

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RENDIMIENTO DE COL (*Brassica oleracea*) BAJO TRES  
DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.**

**P O R**

**CLARA AZUCENA RODRIGUEZ CASTILLO.**

**TESIS**

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

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**JUNIO DE 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RENDIMIENTO DE COL (*Brassica oleracea*) BAJO TRES DOSIS DE  
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.

P O R

CLARA AZUCENA RODRIGUEZ CASTILLO.

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

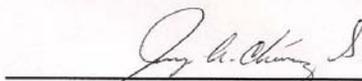
Asesor  
Principal:

  
Ph. D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

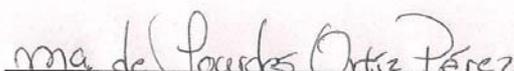
Coasesor:

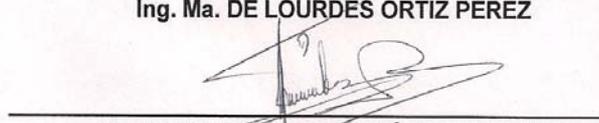
  
Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

Coasesor:

  
Dr. JORGE ARMANDO CHÁVEZ SIMENTAL

Coasesor:

  
Ing. Ma. DE LOURDES ORTIZ PÉREZ

  
Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RENDIMIENTO DE COL (*Brassica oleracea*) BAJO TRES DOSIS DE  
FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.

P O R

CLARA AZUCENA RODRIGUEZ CASTILLO.

TESIS.

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

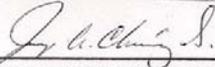
PRESIDENTE:

  
Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

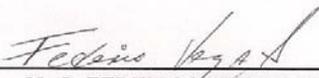
VOCAL:

  
Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:

  
Dr. JORGE ARMANDO CHÁVEZ SIMENTAL

VOCAL  
SUPLENTE:

  
M. C. FEDERICO VEGA SOTELO

  
Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2011

## **AGRADECIMIENTOS**

A MI ALMA TERRA MATER POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE ESTUDIAR EN ESTA INSTITUCIÓN Y REALIZAR MI SUEÑO.

AL Ph. D. VICENTE DE PAUL ÁLVAREZ REYNA POR SU APOYO Y DEDICACIÓN EN LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO DE TESIS.

AL DR. JORGE ARMANDO CHÁVEZ SIMENTAL POR SU APOYO Y DEDICACIÓN EN ESTE PROYECTO.

AL DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ POR SU COLABORACIÓN EN EL PROYECTO.

AL M. C. FEDERICO VEGA SOTELO POR SU COLABORACIÓN EN EL PROYECTO.

AL ING. MA DE LOURDES ORTIZ PÉREZ POR SU COLABORACIÓN EN EL PROYECTO.

A MIS AMIGOS FRANCISCO JAVIER CHÁVEZ, DORIS, FRANCISCO JAVIER, MARISOL, CRISTIÁN E IRACEMA POR ESTAR A MI LADO EN LOS MOMENTOS BUENOS Y MALOS, Y BRINDARME SIEMPRE UN CONSEJO.

A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO POR TODOS LOS MOMENTOS COMPARTIDOS.

## DEDICATORIA

A DIOS POR DARME LA OPORTUNIDAD DE VIVIR, FUERZA PARA SEGUIR ADELANTE, BRINDARME UNOS PADRES MARAVILLOSOS Y MANTENERLOS A MI LADO.

A MI PADRE ARNULFO RODRIGUEZ AVALOS, PAPY GRACIAS POR TU APOYO PARA SEGUIR ADELANTE EN LA VIDA, A PESAR DE ESOS MOMENTOS DIFICILES QUE PASAMOS, TE AMO.

A MI MADRE SIMONA CASTILLO RIVAS, MAMY GRACIAS PORQUE SIEMPRE ESTUVISTE A MI LADO, DARME PALABRAS DE CONSUELO EN TODO MOMENTO, A PESAR DE LAS ADVERSIDADES ME DISTE FUERZA PARA SALIR ADELANTE, TE AMO.

A MI HERMANO MANUEL ALEJANDRO, MI UNICO HERMANO QUE SIEMPRE COMPRENDIO LAS COSAS Y SIEMPRE ESTUVO APOYANDOME, TE QUIERO MUCHO.

A MIS ABUELOS FORTINA AVALOS, BERTHA RIVAS Y SECUNDINO CASTILLO POR TODO SU APOYO EN EL TRANSCURSO DE MI CARRERA.

A MIS TIAS GUADALUPE, ROSA, BELEN, JUANIS Y LILIA QUE DURANTE TODA MI CARRERA ESTUVIERON APOYANDOME INCONDICIONALMENTE, GRACIAS.

A MIS TIOS BENITO, EFRÉN, TEÓDULO, MARTÍN Y JOSE MANUEL QUIENES DURANTE MI CARRERA ME APOYARON EN TODO MOMENTO, GRACIAS.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCION .....	1
1.1 OBJETIVO .....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades de la col.....	3
2.2 Origen de la col.....	3
2.3 Clasificación Taxonómica.....	4
2.5 Descripción morfológica.....	5
2.5.1 Planta .....	5
2.5.2 Sistema radicular.....	5
2.5.3 Tallo.....	6
2.5.4 Hojas.....	6
2.5.5 Flores.....	7
2.5.6 Fruto .....	7
2.5.7 Semilla.....	8
2.6 Requerimientos del cultivo.....	8
2.6.1 Clima.....	8
2.6.2 Suelo.....	8
2.6.3 Humedad .....	9
2.6.4 Siembra en almacigo .....	9
2.6.5 Época de siembra.....	9
2.6.6 Trasplante.....	9
2.6.7 Riego por goteo .....	10
2.7 Lixiviado de Vermicompost (LVC).....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera. ....	14
3.2 Localización del lote experimental. ....	15
3.3 Diseño experimental.....	15
3.4 Prácticas culturales. ....	15
3.5 Sistema de riego. ....	16
3.6 Siembra. ....	16
3.7 Riego y fertilización. ....	16
3.8 Control de plagas.....	17
3.9 Análisis de crecimiento. ....	17
3.10 Cosecha. ....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
V. CONCLUSIONES.....	22
VI. LITERATURA CITADA .....	23

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Contenido nutricional de la col.....	4
Figura 1. Dinámica de crecimiento de la cabeza de col bajo tres dosis de LVC UAAAN-UL 2010.....	19
Cuadro 2. Diámetro ecuatorial de col (cm) bajo tres dosis de LVC UAAAN-UL 2010. ...	20
Cuadro 3. Rendimiento de col ( $t\ ha^{-1}$ ) bajo tres dosis de LVC UAAAN-UL 2010.....	20

## RESUMEN

La col (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*.) es la hortaliza más importante dentro de la familia crucíferae en todo el mundo aunque su mayor difusión e importancia económica se localiza en los países fríos y templados. El incremento en el costo de los fertilizantes químicos y la contaminación que propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, hace esencial encontrar alternativas de fertilización, económicas y eficientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo y rendimiento de col bajo tres dosis de fertilización orgánica. El experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en el área experimental del Departamento de Riego y Drenaje. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron 100, 150 y 200 L ha<sup>-1</sup> de LVC. El análisis estadístico de las variables evaluadas no detectó diferencia estadística. Sin embargo, en diámetro ecuatorial se observó una tendencia a mejor respuesta en la dosis de 150 L ha<sup>-1</sup> con un diámetro de 13.13 cm. En rendimiento, la tendencia fue de mayor rendimiento con la dosis de 200 L ha<sup>-1</sup> con 25.98 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** col, fertilización, lixiviado, vermicompost, riego.

## I. INTRODUCCION

La col (*Brassica oleracea L. var. capitata.*) es una planta perteneciente a la familia Cruciferae, familia que incluye muchas otras hortalizas comestibles importantes como coliflor, brócoli, rábano y mostaza. Esta es una de las hortalizas de mayor importancia económica y consumo, ocupa el primer lugar dentro de los vegetales de hoja, tallo, brotes y flores. A principios de 1990 el área de siembra no sobrepasaba las 813 ha (Sarita, 1993).

En 2009, la superficie sembrada de col en México fue de 5,435 ha, logrando realizar la cosecha en una superficie de solo 5,422 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 179,873.95 toneladas con un rendimiento promedio de 33.17 t ha<sup>-1</sup>. Generando una derrama económica de casi 285 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2009).

La producción orgánica surge en nuestro país en la década de los 1980's, promovida por empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y algunas comercializadoras de otros países para atender la creciente demanda en el exterior de productos sanos. La producción orgánica nacional representa un

rubro con una superficie de 216 mil hectáreas, generando 289 millones de dólares de divisas. El 85% de la producción orgánica nacional se destina al mercado de exportación (Schwentenius, 2004).

El vermicompost se refiere al proceso de descomposición de residuos orgánicos mediante la actividad de la lombriz. Las especies más empleadas para la vermicompost son: *Eisenia andreio* lombriz tigre, *Eisenia fetida* o lombriz roja californiana y *Eudrilus eugeniae* o roja africana (Martínez, 2000). El lixiviado de vermicompost se utiliza como fuente de fertilizante orgánico, el cual contiene una cantidad significativa de sustancias húmicas (Chang–Chien *et al.*, 2003).

## **1.1 Objetivo**

Evaluar el desarrollo y rendimiento de col bajo tres dosis de lixiviado de vermicompost (LVC).

## **1.2 Hipótesis**

La aplicación de diferentes dosis de lixiviado de vermicompost (LVC), no afecta el desarrollo y rendimiento de col.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de la col.

La col se cultiva para el aprovechamiento de las hojas que conforman la cabeza las cuales pueden consumirse en estado fresco, cocinado de distintas formas y encurtidas. La col es la hortaliza más importante dentro de la familia cruciferae en todo el mundo aunque su mayor difusión e importancia económica se localiza en los países fríos y templados (Canela, 1992).

### 2.2 Origen de la col

La col común se originó en las regiones mediterráneas y litorales de Europa Occidental, de una planta denominada berza silvestre (*Brassica oleracea* var. *Sylvestris*), miles de años antes de la era Cristiana. Se ha determinado que el origen del repollo tipo silvestre fue en el este de Inglaterra, a lo largo de la costa de Dinamarca y el noreste de Francia (Armstrong, 1992). Cultivada al parecer por los egipcios 2,500 años A.C. y posteriormente por los griegos. En la antigüedad era considerada como planta digestiva y eliminadora de la embriaguez (Lozano-Ladrón *et al.*, 2004).

## 2.3 Clasificación Taxonómica (Valdez, 2000)

Reino: plantae

Subreino: Embryobionta

División: Magnolophyta

Orden: Violiflorae

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dillenidae

Familia: Brassicaceae (Antiguamente: crucífera)

Género: Brassica

Especie: Brassica oleracea

Variedad: Brassica oleracea var. capitata

En el cuadro 1 se muestran los nutrientes principales que contiene la col, en el cual destacan el agua ocupando un 95%, los carbohidratos con 3.0 g y potasio con 253 mg

## 2.4 Cuadro 1. Contenido nutricional de la col.

<b>Agua</b>	<b>95 %</b>
<b>Proteínas</b>	1.2 g
<b>Lípidos</b>	0.8 g
<b>Carbohidratos</b>	3.0 g
<b>Fibras</b>	0.6 g
<b>Cenizas</b>	0.7 g
<b>Calcio</b>	43 mg
<b>Fósforo</b>	40 mg
<b>Hierro</b>	0.6 mg
<b>Sodio</b>	23 mg

<b>Potasio</b>	253 mg
<b>Vitamina A</b>	150
<b>Tiamina</b>	0.05 mg
<b>Riboflavina</b>	0.04 mg
<b>Niacina</b>	0.26 mg
<b>Ácido ascórbico</b>	25 mg

(Lozano-ladrón *et al.*, 2004)

## **2.5 Descripción morfológica**

### **2.5.1 Planta**

La col es una planta herbácea, bianual, con polinización autógama o alógama (mayormente la col tiende a ser alógama); además tiene un tallo grueso rodeado por una serie de hojas superpuestas, formando una cabeza compacta. La cabeza puede tener varias formas, de redonda hasta achatada en la punta; así mismo el color de la cabeza puede variar enormemente, ya que encontrara colores como el morado, verde claro y verde oscuro. Su raíz principal es pivotante además posee varias raíces laterales; de las cuales aproximadamente el 80% se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Sarita, 1993).

### **2.5.2 Sistema radicular**

La col se caracteriza por poseer gran cantidad de ramificaciones radicales muy finas, con muchos pelos absorbentes, particularmente en las ramificaciones más jóvenes, lo que favorece su capacidad de absorción. Las características

rizogénicas citadas determinan gran exigencia de agua y frecuente aplicación de fertilización. La planta de col puede formar raíces adventicias, lo que favorece su recuperación durante el trasplante, aunque económicamente es más práctica la multiplicación por semilla. A la fecha, los cultivares de col siguen siendo plantas típicas de trasplante (Sarita, 1993).

### **2.5.3 Tallo**

Durante el ciclo vegetativo (germinación hasta la formación de cabeza) la planta de col forma un tallo corto, herbáceo, erecto y sin ramificaciones; con la parte exterior leñosa y entrenudos cortos no alcanzando más de 30 cm, (Sarita, 1993), debido a que el crecimiento en longitud se detiene al iniciar el desarrollo de las cabezas (Fuentes y Pérez, 2003).

### **2.5.4 Hojas**

Las hojas pueden ser sésiles o de pedúnculo corto, grandes, de limbo redondeado o elipsoidal, con un color que varía de un verde claro hasta intensamente violáceo, glabras y cubiertas de una capa cerosa que da resistencia a la sequía. Las nervaduras de las hojas, pueden tener diferente desarrollo, presentándose algunas veces muy gruesas debido a un crecimiento anormal de los tejidos. La roseta que forman las hojas tienen un diámetro muy variable, que depende de la variedad, pudiendo oscilar entre 50 cm., y 1.0 m., el final de la fase

que caracteriza la formación de la roseta de hojas da inicio a la formación de la cabeza de la col (Canela, 1992).

### **2.5.5 Flores**

El número de flores en la col es grande (centenas de flores) de coloración amarilla, llegando a medir cerca de 1 cm, cuando se encuentran abiertas (Canela, 1992). Es de naturaleza hermafrodita pero de polinización cruzada realizándose ésta a través del viento e insectos. La planta es auto estéril por incompatibilidad de su propio polen por lo que presenta polinización entomófila (Fuentes y Pérez, 2003). Las flores presentan cuatro sépalos y cuatro pétalos, dispuestos en forma de cruz (de donde se denomina el nombre de la familia Cruciferae), un androceo con seis estambres, dos exteriores cortos y cuatro interiores largos, y ovario supero bilocular, donde están dispuestos los óvulos, cuyo número es de 10 a 20 (Canela, 1992).

### **2.5.6 Fruto**

El fruto consiste en una silicua semejante a una pequeña vaina de cerca de 3 mm., de diámetro y 8 cm., de longitud, es dehiscente cuando está seco (Sarita, 1993).

### **2.5.7 Semilla**

La semilla es esférica o redondeada muy pequeña, de coloración marrón, de 1 a 2 mm, de diámetro y superficie ligeramente irregular (Sarita, 1993).

## **2.6 Requerimientos del cultivo.**

### **2.6.1 Clima**

La temperatura mínima para su germinación es de 4.4 °C y la máxima de 35 °C siendo la óptima de 29.4 °C. Las temperaturas ambientales propias para su crecimiento y desarrollo son de 15 a 20 °C, con mínima de 0 °C y máximas de 27 °C (Colegio de postgraduados, 2004).

### **2.6.2 Suelo**

La col se adapta a diferentes tipos de suelo, pues suelen utilizarse de los arenosos hasta los pesados. La reacción óptima (pH) del suelo para el cultivo de col debe mantenerse entre 5.5 y 6.8, para que no ocurran deficiencias nutricionales y no se facilite la proliferación de enfermedades (Sarita, 1993).

### **2.6.3 Humedad**

En la germinación se necesita cierto nivel de humedad, sin embargo, una humedad excesiva provoca impedimento de la germinación por falta de oxígeno del suelo (Colegio de postgraduados, 2004).

### **2.6.4 Siembra en almacigo**

La siembra debe hacerse en surcos transversales al almacigo, separados de 10 a 15 cm; entre sí, la profundidad oscila entre 1 y 2 cm. La cantidad debe ser de 40 a 50 semillas por cada metro lineal de surco, así las plantitas crecerán sin competir entre ellas, tendrán un tallo robusto y abundante raicillas (Pletsch, 2006).

### **2.6.5 Época de siembra**

Los requerimientos de temperatura para la planta de col en las diferentes etapas de su desarrollo es considerado para un cultivo en otoño invierno, finalizando la cosecha en noviembre-diciembre para aquellas siembras realizadas durante el mes de julio (Pletsch, 2006).

### **2.6.6 Trasplante**

Las plantas se adaptan bien al trasplante, ya sea debajo del sistema de encamado o de surcos. Las plántulas están listas para trasplante cuando han

logrado desarrollar cuatro hojas verdaderas trascurriendo entre los 22 y 28 días después de la siembra (Fuentes y Pérez, 2003).

### **2.6.7 Riego por goteo**

La gran ramificación del sistema radicular de col necesita grandes volúmenes de agua o humedad constante, debido a que las hojas son bien desarrolladas y abundantes, lo que provoca alta transpiración. En este sistema de riego el agua se aplica al suelo lenta y frecuentemente directo al sistema radicular, mediante goteros situados sobre tuberías flexibles, de manera que el suelo quede saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento). El sistema comenzó a usarse en los desiertos de Israel, en cada emisor u orificio sale un pequeño caudal, por lo que la frecuencia de riego debe ser alta. Este sistema puede regar suelo con cualquier pendiente (Sarita, 1993).

### **2.7 Lixiviado de Vermicompost (LVC).**

El incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos y la contaminación que propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, hacen esencial encontrar alternativas de fertilización, económicas y más eficientes. Por lo anterior se ha considerado como una alternativa la utilización de las fuentes orgánicas entre las que destacan las excretas líquidas de cerdo (Soria-Fregoso *et al.*, 2001), o los lixiviados que potencialmente se pueden recuperar de los canteros o cunas

donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposteo con lombriz (GRAMA, s/f; Soto y Muñoz, 2002). Los cuales reciben el nombre de lixiviado de vermicompost (LVC).

La lombricultura es una biotecnología que, utilizando ciertas especies de lombriz, permite recuperar de los desechos orgánicos, elementos nutritivos naturales para utilizarlos como fertilizante orgánico, denominado humus de lombriz. Además, aprovechar de una excelente fuente de proteínas, aminoácidos, vitaminas y sales minerales. Su práctica constituye un buen instrumento de defensa del ambiente. Actualmente, en Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombriz como de humus de lombriz (Chang–Chien, 2003). Las principales características que deben reunir la lombriz seleccionada para la lombricultura son; ciclo biológico corto, gran voracidad, adaptabilidad, tolerancia a situaciones de estrés y facilidad de manipulación (Martínez, 2000).

El vermicompost (VC) - lombricompost o humus de lombriz, se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador de suelo y medio de crecimiento para especies vegetales que se desarrollan en invernaderos (Riggle, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2000; Buck *et al.*, 2000; Ndegwa *et al.*, 2000; Domínguez *et al.*, 2000; Gajalakshmi *et al.*, 2001; Atiyeh *et al.*, 2002).

Diversos resultados de investigación señalan que el vermicompost, generado por la lombriz de tierra (*Eisenia fétida*) es un abono orgánico, con características propias, que lo hacen prácticamente insuperables, ya que puede incrementar hasta en un 300% la producción de hortalizas (Maturana y Acevedo s/f).

El **VC** es un tipo de compost (Soto y Muñoz, 2002) en la cual cierto tipo de lombriz de tierra, e.g., *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Lumbricus rubellus*, transforma los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado “vermicompost” o “*worm casting*”. Los residuos de la ganadería son una “fuente de alimento” común para la lombriz, pero los residuos de los supermercados, biosólidos (lodos de aguas negras) pulpa de papel, y de la industria de la cerveza también se han utilizado en el proceso de vermicomposteo (Atiyeh *et al.*, 2000; McGinnis *et al.*, 2004).

La humedad de la lombricera es mucho más alta que la del compost, por lo que la obtención de lixiviados se hace al mismo tiempo que la elaboración del lombricompost (Larco, 2004).

El VC en sí, es el material orgánico en proceso de descomposición por lombriz de tierra. La especie más utilizada es la *Eisenia fétida* (Roja californiana), es de gran actividad reproductiva y resistente a los cambios bruscos de su medio.

El lixiviado es el jugo o extracto; fluido que se genera a partir del agua de riego que se aplica a las cunas drena arrastrando sustancias, elementos y compuestos químicos (Darst y Murphy, 1990).

La sensibilidad social se orienta hacia los sectores agroalimentarios con la generación de alimentos de “calidad” que abre el camino a la agricultura orgánica, o ecológica. Esta corriente de opinión se pone de manifiesto con un cambio de cultura en el manejo de suelo, de auto limitación en la aplicación de fertilizantes inorgánicos, y de desarrollo de la agricultura orgánica mediante el compost y vermicompost que se origina a partir de diferentes tipos de estiércol, que contienen una gran cantidad de materia orgánica, en consecuencia contienen una gran cantidad significativa de sustancias húmicas, fúlvicas y alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) (Chang–Chien, 2003).

Actualmente, los lixiviados de compost y vermicompost, al igual que las enmiendas orgánicas, bacterias epifitas (quitinolíticas y glucanolíticas) extractos de plantas con características fungicidas, considerados como métodos alternativos de control para enfermedades, son una de las opciones que se están estudiando para el control de enfermedades e. g., *Sigakota negra* (Chalker, 2001).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.**

Región que se encuentra en la parte centro de la República Mexicana su conformación comprende el sureste del estado de Coahuila y noreste del estado de Durango. Comprende 15 municipios: por el estado de Coahuila se encuentran los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias, Francisco. I. Madero, Matamoros, Viesca; y por el estado de Durango: Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Cuencamé, Mapimí, Nazas, Rodeo, San Pedro del Gallo, San Luís del Cordero, Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe. Está limitada por los meridianos  $102^{\circ} 51'$ ,  $103^{\circ} 40'$  de su longitud oeste de Grenwich y los paralelos  $25^{\circ} 25'$  y  $25^{\circ} 30'$  latitud Norte a una altura de 1100 a 1400 msnm. Contando con una precipitación anual de 200 a 309 mm, y una temperatura media anual de 20.12 a 21 °C, la vegetación predominante es de Matorral Xerófilo.

### **3.2 Localización del lote experimental.**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón Coahuila, dentro del área experimental del Departamento de Riego y Drenaje.

### **3.3 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron tres dosis de LVC (100, 150 y 200 L ha<sup>-1</sup>). El experimento se realizó en una superficie de 234 m<sup>2</sup>, con surcos de 1.5 m de ancho y 52 m de longitud. Se delimitaron las unidades experimentales marcando 8 m de longitud por 1.5 m de ancho obteniendo un área de 12 m<sup>2</sup>. En el análisis estadístico de los datos obtenidos en campo, se usó el programa computacional SAS ver 9.0.

### **3.4 Prácticas culturales.**

La preparación del terreno consistió en las labores tradicionales de acondicionamiento del suelo antes del trasplante como; barbecho, rastreo, nivelación y levantamiento de surcos con el objetivo de dejar el suelo en condiciones óptimas para el desarrollo de la planta.

### **3.5 Sistema de riego.**

El sistema de riego utilizado en este experimento fue goteo a través de cintilla enterrada con un gasto de  $.5L \text{ min}^{-1}$ , marca TORO No: EA5080667-750, Reel/Coll No: 0056773. En este sistema el agua se aplica al suelo lenta y frecuente, mediante emisores situados a 20 mm entre emisores sobre tubería flexible, de manera que el suelo quede saturado en una pequeña zona alrededor del punto de emisión (bulbo de humedecimiento).

### **3.6 Siembra.**

La siembra se realizó el 21 de noviembre de 2009 de la semilla var. Capitata, en forma directa a una profundidad de 0.5 mm. Posteriormente se llevó a cabo el trasplante en el mes de febrero de 2010, considerando una distancia entre hilera de 1.5 m y entre plantas de 40 cm resultando una densidad de planta aproximada de  $16,600 \text{ plantas ha}^{-1}$ .

### **3.7 Riego y fertilización.**

La aplicación del riego se realizó dos veces por semana con una duración de 16 hr cada uno. La fertilización se efectuó cada 15 días, aplicando de forma manual el LVC en las tres distintas dosificaciones planteadas 100, 150 y 200 litros  $\text{ha}^{-1}$ .

### **3.8 Control de plagas.**

Se realizaron recorridos para detectar la presencia de plagas y se observó que no hubo plaga que causara un impacto económico importante, sin embargo el pulgón verde se hizo presente, por lo cual se realizaron aplicaciones del plaguicida orgánico conocido comercialmente como INSECT SOAP, ingrediente activo: aceite superior, comercializado por consultoría integral P.S.S.A DE C.V. con fines de control bajo la dosis recomendada de  $0.8547 \text{ L ha}^{-1}$ , por lo que, para el área experimental ( $234 \text{ m}^2$ ) se ajustó a 0.02 litros diluido en 12 litros agua aplicado a través de una aspersora manual de 15 litros de capacidad.

### **3.9 Crecimiento.**

Se realizó el registro de la circunferencia de la col con la ayuda de una cinta métrica, para después calcular el diámetro ecuatorial en cada tratamiento usando la ecuación 1. Dicha actividad se realizó en seis fechas con periodo de dos veces por semana del 13 de marzo al 4 de abril de 2010.

$$\text{Ecuación 1. } \textit{Diámetro} = \frac{\textit{Circunferencia}}{\pi}$$

### **3.10 Cosecha.**

La cosecha inicio del 7 al 19 de abril de 2010 después de una inspección visual para checar la maduración de fruto, realizándose 4 cortes. Después de la recolección, en el Laboratorio de Riego y Drenaje de la UAAAN-UL se pesaron utilizando una bascula marca TOR REY, EQB -100/200, capacity 100x0.02 kg. con el follaje de la planta completo y después solamente la cabeza del repollo, considerando seis plantas por unidad experimental.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

### Diámetro ecuatorial.

La Figura 1 muestra el crecimiento ecuatorial de las cabezas de col bajo la aplicación de diferentes dosis de LVC. En ella se observa un crecimiento ecuatorial uniforme de la cabeza de col muy similar entre los diferentes tratamientos evaluados. Sin embargo la dosis de 150 L ha<sup>-1</sup> de LVC presenta tendencia a ser mayor como se puede observar.

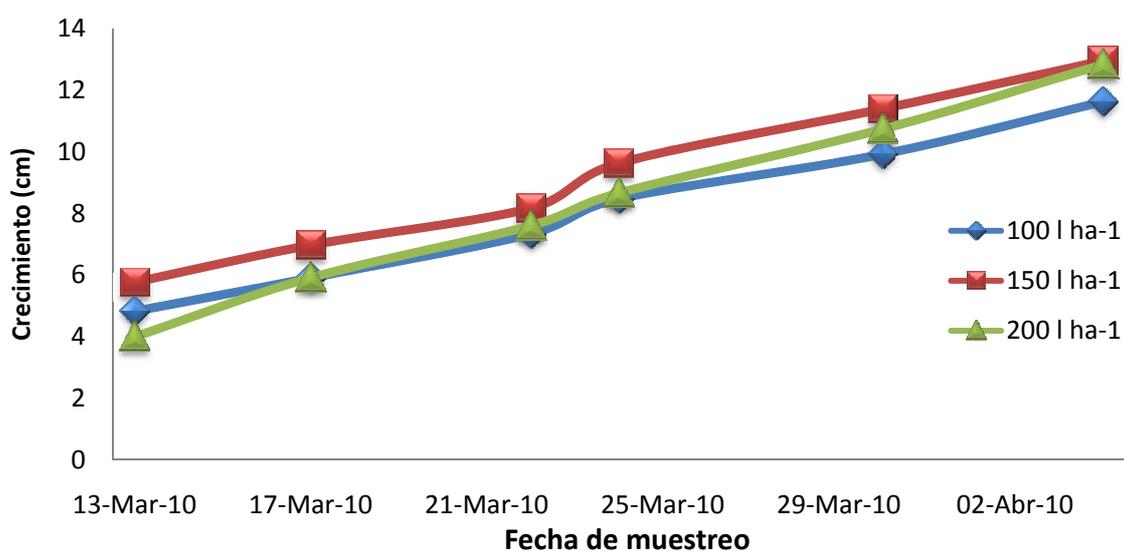


Figura 1. Dinámica de crecimiento de la cabeza de col bajo tres dosis de LVC UAAAN-UL 2010.

Los datos correspondientes al crecimiento ecuatorial se presentan en el Cuadro 2. En él se puede observar que no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento de 150 L ha<sup>-1</sup> de LVC, tendió a superar a los tratamientos restantes con un promedio de 13.13 cm de diámetro.

**Cuadro 2. Diámetro ecuatorial (cm) de cabezas de col UAAAN-UL 2010.**

<b>Tratamiento Dosis de LVC (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Media (cm)</b>
100	11.63
150	13.13
200	11.70
<b>C.V. % 9.26</b>	

### **Rendimiento**

En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento bajo los diferentes tratamientos. El análisis estadístico, no detectó diferencia estadística entre las dosis de LVC evaluadas. No obstante, se observó una tendencia positiva en el rendimiento en función al aumento en la dosis de LVC, siendo el tratamiento de 200 L ha<sup>-1</sup> el que tendió a un mayor rendimiento con 25.98 t ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 3. Rendimiento de col (t ha<sup>-1</sup>) bajo tres dosis de LVC UAAAN-UL 2010.**

<b>Tratamiento Dosis de LVC (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Media (t ha<sup>-1</sup>)</b>
100	18.48
150	24.60
200	25.98
<b>C.V. % 14.17</b>	

El rendimiento obtenido en esta investigación fue inferior al de la media nacional según la información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación emitida al cierre del año 2009, donde se reportó un rendimiento promedio de 33.17 t ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2009). Lo anterior se puede atribuir a la baja densidad de planta manejada en éste experimento que fue de 16,600 plantas ha<sup>-1</sup>, ya que normalmente se manejan densidades de población que varían de 20,000 a 50,000 plantas ha<sup>-1</sup>, dependiendo del distanciamiento entre surcos y distanciamiento entre plantas que se establece de acuerdo al tamaño que puedan alcanzar o desarrollar las diferentes variedades (Pletsch, 2006).

Según estudios realizados, se incremento el rendimiento utilizando LVC, en otras hortalizas como sandia con un rendimiento de 61.78 t ha<sup>-1</sup> y tomate con un rendimiento de 25 t ha<sup>-1</sup> (García, 2007; López, 2007). En esta investigación también se obtuvieron incrementos en cuanto a rendimiento utilizando LVC.

## **V. CONCLUSIONES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos y condiciones en que fue conducida la presente investigación se concluye lo siguiente.

- Las dosis de LVC evaluadas no afectaron el diámetro y rendimiento del cultivo. Sin embargo, existe una tendencia a incrementar el diámetro y rendimiento del cultivo al incrementar la dosis de LVC.

## VI. LITERATURA CITADA

Armstrong, A.M. 1992. Insectos y Métodos de Control en Repollo. *In* Foro técnico cultivo y producción de repollo. Barranquitas. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayaguez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación experimental agrícola.p.21-24.

Atiyeh, R. M. Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*. 44: 579-590

Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. and Metzger, J. D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Biores. Technol*. 84: 7–14.

Brown, G. G., Barois, I. and Lavelle, P. 2000. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. *Eur. J. Soil Biol*. 36: 177-198.

Buck, C., Langmaack, M. and Schrader, S. 2000. Influence of mulch and soil compaction on earthworm cast properties. *Appl. Soil Ecol.* 14: 223-229.

Canela A. 1992. Comportamiento de catorce variedades de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en siembra de primavera. Tesis. Universidad Pedro Henríquez Ureña.

Chalker, 2001. Compost. Utilization-compost tea. Disponible en: [www.whatcom.wsu.edu/ag/compost/cascadecuts.html](http://www.whatcom.wsu.edu/ag/compost/cascadecuts.html). Consultado 07 de junio 2003.

Chang-Chien, S. W., Huang, C. C., and Wang, M. C. 2003. Analytical and Spectroscopic Characteristics of Refuse Compost-Derived Humic Substances. *Int. J. Appl. Sci. Engineering.* 1(1): p 62-71

Colegio de posgraduados. 2004. Producción de col y brócoli. Instituto de Enseñanza de Ciencias Agrícolas. México.p. 7, 39.

Darst, B. and L. Murphy. 1990. Soil Organic Matter. An integral ingredient in crop production. *Better Crops with Plant Food.* 74 (1): 10-11.

Domínguez, J., Edwards, C.A. and Webster, M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia*, 44: 24-32.

Fuentes, F. y Pérez, J. 2003. Guía técnica cultivo del repollo. Ediciones CENTA. México. p. 2-9

Gajalakshmi, S., Ramasamy, E. V. and Abbasi, S. A. 2001. Potential of two epigeic and two anecic earthworm species in vermicomposting of water hyacinth. *Biores. Technol.* 76: 177-181.

García, C. 2007. Aplicación de lixiviado de vermicomposta a sandía (*Citrullus lanatus*) en un sistema de producción tradicional. UAAAN. Tesis de licenciatura. Torreón, Coahuila, México.

Grupo de acción para el medio ambiente (GRAMA). s/f. Manual de vermicompostaje. Disponible en:

<http://www.asociaciongrama.org/residuos/manualvermiGRAMA.pdf>. Fecha de recuperación: 22 de noviembre de 2007.

Larco, E. 2004. Preparación de lixiviado de compost y lombricompost. Manejo Integrado de Plagas y Agroecológica. Hoja técnica No. 49. p.79-82.

- López, J, A. 2007. Rendimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en campo fertilizado con lixiviado de vermicompost. UAAAN. Tesis de licenciatura. Torreón, Coahuila, México.
- Lozano-Ladrón G, Quiroz-Santiago C, Acosta-Pulido J. 2004. Hortalizas las llaves de la energía. Digital universitaria. México. Pp.8.
- Martínez, C. 2000. Lombricultura y agricultura sustentable: lombricultura, alternativa en la agricultura sustentable. 1 ed. México, DF, MX. p. 135-153.
- Maturana, M. L., y Acevedo E. s/f. Cambios en la fertilización del suelo asociado a cero labranza. Laboratorio de Relaciones Suelo-Agua-Planta. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Disponible en: <http://www.sap.uchile.cl>
- McGinnis, M., Warren, S., and Bilderback, T. 2004. Vermicompost – Potential as Pine Bark Amendment for the Nursery. *In*: Nursery Short Course. North Carolina State University. p. 8-10
- Ndegwa, P. M., Thompson, S. A. and Das, K. C. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Biores. Technol.* 71: 5-12.
- Pletsch, R. 2006. El cultivo de repollo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ediciones INTA. México. Pp. 3-4.

Riggle, D. 1998. Vermicomposting research and education. ByoCycle. 54-56.

Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/may98.htm>.

Sarita, V. V., Cultivo del Repollo. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. 1993. Series Cultivo. Boletín técnico No. 18 Noviembre. Santo Domingo, República Dominicana.

Schwentesius R. R. 2004. "Revista de Riego" Año 3 No.13 agosto-septiembre de 2004.

Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SIAP-SAGARPA). 2009. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2009. México. Disponible en: <http://siap.gob.mx>.

Soria-Fregoso, M de J., Ferrera – Cerrato, R., Etchevers-Barra, J., Alcántar-González, G., Trinidad-Santos, J., Borges-Gómez, L., y Pereyda-Pérez, G. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra 19(4): p 353-362.

Soto, G., y Muñoz, C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. Manejo Integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica). (65): p123 – 129.

Valdez, L.A. 2000. Producción de hortalizas Ed. Limusa. México, D.F.