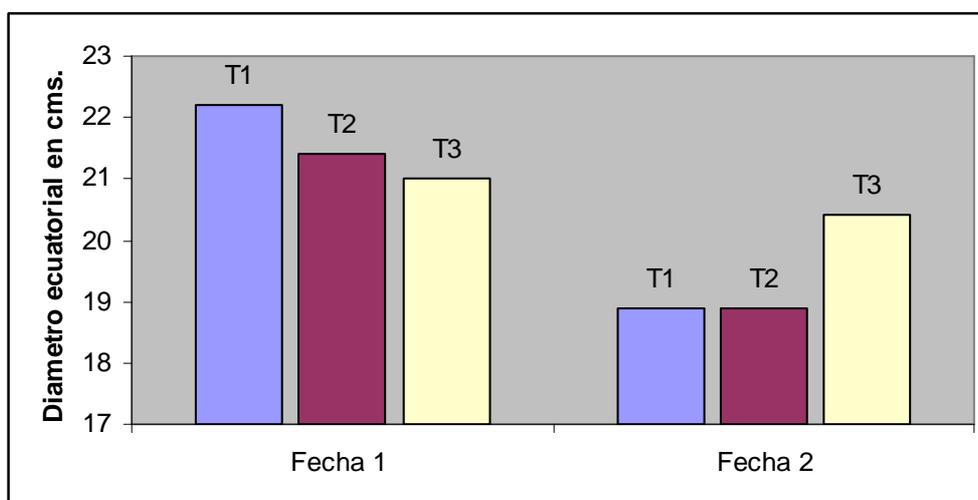
Cuadro 7. Precipitación, temperaturas y otros factores climáticos de los dos periodos de desarrollo del cultivo de lechuga en base a las fechas de trasplante y cosecha.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	HR	ET	EP
Fecha 1	90.2	26.967	11.280	18.423	54.877	300.7	248.36
Fecha 2	103.6	27.137	11.486	18.390	57.726	326.4	270

Sobre los efectos que se presentan, Stoffella y Kahn (2005), mencionan que la mineralización del nitrógeno de los compostas se ve afectada por los mismos factores que influyen sobre la mineralización del nitrógeno orgánico en los suelos, es decir, la humedad y la temperatura. De forma que, cuando el contenido en materia orgánica aumenta con las aplicaciones de composta, la disponibilidad de la humedad también aumenta, haciendo que las condiciones de mineralización sean mejores, y de esta forma, la mineralización de nitrógeno aumentará en el suelo enmendado con composta, lo que se traduce en una mejor producción de los cultivos al poder aprovechar la disponibilidad de este elemento.

Diámetro ecuatorial de la lechuga orejona

En la Gráfica 9 se notan marcadas diferencias del comportamiento de los tratamientos en las distintas fechas, siendo los datos de la fecha 1 (F1) del 23 de mayo los resultados más altos para el diámetro ecuatorial de las plantas de más de 21 cm en todos sus tratamientos.



Gráfica 9. Gráfica de barras para la variable diámetro ecuatorial de la lechuga orejona

Cuadro 8. Medias de la variable diámetro ecuatorial en cm, de la lechuga orejona.

Fechas	Tratamientos		
	T1	T2	T3
F1 23 – Mayo - 2009	22.2	21.4	21.0
F2 19 – Junio - 2009	18.9	18.9	20.4

Para la fecha 1 del 23 de mayo el diámetro ecuatorial más ancho lo tiene el tratamiento 1 con 22.2 cm seguido del tratamiento 2 con 21.4 cm y por último el tratamiento 3 con 21 cm (gráfica 9).

En cuanto a la Fecha (F2) del 19 de junio el más elevado es el tratamiento 3 con 20.4 cm seguido de los tratamientos 1 y 2 que tuvieron el mismo diámetro de 18.9 cm (gráfica 9).

En el análisis de varianza (Cuadro 9) se puede ver que los tratamientos presentan diferencias significativas (*) ya que existen alrededor de 2 cm entre los tratamientos lo que hace que estadísticamente sean diferentes.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de la lechuga orejona

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	2	27.85	13.92	3.5029	0.03136	*
Fecha	1	335.72	335.72	84.4578	< 2.2e-16	***
Tratamiento:Fecha	2	97.79	48.90	12.3007	7.372e-06	***
Residuales	297	1180.58	3.98			

Códigos de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

C.V. 0.09811691

Las fechas así como la interacción de los tratamientos con las fechas presentan diferencias altamente significativas (***). En la gráfica 9 se observa que los resultados de la fecha del 23 de mayo presentan un diámetro mayor que los de la fecha del 19 de junio. Esto también puede verse en la interacción, ya que los tratamientos presentan resultados muy diferentes en las diferentes fechas.

El tratamiento 3 fue el que presentó menor variabilidad de respuesta en cuanto a las fechas, lo que se traduce en una mayor uniformidad de las plantas aún cultivándose en diferentes fechas y con diferentes condiciones climáticas.

Rotondo (2009) al realizar pruebas en cultivos hortícolas con enmiendas orgánicas observó en sus resultados que el contenido de carbono orgánico y la conductividad hidráulica en el suelo aumentaron, con valores más altos para los lombricompostos. Cabe destacar que estos materiales compostados mejoran las condiciones físicas del suelo pero son más resistentes a la degradación microbiana. Por otra parte, la cama de pollo en su composición tiene mayor porcentaje de carbono orgánico con respecto a las otras enmiendas, pero como es un material fácilmente degradable, resulta de una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta y microorganismos.

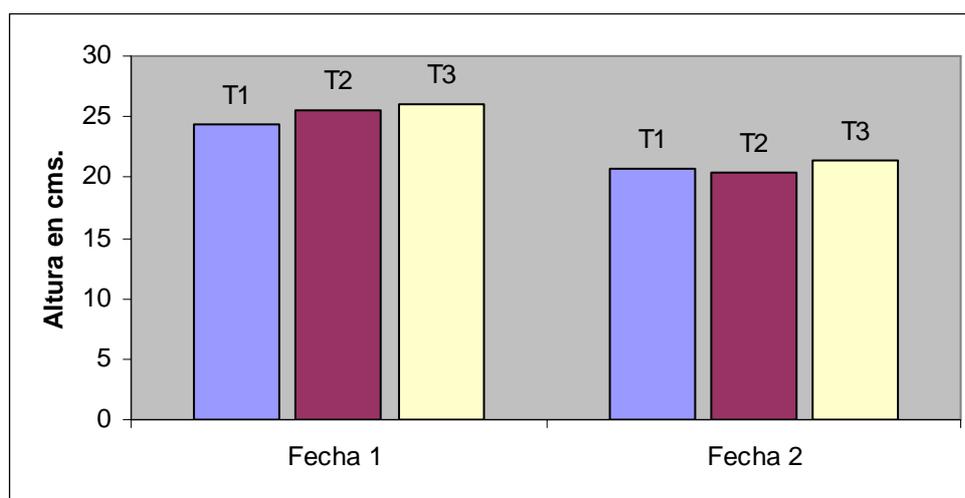
Uno de los principales nutrientes que se absorben y de manera muy rápida es el nitrógeno. El nitrógeno está contenido en todas las proteínas y en los ácidos nucleicos y en todo el protoplasma. La formación de proteicas origina el crecimiento de las hojas y el aumento de la extensión de superficie verde, incrementándose de este modo la fotosíntesis y estimulándose el ulterior crecimiento. En muchos cultivos, la superficie foliar total es proporcional al aporte de nitrógeno. (Simpson, 1991).

De Oliveira (2010) al evaluar la productividad de la lechuga en cultivo asociado y bajo fertilización orgánica y química, no se registró ningún efecto significativo de los sistemas de cultivo en la altura de la planta y el diámetro y el número de hojas por planta, con los más altos valores medios de estas variables observadas en la agricultura ecológica.

En este experimento se presentaron resultados muy diferentes entre las fechas evaluadas, tal vez por la interacción existente entre los tratamientos con las fechas. Como menciona Ostle (1981) la interacción es la respuesta diferencial a un factor en combinación con niveles variables de un segundo factor aplicado simultáneamente. Es decir, la interacción es un efecto adicional debido a la influencia combinada de dos o más factores.

Altura de la lechuga orejona

La gráfica 10 nos muestra diferencias muy notorias entre los resultados de las fechas, la fecha 1 (F1) del 23 de mayo presenta alturas mas elevadas en comparación con la fecha (F2) del 19 de junio cuyas alturas son menores.



Gráfica 10. Gráfica de barras para la variable altura de la lechuga orejona.

Cuadro 10. Medias de la variable altura en cm, de la lechuga orejona.

Fechas	Tratamientos		
	T1	T2	T3
F1 23 – Mayo - 2009	24.3	25.5	26.0
F2 19 – Junio - 2009	20.7	20.4	21.3

En la fecha del 23 de mayo el mejor resultado lo tiene el tratamiento 3 con 26 cm, siendo el tratamiento 1 el resultado más bajo con 24.3 cm. Mientras que para el 19 de junio también es el tratamiento 3 el mejor resultado teniendo 21.3 cm, seguido del tratamiento 1 con 20.7 cm y el tratamiento 2 que estuvo muy cercano con 20.4 cm (gráfica 10).

Los tratamientos presentaron diferencias significativas (*) ya que entre los tratamientos se pueden ver los resultados distintos para este cultivo.

La fecha muestra diferencias altamente significativas (***) y esto se puede observar en la grafica ya que los resultados por fecha son muy notables. La interacción entre los tratamientos y las fechas no presentan diferencias estadísticas.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para la variable altura de la lechuga orejona

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Tratamiento	2	58.87	29.44	4.1784	0.01623	*
Fecha	1	1460.03	1460.03	207.2526	< 2e-16	***
Tratamiento:Fecha	2	29.45	14.73	2.0903	0.12547	
Residuales	297	2092.27	7.04			

Códigos de Significancia: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

C.V. 0.03776087

Rotondo (2009) y algunos otros autores, en coincidencia con nuestros resultados, hallaron que el estiércol de pollo fermentado con una cama de material vegetal, es un abono orgánico de alto contenido de nutrientes, especialmente nitrogenado. Este tipo de enmienda es ampliamente usada para mejorar la productividad en cultivos hortícolas y es el material más utilizado por muchos productores por su buena disponibilidad y bajo costo.

Como ya se había mencionado el contenido de nitrógeno en la composta a base de gallinaza es elevado, por lo que se esperan resultados elevados por lo menos en el número, el tamaño y la calidad de las hojas.

Se sabe que las verduras de hoja responden bien al abono orgánico, por lo tanto, este experimento se infiere que la mineralización de la materia orgánica se produjo a tiempo para el suministro de nutrientes para las plantas, teniendo en cuenta que la zona se mantiene para el sistema orgánico hace cinco años. (De Oliveira, 2010).

A De Oliveira (2010), le parece que lo más destacado del sistema orgánico de cultivo en el rendimiento de hojas de lechuga puede estar relacionado con las funciones que los abonos orgánicos en la física, química y biológica del suelo, ya que tienen efectos adicionales y aumentar la capacidad del suelo para almacenar nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta.

La mineralización afecta principalmente al nitrógeno, al fósforo y azufre. Es importante tener en cuenta que la liberación de nutrientes se produce por la actividad de microorganismos existentes en el suelo, razón por la cual esta liberación no tendrá lugar si la actividad de dichos microorganismos es limitada por ser elevada la relación carbono/nitrógeno, por la acidez del suelo, o por su escasa aireación.

Éstas características, tanto físicas como químicas, son de gran importancia en el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas ya que debe existir un grado de descomposición de los elementos para que puedan ser asimilados por la planta, y las características ya mencionadas ayudan a que ocurra ese proceso.

Aparte de las características ya mencionadas un factor muy importante para la absorción de los nutrientes son los microorganismos presentes en el suelo y que al hacer aplicaciones de compostas se activan haciendo disponibles los elementos nutritivos para la planta.

CONCLUSIONES

- Para la variable peso los tratamientos son estadísticamente diferentes ($P= 0.05$), siendo el tratamiento 3 con la mezcla con mayor contenido de gallinaza, el que muestra el peso mas elevado. La fecha presenta diferencias altamente significativas ($P= 0.01$) ya que los resultados de la fecha 1 presentan mayor uniformidad a diferencia de la fecha 2 en donde hay mas variabilidad entre los tratamientos, a pesar de esto el mejor tratamiento se presenta en la fecha 2.
- En cuanto a la variable diámetro ecuatorial el tratamiento 1, que fue la mezcla con menor concentración de compostas, el que muestra el diámetro mas ancho, siendo en la fecha 1 en donde se presentan los mejores resultados. En esta variable también existen diferencias altamente significativas ($P= 0.01$) en la interacción de tratamiento – fecha, lo que indica que las aplicaciones de los tratamientos en la fecha1 proporcionan mejores resultados comparándolos con la fecha 2.
- Sobre la variable altura se observa que existen diferencias significativas ($P= 0.05$) en los tratamientos, de estos el resultado con la mayor altura fue el tratamiento 3, con mayor concentración de la mezcla de compostas. La fecha presenta diferencias altamente significativas ($P= 0.01$) obteniéndose los mejores resultados en la fecha 1.

- En general (a excepción del diámetro ecuatorial en la fecha 1), los mejores resultados se presentaron con el Tratamiento 3 que fue la mezcla de compostas que contenía el doble de gallinaza, esto nos indica que los contenidos mas elevados de estos mejoradores de suelo tienen influencia en el aumento de la producción para este cultivo.
- Las fechas de trasplante son un factor importante para el desarrollo de las plantas. En este experimento los mejores resultados se presentaron en la fecha 1 (a excepción de la variable peso), ya sea por las condiciones ambientales o por las interacciones que se presentaron entre dichas condiciones y los tratamientos aplicados al cultivo.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

Tablas de precipitación y temperaturas del total de tiempo transcurrido en el cultivo de la lechuga en cada una de las diferentes fechas de trasplante.

Fecha 1

Fecha 1	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	HR	ET	EP
23/05/2009	0.2	22.5	7	14.23	68.38	4.7	3.69
24/05/2009	0	23.7	9.5	15.97	58.95	4.4	3.81
25/05/2009	0	26.6	9.2	17.75	48.98	5.3	4.42
26/05/2009	0	27.2	11.3	19.38	44.98	6.3	4.92
27/05/2009	0	28.4	10.7	19.35	49.48	5.8	4.49
28/05/2009	0	27.4	13.3	19.26	57.92	5.1	3.97
29/05/2009	0	25.6	11.5	16.28	64.32	2.8	2.77
30/05/2009	21.6	22.1	9.5	14.95	72.5	4	2.97
31/05/2009	1.4	24.3	11.1	17.38	59.12	5.5	4.18
01/06/2009	1	23.5	9.8	15.68	57.6	3.7	3.6
02/06/2009	9.2	22.7	8.4	15.3	54.73	3.4	3.35
03/06/2009	0	24.8	7.7	16.5	45.17	4.9	4.47
04/06/2009	0	25.7	9	17.13	53.9	5.2	4.21
05/06/2009	0	27.6	7.6	17.34	43.07	6.3	5.1
06/06/2009	0	29	9.7	18.84	38.89	6.6	5.33
07/06/2009	0	30.6	12	20.78	33.66	6.6	5.53
08/06/2009	0	31.7	12.3	21.91	28.18	7.2	5.96
09/06/2009	0	31	13.3	21.59	28.96	5.4	4.85
10/06/2009	19.4	30.2	13.2	19.62	50.39	4.9	4.14
11/06/2009	0	26.5	13	19.12	57.36	3.2	3.1
12/06/2009	0	28.6	12.6	20.34	44.19	4.5	4.12
13/06/2009	0	30.4	12.5	20.84	33.55	7.2	6
14/06/2009	0	30.8	10	19.8	37.93	6.4	4.92
15/06/2009	0	30.1	12	20.28	52.81	6	4.38
16/06/2009	0	30.3	12.7	20.37	52.2	5.8	4.47
17/06/2009	0	29	10.6	19.51	45.4	6.5	4.91
18/06/2009	0	28.5	14.2	20.93	54.83	6.2	4.33
19/06/2009	0	27.5	16.8	20.96	56.51	4.7	3.99
20/06/2009	3.4	25	14.8	18.71	65.09	3	2.71
21/06/2009	0	25.5	11.8	17.84	64.25	4.3	3.28
22/06/2009	0	28.3	10.1	18.72	50.69	6.1	4.66
23/06/2009	0	24.9	11	18.07	55.14	5	4.37
24/06/2009	2.4	23.7	11.6	17.06	70.03	3	2.71
25/06/2009	0.2	23.9	13	18.11	71.09	2.6	2.58
26/06/2009	0	26.4	11	18.69	60.89	5	4
27/06/2009	14.2	26.2	13.6	18.56	64.61	4.6	3.68
28/06/2009	0.6	24.8	11.2	17.14	68.77	4	3.08
29/06/2009	3.2	25	9.5	16.16	66.21	4.2	3.2
30/06/2009	1.2	25.6	10.3	16.73	71.09	3.8	2.96

Continúa en la siguiente página

Continuación

Fecha 1	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	HR	ET	EP
01/07/2009	0	25.5	11.3	17.5	67.51	4.9	3.68
02/07/2009	0	27.7	13	19.67	54.95	5.3	4.3
03/07/2009	0.8	27.6	12.3	18.35	62.5	4	3.43
04/07/2009	1	25.8	10.9	16.51	64.42	3.3	3.09
05/07/2009	0	27.1	10.9	17.93	62.17	5.1	3.86
06/07/2009	0	27.2	13.1	18.57	61.42	3.2	3.15
07/07/2009	0	24	12	17.73	66.07	2.1	2.4
08/07/2009	1.2	25	12.9	18.27	65.42	3.3	2.88
09/07/2009	0	27.8	11.3	19.23	54.71	5.6	4.53
10/07/2009	0	27.9	10.5	18.87	47.73	6.7	5.61
11/07/2009	0	27.9	11.2	19.17	54.95	6	4.76
12/07/2009	0	28.1	10.1	18.68	52.96	6.1	4.63
13/07/2009	0	29.5	10.4	18.95	49.73	6.1	4.74
14/07/2009	0	28.9	11.7	19.25	53.26	5.6	4.34
15/07/2009	4	28.9	12.6	19.09	58.24	4.5	3.9
16/07/2009	0.2	28	11.4	18.79	54.71	5.5	4.38
17/07/2009	0	28	11.6	19.17	53	6.2	5
18/07/2009	0.8	25.3	10.9	17.46	60.14	3.7	3.43
19/07/2009	4.2	26.3	10.5	16.85	63.09	4.1	3.35
20/07/2009	0	28.1	9.5	18.57	49.94	5.5	4.48
21/07/2009	0	27.1	11.1	19.41	42.26	5.2	4.85
22/07/2009	0	27.7	10.5	18.64	46.5	4.5	4.36
TOTALES	90.2	26.96721	11.28033	18.42361	54.877	300.7	248.36

Fecha 2

Fecha 2	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	HR	ET	EP
19/06/2009	0	27.5	16.8	20.96	56.51	4.7	3.99
20/06/2009	3.4	25	14.8	18.71	65.09	3	2.71
21/06/2009	0	25.5	11.8	17.84	64.25	4.3	3.28
22/06/2009	0	28.3	10.1	18.72	50.69	6.1	4.66
23/06/2009	0	24.9	11	18.07	55.14	5	4.37
24/06/2009	2.4	23.7	11.6	17.06	70.03	3	2.71
25/06/2009	0.2	23.9	13	18.11	71.09	2.6	2.58
26/06/2009	0	26.4	11	18.69	60.89	5	4
27/06/2009	14.2	26.2	13.6	18.56	64.61	4.6	3.68
28/06/2009	0.6	24.8	11.2	17.14	68.77	4	3.08
29/06/2009	3.2	25	9.5	16.16	66.21	4.2	3.2
30/06/2009	1.2	25.6	10.3	16.73	71.09	3.8	2.96
01/07/2009	0	25.5	11.3	17.5	67.51	4.9	3.68
02/07/2009	0	27.7	13	19.67	54.95	5.3	4.3
03/07/2009	0.8	27.6	12.3	18.35	62.5	4	3.43
04/07/2009	1	25.8	10.9	16.51	64.42	3.3	3.09
05/07/2009	0	27.1	10.9	17.93	62.17	5.1	3.86
06/07/2009	0	27.2	13.1	18.57	61.42	3.2	3.15
07/07/2009	0	24	12	17.73	66.07	2.1	2.4
08/07/2009	1.2	25	12.9	18.27	65.42	3.3	2.88
09/07/2009	0	27.8	11.3	19.23	54.71	5.6	4.53
10/07/2009	0	27.9	10.5	18.87	47.73	6.7	5.61
11/07/2009	0	27.9	11.2	19.17	54.95	6	4.76
12/07/2009	0	28.1	10.1	18.68	52.96	6.1	4.63
13/07/2009	0	29.5	10.4	18.95	49.73	6.1	4.74
14/07/2009	0	28.9	11.7	19.25	53.26	5.6	4.34
15/07/2009	4	28.9	12.6	19.09	58.24	4.5	3.9
16/07/2009	0.2	28	11.4	18.79	54.71	5.5	4.38
17/07/2009	0	28	11.6	19.17	53	6.2	5
18/07/2009	0.8	25.3	10.9	17.46	60.14	3.7	3.43
19/07/2009	4.2	26.3	10.5	16.85	63.09	4.1	3.35
20/07/2009	0	28.1	9.5	18.57	49.94	5.5	4.48
21/07/2009	0	27.1	11.1	19.41	42.26	5.2	4.85
22/07/2009	0	27.7	10.5	18.64	46.5	4.5	4.36
23/07/2009	0	27.8	9.4	18.61	44.26	6.6	5.3
24/07/2009	0	27.4	10.3	18.33	44.84	5.9	4.71
25/07/2009	0	29.4	10.4	18.91	45.92	5.7	4.75
26/07/2009	0	28.3	12.3	19.26	53.59	5.1	4.26
27/07/2009	0	28.4	11.6	18.95	54.26	4.5	3.75
28/07/2009	0	29.5	11.9	20.14	54.96	5.3	4.16
29/07/2009	6	27.7	13	18.53	64.65	3.3	3.14
30/07/2009	0.6	27.9	12.9	18.71	70.78	3.4	2.83
31/07/2009	0	29.1	15.1	21.17	56.46	6.1	4.23

Continúa en la siguiente página

Continuación

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	HR	ET	EP
01/08/2009	0	30.8	14.1	21.25	52.85	6	4.25
02/08/2009	0	31.3	11.9	19.94	44.12	7	5.4
03/08/2009	0	30.6	10	19.63	40.35	6.9	5.47
04/08/2009	0	29.7	10.6	19.25	46.07	5.2	4.49
05/08/2009	0	28	11.2	19.47	49.41	5.4	4.46
06/08/2009	0	28.1	11.8	19.05	50.08	5	4.46
07/08/2009	0	27.5	10.7	18.62	52.51	5	4.23
14/08/2009	0	26.2	11.3	17.87	60.18	4.1	3.55
15/08/2009	0	28.5	10.7	18.91	55.44	4.4	3.99
16/08/2009	0	28.4	11.9	19.21	52.97	4.9	4.2
17/08/2009	21.8	26.6	12	17.38	59.96	4.2	3.56
18/08/2009	4.8	24.6	9.9	15.7	72.74	3.7	2.93
19/08/2009	0.2	26.5	12.7	17.71	67.54	4.2	3.24
20/08/2009	21.2	25.9	11.8	17.1	70.47	3.2	2.95
21/08/2009	0	24.3	11.9	17.37	65.5	3.9	3.39
22/08/2009	0.2	24.4	10.7	16.58	70.67	3.5	2.83
23/08/2009	0	27.4	9.1	17.55	48.36	5.9	5
24/08/2009	0	26.1	9.6	17.9	50.03	5.7	4.73
25/08/2009	6.6	25.4	10.5	16.28	64.49	3.5	3.04
26/08/2009	0	26	8.9	16.58	58.85	5	4.13
TOTALES	103.6	27.13768	11.48696	18.39043	57.726	326.4	270

Estación: Rancho El Conejo

Municipio: Arteaga

Latitud: 25° 16' 40.6"

Longitud: 100° 34' 58.6"

Acotaciones

Prec.: Precipitación total (mm)

T. Max.: Temperatura máxima (°C)

T. Min.: Temperatura mínima (°C)

T. Med.: Temperatura media (°C)

HR: Humedad relativa (%)

ET: Evapotranspiración de referencia (mm)

EP: Evaporación potencial (mm)

APÉNDICE 2

Tablas de los datos crudos utilizados para éste experimento divididos por variables para las 2 diferentes fechas.

Fecha 1

Variable peso en g.

T1	T2	T3
438	338	438
376	292	375
277	474	282
265	510	346
482	437	200
444	362	212
413	392	381
301	423	137
338	239	257
329	309	582
266	254	450
521	428	340
362	331	334
364	384	324
288	464	488
445	445	267
330	438	259
337	228	312
230	334	348
380	326	474
380	346	467
247	279	338
299	269	303
333	377	459
249	262	454
310	383	394
441	358	296
475	425	348
344	324	360
313	399	498
332	390	371
249	236	308
239	249	173
231	230	297
156	212	251
223	234	158
199	305	365
365	183	234
261	182	242
263	266	194

Variable diámetro ecuatorial en cm.

T1	T2	T3
23	22	21
22	22	22
23	24	20
21	25	22
24	25	18
25	24	17
24	23	25
20	24	16
22	18	21
24	24	25
22	21	25
26	22	20
24	20	21
23	21	20
20	23	22
26	23	17
25	23	17
21	15	21
19	21	21
22	22	22
22	22	23
23	19	23
22	20	20
23	22	21
18	22	25
22	24	25
24	24	22
24	22	23
24	22	20
23	24	23
23	21	23
22	20	22
20	22	17
21	20	23
20	16	21
22	20	16
16	22	23
23	17	20
21	17	18
22	23	21

Variable altura en cm.

T1	T2	T3
26	25	29
28	26	26
25	29	25
24	28	24
26	27	28
28	28	29
22	30	25
21	29	24
26	24	27
25	26	27
25	23	25
24	25	29
27	28	30
26	27	24
23	26	29
25	28	26
26	28	31
24	27	27
25	27	31
27	30	31
28	27	28
24	28	25
24	26	28
28	28	30
29	27	27
28	26	26
26	28	27
25	27	28
27	26	29
23	25	29
22	27	28
19	23	22
19	19	19
21	22	23
21	23	22
22	22	19
23	24	22
22	19	23
20	19	21
23	20	20

Fecha 2**Variable peso en g.**

T1	T2	T3
424	326	382
347	337	457
349	250	480
375	264	236
412	416	436
387	444	310
301	458	347
369	266	255
408	427	502
466	321	429
572	287	588
362	338	365
425	221	355
499	302	619
874	322	459
880	388	545
400	332	588
371	268	551
377	326	523
372	309	577
270	254	460
310	416	493
350	381	552
322	501	455
288	327	473
422	440	252
319	396	284
363	367	511
260	327	471
392	443	510

T1	T2	T3
324	218	346
218	406	300
406	456	441
456	212	543
212	465	328
465	254	340
254	374	422
374	436	334
436	284	378
284	366	225
366	258	312
258	318	340
318	256	252
256	273	284
273	577	402
577	219	318
219	308	297
308	371	318
371	228	451
228	349	336
349	299	296
299	388	367
388	337	476
337	265	367
265	476	298
476	374	510
374	318	382
318	303	378
303	315	455
315	255	349

Variable diámetro ecuatorial en cm.

T1	T2	T3
18	17	21
17	19	22
18	18	19
19	16	17
20	20	20
20	20	20
17	19	20
18	18	20
22	22	21
21	22	23
23	19	23
21	21	20
20	18	20
21	19	23
22	21	20
21	20	23
21	19	22
19	17	22
18	19	21
21	22	22
17	20	20
20	21	20
19	20	21
21	23	22
19	19	21
20	23	19
19	19	19
21	19	22
18	18	23
20	21	22

T1	T2	T3
18	17	20
17	20	19
20	18	20
18	17	22
17	20	21
20	16	22
16	19	20
19	18	22
18	16	18
16	18	16
18	18	20
18	18	20
18	18	19
18	18	19
18	22	19
22	17	18
17	19	21
19	20	19
20	17	21
17	17	21
19	21	19
21	18	21
18	17	21
17	14	18
14	19	19
19	17	23
17	21	19
21	20	21
20	18	21
18	17	21

Variable altura en cm.

T1	T2	T3
20	23	20
20	22	19
22	20	23
19	22	26
19	20	19
22	21	21
20	22	21
23	17	20
19	21	26
23	19	20
22	17	22
20	21	23
23	17	21
23	19	24
28	19	23
29	27	23
22	23	25
21	25	24
21	22	25
20	20	23
24	22	23
21	21	25
22	21	23
21	22	22
22	22	25
24	22	23
20	22	21
22	22	25
21	23	23
27	25	25

T1	T2	T3
22	18	23
18	21	20
21	20	19
20	18	18
18	23	21
23	24	17
24	19	20
19	20	22
20	18	21
18	22	20
22	17	19
17	21	19
21	18	18
18	18	18
18	20	21
20	19	21
19	18	19
18	18	24
18	20	22
20	20	17
20	17	18
17	21	20
21	21	20
21	17	19
17	21	19
21	17	22
17	18	24
18	18	19
18	21	20
21	22	19

LITERATURA CITADA

- Bellapart, V. C. 1988. Agricultura Biológica en Equilibrio con la Agricultura Química. Editorial AEDOS, S.A. Barcelona, España.
- Castañeda, O.S. 1995. De la Agricultura Convencional a la Agricultura Orgánica. Aportes (109) 18 – 22. Costa Rica.
- Cerisola, C.I. 1989. Lecciones de Agricultura Biológica. Ed. Mundiprensa. 2da edición. Madrid, España.
- Daubenmire, R.F. 1982. Ecología Vegetal. Editorial LIMUSA. México.
- De La Loma, J. L. 1982. Experimentación Agrícola. UTEHA. 2da Edición. México.
- De Silguy, C. 1994. La Agricultura Biológica. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- De Oliveira, E; De Souza, R; Do Céu, M; Da Cruz, M; Marques, V; França, A. 2010. Produtividade de alface e reclusa, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. Horticultura Brasileira. V.28. N.1. Brasília.
- Fundagrea. 2010. Objetivos de la Agroecología como Proceso de Producción. Tomado de la Revista La era Ecológica.
- García, O.J.G. 1994. Efecto de PROFIT-G, Gallinaza y Estiércol bovino sobre la actividad fotosintética y el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en el distrito de riego No. 26 del Bajo Río San Juan. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.

- Gómez, L. Gómez, M. A. Schwentesius, R. 1999. Desafíos de la Agricultura Orgánica. Ed. Mundiprensa. México. D.F.
- http://www.eraecologica.org/revista_00/era_ecologica_0.htm?agroecologia.htm~mainFrame. 2010
- <http://felixmaocho.wordpress.com/2009/07/30/huerto-familiar-%E2%80%93-cultivo-de-la-lechuga/>. 2010
- <http://www.botanical-online.com/medicinals/lactucasativa.htm>. 2010
- <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm>. 2010
- <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=1446>. 2010
- <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>. 2010
- http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=. 2010
- Jeavons, J. 2002. Cultivo Biointensivo de Alimentos. Ecology Action of the Midpeninsula. Willits, CA. E.E.U.U.
- Maroto. J.V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. 4 Edición. Ed. Mundiprensa. Madrid, España.
- Maroto, J.V. Gómez, A. M. Baixauli. S.C. 2000. La Lechuga y La Escarola. Ed. Mundiprensa. Madrid España.
- Ostle, B. 1981. Estadística Aplicada. Ed. Limusa. México.

- Padrón, C. E. 2003. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. México.
- Pérez, A. Cepeda, C. Núñez, P. 2008 Caracterización Físico – Química y Biológica de Enmiendas Orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en Republica Dominicana. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal. Vol. 8. Núm. 3: 10 – 29. 2008
- Rodríguez, G. 2010 Fertilización de hortalizas orgánicas. Conferencia 82. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.
- Rotondo, R; Firpo, I; Ferreras, L; Toresani, S; Fernández, E; Gómez, E. 2009. uso de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado en sistemas de cultivos hortícolas. Revista Agromensajes. V.27. N.4. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
- Stephens, J. M. 2003. Organic Vegetable Gardening. Horticultural Sciences Department. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Stephens, J. M. y Kostewicz, S. R. 2009. Producing Garden Vegetables with Organic Soil Amendments. Horticultural Sciences Department. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
- Ullé, J. 2007. Ensayo de fertilización orgánica de lechuga con lombricompuesto. INTA. San Pedro, Argentina.

