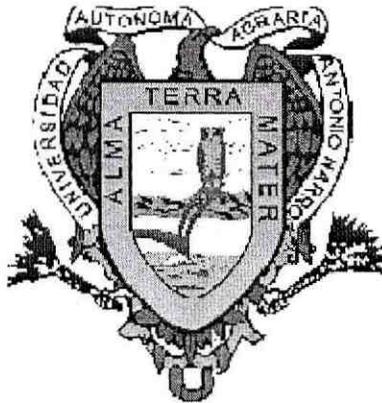


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES NUTRITIVAS EN EL  
DESARROLLO DE LA NOA (*Agave victoriae-reginae*)**

**POR**

**JESÚS PEREYRA INCLÁN**

**TESIS**

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

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES NUTRITIVAS EN EL  
DESARROLLO DE LA NOA (*Agave victoriae-reginae*)

TESIS

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

POR

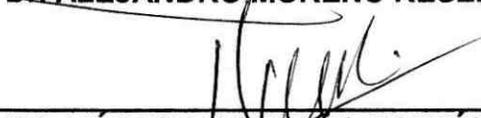
JESÚS PEREYRA INCLÁN

ASESOR PRINCIPAL



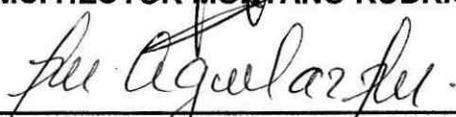
Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR



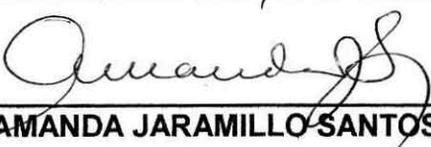
MC. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

ASESOR



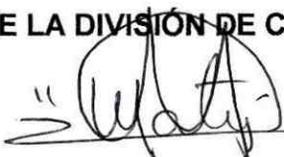
IQ. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

ASESOR



MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. VICTOR MARTINEZ CUETO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EFFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES NUTRITIVAS EN EL  
DESARROLLO DE LA NOA (*Agave victoriae-reginae*)

POR

JESÚS PEREYRA INCLÁN

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

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

PRESIDENTE

  
Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL

  
MC. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL

  
IQ. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

VOCAL SUPLENTE

  
MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
MC. VICTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DEL 2007

Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

## **AGRADECIMIENTOS:**

A dios por permitirme y darme la capacidad para llegar a este momento de mi vida.

A mis asesores por permitirme trabajar en este proyecto y verlo terminado:

Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

MC. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

IQ. ELBA MARGARITA AGUILAR MEDRANO

MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS

MC. César Guerrero Guerrero; por su amistad y por su apoyo en este proyecto, en la interpretación de los resultados estadísticos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios y de tener una profesión.

## **DEDICATORIA:**

### **A mis padres:**

Por ser el mejor de los ejemplos que puedo tener, también por todo su esfuerzo y trabajo; y por haberme dado el mejor de los regalos que es la vida y que por siempre tendrán mi agradecimiento, mi respeto, cariño y siempre estaré muy orgulloso de ellos.

### **A mis hermanos:**

Por su apoyo, comprensión y a pesar de estar lejos brindándome su cariño en todo momento.

### **A una persona muy especial:**

Por ser mi amiga antes que nada y por ser mi apoyo en todo momento; por que siempre estuviste conmigo en las buenas y las malas. Por eso y por muchas cosas más te amo.

### **A mis amigos:**

Por su amistad durante estos años en que compartimos buenos momentos de nuestras vidas.

# ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Metas.....	3
1.3 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia de las especies vegetales endémicas en México.....	4
2.2 El género <i>Agave</i> .....	5
2.2.1 Taxonómica del <i>Agave victoriae-reginae</i> .....	8
2.2.2 Descripción de la especie <i>Agave victoriae-reginae</i> .....	8
2.2.3 Ubicación geográfica del <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore.....	8
2.3 Reproducción y/o propagación del <i>Agave</i> .....	10
2.4 Importancia del té de compost.....	11
2.4.1 Métodos para la elaboración del té de compost.....	12
2.4.2 Tipos de tés de compost.....	13
2.4.3 Beneficios del té de compost.....	13
2.5 Vermicomposta o humus de lombriz.....	14
2.5.1 Beneficios del humus de lombriz.....	15
2.5.2 Características físicas, químicas y microbiológicas de la vermicomposta.....	15

2.5.2.1 Físicas.....	15
2.5.2.2 Químicas.....	16
2.5.2.3 Microbiológicas.....	16
2.6 Condiciones de humedad para generar vermicomposta.....	16
2.7 Recepción de excedentes de humedad.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	18
3.2 Localización del experimento.....	18
3.3 Llenado de macetas.....	18
3.4 Descripción del material genético.....	19
3.5 Procedimiento para obtener el lixiviado de vermicomposta.....	19
3.6 Descripción del diseño experimental.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Dinámica de la variable peso fresco total en noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	24
4.2 Dinámica de la variable peso fresco de raíz en noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	25
4.3 Dinámica de la variable peso fresco de tallo y hoja en noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	26
4.4 Dinámica de la variable peso seco total en noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	27
4.5 Dinámica de la variable peso seco de tallo y hoja en noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore).....	28
V. CONCLUSIÓN.....	29
VI. RESUMEN.....	30
VII. LITERATURA CITADA.....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

TEMA	PÁGINA
<b>CUADRO 1.-</b> Características químicas del lixiviado de la vermicomposta.....	20
<b>Cuadro 2.-</b> Resultados de “ANDEVA” cuadrados medios de las variables peso fresco total (PFT), peso seco total (PST), peso fresco de tallo y hoja (PFTH), peso seco de tallo y hoja (PSTH), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR); para el crecimiento de la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore) UAAAN-UL, 2006.....	21
<b>Cuadro 3.-</b> Comparación de medias de tratamientos con la prueba (DMS 5%) para la variable PSR de la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore) UAAAN-UL, 2006.....	22
<b>CUADRO 4.-</b> Ecuaciones de regresión lineal y $R^2$ para las variables evaluadas en los diferentes tratamientos en las que se determinaron el desarrollo de la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> ).....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

TEMA	PÁGINA
<b>Figura 1.-</b> Distribución del <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore. En México.....	10
<b>Figura 2.-</b> Comportamiento de la variable peso fresco total (PFT), en la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), UAAAN-UL, 2006.....	24
<b>Figura 3.-</b> Comportamiento de la variable peso fresco de raíz (PFR), en la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), UAAAN-UL, 2006.....	25
<b>Figura 4.-</b> Comportamiento de la variable peso fresco de tallo y hoja (PFTH), en la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), UAAAN-UL, 2006.....	26
<b>Figura 5.-</b> Comportamiento de la variable peso seco total (PST), en la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), UAAAN-UL, 2006.....	27
<b>Figura 6.-</b> Comportamiento de la variable peso seco de tallo y hoja (PFTH), en la noa ( <i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore), UAAAN-UL, 2006.....	28

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las especies botánicas con mayor grado de amenaza en su sobrevivencia se encuentra la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) que es de relevancia en la flora nacional y en particular en la región de la Comarca Lagunera, por su nivel de endemismo y por el papel que desempeña en la estructura y función de los ecosistemas áridos del país. La destrucción del hábitat y el saqueo de ejemplares con fines comerciales son dos de las causas de la devastación de esta planta, por lo que la reproducción sexual de la especie mediante el preacondicionamiento artificial de la semilla, para estimular germinación y obtener plántulas para su reintroducción y rehabilitación de áreas, se plantea como alternativa para contrarrestar los efectos de factores adversos que impiden la propagación y su conservación (Hernández *et al.*, 2001).

Otro aspecto relevante, además de la obtención de las plántulas de las especies amenazadas, se encuentran relacionado con la búsqueda de alternativas que permitan satisfacer la demanda nutritiva de las mismas. En este sentido y dado el agotamiento de los recursos naturales no renovables, requeridos para la síntesis de los fertilizantes sintéticos, se ha señalado por diversos autores, que el empleo de los abonos orgánicos e.g. compostear y vermicompostear y sus derivados como el té de composta aplicado al suelo, como parte de los sustratos de crecimiento o como soluciones nutritivas, pueden satisfacer los requerimientos nutritivos de las especies vegetales.

El té de composta es un extracto de minerales solubles, sustancias húmicas y los microbios de la composta humificada de alta calidad. Típicamente, el té

de composta se aplica de manera general en el cultivo ó en los surcos y foliarmente a través de aspersión o mediante el sistema de riego para añadir sustancias húmicas que polimerizan el suelo y mejoran su estructura, favoreciendo el desarrollo del sistema radicular y la asimilación de agua y elementos nutritivos en beneficio de las especies vegetales (Aeromaster TE500, s/f). Bajo condiciones de campo y como sustrato de crecimiento.

En el caso de la vermicomposta, cuyo empleo ha favorecido el desarrollo de diversas especies vegetales (Atiyeh *et al.*, 2000a) debido a que este material presenta una elevada retención de humedad, y gran disponibilidad de elementos nutritivos, una intensa actividad microbiológica y un elevado contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, que actúan como hormonas de crecimientos (Atiyeh *et al.*, 2000a, 2000b; Cruz-Rodríguez *et al.*, 2003), es necesario señalar que para que las lombrices provoquen la transformación de los residuos orgánicos se requiere que los sustratos presenten niveles de humedad del 70-80% (Singh *et al.*, 2004, Sharman *et al.*, 2005) para lo cual se demanda la aplicación de riegos (Hernández *et al.*, 2003).

Si el proceso de vermicomposteo se realiza en recipientes, contenedores o canteros de diversos materiales (Atiyeh *et al.*, 2000b, Contreras-Ramos y Escamilla-Silva, 2005) existe la posibilidad de recuperar los excedentes de humedad que hayan drenado a través del sustrato o cama de material, donde se desarrollan las lombrices, y que por la capacidad de solubilidad que presenta al agua se generan lixiviados, que potencialmente pueden utilizarse como soluciones nutritivas para promover el desarrollo de diversas especies vegetales. En atención a lo anterior descrito, con el desarrollo del presente ensayo de exploración se plantea lo siguiente:

## **1.1 Objetivo**

Evaluar el desarrollo de la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), a partir de la aplicación de lixiviado de vermicomposta a diferentes concentraciones.

## **1.2 Metas**

Determinar la composición química del lixiviado de la vermicomposta.

A partir de la vermicomposta obtener una solución nutritiva que facilite el desarrollo y crecimiento de la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore).

## **1.3 Hipótesis**

Los excedentes de humedad generados durante el proceso de vermicomposteo pueden ser empleados como soluciones nutritivas para el desarrollo de especies vegetales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia de las especies vegetales endémicas en México

Las especies de Agave en México se encuentran desde altitudes a nivel del mar hasta los 3400 m, aunque más comúnmente entre los 1000 y 2000 msnm. Los ambientes en donde habitan la mayoría de las especies de agaves son los bosques tropicales, los bosques de espinos, los desiertos, el chaparral, el matorral rosetófilo en donde los agaves y otros géneros formadores de rosetas como *Dasyllirion* y *Yucca* dominan. Asimismo, se pueden encontrar 44 especies de agave (30%) del total que hay en México en bosque templado de pino-encino. Aunque en menor proporción, algunas especies se encuentran en bosques tropicales siempre verdes, en bosques tropicales subdeciduos y en bosque de niebla. Los tipos de suelo en donde crecen los agaves van desde los formados por rocas ácidas ígneas, hasta los básicamente calcáreos de origen marino. En México, la región más rica en el número de especies endémicas de agave es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el área centro-sur del país, con 15 especies de las cuales ocho de ellas son endémicas. Esta riqueza en especies endémicas del género Agave en México se debe principalmente a los hábitat tan heterogéneos que presenta el país los cuales difieren en clima, geología, suelos, topografía, altitud, etc., así como a las propiedades intrínsecas de cada taxón tales como la plasticidad genética, la tolerancia ecológica, la capacidad de dispersión, la germinación de sus semillas y las interacciones bióticas con otros organismos incluidos los polinizadores (García-Mendoza, 2002).

México es reconocido como un lugar con alta biodiversidad. La flora fanerogámica endémica del país se estima en 9,300 especies, mientras que para el concepto ampliado de Megaméxico 3 se calcula en 12,900 especies, lo que implica un porcentaje aproximado del 52 al 72 del total de las mismas respectivamente. Los endemismos, en particular a nivel de especies, son frecuentes sobre todo en regiones templadas y subhúmedas y zonas áridas y semiáridas (Villarreal y Encina, 2005).

Por su parte, en el estado de Coahuila se presenta una gran variedad de condiciones fisiográficas, climáticas y edáficas, que han dado lugar a una significativa diversidad de tipos de vegetación y de flora. Esta última se estima en aproximadamente 3,100 especies y taxa infraespecíficos de plantas vasculares (Villarreal, 2001).

## 2.2 El género Agave

Los agaves son plantas xerófilas suculentas, generalmente acaules, (aunque existen especies que presentan tallos rastreros como *A. stricta*, *A. striata* y *A. petrophila*) con excepción de *A. karwinski*, *A. decipiens*, *A. attenuata*, de formas arborescentes. Estas especies presentan una ruta fotosintética de tipo CAM y una baja tasa de crecimiento. Las hojas o pencas tienen forma lanceolada con una espina terminal, generalmente son gruesas y suculentas conteniendo parénquima esponjoso lo que permite el almacenamiento de agua y una cubierta cerosa que impide la pérdida de la misma. Los bordes casi siempre están cubiertos por dientes. Las hojas, una vez desenrolladas comienzan a desdoblarse hacia afuera en un arreglo espiral para formar la roseta, la cual es característica de los agaves. Esta disposición de las hojas se ha visto como un mecanismo de defensa contra herbívoros, así como también una forma de captar el agua más eficientemente (Gentry, 1982). Generalmente, las hojas de algunas especies como *A. deserti* viven 5 años durante los cuales son metabólicamente activas y su color va desde verde lustroso brillante a azul grisáceo opaco (Nóbel, 1988).

En todos los agaves el sistema vascular se elonga a través de las hojas creando fibras que corren a lo largo de toda la penca. En algunas especies como *A. sisalana* y *A. fourcroydes*, ésta característica se encuentra muy marcada, haciendo de la fibra un producto de uso económico importante. Estas hojas fibrosas hacen clara la distinción entre los agaves y los áloes parecidos superficialmente. Las hojas de Aloe son gelatinosas al interior, nunca con fibras. Las combinaciones de las características de las hojas pueden ayudar a diferenciar una especie de otra, especialmente cuando no hay disponibilidad de flores (Irish e Irish, 2000).

Los agaves son semélparos, viven un solo episodio reproductivo y luego mueren. Desarrollan una inflorescencia terminal después de varios años de crecimiento cuyo tamaño oscila desde unos cuantos decímetros a varios metros de altura según la especie (Gentry, 1982). Esta inflorescencia es polinizada por murciélagos, esfíngidos o abejas.

Agave, es el género más grande de la familia Agavaceae, esta especies es endémica del continente americano. Su distribución se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia y Venezuela. Se ha estimado que éste género lo conforman alrededor de 166 especies (García-Mendoza y Galván, 1995) de las cuales 125 se encuentran en México. Recientemente García-Mendoza (2002) concluye que este género tiene 200 especies aproximadamente más 47 categorías infraespecíficas, dando un total de 247 taxa. De este total, 150 especies corresponden al 75% se encuentran en México convirtiéndolo en el país con mayor diversidad de agaves.

El género agave se divide en dos subgéneros: *Littaea* y *Agave* los cuales se diferencian esencialmente a nivel de la inflorescencia (Gentry, 1982): *Littaea*, que comprende ocho grupos, presenta una inflorescencia de apariencia espigada y flores en pares, mientras que en *Agave*, con 12 grupos, las inflorescencias son paniculadas y las flores se encuentran en grandes agregados umbelados sobre pedúnculos laterales. *Littaea* tiene una

distribución más restringida ya que no se encuentra en Baja California ni en Yucatán y se distribuye desde Nevada y Arizona en los Estados Unidos hasta Guatemala. El subgénero *Agave* se encuentra desde California a Texas y sur de Florida, hasta Perú, Colombia y Venezuela, incluyendo las Antillas y Centroamérica (Eguiarte *et al.*, 2000).

Se ha sugerido que varias especies de agaves no presentan reproducción sexual, sólo propagación vegetativa la cual puede darse como ramets producidos sobre los rizomas, o por bulbillos, sobre la inflorescencia (Nóbel, 1988; Arizaga y Ezcurra, 1995). Lo anterior es posible ya que algunas especies principalmente del subgénero *Agave* del norte de México y sur de los Estados Unidos son poliploides (formando series de  $2n$ ,  $3n$ ,  $4n$ ,  $5n$  y  $6n$  con un número básico de 30 cromosomas, 5 grandes y 25 pequeños) (Pinkava y Baker, 1985; Eguiarte, *et al.*, 2000), y en especial autopoliploides, característica que promueve las duplicaciones somáticas (Backman, 1944).

Por otro lado, en 1980 Ehrendorfer demostró que los diploides son más comunes en hábitat estables de las comunidades mientras que los poliploides recientes abundan en biotas sucesionales. Se sabe además, que la poliploidía y la hibridización promueven la apomixis en los poliploides sexuales dado que existe una gran probabilidad de que éstos tengan combinaciones de genes que favorezcan un cambio en los ciclos reproductivos. A su vez, la apomixis preserva combinaciones de genes altamente adaptativas así como también la heterocogosis presente (Pinkava y Baker, 1985).

Los agaves son un grupo de plantas de gran importancia económica y ecológica para México. El género *Agave* cuenta con más de 160 especies, 75% de las cuales se encuentran presentes en el país. Este número es notable, tomando en cuenta la gran similitud morfológica y ecológica entre la mayoría de las especies del género (Eguiarte *et al.*, 2003).

## 2.2.1 Taxonómica del *Agave victoriae-reginae*

Clasificación taxonómica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Gentry, 1982).

---

Reino:	PLANTAE
División:	MAGNOLIOPHYTA
Clase:	LILIOPSIDA
Orden:	LILIALES
Familia:	AGAVACEAE
Nombre científico:	<i>Agave victoriae-reginae</i> T. Moore, 1875.
Sinónimos científicos:	<i>Agave consideranti</i> Carr. 1875
	<i>Agave fernandi-regis</i> Berger. 1915
	<i>Agave nickelsii</i> R. Gosselin. 1895.

---

## 2.2.2 Descripción de la especie *Agave victoriae-reginae*

El *Agave victoriae-reginae* presenta pequeña parte vegetativa, compacta, simple o con algunos vástagos, rosetas de 50 a 70 cm de diámetro, muchas hojas, de 15 a 20 cm de largo y de 4 a 6 cm de ancho, repentinamente rodeadas hacia el ápice estrecho, rectas o curvas hacia dentro, rígidas, gruesas con una quilla pronunciada en la parte inferior, las hojas presentan un margen blanco córneo, habitualmente no dentado, con espinas terminales, normalmente con una espina pero a veces con dos auxiliares, de 1.5 a 3 cm de largo. Marcas blancas en ambas caras de la hoja. Adicionalmente, el agave presenta, pedúnculos de 3 a 5 m de alto, erguido, inflorescencia densa con flores de color crema por pares o tríos, de 40 a 46 mm de largo, con los tallos teñidos de color rojo o púrpura (Breitung, 1960).

## 2.2.3 Ubicación geográfica del *Agave victoriae-reginae* T. Moore

El *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Agavaceae) es una especie endémica de México en peligro de extinción, con una distribución limitada a zonas de los estados de Coahuila, Durango y Nuevo León, entre los 100° y 104°

longitud oeste y 25° y 27° latitud norte, sólo se encuentra en localidades muy específicas pues crece en afloramientos de carbonato de calcio sobre paredes verticales (figura 1). El factor principal que ha alterado las poblaciones silvestres de *A. victoriae-reginae* es la colecta de plantas con fines ornamentales que alcanzan altos valores en el mercado internacional. Por su endemismo y su crítica situación ha sido catalogada en peligro de extinción por las autoridades del país. En la última década las técnicas *in vitro* se han utilizado para el rescate de especies en peligro de extinción por la posibilidad de lograr una rápida multiplicación de individuos libres de patógenos. Un gran número de regenerantes puede producirse a partir de pequeñas cantidades de material inicial, en algunos casos, tan pequeña como una yema o una semilla y llegar a clonar individuos y/o inducir variaciones genéticas bajo condiciones controladas. Sin embargo, se sabe que el tipo de respuesta morfogénica *in vitro* puede ser factor de variación genética (Chávez, 1996).



**Figura 1.-** Distribución del *Agave victoriae-reginae* T. Moore. En México.

### 2.3 Reproducción y/o propagación del agave

Se han llevado a cabo varios estudios detallados de ecología de poblaciones de diferentes especies del género *Agave*, principalmente en el desierto de Chihuahua, y se han estudiado recientemente diversos aspectos de la genética de poblaciones de este género en el Instituto de Ecología de la UNAM, siendo éstos los primeros estudios en su tipo. A partir de estos datos se han comenzado a estimar parámetros de genética de poblaciones tales como flujo génico, distancias genéticas y diferenciación genética, que son críticos para poder entender los procesos evolutivos que se encuentran

operando en las especies. En particular, se ha encontrado que las poblaciones silvestres de Agave generalmente presentan niveles muy elevados de variación genética, mientras que las poblaciones cultivadas tienen niveles muy bajos (Eguiarte *et al.*, 2003).

La reproducción se puede dar por semilla o bulbillo o más eficientemente mediante rizomas, es decir transplantando los hijuelos que brotan de la raíz de la planta. Al alcanzar una altura de 50 cm y cuando el corazón es del tamaño de una toronja, se desprenden de la planta madre cortándolos con un barretón. La edad óptima de un agave para reproducirse, es entre los 3 y los 5 años. Una planta madre da entre uno y dos hijuelos por año. Una vez separados los hijuelos de la madre, se procede a la plantación precisamente antes del tiempo de lluvia, la nueva planta debe quedar asentada y enterrada en un 75% de su volumen, apisonando la tierra para asegurar la planta. Su crecimiento es muy lento, la maduración demora de 8 a 10 años y florecen sólo una vez emitiendo un largo tallo de casi 10 m de altura que nace del centro de la roseta, hacia la mitad del tallo surgen ramificaciones con numerosos grupos de flores tubulares. La planta muere tras desarrollar el fruto pero por lo general produce retoños en su base (Gentry, 1982).

#### **2.4 Importancia del té de compost**

El compost orgánico es elaborado con restos de comida, material vegetal, tierra y excrementos, se le añaden microorganismos que se incorporan a este compuesto, donde van creciendo colonias de organismos. De este compost se extrae una especie de té, que nutre a las plantas de la agricultura biológica. El té de compost es una solución creada por extracción de microorganismos y sustancias nutritivas del compost. Puede prepararse sumergiendo una bolsa de compost en un barril con agua, la bolsa debe estar hecha de un material poroso para que el agua penetre y el compost se diluya (Navarro, 2003).

Este té extrae del compost las sustancias nutritivas, las enzimas, los minerales, etc., que pasan a formar parte de los suelos y sirven para enriquecer a la planta y ayudarla en su nutrición y en sus distintos procesos biológicos (Herrera, 2004). En atención a lo anterior (Navarro, 2003), ha establecido que uno de los usos del compost es hacer una solución en forma de té, ya que los macro y micro elementos están más disponibles para las plantas cuando se encuentran disueltos en agua.

Cualquier té que no es usado inmediatamente debería ser guardado y alejado de la luz solar directa en un contenedor abierto. La aireación periódica o continua prolongará su vida. La utilización del té de compost es una de las rutas más seguras, más eficaz y más directa para alejarse y deshacer el impacto negativo, por el uso de los herbicidas químicos, pesticidas y fertilizantes sintéticos. También ayuda a restaurar la salud natural y el equilibrio del suelo. El té de compost puede ser aplicado al suelo directamente o a la planta como un rocío foliar. Cuando es usado como rocío foliar, lo mejor es cubrir la hoja cuidadosa con una niebla fina. Se debe de aplicar temprano en la mañana o el precrepúsculo para reducir al mínimo los efectos de los rayos UV (Salter, 2006).

#### **2.4.1 Métodos para la elaboración del té de compost**

Ingham, (2003) menciona tres diferentes métodos para la preparación del té:

- Método del cubo fermentado: (aireado-anaeróbico) consiste en llenar un saco de compost y sumergirlo en agua.
- Método de cámara de burbujas: (aireado-aeróbico) en un pequeño cubo, con una cámara de acuario que proporciona burbujas.
- Cerveceros comerciales: son tanques pequeños o de grade escala, una bomba para oxigenar, un saco para filtrar.

## 2.4.2 Tipos de té de compost

Cascadia (2001) señala que existen tres tipos de té de compost los cuales son:

- **Té de abono:** es preparada a partir de estiércol crudo de animales sumergido en agua durante siete a catorce días. La ventaja primaria del té será el suministro de sustancias nutritivas solubles, por lo tanto este té puede ser usado como fertilizante líquido.
- **Té de hierbas:** se prepara a partir de extractos de plantas, ejemplo; cola de caballo, trébol, etc., se llena un barril hasta tres cuartos de su capacidad con agua tibia, luego se introducen los extractos de plantas. Estos se dejan fermentar a temperatura ambiente durante tres a diez días. El producto final es filtrado, luego diluido de 1:10 o 1:15 y es usado como rocío foliar.
- **Mezcla té:** se prepara con la mezcla extractos de plantas, algas, desechos de pescados, harina de pescado, las cuales se empapan y se deja fermentar a temperatura ambiente durante tres a diez días. El té se prepara y se usa similar al té de hierbas.

## 2.4.3 Beneficios del té de compost

De acuerdo con Cascadia (2001); los beneficios que puede aportar el té de compost se caracterizan por:

- Reducir la incidencia de enfermedades foliares.
- Mejora el vigor y la salud de las plantas.
- Reduce los impactos negativos de pesticidas, herbicidas y fertilizantes.
- Reduce la pérdida de agua.
- Mejora la estructura del suelo.

## 2.5 Vermicomposta o humus de lombriz

Recibe este nombre el producto obtenido mediante el procedimiento biológico de descomposición de elementos orgánicos, a través de la actividad de la lombriz *Eisenia fetida*. El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. Los excrementos de la lombriz contienen: 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron (Verdejo, 2005).

Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la vermicomposta varían considerablemente según el alimento con que se nutren las lombrices. Este material presenta entre 25-55 % de materia orgánica (MO) y nutrientes esenciales: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Materia Orgánica (MO). Si se incorpora la vermicomposta a suelos deficientes en bacterias como *Azotobacter sp.*, *Azospirillum sp.*, se facilita una mejor fijación del N atmosférico (Díaz *et al.*, 2004).

La actividad residual de la vermicomposta se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza pura. El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. La vermicomposta no debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno y si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego. Además, se caracteriza por su textura, humedad y olor distintivos, concentrándose en ella gran cantidad de

nutrientes y elevada carga bacteriana que favorece el suelo y por consiguiente, los cultivos de cualquier tipo. El aporte de la vermicomposta a los terrenos abarca tres aspectos: físico, químico y biológico (Verdejo, 2005).

### **2.5.1 Beneficios del humus de lombriz**

De acuerdo con Verdejo (2005) la vermicomposta o humus de lombriz presenta los siguientes beneficios:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Beneficia el suelo con millones de microorganismos.
- Favorece la asimilación de las micronutrientes de la planta a través de enzimas.
- Logra una mejor aireación al modificar la estructura del suelo.
- No existe peligro de sobredosis.
- Contribuye con el mejoramiento de cualquier tipo de planta.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable.
- Reemplaza al mantillo, la resaca y cualquier clase de abono inorgánico (sales minerales).
- Mejora la salud de la planta, haciéndola más resistente a las plagas

### **2.5.2 Características físicas, químicas y microbiológicas de la vermicomposta**

#### **2.5.2.1 Físicas**

Se presenta como un material muy ligero, suave, de color oscuro uniforme y de apariencia granulada (Aranda, 1992). La aplicación de la vermicomposta tiene una acción favorable en la estructura del suelo, incidiendo en una buena circulación de agua y aire, e incrementando su permeabilidad, mayor retención de agua, disminuye la cohesión del suelo y mejora la estructura de los suelos arcillosos y arenosos (Rodríguez *et al.*, 1998).

### **2.5.2.2 Químicas**

Las características químicas dependen básicamente del tipo y calidad del sustrato origen y de la especie de lombriz utilizada para su degradación. La vermicomposta contiene macronutrientes, micronutrientes, alto contenido de materia orgánica, ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, fitohormonas (Giberelinas, Citoquininas y Auxinas) (Bollo, 1985; Martínez, 1995).

### **2.5.2.3 Microbiológicas**

La abundante población de microorganismos presentes en la vermicomposta, la hace ser un material ideal para ser aplicado a suelos erosionados y de baja fertilidad; que al ser incorporada se observa un extraordinario aumento de los microorganismos del suelo (Martínez, 1996).

Algunos trabajos reportan la presencia de sustancias con actividad antibiótica, que al ser aplicados en cultivos, reducen el desarrollo de bacterias, hongos y nemátodos (Brown y Mitchell, 1981; Paul y Clark, 1988; Szczech et al., 1993).

En términos generales la vermicomposta se comporta como "esponja" captadora de agua, que presenta un tamaño de partícula pequeña y baja plasticidad y cohesión, lo que hacen de el material un excelente sustrato de germinación, ya que cumple con los requisitos para que germinen las semillas y emerjan sin encontrar a su paso barreras mecánicas que eviten o retrasen su salida a la superficie. Otra característica interesante de la vermicomposta es su capacidad de comportarse como hormona estimuladora del crecimiento vegetal (Enzo, 2005).

## **2.6 Condiciones de humedad para generar vermicomposta**

El contenido de humedad ideal para el vermicomposteo es entre 40 y 60 %; el límite superior depende del material que está siendo vermicomposteadado. Si el material contiene paja, es posible operar exitosamente bien por encima del 60% de humedad, debido a que la paja retiene su vigor a altos contenido

de humedad y además permite que el aire se mueva libremente a través de la pila de vermicomposteo. Los residuos de papel, en contraste, llegan a estar muy empapado al 60% de humedad y se comprime con la suficiente densidad para excluir el aire. En consecuencia, una pila de vermicomposteo que contiene residuos de papel periódico necesita tener un bajo contenido de humedad (Anónimo, s/f).

## **2.7 Recepción de excedentes de humedad**

Los recipientes de plástico son adecuados y tienen diferentes tamaños, para la recolección de excedentes de humedad. Estos recipientes son fácilmente transportados y son una alternativa apropiada para los recipientes de madera que son más pesados. Dependiendo del tamaño del contenedor que se utilizan para la elaboración de vermicomposta, se pueden perforar de 8 a 12 hoyos (1/4 a 1/2") en el fondo para facilitar la aireación y el drenaje. Un recipiente de plástico puede requerir más drenaje - si el contenido es demasiado húmedo, se pueden hacer más perforaciones. El recipiente se puede colocar sobre ladrillos o bloques de madera, y colocar una bandeja debajo para capturar el exceso de líquido el cual puede ser utilizado como fertilizante líquido para las plantas (Cochran, 1998).

La agricultura biodinámica difiere de otros métodos de agricultura ecológica por la utilización de los preparados biodinámicos, que son extractos vegetales, animales y minerales, normalmente fermentados, dinamizados por agitación y aplicados después en forma diluida (Deffune y Scofield, 1994).

Uno de los usos del vermicompostaje es hacer una solución en forma de té, ya que los macro y micro nutrientes están más disponibles a las plantas cuando están disueltos en agua (Navarro, 2003).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8° C., una mínima de 11.68° C y una temperatura media de 19.98° C (CNA, 2002).

#### 3.2 Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en una bodega del área de producción de vermicomposta de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, la cual se localiza en Periférico y Carretera a Santa Fe, Km. 1.5, en Torreón, Coahuila, México; durante el periodo Febrero – Octubre del 2006. El objetivo de esta investigación fue medir el desarrollo y crecimiento de la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), utilizando arena como componente del sustrato de crecimiento.

#### 3.3 Llenado de macetas

Las macetas se llenaron de arena al 100% para el testigo y los tratamientos. La arena utilizada se obtuvo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL.

Se aplicaron los siguientes tratamientos:

T1. 2 Kg de arena + agua de la llave (potable)

T2. 2Kg de arena + Concentrado de lixiviado de vermicomposta

T3. 2 Kg de arena + Dilución de lixiviado de vermicomposta de 1:2

T4. 2 Kg de arena + Dilución de lixiviado de vermicompost de 2:1

El sistema de riego aplicado fue el método tradicional (manual), con un vaso de una capacidad de 500 mL y aplicando 300 mL de lixiviado de vermicomposta en sus diferentes concentraciones a cada una de las macetas y el testigo se regó con la misma cantidad pero con agua de la llave (potable).

El lixiviado de vermicomposta fue analizado física y químicamente (Materia Orgánica, Conductividad Eléctrica, pH, Textura, Nitrógeno total, Capacidad de Intercambio Catiónico, Cloruros, Carbonatos, Bicarbonatos, Fósforo y Calcio + Magnesio y ácidos húmicos), en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL (cuadro 1).

### **3.4 Descripción del material genético**

El genero de Agave que se estudio fue *Agave victoriae-reginae* T. Moore, la cual es una especie en peligro de extinción, siendo el factor principal la colecta de plantas con fines ornamentales, este material fue obtenido del invernadero de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, la cual tenía un desarrollo aproximado de 2 años.

### **3.5 Procedimiento para obtener el lixiviado de vermicomposta**

Vermicompostaje consiste en utilizar un cultivo de lombrices para producir un acondicionador del suelo formado con sus excreciones, en este caso es a partir de estiércol de caballo, el cual se lleva en lugar sólido, con un enramado para proteger a las lombrices de la luz solar, además que en el fondo cuenta con agujeros de ventilación, drenaje y un recolector al final el cual es de plástico de 200 L, para cuando se riega el lixiviado vaya al recolector, el cual es recogido cuando hay una buena cantidad para evitar que se derrame y éste a su vez es contenido en una cisterna, la cual cuenta

con una llave debidamente adaptada para que se pueda sacar con facilidad el lixiviado, el cual es utilizado como fertilizante líquido.

**CUADRO 1.-** Características químicas del lixiviado de la vermicomposta.

	<b>concentrado</b>
<b>Nitrógeno Total %</b>	0
<b>Materia Orgánica %</b>	2.01
<b>C.E. mS cm<sup>-1</sup></b>	19.87
<b>pH</b>	9.07
<b>Fósforo (ppm)</b>	9775
<b>Ca + Mg</b>	16
<b>C I C meq 100g suelo<sup>-1</sup></b>	19
<b>Sodio meq L<sup>-1</sup></b>	182.7
<b>Cu (ppm)</b>	0.78
<b>Fe (ppm)</b>	2.425
<b>Zn (ppm)</b>	1.4
<b>Mn (ppm)</b>	0.775
<b>Carbonatos meq L<sup>-1</sup></b>	3
<b>Bicarbonatos meq L<sup>-1</sup></b>	3
<b>Cloruros meq L<sup>-1</sup></b>	82
<b>Ácidos húmicos %</b>	5.94
<b>Sulfatos</b>	110.7

### 3.6 Descripción del diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones y las variables evaluadas fueron: peso fresco total (PFT), peso seco total (PST), peso fresco de tallo y hoja (PFTH), peso seco de tallo y hoja (PSTH), peso fresco de raíz (PFR) y peso seco de raíz (PSR).

Para determinar el efecto de los tratamientos se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba DMS (5%) para la variable que presentó un efecto significativo.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se observa que el análisis de varianza para las variables PFT, PST, PFTH, PSTH y PFR, presentaron efectos estadísticamente iguales bajo el efecto de los tratamientos evaluados. Por otro lado, la variable PSR presentó efectos significativos ( $P \leq 0.05$ ) bajo el efecto de diferentes tratamientos.

**Cuadro 2.-** Resultados de "ANDEVA" cuadrados medios de las variables peso fresco total (PFT), peso seco total (PST), peso fresco de tallo y hoja (PFTH), peso seco de tallo y hoja (PSTH), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR); para el crecimiento de la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) UAAAN-UL, 2006.

FV	gl	PFT	PST	PFTH	PSTH	PFR	PSR
Tratamientos	3	4.05 NS	0.06 NS	4.20 NS	0.03 NS	0.47 NS	0.02*
Error	9	2.33	0.03	2.01	0.02	0.06	0.00
CV		19.74	23.58	20.78	26.63	23.26	30.52

\* Significativo; NS = No significativo

En el caso de la variable PSR se detectó un efecto significativo ( $P \leq 0.05$ ) bajo el efecto de los tratamientos evaluados (cuadro 3), aunque el T1 (testigo) superó a los tratamientos que incluye el lixiviado de vermicomposta, concentrado y diluido, lo cual pudiera indicar que la frecuencia de aplicación de los lixiviados deberá de incrementarse con el propósito de que las especies vegetales, durante su desarrollo fisiológico, tuvieran la oportunidad de aprovechar el contenido de los elementos nutritivos y de ácidos húmicos que presentan los lixiviados de vermicomposta (cuadro 1).

**Cuadro 3.-** Comparación de medias de tratamientos con la prueba (DMS 5%) para la variable PSR de la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) UAAAN-UL, 2006.

Tratamientos	Media	Nivel de significancia
T1	0.006951	a
T2	0.000208	b
T3	0.000536	b
T4	0.000800	b

El hecho de que cinco de las variables evaluadas hayan resultado estadísticamente iguales bajo el efecto de los diferentes tratamientos, probablemente puede deberse a que el presente experimento se llevo a cabo solamente dentro de un periodo de 8 meses y este periodo corresponde al 1.65% del tiempo promedio requerido para que esta especie alcance su madurez sexual, que de acuerdo con Gentry (1982) se logra en un periodo de 40 años.

Por otro lado se considera necesario resaltar que el total de plantas utilizadas lograron sobrevivir bajo las condiciones del presente ensayo experimental, por lo cual es posible suponer que los lixiviados de vermicomposta, aplicados en forma de soluciones nutritivas, pueden proporcionar parte de los elementos nutritivos y ácidos húmicos, que son requeridos para el desarrollo de las especies vegetales, debido a las características químicas que se determinaron para el lixiviado de vermicomposta (cuadro 1).

La suposición anterior se fundamenta en el hecho que las vermicompostas contienen elementos nutritivos y ácidos húmicos en formas fácilmente asimilables, como los señalan diversos autores (Atiyeh *et al.*, 2000a, 2000b, 2000c; Cruz-Rodriguez *et al.*, 2003), los cuales participan como hormonas de crecimiento durante el desarrollo de diversas especies vegetales, y en este caso fueron lixiviados por el agua utilizada para regar los sustratos donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposteo.

Para las variables que resultaron estadísticamente iguales (PFT, PST, PFTH, PSTH y PFR), se determinó aplicando un análisis de regresión lineal con el propósito de determinar la dinámica de cada una de estas variables y el ajuste de cada curva para observar el efecto de cada tratamiento evaluado (cuadro 4).

**CUADRO 4.-** Ecuaciones de regresión lineal y  $R^2$  para las variables evaluadas en los diferentes tratamientos en las que se determinaron el desarrollo de la noa (*Agave victoriae-reginae*).

<b>Peso fresco total</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>Ecuaciones</b>	<b><math>R^2</math></b>
T1	$y = 2.1333x + 2.3225$	0.8999
T2	$y = 2.918x + 0.015$	0.938
T3	$y = 4.6023x - 2.345$	0.8293
T4	$y = 2.2755x + 1.14$	0.7611
<b>Peso fresco de raíz</b>		
T1	$y = 0.1143x + 1.2575$	0.8063
T2	$y = 0.2623x + 0.155$	0.6325
T3	$y = 0.1675x + 0.4875$	0.409
T4	$y = 0.1488x + 0.5625$	0.7264
<b>Peso fresco de tallo y hoja</b>		
T1	$y = -1.805x + 14.813$	0.9625
T2	$y = 2.6498x - 0.1825$	0.9555
T3	$y = 4.3735x - 2.67$	0.8421
T4	$y = 2.0738x + 1.675$	0.7602
<b>Peso seco de total</b>		
T1	$y = 1.3813x - 1.55$	0.6557
T2	$y = 0.2033x + 0.1725$	0.9165
T3	$y = 0.3225x + 0.0125$	0.7919
T4	$y = 0.1885x + 0.1925$	0.9122
<b>Peso seco de tallo y hoja</b>		
T1	$y = 0.1698x + 1.23$	0.9811
T2	$y = 0.176x + 0.105$	0.9412
T3	$y = 0.3015x - 0.08$	0.8543
T4	$y = 0.1555x + 0.1025$	0.9836

#### 4.1 Dinámica de la variable peso fresco total en noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

En la figura 2 se puede apreciar la dinámica PFT bajo el efecto de los diferentes tratamientos, en esta gráfica se aprecia que el T2 (lixiviado de vermicomposta concentrado) presentó el mayor ajuste para la ecuación de regresión lineal ( $R^2=0.938$ ) superando al resto de los tratamientos por lo cual es posible esperar que los elementos fácilmente disponibles y las hormonas de crecimientos contenidas en las vermicompostas, (Atiyeh *et al.*, 2000a, 2000b, 2000c; Cruz-Rodriguez *et al*, 2003), fueron los lixiviados de los sustratos donde desarrolla el proceso de vermicomposteo y aportado a la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) a través de las soluciones que se emplearon para regar estas macetas.

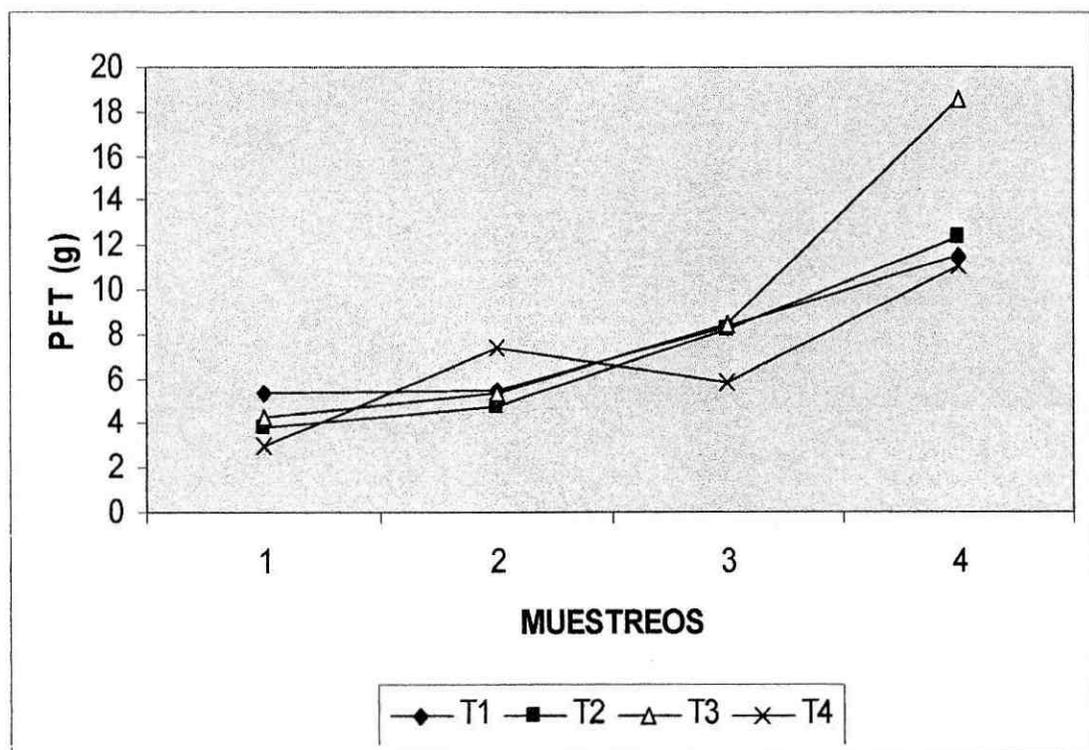


Figura 2.- comportamiento de la variable peso fresco total (PFT), en la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), UAAAN-UL, 2006.

## 4.2 Dinámica de la variable peso fresco de raíz en noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

Como se observa en la figura 3, para la variable PFR, se puede apreciar el incremento en el peso fresco de raíz, las ecuaciones que representan la dinámica de esta variable se encuentran en el cuadro 4, dentro de ellas destacan los T1 (testigo) y T4 (dilución del lixiviado de vermicomposta de 2:1), con valores de  $R^2$  0.8063 y 0.7264 respectivamente, corresponde a lo señalado por Fernández (2003), quien observó que en dos especies de plantas ornamentales, que las aplicaciones de ácidos húmicos provocaron un incremento del peso fresco y largo de las raíces secundarias.

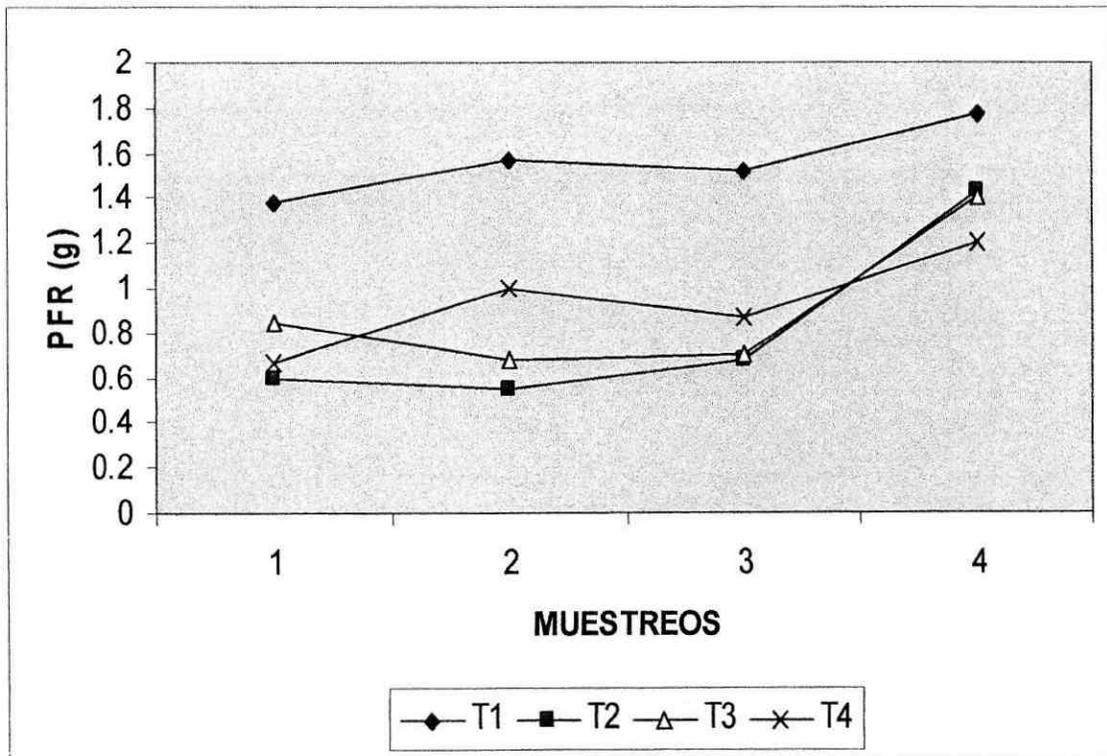


Figura 3.- comportamiento de la variable peso fresco de raíz (PFR), en la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), UAAAN-UL, 2006.

### 4.3 Dinámica de la variable peso fresco de tallo y hoja en noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

En la figura 4 se observa que la variable PFTH, tuvo un incremento mayor que el resto de los tratamientos (cuadro 4), se destaca que los tratamientos T1 (testigo) y T2 (concentrado), presentaron el mejor ajuste para la ecuación correspondiente en  $R^2$  0.9625 y 0.9555, respectivamente, aunque el T1 con lleva un decremento significativo para esta variable. El tratamiento T3 (dilución del lixiviado de vermicomposta de 1:2) con una  $R^2$  0.8421 refleja la mayor ganancia en peso fresco de tallo y hoja en la noa. Este incremento pue de estar relacionado con lo establecido por Fernández (2003), quien destaca que las dosis crecientes de ácidos húmicos y fúlvicos aumenta el crecimiento de tallos y raices de la planta de maíz.

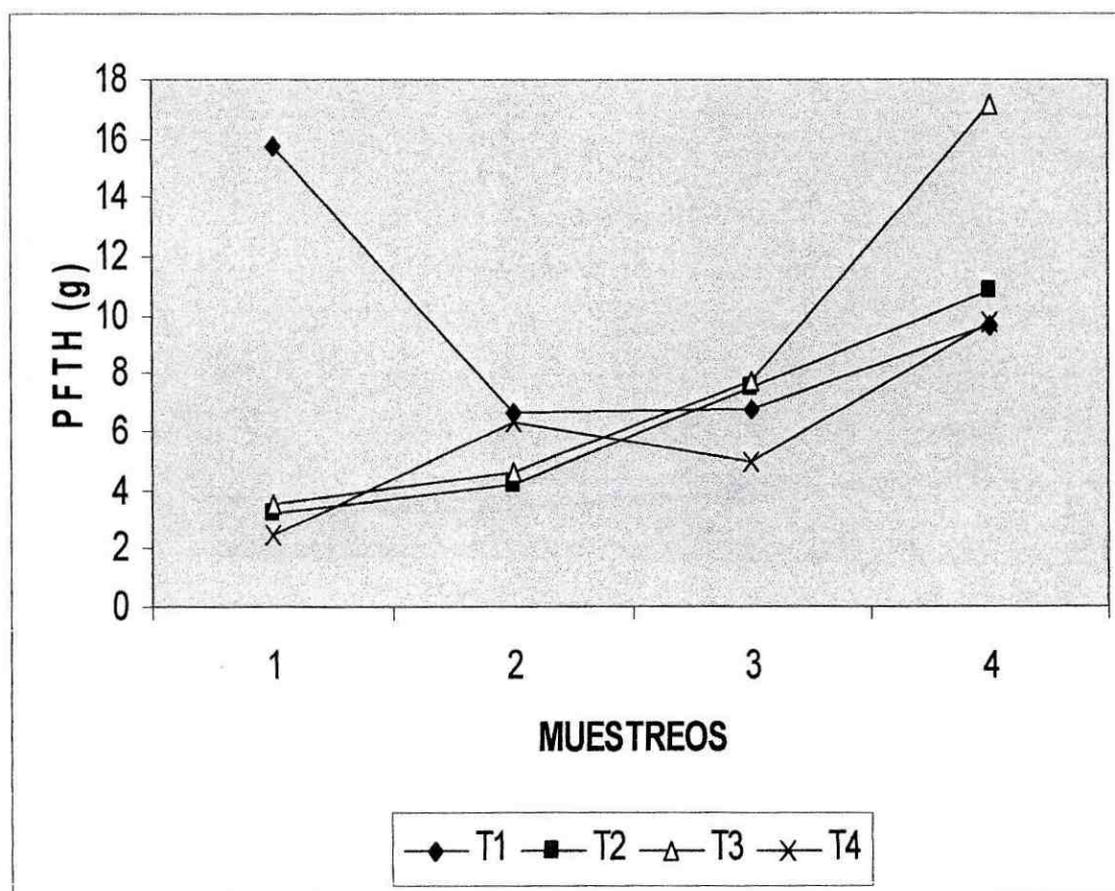


Figura 4.- comportamiento de la variable peso fresco de tallo y hoja (PFTH), en la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), UAAAN-UL, 2006.

#### 4.4 Dinámica de la variable peso seco total en noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

En la figura 5, se aprecia la dinámica de la variable PST, en el cuadro 4, destacan los T2 (concentrado) y T4 (dilución del lixiviado de vermicomposta de 2:1), presentaron el mejor ajuste la ecuación correspondiente con una  $R^2$  0.9165 y 0.9122, respectivamente (cuadro 4), esto pudiera corresponder con lo establecido por Velasco *et al.*, (2001) en acumulación de materia seca total (PST), a 60 días después de la siembra, se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. La disponibilidad de nutrimentos es determinante en la acumulación de materia seca.

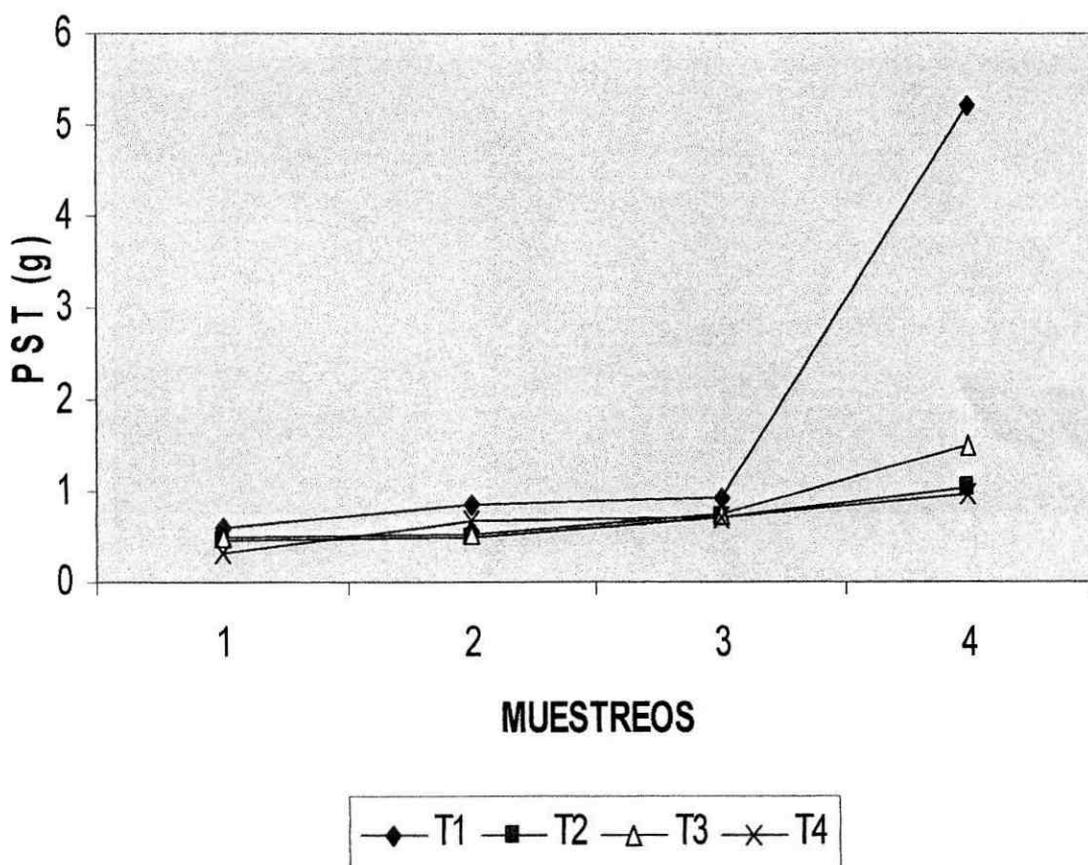


Figura 5.- comportamiento de la variable peso seco total (PST), en la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), UAAAN-UL, 2006.

#### 4.5 Dinámica de la variable peso seco de tallo y hoja en noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore)

Con respecto a la variable PSTH de la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) se determinó el incremento que hubo del peso seco de tallo y hoja a través del tiempo, en el cuadro 4 se observa que las ecuaciones de los tratamientos T1 (testigo) y T4 (dilución del lixiviado de vermicomposta 2:1) presentan el mayor ajuste para esta variable con valores de  $R^2$  de 0.9811 y 0.9836 respectivamente. Hace referencia a lo mencionado por Atiyeh *et al.*, (2002) que la incorporación de ácidos húmicos derivados del proceso de vermicomposteo, incrementa significativamente el crecimiento de las plantas de tomate y de pepino, en términos de la altura de las plantas, el área foliar, y el peso seco de plántula y raíces.

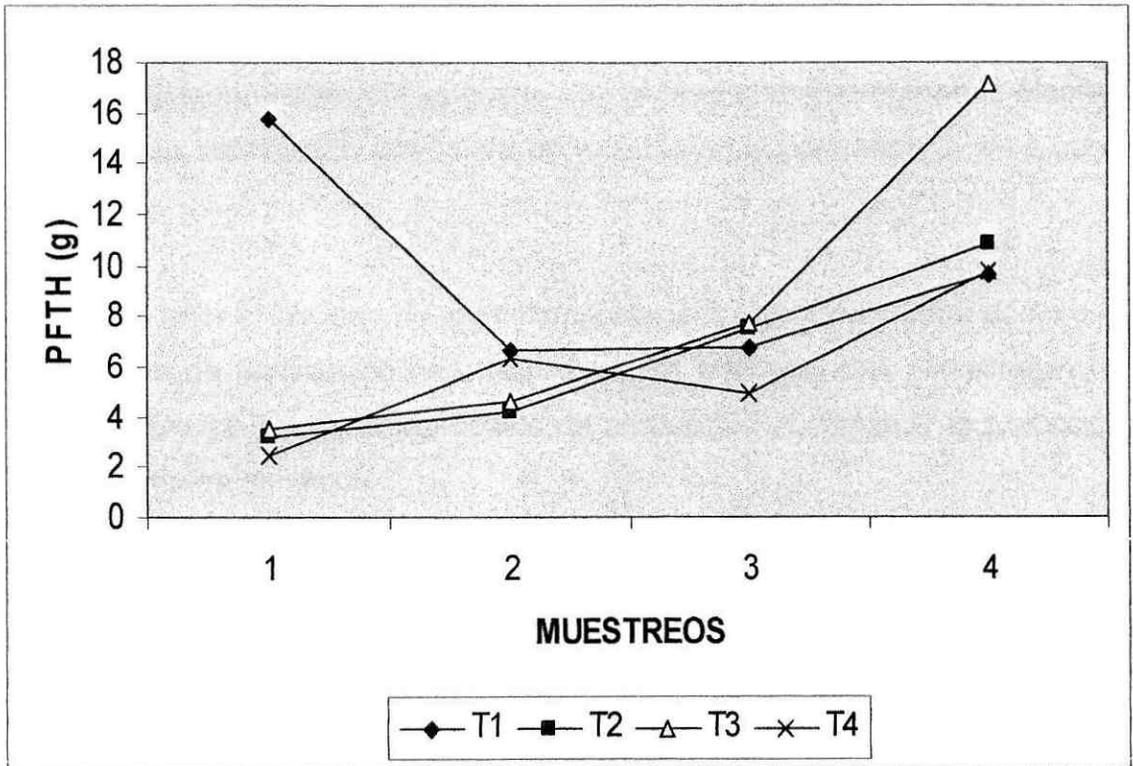


Figura 6.- comportamiento de la variable peso seco de tallo y hoja (PFTH), en la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), UAAAN-UL, 2006.

## V. CONCLUSIONES

El presente experimento permitió comprobar que a partir de la vermicomposta se puede obtener un lixiviado, el cual se puede utilizar como fertilizante líquido, dado que el total de unidades experimentales en las que se empleo el lixiviado de vermicomposta, como solución nutritiva, las plantas de noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) lograron sobrevivir.

Los resultados obtenidos en las variables PFT, PST, PFTH, PSTH y PFR no tuvieron ninguna diferencia ya que la noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore), es de lento crecimiento y requiere de muchos años para llegar a ver alguna diferencia.

Por lo anterior el lixiviado de vermicomposta se pudiera considerar como una alternativa de fertilización para la producción orgánica bajo condiciones de invernadero ya que reduciría costos de producción al disminuir la aplicación de fertilizantes químicos.

## VI. RESUMEN

El Vermicompostaje consiste en utilizar un cultivo de lombrices para producir un acondicionador del suelo formado con sus excreciones. Es el resultado de una fermentación de materiales orgánicos (estiércoles frescos u otros componentes animales como hígado, sangre, harina de huesos), realizada por microorganismos como levaduras, hongos, etc. Cuando la fermentación termina, se obtiene un líquido rico en nutrientes. Se usa como complemento nutricional de las plantas y puede tener efecto protector de la planta frente a enfermedades y plagas de los cultivos. El presente experimento tuvo como objetivo evaluar el desarrollo de la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), a partir de la aplicación de lixiviado de vermicomposta a diferentes concentraciones. El diseño experimental fue bloques al azar, utilizando como sustrato arena, conformando un total de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. En donde la variable, peso seco de raíz (PSR), resulto significativa, destacando un mayor desarrollo radicular en el tratamiento (testigo) y las variables (PFT), (PFTH), (PSTH), (PST) y (PFR) no tuvieron significancia alguna. Con los resultados obtenidos podemos concluir que el lixiviado de vermicomposta en la Noa (*Agave victoria-reginae* T. Moore), se pueda proponer como alternativa para el desarrollo de esta especie.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aeromaster TE500. 2006. Sistema de extracción de té de composta. Tampico, México.
- Anónimo (s/f). Manure Utilization and Treatment Technologies. Manure Treatment Options: 11-19.
- Aranda, D. E. 1992. Manejo de las lombrices para la producción del abono orgánico de la pulpa de café. In: Resumen del curso de actualización tecnológica del beneficio del café. INMECAFE-FIMOCAFE. Xalapa, Ver. pp. 6-19.
- Arizaga, S. y E., Ezcurra, 1995. Insurance against reproductive failure in a semelparous plant: bulbil formation in *Agave macroacantha* flowering stalks. *Oecologia* 101: 329 –334.
- Atiyeh, R. M., S. Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D., Metzger y W. Shuster. 2000a. Effects of Vermicomposts and Composts on Plant Growth in Horticultural Container Media and Soil. *Pediobiologia* 44: 579 – 590.
- Atiyeh, R. M., J. Domínguez., S. Subler y C. A. Edwards. 2000b. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia*, 44: 709-724.

- Atiyeh, R.M., N., Arancon, C.A. Edwards y J.D., Metzger. 2000c. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Biores. Technol.*, 75: 175-180.
- Atiyeh, R. M., S. Lee, C. A. Edwards, N. Q. Arancon y J. D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Biores. Technol.* 84: 7-14.
- Backman, E.G. 1944. A karyosystematic study of the genus *Agave*. *American Journal of Botany* 31: 283-298.
- Bollo, T. E. 1985. *Humus de la lombriz y su aplicación*. Lombricultura S.C.I.C. Centro de Investigación y Desarrollo. Quito, Ecuador. Pp.1-6.
- Breitung, A. J. 1960, Cultivated and native agaves in the south western United States, *Cactus and Succulent Journal*, 32: 35-38.
- Brown, B. A. y M. J. Mitchell. 1981. Role of earthworm, *Eisenia fetida*, in effecting survival of *Salmonella enteritidis* ser. *Typhimurium*. *Pedología*. 21, 434-438.
- Cascadia Consulting Group, Inc. 2001. Submitted to: Office of Environmental Management City of Seattle. Pp. 17-18. Disponible en: [http://www.cityofseattle.net/environmental/Documents/Final%20Compost%20Tea %20report.pdf](http://www.cityofseattle.net/environmental/Documents/Final%20Compost%20Tea%20report.pdf). (Fecha de recuperación 22 de enero del 2007).
- Chávez Á. V. M. 1996. Evaluación genética y demográfica de *Agave victoriae-reginae* T. Moore y aplicación del cultivo de tejidos para su conservación. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología Jardín Botánico. México, D.F.

Cochran, S. 1998. Vermicomposting. University of Nebraska. Nebraska. PP.3

Contreras-Ramos, S. M. y E. M. Escamilla-Silva. 2005. "Vermicomposting Of biosolids with cow manure and oat straw." *Biol. Fertil. Soils* 41:190-198.

CNA, 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia. Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.

Cruz-Rodrigues, V. y V. C. de Almeida-Theodoro. 2003. "Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos." *Ciênc. Agrotec. Lavras*. 27(6): 1409-1418.

Deffune, G. y A. M. Scofield. 1994. Efectos de los ácidos húmicos y de tres preparados biodinámicos en el crecimiento de plántulas de trigo. Sustainable Agriculture Research Group. Wye College, University of London, Reino Unido.

Díaz, L. P., F. L. Medina, J. I. Latife, P. A. Digonzelli y S. B. Sosa. 2004. Aclimatación de plantas micro propagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. Argentina. *RIA*, 33 (2): 115-128.

Enzo. B. T. (2005). Humus de Lombriz y su Aplicación. Chile. Disponible en: [http://www.ofertasagricolas\\_cl/articulos/articulos/77#intro](http://www.ofertasagricolas_cl/articulos/articulos/77#intro) (fecha de recuperación 5 de Noviembre de 2006).

Eguiarte, L. E., V. Souza y A. Silva-Montellano, 2000. Evolución de la familia Agavaceae: Filogenia, Biología reproductiva y Genética de Poblaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66: 131-150.

- Eguiarte, L., X. Aguirre, M. Rocha, C. Torres, A. Silva y A. Valera, 2003. Diversidad genética de dos especies mezcaleras. Proyecto Conabio V038, Informe final.
- Fernández Z. M. 2003. Evaluación Agronómica de sustancias húmicas derivadas de humus de lombriz. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile.
- García-Mendoza, A. y R. Galván. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 56:24.
- García-Mendoza, A. 2002. Distribution of Agave (Agavaceae) in Mexico. Cactus and Succulent Journal 74(4): 177-187.
- Gentry, H. S. 1982. Agaves of continental North America. Tucson, Arizona, University of Arizona Press, USA.
- Hernández, O. A., O. A. Martínez, E. Blanco y E. Santamarina. 2001. Evaluación de 6 tratamientos pregerminativos en semilla de Noa. Unidad regional Universitaria de zonas áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango, México.
- Hernández, J., L. Mavarez, E. Romero, J. Ruíz y C. Contreras. 2003. Altura del cantero en el comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* ssp); bajo condiciones cálidas. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 20: 320-327.
- Herrera, D. 2004. Una Ganadería En Orden. Asociación Biológica Agrícola de Canarias. Disponible en:

<http://www.gobcan.es/agricultura/otros/publicaciones/revista/agricultura72.pdf>. (Fecha de recuperación 17 de Noviembre de 2006).

Ingham, R. E. 2003. *The Compost Brewing Manual. Lastes Recipes, Methods and Research*. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon. pp. 67.

Irish, M. y G. Irish. 2000. *Agaves, Yuccas and Related Plants, a gardener's guide*. Timber Press, USA.

Martínez, A. A. 1995. *A grande e poderosa minhoca. Manual practico do minhocultor*. Sau Pablo, Brasil pp. 12-25, 79-96.

Martínez, C. C. 1996, *Potencial de la lombricultura*. Edit. Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco, México. Pp 42-48.

Navarro, A. R. 2003. *Guía para hacer compost de forma aeróbica*. Disponible en: <http://www.cesta-foe.org/recursos/pdfs/5modsolid.pdf>. (Fecha de recuperación 17 de Noviembre de 2006).

Navarro, A. R. 2003. (En línea). *Manual para hacer composta Aeróbica*. Disponible en: <http://www.noalaincineracion.org/uploadfiles/informes/composta.pdf>(Fecha de recuperación 17 de Noviembre de 2006).

Nobel, P. S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Los Ángeles, Cambridge University Press, USA.

Paul, E. A. y F. E. Clark. 1988. *Soil microbiology and biochemistry*. Edit. Academy press, inc. U. S. A. Pp.13 – 15, 32 – 37.

- Pinkava, J. D. y M. A. Baker. 1985. Chromosome and hybridization studies of Agaves. En: Pinkava, J.D. y H.S. Gentry (eds.). Desert Plants, 7(2): 93-100, Special Issue, Symposium on the Genus Agave.
- Rodríguez, C. M., A. Reines, A. Sierra y M. G. Vázquez. 1998. Lombrices de Tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo. Edit. Universidad de Quintana Roo. México. Pp11-24.
- Salter C. 2006. Compost and compot tea. Disponible en: [http://www.seedsofchange.com/enewsletter/issue\\_57/compost\\_tea.asp](http://www.seedsofchange.com/enewsletter/issue_57/compost_tea.asp) (fecha de recuperación 29 de enero del 2007).
- Sharma, S., K. Pradhan, S. Satya y P. Vasudevan. 2005. Potentiality of Earthworms for Waste Management and in Other Uses – A Review. J. Am. Sci., 1(1): 1-16.
- Singh, N.B., A. K. Khare, D.S. Bhargava y S. Bhattacharya. 2004. Optimum moisture requirement during vermicomposting using *Perionyx excavatus*. Appl. Ecol. Environ Res., 2(1): 53-62.
- Szczzech, M., W. Rondonmasnski, M. W. Brzeski, U. Smolinska y J. F. Kotowski. 1993. Suppressive effect of commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. Biological Agriculture and Horticulture. 10: 47-52.
- Velasco, V. J., R. F. Cerrato y J. J. A. Suárez. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado, de México.

Verdejo V. R. C. 2005. Lombricultura Intensiva (Abono Orgánico). BRASIL.  
Disponibile en: [http://www.ofertasagricolas\\_cl/articulos/articulos/161](http://www.ofertasagricolas_cl/articulos/articulos/161).  
(Fecha de recuperación 5 de Noviembre de 2006).

Villarreal, J. A. 2001. Flora de Coahuila. Listados florísticos de México.  
Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.  
México D.F. pp. 136.

Villarreal J. A. y D. J. A. Encina. 2005. Plantas Vasculares Endémicas de  
Coahuila y algunas Áreas Adyacentes, México. Pátzcuaro, México. Pp.  
1-4.