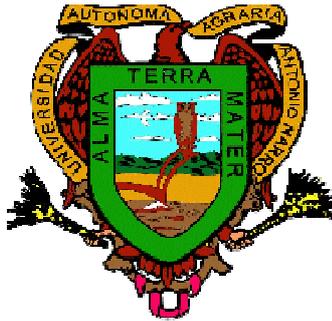


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DEL NOPAL (*Opuntia megacantha*) BAJO MICROTÚNEL,
UTILIZANDO VERMICOMPOST COMO SUSTRATO**

P O R

ALEXIS GUSTAVO HERNÁNDEZ GÁLVEZ

T E S I S

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DEL NOPAL (*Opuntia megacantha*) BAJO MICROTÚNEL,
UTILIZANDO VERMICOMPOST COMO SUSTRATO

POR

ALEXIS GUSTAVO HERNÁNDEZ GÁLVEZ

TESIS

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

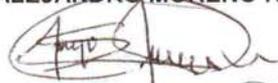
COMITÉ PARTICULAR

Asesor
principal:



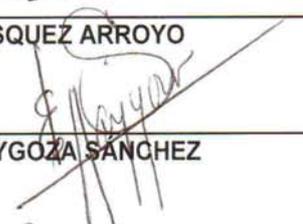
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

Asesor :



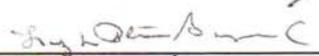
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

Asesor :

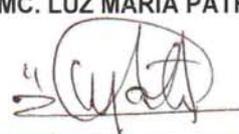


ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

Asesor:



MC. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DEL NOPAL (*Opuntia megacantha*) BAJO MICROTÚNEL,
UTILIZANDO VERMICOMPOST COMO SUSTRATO

P O R

ALEXIS GUSTAVO HERNÁNDEZ GÁLVEZ

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

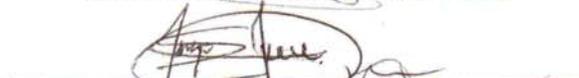
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:



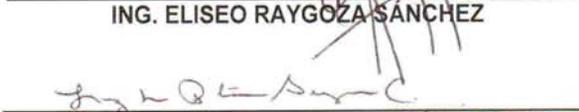
DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL:



ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ

VOCAL:



MC. LÚZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2010

AGRADECIMIENTOS

A DIOSITO LINDO

Primero que nada por darme la vida, salud, permitirme salir adelante y por darme una familia llena de amor y felicidad.

A LA UAAANU-L

Por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de prepararme como profesionalista.

Al Dr. Alejandro Moreno Reséndez. Por brindarme su amistad, paciencia y asesoría en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Jesús Vásquez Arroyo. Por su amistad, apoyo brindado y contribuir con sus conocimientos en mi formación profesional.

Al Ing. Eliseo Raygoza Sánchez. Por su gran colaboración en la revisión de este proyecto.

A la M. C. Luz María Patricia Guzmán Cedillo. Por el apoyo brindado y contribuir con sus conocimientos en mi formación profesional.

A mis amigos Juan Carlos y Benito. Por brindarme su amistad y apoyo durante el transcurso de mi carrera.

DEDICATORIAS

A MI MADRECITA

SRA. Rosa Lilia Hernández Gálvez. A ti mamita hermosa te dedico este trabajo por haber confiado en mí, demostrarme un gran cariño, amor, por apoyarme en las buenas y en las malas y sobre todo por ese gran esfuerzo y sacrificio que realizaste para que pudiera salir adelante. Por todo eso y más muchas gracias madrecita. Gracias por ser la madre más maravillosa del mundo, te amo.

A MI HERMANITO

Adrian (morruda). Por compartir conmigo los momentos más felices y hermosos de mi vida. Que es de lo más lindo que tengo, aunque a veces tenemos problemas, pero rápido los resolvemos, ya que ahora debemos que estar más unidos que nunca. Te quiero morritooooouuu.

A MI ABUELITA

Angelita Hernández Gálvez (Q. E. P. D.) que apenas nos acaba de dejar, para reencontrarse con Don Margarito, ya que mi abuelita era de lo mas buena conmigo, me dio los consejos necesarios que me impulsaron para salir adelante, donde quiera que se encuentre muchas gracias abuelita, siempre la llevare en mi corazón.

A LA FAMILIA

Mazariegos Hernández. Que siempre me han brindado su amistad y cariño muchas gracias chavitos, se les quiere familia.

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento del nopal verdura (*Opuntia megacantha*), bajo condiciones de micro túnel aplicando vermicompost, se realizó en el Jardín Botánico “Jerzy Rzedowski” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna, municipio de Torreón, Coahuila, México. Se estudiaron tres tratamientos de vermicompost cada una con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron de T1 = 15, T2 = 30 y T3 = 45 t•ha⁻¹ de vermicompost. Se utilizó un diseño completamente al azar y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas. Se registraron cuatro variables (rendimiento de brotes, longitud de la penca cosechada, ancho de la penca cosechada y peso del nopal cosechado) en los cuales no se presentó diferencia significativa, sin embargo entre los tratamientos se reflejó una mayor producción en el de menor dosis que es el de 15 t•ha⁻¹, considerándose como el apropiado para el desarrollo del cultivo del nopal.

Palabras clave: nopal (*Opuntia megacantha*), micro túnel, vermicompost.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIAS	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen del nopal.....	4
2.3 Historia del uso del nopal en México.....	7
2.3.1 Nopaleras silvestres	7
2.3.2 Nopaleras de huertos familiares.....	8
2.3.3 Nopaleras en plantaciones.....	8
2.4 Descripción botánica del nopal (morfología).....	9
2.4.1 Raíz	9
2.4.2 Tallo.....	9
2.4.3 Espina	10
2.5 Requerimientos agroclimáticos del nopal	10
2.5.1 Condiciones climáticas	10
2.5.2 Condiciones edáficas.....	11
2.5.3 Riego	11
2.5 Manejo del cultivo	12
2.5.1 Propagación	12
2.5.2 Formas de reproducción	13
2.5.3 Producción sexual o por semilla	13

2.5.4 Producción asexual o vegetativa.....	14
2.6 Plagas y enfermedades	15
2.7 Valor alimenticio	19
2.8 Distribución del nopal en otros países.....	19
2.9 Distribución del nopal verdura en México.....	20
2.10 Productores de nopal.....	21
2.11 Usos del nopal.....	22
2.12 Sistema de producción micro túnel	22
2.13 Agricultura orgánica.....	24
2.14 producción del vermicompost	26
2.15 Funciones que desempeña el vermicompost en el suelo.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1 Ubicación geográfica.....	30
3.2 Localización del experimento	30
3.3 Siembra	31
3.4 variedad estudiada.....	31
3.5 Sustrato	31
3.6 Fertilización.....	32
3.7 Riegos.....	32
3.8 Cosecha	33
3.9 Variables evaluadas	33
3.10 Diseño experimental.....	35
3.11 Análisis estadístico	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 Número de brotes.....	38
4.2 Longitud de la penca cosechada	40
4.3 Ancho de la penca cosechada	43
4.4 Rendimiento del nopal cosechado	45
V. CONCLUSIÓN.....	47
VI. LITERATURA CITADA.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Ubicación, superficie y producción de nopal para verdura en México.	6
Cuadro 2. Fertilizante utilizado para el crecimiento y desarrollo del cultivo del nopal.	32
Cuadro 3. Diseño de tratamientos.	36
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable número de brotes en el cultivo del nopal.	38
Cuadro 5. Numero de brotes de nopal evaluados en tres tratamientos de vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.	39
Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable longitud de la penca cosechada en el cultivo del nopal.	410
Cuadro 7. Longitud de las pencas cosechadas de nopal evaluados con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.	40
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable ancho de la penca cosechada en el cultivo del nopal.	¡Error! Marcador no definido. 3
Cuadro 9. Ancho de las pencas cosechadas de nopal evaluadas con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.	43
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable peso del nopal cosechado en el cultivo del nopal.	465
Cuadro 11. Rendimiento del nopal evaluado con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009...	456

I. INTRODUCCIÓN

El nopal es originario del continente americano y se encuentran desde el norte de Canadá hasta el sur de Chile (Méndez y García, 2006). El nopal y su fruto la tuna, tienen en México evidencias fechadas desde hace 7000 años. En excavaciones realizadas en Tehuacán, Puebla, se encontraron semillas y cáscaras de tuna y fibras de penca de nopal fosilizado. Es uno de los símbolos más importantes de identidad mexicana. Es un elemento fundamental en la mitología histórica de la fundación de la gran Tecnochtitlan que significa “nopal sobre la piedra”. Los aztecas llamaban al nopal nochtli o nopalli (Saravia, 2000).

El nopal se ha utilizado como verdura forraje y tuna, además de otros productos transformados como cremas, shampoo, jabones, y en alimentos; en escabeche, salmuera, dulces, galletas, tortillas, refresco, etc. Por esto, se considera que el nopal ha sido un recurso alimentario de gran importancia a través del tiempo no sólo por el aporte nutritivo a la dieta alimenticia sino también por la gran diversidad de productos elaborados a partir de él, incluyendo su uso medicinal y en cosméticos entre otros (Tovar, 2008).

En la actualidad se reporta que México es el primer productor de nopal a nivel mundial y cuenta con 3 millones de hectáreas de nopaleras silvestres; 233 mil hectáreas de cultivo de nopal tunero y 13 mil hectáreas de nopal verdura

con un rendimiento promedio por hectárea de 67 toneladas y un consumo per cápita de 8.5 kilogramo por año (Dávila, 2008).

El clima es el factor primario para la producción de alimentos y fibras. Entre las principales restricciones para la producción de cultivos hortícolas se encuentra la temperatura muy cálida o muy fría, excesos o deficiencias de humedad, elevada incidencia de malezas, deficiencias de ciertos nutrimentos en el suelo y excesiva velocidad del viento. La mayoría de esos factores climáticos han sido menguados con la protección de cultivos y del suelo con materiales plásticos (Ibarra *et al.*, 2004).

El micro túnel se define como una cubierta flexible, transparente, colocada sobre una hilera de plantas simples o múltiples para favorecer el crecimiento y rendimiento de las mismas. Es una estructura pequeña, por lo general alargada, cubierta con una película de plástico en la que se encierra a la planta, generando un microclima; por lo general se emplea en invierno y/o a principios de la primavera. Existen antecedentes, tanto en algunas zonas de México como en otros países, de que el empleo del plástico en la agricultura, aplicado en diversas formas (invernaderos, micro túneles, acolchado, entre otros) proporciona condiciones más adecuadas para el desarrollo de los cultivos, obteniéndose mayor cantidad y calidad de los productos (Blanco y Valdez, 2009).

La agricultura orgánica se define como un sistema holístico de producción que promueve y mejora la salud del agro ecosistema. Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (Soto, 2003).

1.1 Objetivo

Evaluar el comportamiento del nopal verdura aplicando vermicompost bajo condiciones del micro túnel.

1.2 Hipótesis

La aplicación de vermicompost favorecerá el desarrollo del nopal verdura bajo condiciones de micro túnel.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del nopal

Los nopales (*Opuntia spp*) son originarios de América tropical y subtropical y hoy día se encuentran en una gran variedad de condiciones agroclimáticas, en forma silvestre o cultivada, en todo el continente americano. Además, se han difundido a África, Asia, Europa y Oceanía donde también se cultivan o se encuentran en forma silvestre (Sáenz, 2006).

El nopal es una planta propia del paisaje mexicano y uno de los símbolos más importantes de la nacionalidad. Desde la llegada del hombre a México hace unos 20 000 años y específicamente a las zonas desérticas y semidesérticas, las cactáceas (entre ellas el nopal) fueron fuente importante de alimento para los indígenas, bebida y medicina, mucho antes de que se conociera el manejo hortícola de los nopales, los antiguos mexicanos lo consumían en abundancia. En México se llama nopal a varias especies del género *Opuntia* de la familia *Cactaceae*, todas ellas endémicas en América (Anaya y Bautista, 2008).

El género *Opuntia* en México presenta 5 subgéneros, 17 series y 104 especies (Enríquez *et al.*, 2004).

En la producción de nopalito para verdura en México participan 19 entidades federativas, (cuadro 1) con 10,500 ha en total. Sin embargo, sólo el Distrito Federal aporta el 51.8% de la superficie y casi el 57% de la producción total. Milpa Alta, en el Distrito Federal, es la mayor y más antigua zona productora de nopal verdura en México (Blanco y Valdez, 2009).

2.2 Clasificación taxonómica del nopal

La siguiente es la taxonomía del nopal verdura más comúnmente aceptada (Ríos y Quintana, 2004).

Reino	Vegetal
SubReino	Embryophita
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipetalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	Opuntiae
Genero	Opuntia y Nopalea

Cuadro 1. Ubicación, superficie y producción de nopal para verdura en México.

Entidad	Superficie (ha)	Rendimiento (t•ha ⁻¹)	Producción (t)
Distrito Federal	5,440	60.0	326,400
Morelos	1,000	70.0	70,000
Jalisco	1,000	60.0	60,000
Puebla	600	40.0	24,000
Baja California	450	60.0	27,000
San Luis Potosí	350	30.0	10,500
Michoacán	320	35.0	11,200
Tamaulipas	300	30.0	9,000
Guanajuato	280	35.0	9,800
México	200	30.0	6,000
Nuevo León	120	60.0	7,200
Oaxaca	100	60.0	6,000
Aguascalientes	80	30.0	2,400
Zacatecas	75	30.0	2,250
Hidalgo	60	40.0	2,400
Tlaxcala	45	25.0	1,125
Querétaro	35	20.0	700
Sonora	20	80.0	1,600
Durango	15	20.0	300
Otros	10	10.0	100
Total	10,500	55.0	577,075

Fuente: Blanco y Valdez, 2009

Las Cactáceas son plantas suculentas, generalmente xerófitas, cuyas formas son muy peculiares y generalmente variables como resultado de la adaptación a lugares secos, cálidos y templados (Enríquez *et al.*, 2004).

2.3 Historia del uso del nopal en México

El uso del nopal en México implicó el desarrollo de tres sistemas de producción que actualmente se siguen utilizando como se describe a continuación:

2.3.1 Nopaleras silvestres

Desde que el hombre pobló el actual territorio mexicano, probablemente hace 25,000 años, utilizó el nopal (tunas, nopalitos y pencas) para su (Flores *et al.*, 1995).

Se considera que existen tres millones de hectáreas distribuidas en las regiones áridas y semiáridas del país. El uso principal del nopal ha sido forraje para ganado (Flores y Corrales, 2003).

Los nopales silvestres tienen su centro de distribución en los estados de San Luis potosí, Zacatecas y Aguascalientes, sin embargo se han extendido hacia el norte y sur de México. En estas nopaleras se aprovechan los brotes o nopalitos durante algunos meses, cuando las condiciones climáticas son propicias (De la Cruz, 1994).

2.3.2 Nopaleras de huertos familiares

La segunda forma de producción de nopalitas en México lo determinan los huertos familiares, costumbre por demás común en el medio rural. La producción de nopal para autoconsumo y venta en los mercados de pueblos y ciudades, es tradicional desde épocas precolombinas hasta la actual. El crecimiento de estos huertos se dio en forma relevante en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato y Aguascalientes. Con una selección del nopalito para verdura hecha por el hombre al paso de muchos años, la calidad del producto del nopal, en la actualidad, es muy superior a la silvestre en sabor, tamaño, consistencia, grosor, color, menor contenido fibroso, ahuites y espinas (Mayorga, 2001).

2.3.3 Nopaleras en plantaciones

Debido al crecimiento poblacional, la demanda de nopalito se incrementó fuertemente y alrededor de 1950 los productores comenzaron a seleccionar las mejores variedades de los huertos familiares para pasarlas a las parcelas agrícolas con lo que se inició el sistema de plantación. Las plantaciones de nopalito se iniciaron en la delegación Milpa Alta, Distrito Federal. El desarrollo histórico descrito explica el hecho de que en México exista un gran conocimiento sobre usos del nopal, en cambio sobre producción de nopalito en plantaciones, el conocimiento es limitado (sólo 40 años de experiencia) por lo

que en algunos aspectos (fertilización, riego, podas, etc.) en otros países llevan ventaja por tener más tiempo manejando el nopal en plantaciones (Flores *et al.*, 1995).

2.4 Descripción botánica del nopal (morfología)

2.4.1 Raíz

La raíz, además de la función de fijación, obra como un poderoso órgano de absorción durante la temporada de lluvias: su forma es variable y generalmente las raíces secundarias, numerosas y ramificadas, están más desarrolladas que la principal; esta última, en ocasiones se desarrolla mucho y adquiere aspecto napiforme o globoso (Enríquez *et al.*, 2004).

2.4.2 Tallo

Los tallos son suculentos y articulados, botánicamente llamados cladodios y vulgarmente pencas (Sáenz, 2006). El tallo a diferencia de otras especies de cactáceas está conformado por tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos (Angulo y Granza, 2007).

2.4.3 Espina

Órgano axilar o apendicular lignificado, puntiagudo y que posee tejidos vasculares a diferencia de las excrecencias, emergencias y tricomas que se presentan en otras plantas. Las espinas del género *Opuntia* son hojas modificadas con haces vasculares en las bases y que se forman desde el dermatógeno (protodermis) y perisplemo (desmógeno), al igual que las hojas (González, 1998).

2.4.4 Flores

Las flores del nopal son sésiles, hermafroditas y solitarias, se desarrollan normalmente en el borde superior de las pencas. Su color es variable: hay rojas, amarillas, blancas, entre otros colores. En la mayor parte del mundo la planta florece una vez al año (Sáenz, 2006).

2.5 Requerimientos agroclimáticos del nopal

2.5.1 Condiciones climáticas

El rango óptimo de temperatura del nopal es entre 16 y 28 °C, soportando una temperatura máxima de 35°C, fuera del cual la brotación se ve afectada. Las bajas temperaturas afectan al cultivo pudiendo causar hasta su

muerte, por lo que su tolerancia a temperaturas mínimas están en el orden de 10 a 0 °C (Arteaga, 2007).

2.5.2 Condiciones edáficas

El nopal se desarrolla en suelos sueltos, arenosos, calcáreos, marginales y poco fértiles, superficiales, pedregosos, caracterizándole una amplia tolerancia edáfica; sin embargo, los suelos altamente arcillosos y húmedos no son convenientes para su cultivo (Landeroy Cruz 2006).

2.5.3 Riego

A pesar de que al nopal se le ubica como una planta rústica, ésta planta responde favorablemente a la aplicación del riego y los abonos orgánicos o químicos. El nopal es una planta que por sus características morfológico-anatómicas y tipo de metabolismo, puede sobrevivir grandes períodos de sequía, sin embargo ésta le provoca a las plantas, una fuerte deshidratación así como una reducción drástica en la producción de nuevos brotes o nopalitos. Por esta razón si se quiere tener una explotación comercial de nopal verdura, el riego debe ser oportuno y sistemático para alcanzar altos rendimientos (Vázquez, 2009).

La plantación del nopal verdura se establece en terreno seco, cuando se utilizan pencas deshidratadas pueden regarse cuando se termine de plantar. Si por el contrario las pencas a establecer están bien hidratadas, un vez plantadas es conveniente esperar de 15 a 25 días antes de aplicar el primer riego, esto para dar tiempo a que cicatricen las heridas que pudieran haberse causado durante el manejo al que se sometieron para llevarlas hasta el sitio de plantación. En ambos casos puede aplicarse riego cada 20 días durante el periodo de calor (marzo- Septiembre). Durante el periodo de frío (Octubre a Febrero) los riegos pueden realizarse cada 30 días (Ríos y Quintana, 2004).

2.5 Manejo del cultivo

2.5.1 Propagación

La propagación es vegetativa mediante pencas completas que consiste en obtener del vivero o de plantaciones en producción pencas jóvenes de seis meses a dos años de edad sanas, vigorosas y libres de daños por insectos o con malformaciones. El corte debe realizarse con un machete bien filoso exactamente en la unión entre pencas, posteriormente se trasladan a una sombra donde se acomodan paralelamente entre ellas y con un costado sobre la superficie de suelo. Después de 20 días han cicatrizado los cortes lo cual evita la pudrición de los nopales después de plantadas. Lo más recomendable es plantar cuando el suelo este seco (Lira, 2005).

2.5.2 Formas de reproducción

La reproducción es la forma en la que se puede multiplicar el número de plantas de nopales. El nopal tiene diferentes formas de reproducción, ya sea sexual o por semilla y asexual o vegetativa las cuales se indican a continuación las diferentes características de cada una.

La forma de reproducción es vegetativa o sexual mediante pencas o fracciones de pencas (Benavides, 2004).

2.5.3 Producción sexual o por semilla

La mayoría de las plantas presentes en zonas áridas son plantas que producen flores en cierta época del año. Las flores son, en realidad, estructuras u órganos reproductores; en ellas se desarrollan las células reproductivas, como los óvulos y los granos de polen, que al unirse forman lo que se conoce como semillas (Arias *et al.*, 2000).

Las plantas obtenidas por reproducción sexual tardan más tiempo en iniciar la producción y además, resultan heterogéneas en muchas de sus características por proceder de polinización cruzada. Su importancia radica en que se puede utilizar para trabajos de mejoramiento genético (Callejas-Rivera, 1999).

2.5.4 Producción asexual o vegetativa

La reproducción asexual puede ocurrir por apomixis vegetativa o agamosperma, la apomixis consiste en la abscisión de cladodios flores o frutos que enraízan bajo condiciones ambientales adecuadas, mientras que en la agamosperma se forman semillas sin fecundación. La reproducción vegetativa tienen mayores probabilidades de sobrevivir que la reproducción sexual y sus tasas de crecimiento son altas que la reproducción por semillas, por lo cual, se pueden establecer poblaciones rápidamente sobre todo en áreas descubiertas de vegetación observándose que en ambientes altamente estresantes el reclutamiento por esta vía es mayor que por reproducción sexual (García *et al.*, 2006).

En la reproducción asexual del nopal no hay producción de los gametos (óvulos y espermatozoides) por meiosis. Los descendientes, producto de la reproducción asexual, se convierten en organismos multicelulares, mediante la mitosis. En la reproducción asexual, todos los descendientes son genéticamente idénticos al progenitor. La reproducción asexual es más ventajosa desde el punto de vista comercial, debido a que se conservan las características fenológicas de la planta madre. Las plantas obtenidas por este método tienen una producción más rápida (Angulo *et al.*, 2000).

La reproducción vegetativa consiste en la producción de pencas jóvenes de seis meses a dos años de edad sanas, vigorosas y libres de daños por insectos o con malformaciones. El corte debe realizarse con un machete bien filoso exactamente en la unión entre pencas, posteriormente se trasladan a una sombra donde se acomodan paralelamente entre ellas y con un costado sobre la superficie de suelo. Después de 20 días han cicatrizado los cortes lo cual evita la pudrición de estas después de plantadas. Lo más recomendable es plantar cuando el suelo este seco (Lira, 2005).

2.6 Plagas y enfermedades

Las principales plagas que afectan al nopal son: los trip's (*Neoydatothrips opuntiae*) insecto con alas de color amarillo claro; mide aproximadamente 1mm de longitud, los daños inician en la brotación de yemas florales y vegetativas; succiona la savia, se presenta un color amarillo o plateado en la fruta de la tuna. Control cultural: El uso de trampas amarillas pegajosas para atraer los adultos de este insecto plaga es una opción para disminuir sus poblaciones. Estas trampas deben de estar instaladas en campo durante el invierno y a principios de la primavera (Mena, 2008).

Palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) es originaria de varios países del sur de América y afecta a las cactáceas consumiendo su pulpa. En México afecta varias especies de nopales ya que un solo adulto tiene la capacidad de

depositar hasta 480 huevecillos en estado adulto (nueve días), esta cantidad de larvas, es capaz de consumir una planta por día. Los daños de las plantas son causados por las larvas que se alimentan del tejido interno de las pencas, y al barrenarlas permiten la entrada de patógenos microbianos que ocasionan su muerte (Arteaga, 2007).

La chinche gris (*Chelinidea tabulata*) el adulto es un insecto robusto de 12 a 15 mm de longitud, de color café negruzco. Los daños se aprecian, por la aparición de manchas circulares de color amarillento. Cuando el daño es fuerte, la cutícula endurece y se empieza a agrietar, la chinche gris se alimenta de brotes tiernos, los cuales pueden llegar a desprenderse. Control cultural: Evitar dejar pencas muy juntas, especialmente en la parte baja de los árboles, con lo cual se busca reducir los sitios de hibernación, ya que esos son los sitios preferidos por este insecto para protegerse ahí durante el invierno (Mena, 2008).

Grana o cochinilla (*Dactylopius indicus*) hasta el momento, las especies de cochinilla silvestre se identifican sólo mediante sus características morfológicas y por la variedad del nopal que parasitan. La característica más distintiva de la *Dactylopius sp.* es su gran velocidad de dispersión y crecimiento, lo que la convierte en una plaga altamente destructiva de los cultivos de nopal verdulero, lo cual, a su vez, provoca grandes pérdidas económicas entre los productores (García *et al.*, 2006).

Chinche roja (*Hesperolabops gelastops*) el cuerpo, incluye la cabeza y las patas de color rojo; las patas son delgadas y relativamente largas, adaptadas para correr. El adulto mide de 6.5 a 8 mm desde la cabeza hasta la punta de las alas. Los daños que causa son que la plaga succiona la savia de las plantas produciendo pequeñas pústulas que toman una coloración clorótica, para posteriormente agrandarse y convertirse en una costra levantada de color café claro (De Jiménez, 2006).

Un grave peligro para el nopal lo constituye actualmente la plaga *Cactoblastis Cactorum*, cactófago huésped del nopal, originaria de Argentina, Paraguay, Uruguay y el sur de Brasil. Este insecto fue utilizado para el control biológico del nopal, considerado en algunos países como planta invasora. Se detectó en La Florida, por vez primera, en 1989. Existe el peligro de que este insecto se extienda a México y cause graves daños irreversibles a la producción nopalera (Mayorga, 2001)

De entre las enfermedades comunes del nopal se encuentran la Mancha Bacteriana o Pudrición Suave (*Erwinia carotovora*), Las pencas afectadas se tornan suaves, viscosas y oscuras, con exudados rojizoamarillentos y despiden un olor desagradable, la penca puede caer (Legaspi, 2006).

Mancha Negra (*Pseudocercospora sp*) en esta enfermedad se detectan dos síntomas diversos. El primero de ellos inicia con la decoloración de la

cutícula cambiando a un color claro con puntos pequeños de color olivo. Posteriormente las manchas se tornan café-oscuro y su diámetro de incrementa a 3-4 cm, presentando además un margen amarillo y la parte central se hunde. Luego la parte afectada se deseca y permaneciendo visible el tejido leñoso que en muchas ocasiones se desprende dejando orificios que atraviesan la penca. Se ha detectado otro síntoma, aunque menos frecuente, que se caracteriza por manchas indefinidas que pueden invadir el cladodio total o parcialmente (Méndez *et al.*, 2008).

Mal de oro. Esta enfermedad no ha sido estudiada a detalle por lo que no se ha clasificado, pero se cree que pueda ser causada por *Alternaria* y *Hansfordia*, disminuye la fotosíntesis en las pencas afectadas. Los síntomas descritos para esta enfermedad es un cambio de coloración de las pencas de un verde oscuro a un amarillo oro, las zonas donde se inicia el ataque es por las espinas de las pencas, pero también pueden ser por las heridas de la cutícula. Las manchas pueden llegar a ser doradas (Vargas *et al.*, 2008).

Existen otras enfermedades en el nopal pero de menor importancia como la mancha o secamiento de la penca, pudriciones causadas por hongos, bacterias y virus (Mayorga, 2001).

2.7 Valor alimenticio

El nopal es un alimento de importante contenido calórico recomendado como complemento alimenticio y hasta para tratamiento de enfermedades como la diabetes, colesterol, entre otras, y de un buen sabor al paladar como alimento principal o guarnición. Actualmente sus presentaciones en el mercado mexicano varían, desde su forma original, acompañado con otras verduras (escabeche), pastillas, polvo, etc. El alto valor alimenticio del nopal puede constituir, platillos principales o fuertes, o en generosa guarnición o entrada. (Welti, 2005).

Dentro de la composición química del nopal, primeramente se encuentra un alto contenido de agua, que está en el orden de 90-92.5%, entre los minerales que contiene, los principales son el calcio y el potasio además de magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y magnesio, entre algunos otros. El nopal contiene también, en variedades proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados (De la Cruz, 1994).

2.8 Distribución del nopal en otros países

Los nopales se encuentran distribuidos en numerosos países de todos los continentes y se conocen desde tiempos muy antiguos una diversidad de usos y propiedades. Son numerosos los países en el mundo en los que ocurren

estas plantas, ya sean cultivadas o silvestres. La mayor superficie se encuentra en México con cerca de 50 000 hectáreas para producción de fruta; Perú cuenta con aproximadamente 35 000 hectáreas silvestres dedicadas en su mayoría a la cochinilla. En Brasil existen cerca de 40 000 hectáreas destinadas a forraje. Italia cuenta con 2 500 hectáreas para producción de fruta y Chile, cerca de 1100 hectáreas. Asimismo se encuentran superficies menores de plantaciones de nopal en Argentina, Bolivia, España (Islas Canarias), Estados Unidos de América, Israel, Jordania, Sudáfrica y Venezuela. En Túnez hay entre 400 000 y 500 000 hectáreas. Dada la alta dispersión del nopal, las estadísticas oficiales en México son escasas y no está disponible la información sobre la superficie plantada y sus destinos: tuna, nopalito, forraje o producción de cochinilla (Sáenz, 2006).

2.9 Distribución del nopal verdura en México

Se estima que en México existen alrededor de 3'000,000 ha de nopaleras silvestres con suficiente densidad de nopales como para ser aprovechadas económicamente, localizadas principalmente en los estados de Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Sonora. Los productores utilizan las nopaleras silvestres para recolectar forraje, tuna y nopalito (Flores *et al.*, 1995).

2.10 Productores de nopal

Se ha encontrado en México que si bien existen productores empresariales, exportadores de tuna, en el cultivo del nopal dominan los productores campesinos, tanto para producción de tuna como para producción de nopalito. En México, a la producción de nopalito se dedican 2,568 productores, de los cuales el 48% son comuneros, 29% ejidatarios y el 23% pequeños propietarios. Los productores de nopal verdura, cercanos a los grandes centros de consumo, derivan sus ingresos fundamentalmente de la venta de esta hortaliza (Flores *et al.*, 1995).

El nopal ha tenido una creciente aceptación por parte de los consumidores del norte de la República Mexicana, ya sea como: alimento fresco o procesado, productos cosméticos, complementos alimenticios, etc. El procesamiento del nopal permite diferentes alternativas de aprovechamiento, dando un valor agregado y vida de anaquel para los productos (Vázquez, 2008).

La producción de nopal verdura en México tiene un promedio de 572,625 toneladas. La producción de nopal verdura por riego ha crecido de manera acelerada en los últimos años cuadruplicando la producción, mientras que en el caso de temporal, aunque el avance ha sido significativo, este pasó de alrededor de 282000 toneladas a 312000 en el año 2003. Con sistema de riego

los principales productores son el Estado de México, Aguascalientes y Baja California (SAGARPA, 2004).

2.11 Usos del nopal

En México, el nopal tiene varios usos: desde el alimenticio hasta la manufactura de diversos productos en la medicina y cosmética, entre otros que se producen para el mercado nacional e internacional (Ríos y Quintana, 2004).

El nopal es una planta muy noble y tiene una diversidad de uso, ya sea como: a) verdura (nopalitos), sirve de alimento y se exporta a otros países; b) forraje, en tiempos de sequía es el alimento principal del ganado; c) cerco, para delimitar las propiedades; d) sustrato, en el uso de Grana Cochinilla; e) planta medicinal, controla los niveles de azúcar y de colesterol, ayuda al aparato digestivo; f) base para cosméticos, champú, cremas, jabón, gel, etc; g) conservación del suelo, frenar la erosión y desertificación; h) combatir la contaminación, consume carbono por las noches; i) construcción, pintura y barnices; j) energía, biogás, etanol y leña; k) fruta (tuna) (Saravia, 2000).

2.12 Sistema de producción micro túnel

El micro túnel se define como una cubierta flexible, transparente, colocada sobre hilera de planta simple o múltiple para favorecer el crecimiento y

rendimiento de las mismas. Es una estructura pequeña, por lo general alargada, cubierta con una película de plástico en la que se encierra a la planta, generando un microclima; por lo general se emplea en invierno y/o a principios de la primavera (Blanco y Valdez, 2009).

El micro túnel es un sistema de forzado para el cultivo, donde cada camellón va cubierto de un plástico individual, sujeto por enganches y amarres sobre alambres en forma de arco. Su función es el de crear un microclima, con una temperatura y luminosidad adecuada. Así como evitar la inversión térmica que se produciría en los meses en los que la temperatura es menor en el exterior. Esto permite obtener frutas de forma precoz y conseguir un precio de comercialización lo más alto posible (Miguelañez, 2001).

El sistema de micro túnel es intensivo y se desarrolló en la Universidad Autónoma Chapingo, en el Estado de México, durante el decenio de 1960. Los micro túneles pueden tener una medida de 1.20 a 2.0 m de ancho, con calles entre los túneles de 1 a 1.5 m, el largo varía de 40 a 47 m. Para el caso del nopal las pencas se plantan a lo ancho del túnel , con una separación de 5 cm entre bordes de los cladodios y 20 a 30 cm entre hileras. Las densidades de siembra varían de 120,000 a 160,000 plantas por hectárea (Blanco y Valdez, 2009).

El nopal responde óptimamente a la aplicación de abono orgánico con una cantidad de 200 toneladas de estiércol por hectárea, sin embargo, tomando en cuenta que se trata de una explotación intensiva, ósea en micro túnel se considera conveniente otra aplicación de estiércol al cumplirse seis meses después de haberse plantado y posteriormente repetir la dosis al cumplir un año con el propósito de fortalecer la planta madre después de que ha tenido una jornada intensiva de producción de nopalitos o brotes. La manera más conveniente de aplicación es al voleo (Ríos y Quintana, 2004).

2.13 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se describe brevemente como una manera de producir la alimentación y otros productos sin abono y pesticidas sintéticos. La comisión Codex Alimentarius, el grupo internacional de normas para la agricultura establecido por la Organización de la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) y la Organización de la Salud Mundial (WHO), la describe con detalle: “La agricultura orgánica es un sistema de administración y producción holística que promueve la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo (Sligh y Christman, 2003).

La agricultura orgánica se fundamenta en una concepción integral del manejo de los recursos naturales por el hombre, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. La producción orgánica busca

reducir la dependencia de insumos externos, reducir o eliminar impactos ambientales, y proveer alimentos saludables a mercados altamente competitivos y exigentes (Soto y Muschler, 2001).

La mayoría de los trabajos de investigación con enmiendas orgánicas se han orientado a la incorporación de plantas con propiedades nematicidas, estiércoles, abonos verdes y residuos de cosechas, sin embargo el vermicompost se considera como el mejor abono orgánico que existe, es un biofertilizante que ha dado excelentes resultados en diferentes cultivos ornamentales, además con la incorporación de vermicompost se han disminuido algunas enfermedades inducidas por fitopatógenos habitantes del suelo (Villa *et al.*, 2008).

El vermicompost al ser aplicado a suelos contaminados ha demostrado que puede controlar el desarrollo de bacterias, hongos e incluso hongos fitopatógenos disminuyendo así la presencia de enfermedades. Así mismo se considera que el vermicompost puede estar en equilibrio ecológico haciendo un sistema más funcional al aplicarlo en papaya, permitirá definir el nivel más apropiado de suelo-vermicompost, obteniendo plantas de mejor desarrollo, sanidad y vigor tanto en la etapa de vivero como en campo para producción y calidad de frutos (Ramiro-Sandoval, 2002).

El compost y vermicompost favorecen el desarrollo de tomate en invernadero, lo cual se atribuye a su contenido de elementos nutritivos. Los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica. La producción orgánica en invernadero aumenta la relación beneficio-costo (De La Cruz *et al.*, 2009).

La producción orgánica en el mundo continúa creciendo a un ritmo acelerado, y los países latinoamericanos no son la excepción. De los 130 países que cultivan productos orgánicos en cantidades comerciales, al menos 90 (69%) son países en desarrollo. En el último decenio, la producción mundial se ha incrementado entre 25-30% por año y en los últimos cuatro años el mercado orgánico global se ha duplicado. En la actualidad se estima que existen alrededor de 18 millones de hectáreas manejadas orgánicamente en 139 países. De éstos, se considera que 13 tienen un nivel de desarrollo de agricultura orgánica relativamente avanzado, mientras que en 21 de ellos están en vías de desarrollo y los 95 países inician con una producción de cultivos orgánicos sin tecnificación, es decir que apenas inician con la producción orgánica (García, 2002).

2.14 Producción del vermicompost

La lombriz de tierra se consideró como un animal ecológico por definición. Las lombrices de tierra utilizan residuos, de origen animal, vegetal,

industrial y humano, como fuente de energía para su metabolismo y generan deyecciones, mismas que por sus características fisicoquímicas y biológicas se convierten en un abono orgánico y ecológico de alta calidad, denominado vermicompost. Entre éstos destaca la crianza de lombrices (vermicultura o lombricultura) para estabilizar una gran variedad de residuos orgánicos (vermicomposteo). Por lo tanto, resulta trascendente utilizar la capacidad que tienen ciertas lombrices *e. g. Eisenia foetida, E. andrei, Eudrilus eugeniae* K., para adaptarse y reproducirse, con un apetito voraz y gran velocidad de crecimiento, fuera de su hábitat natural, y provocar la descomposición de estos residuos (Moreno y Cano, 2004).

Las lombrices, durante el proceso de alimentación, fragmentan los residuos, incrementan la actividad microbiana y los índices de descomposición y/o mineralización de los residuos orgánicos, alteran las propiedades físicas y químicas de los materiales, provocando un efecto de composteo o humificación mediante el cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada. El producto final, comúnmente llamado vermicompost es obtenido conforme los residuos orgánicos pasan a través del intestino de la lombriz, y es bastante diferente al material original (Moreno, 2004).

A través del proceso conocido como vermicomposteo, en el que participan lombrices y microorganismos, pueden transformarse los desechos orgánicos sin valor económico. El producto final de esta actividad es llamada vermicompost,

este es un producto inocuo, químicamente estable, que puede usarse como mejorador del suelo, porque incrementa su fertilidad y productividad, o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernadero o viveros y como alimento para aves, peces y cerdos e incluso de humanos (Ferrera *et al.*, 2006).

El vermicomposteo implica la crianza de lombrices para la producción de humus de lombriz con la finalidad de utilizar este material como abono en plantas. Los materiales convenientes para la alimentación de las lombrices, pueden ser desechos agrícolas, residuos sólidos municipales, varios tipos de abono animal, desechos domésticos, lodos de aguas negras especialmente de tipo ecológico aeróbico y algunas mezclas de estos materiales. El vermicompostaje es una eco-tecnología sencilla, viable y productiva para la fabricación intensiva de abono orgánico, por la calidad del producto que genera (Ancona *et al.*, 2006).

2.15 Funciones que desempeña el vermicompost en el suelo

El vermicompost excretado por las lombrices, tiene la capacidad de modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: Físicas, ayuda a la agregación, estabilidad y porosidad, aumenta la retención de agua y facilita el intercambio gaseoso. Biológicas, la actividad microbiana y de la fauna induce a la producción de enzimas y reguladores del crecimiento de los vegetales. Químicas, ciclado de elementos nutritivos (nitrógeno y fósforo en

mayor proporción), las formas químicas de éstos en el suelo y su disponibilidad para los vegetales, ayuda a estabilizar el pH del suelo (Castillo *et al.*, 2005).

El humus de lombriz además de mejorar la estructura del suelo, favoreciendo las condiciones de permeabilidad, drenaje y aireación, aumenta la capacidad de retención de humedad. Además es una fuente permanente de Nitrógeno que se libera por mineralización y nitrificación. También aumenta la capacidad de intercambio catiónico y por ende, la fertilidad actual del suelo (Rearte *et al.*, 2006).

Los estudios con vermicompost han demostrado consistentemente que los residuos orgánicos vermicomposteados tienen efectos benéficos sobre el crecimiento de la planta independientemente de las transformaciones y la disponibilidad de los elementos nutritivos. Cuando el vermicompost se ha utilizado como mejoradores del suelo o como componentes de los medios de crecimiento hortícolas, éstos han mejorado consistentemente la germinación de las semillas, el incremento en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, y una creciente productividad de la planta, mucho más de la que pudiera ser posible de la mera conversión de los elementos minerales en formas más accesibles para la planta (Moreno, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24°30" y los 27° de latitud norte, entre los 102° y los 104°40' de longitud oeste y a una altitud de 1150 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, además de que cuenta con temperaturas semicálidas con inviernos benignos, su clima es desértico con lluvias en verano y temperatura caliente. Tiene una temperatura media anual de 21°C y una media de 27°C para el mes más caluroso. La precipitación media anual es de 220 mm.

3.2 Localización del experimento

Durante los meses de diciembre 2008 a abril del 2009, se realizó el trabajo de investigación ubicado en el Jardín Botánico "Jerzy Rzedowski" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna, Municipio de Torreón, Coahuila.

3.3 Siembra

La realización de la siembra de las pencas se realizó en el ciclo de invierno el día sábado 20 de diciembre del 2008.

3.4 variedad estudiada

El presente estudio se realizó evaluando la especie de nopal verdura *Opuntia megacantha*.

El nopal *Opuntia megacantha* presenta las siguientes características: plantas altas, de 4 a 5 m de alto o más, tronco leñoso más o menos definido. Artículos grandes, obovados hasta oblongos, de 40 a 60 cm de largo o más, color verde ligeramente glauco. Aréolas más bien pequeñas. Espinas aplanadas blancas, ligeramente extendidas, a veces porrectas, por lo común 2 a 3 cm de largo; glóquideas escasas, amarillas, caducas. Flores amarillas hasta anaranjadas, como de 8 cm de ancho. Fruto de 7 a 8 cm de largo (Ibarra, 1986).

3.5 Sustrato

Se utilizó únicamente el vermicompost como fertilizante orgánico (cuadro 2), el vermicompost fue proporcionado por el proyecto “Evaluación del comportamiento de las lombrices rojas (*Eisenia fetida*) en diferentes sustratos

orgánicos”, que durante 12 años ha operado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Cuadro 2. Recomendación de vermicompost utilizado para el crecimiento y desarrollo del cultivo del nopal.

Tratamientos	Vermicompost (t•ha ⁻¹)
T1	15
T2	30
T3	45

3.6 Fertilización

La aplicación del vermicompost se realizó el 07 de febrero del 2009, en los tres tratamientos con su respectiva cantidad de vermicompost que son de 15, 30 y 45 t•ha⁻¹.

3.7 Riegos

Una vez que se realizó la siembra de los nopales, se le aplicó el primer riego, los riegos se hacían cada 15 o hasta 20 días ya que los nopales tienen capacidad para retener humedad. Se realizaron ocho riegos desde la siembra hasta la cosecha, de acuerdo a las siguientes fechas: 20 de diciembre del 2008; 20 de enero; 05 y 25 de febrero; 14 y 31 de marzo y el 14 de abril del 2009. El sistema de riego que se utilizó fue por goteo.

3.8 Cosecha

La primera cosecha se realizó cuando los nopalitas de corte alcanzaron una altura de 12 cm de largo. Se realizaron siete cortes en total. Se cosechó el 22 de febrero; 08, 14 y 22 de marzo; 04, 11 y 18 de abril del 2009.

Se realizaron siete cortes de pencas jóvenes en los tratamientos, registrando datos de las variables a evaluar a lo largo del ciclo del cultivo hasta lograr el tamaño requerido de los brotes.

3.9 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron peso de los nopalitas cortados, ancho de los nopalitas cortados (cm), altura del nopalito cortado (cm), número de brotes por penca y rendimiento.

Los datos se empezaron a recabar a partir de la primera cosecha, cuando los nopalitas que se tenían que cosechar alcanzaron un tamaño de 12 cm de largo aproximadamente en los tres tratamientos, la recopilación de datos fue cada siete días.

El peso de los nopalitos se evaluó con una balanza analítica “Sartorius” con número de serie 5-10104753. En cada corte que se realizó se pesaron los nopalitos de uno en uno.

El ancho de las pencas de corte se registró con una regla graduada, cada una de las pencas se midió de un extremo izquierdo de la penca hacia el otro extremo derecho y de tal manera los resultados obtenidos se registraron en un diario de campo para ser analizados estadísticamente.

El registro de la altura de cada una de las pencas de corte es otro de los parámetros medibles que permitió determinar que tratamiento es el más recomendable para la nutrición en el cultivo del nopal. Cabe mencionar que la medición se realizó desde la base de la penca hasta la parte de arriba de la misma, utilizando una regla graduada.

Los brotes se contaron por pencas desde el primer corte hasta el séptimo corte y con esto se obtuvo el número de brotes totales en cada uno de los tratamientos. Cabe indicar que los brotes se contabilizaban cuando éstos alcanzaban 12 cm de largo.

3.10 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se manejaron 9 filas y 4 columnas por tratamiento, la separación de las filas fue de 0.20 m y la separación de plantas fue de 0.50 m. El tamaño de la parcela experimental fue de 90 metros cuadrados y de la parcela útil fue de 54 metros cuadrados.

Cuadro 3. Diseño de los tratamientos.

T1

T2

T3

D4	D4	D4
P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9
P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8
P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7
P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6
P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5
P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4
P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3
P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2
P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1
D3	D3	D3
P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9
P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8
P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7
P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6
P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5
P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4
P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3
P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2
P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1
D2	D2	D2
P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9
P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8
P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7
P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6
P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5
P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4
P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3
P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2
P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1
D1	D1	D1
P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9	P4 P3 P2 P1 L9
P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8	P4 P3 P2 P1 L8
P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7	P4 P3 P2 P1 L7
P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6	P4 P3 P2 P1 L6
P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5	P4 P3 P2 P1 L5
P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4	P4 P3 P2 P1 L4
P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3	P4 P3 P2 P1 L3
P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2	P4 P3 P2 P1 L2
P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1	P4 P3 P2 P1 L1

SIMBOLOGÍA:

T = Tratamiento D = División L = Línea P = Penca

3.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el paquete estadístico SAS, Versión 6.12 (Segura, 2009). A los datos obtenidos de las variables evaluadas se realizó el análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos evaluados y en los casos en que se presentó significancia estadística se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey (<0.05).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del presente trabajo, en el que se evaluaron tres tratamientos de fertilización con vermicompost, 15, 30 y 45 t.ha¹ en nopal verdura con cuatro repeticiones cada uno, utilizando el sistema de micro túnel, se indican a continuación.

4.1 Número de brotes

De acuerdo con los resultados obtenidos para el número de brotes, se encontró que el tratamiento T3 presentó el mayor número de brotes, 50,555 brotes•ha⁻¹ y el menor fue el tratamiento T1 con 46,666 brotes•ha⁻¹. Cuadros (4 y 5). De acuerdo con el ANOVA, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (P=0.28).

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable número de brotes en el cultivo del nopal.

Fuente	GL	Sum Cuad.	Cuad. Med	Fcal	P(=0.05)
Trat	5	57.08	11.41	1.64	0.28 N S
Error	6	41.83	6.97		
Total	11	98.91			

CV=12.04%

NS= no hay diferencia estadística significativa.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Flores *et al.* (2009), esto debido a que las condiciones de humedad fueron favorables para el cultivo y los rebrotes en número a partir de la penca madre fueron (2.6-2.8), mientras que en el presente trabajo fueron de 1.3-1.6.

Cuadro 5. Número de brotes de nopal evaluados en tres tratamientos de vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.

Tratamiento	Dosis vermicompost (t•ha ⁻¹)	Brotes•ha ⁻¹
1	15	46666
2	30	48888
3	45	50555
Media general		48703
C V (%)		12

Estudios realizados por Juanes y Legaspi (1999), con dos variedades de de nopal tunero plantado a diferentes fechas encontraron diferencias estadísticas significativas para la brotación ($P \leq 0.04$), esto fue atribuido probablemente al distinto comportamiento ecofisiológico del nopal, como sea que por cuestiones de bajas temperaturas la brotación tiende a disminuir. Lo mismo ocurre en días nublados, en días cortos, que por efectos fotosintéticos ocurre una reducción de brotes y por tanto no se presentó brotación.

La fertilización orgánica afecta nutricionalmente a la producción de brotes, puesto que por resultados reportados por Juanes y Legaspi (1999)

encontraron diferencias entre sin fertilizar y con fertilizar, con un mayor de 14.2 y un menor de 2.5.

4.2 Longitud de la penca cosechada

La longitud de los brotes de nopal representa uno de los índices característicos para las diversas especies de *Opuntias* (Gutiérrez-Herrera y Hernández-Rivas, 2008). En el caso del presente experimento, en el cual se evaluó el nopal *Opuntia megacanta*, con tres niveles de vermicompost, 15, 30 y 45 t.ha¹, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 6). para esta variable.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable longitud de la penca cosechada en el cultivo del nopal.

Fuente	GL	Sum Cuad.	Cuad. Med	Fcal	P(=0.05)
Trat	5	8.08	1.61	0.52	0.75 N S
Error	6	18.83	3.13		
Total	11	26.91			
CV=11.01%					

NS=no hay diferencia estadística significativa.

En los siete cortes realizados la longitud promedio de la penca para los tratamientos presentó un valor de 16.08 cm (Cuadro 7). Aunque no se registró diferencia significativa (P=0.75), cabe señalar que las pencas del tratamiento T1 (15 t·ha⁻¹ de vermicompost) registraron la mayor longitud promedio con 16.75

cm (Cuadro 7), este valor superó en 4.47 y 7.46%, respectivamente, a la longitud promedio obtenidas para las pencas de los tratamientos T2 y T3.

Cuadro 7. Longitud de las pencas cosechadas de nopal evaluados con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.

Tratamiento	Dosis vermicompost t•ha ⁻¹	Longitud (cm)
1	15	16.75
2	30	16.00
3	45	15.50
Media general		16.08
C V (%)		11

Los resultados promedio para la longitud de penca en el presente experimento fueron iguales o ligeramente superiores, al menos para los tratamientos T1 y T2 a los resultados obtenidos por Gutiérrez-Herrera y Hernández-Rivas (2008), quienes utilizaron el nopal (*Opuntia ficus indica*), en Nicaragua registrando una longitud promedio para las pencas de 15.46 cm, aunque estos autores no aplicaron ningún tipo de enmienda nutricional, como compost o gallinaza, es decir, que aplicando vermicompost como fertilizante se obtiene una mejora en la longitud de las pencas.

En el mismo sentido se puede señalar que los resultados obtenidos en el presente experimento, para la longitud de la penca, en los tres niveles de vermicompost evaluados superaron al valor promedio de 15.1 cm de longitud obtenido por Vázquez-Alvarado *et al.* (2009) en cuatro cultivares de nopal *Opuntia ficus indica* (Villanueva, COPENA-V1, COPENA-F1 Y Jalpa)

desarrollados con solución nutritiva en un sistema de producción hidropónico. Por lo tanto, debido a este comportamiento es posible corroborar lo señalado por Atiyeh *et al.* (2000) quienes concluyeron que el vermicompost, aplicado al suelo dentro de los invernaderos, posee el potencial de mejorar el crecimiento de las plantas y por Moreno-Reséndez *et al.* (2005) al concluir que las soluciones nutritivas, preparadas con sales inorgánicas, para los sistemas de producción hidropónica, pueden ser reemplazadas con el vermicompost, cuyo contenido de elementos nutritivos puede satisfacer la demanda nutricional de las especies en desarrollo.

En atención que no se registró diferencia significativa para la longitud de la penca cosechada, es posible sugerir que los productores apliquen el vermicompost con una recomendación de $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ya que esta dosis les resultaría más económicamente, y se alcanza un tamaño adecuado de la longitud de penca.

La longitud de las pencas cosechadas en el experimento, el mejor tratamiento fue el 1, (16.75 cm) y el menor el 3 (15.5 cm) (Cuadro 7). No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P=0.75$). Estos resultados concuerdan con los J. Professional Association for Cactus Development (JPACD) reportados por Vázquez-Alvarado *et al.* (2009) en cuatro variedades que oscilaron en promedio en 22 cortes, de 4.64 cm hasta 15.50 cm.

Las distancias entre surcos, no tienen efecto significativo ($P \leq 0.05$) sobre la longitud de los brotes de acuerdo a lo encontrado por (Gutiérrez-Herrera y Hernández-Rivas, 2008). cuya longitud oscilaron entre 15.57 y 15.35 cm, en el que utilizaron diferentes distancias (0.5 m, 1.0 m, 1.5 m y 2.0 m), y en el presente experimento se utilizó un distancia de 0.5 m.

4.3 Ancho de la penca cosechada

De acuerdo con los resultados encontrados el tratamiento 1 presentó el valor más alto para ancho de la penca (8.25 cm) y el menor fue para el tratamiento 3 (7.75 cm) (Cuadros 8 y 9). De acuerdo con el ANOVA, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P=0.18$).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable ancho de la penca cosechada en el cultivo del nopal.

Fuente	GL	Sum Cuad.	Cuad. Med	Fcal	P(=0.05)
Trat	5	5.16	1.03	2.19	0.18 N S
Error	6	2.83	0.47		
Total	11	8.00			

C V=8.58%

NS=no hay diferencia estadística significativa.

Carranza *et al.* (2004), encontraron un ancho mayor de 18.92 y una menor de 16.95 cm en el cultivo del nopal, en el cual obtuvieron diferencias

estadísticas significativas, debido a que utilizaron un distanciamiento entre planta de 1.5 m en comparación al presente trabajo que se utilizó una distancia entre planta y planta de 0.5 m y se obtuvo un ancho de penca mayor de 8.25 y una menor de 7.75 cm lo que implica el fenómeno de competencia entre plantas y por consiguiente, la reducción en el ancho de la penca.

Por los resultados promedio encontrados, el mejor tratamiento fue el T1 (8.25 cm) y el menor fue el T3 (7.75 cm), éstos, fueron superiores a los obtenidos por Ruiz *et al.* (2008), quienes utilizaron cinco cultivares de nopal, registraron un ancho promedio de 5.85 cm, en el que utilizaron estiércol de bovino como fertilizante.

El análisis de varianza para el ancho de la penca (Cuadro 8), no mostró diferencia significativa (8.25-7.75 cm), por lo anterior, los resultados obtenidos se contraponen a lo señalado por Ruiz *et al.* (2008), quienes registraron diferencia significativa entre los cultivares evaluados (7.54-4.17 cm), las diferencias se atribuyen a la amplia diversidad genética y geográfica de los cultivares evaluados.

Para la variable ancho de la penca los valores más destacados se registraron en el tratamiento 1 con una dosis de $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de vermicompost (8.25 cm), con lo cual podrían disminuirse los gastos económicos y laborales del productor.

Cuadro 9. Ancho de las pencas cosechadas de nopal evaluadas con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.

Tratamiento	Dosis vermicompost t•ha ⁻¹	Ancho (cm)
1	15	8.25
2	30	8.00
3	45	7.75
Media general		8.00
C V (%)		8

4.4 Rendimiento del nopal cosechado

Para el caso de la variable peso del nopal cosechado, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (171,666-165,000 Kg•ha⁻¹), (Cuadro 10). Guevara *et al.* (1997), tampoco encontraron diferencias estadísticas significativas (21.7-20.7 g), utilizando estiércol de cabra como fertilizante, en Argentina, concluyendo que el tiempo transcurrido entre la implantación de los cultivos y la evaluación efectuada no ha sido suficiente para establecer diferencias.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable rendimiento del nopal cosechado en el cultivo del nopal.

Fuente	GL	Sum Cuad.	Cuad. Med	Fcal	P(=0.05)
Trat	5	368.25	73.65	1.19	0.41
Error	6	370.66	61.77		
Total	11				
CV=10.35%					

N S=no hay diferencia estadística significativa.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el rendimiento del nopal cosechado, se encontró que el tratamiento 2 presentó el mayor peso (171,666 Kg•ha⁻¹) y el menor fue para el tratamiento 1 (165,000 Kg ha⁻¹) (Cuadro 11), sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Cuadro 11. Rendimiento del nopal evaluado con tres tratamientos con vermicompost, en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL, 2009.

Tratamiento	Dosis vermicompost t•ha ⁻¹	Rendimiento (Kg•ha ⁻¹)
1	15	169444
2	30	171666
3	45	165000
Media general		168703
C V (%)		10

El rendimiento promedio del nopal cosechado fue de 168,703 Kg•ha⁻¹. Aunque no se registró diferencia estadísticas significativa (P=0.41), cabe señalar que el tratamiento T2 registró el mayor rendimiento promedio (171,666 Kg•ha⁻¹) este valor fue superior en un 1.29 y 3.88 % respectivamente a los pesos promedio de los tratamientos T1 y T3.

V. CONCLUSIÓN

La determinación de la proporción de la dosis con vermicompost que favorece el rendimiento de brotes, longitud de la penca cosechada, ancho de la penca cosechada y peso del nopal cosechado en el Jardín Botánico “Jerzy Rzedowski” de la UAAAN U-L., se ha logrado con éxito aunque no existió diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, así pues, se recomienda utilizar el T1 con $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ya que las variables evaluadas mostraron mejor respuesta bajo estas condiciones y con este tratamiento se utilizaría la menor cantidad de vermicompost y por lo consiguiente económicamente nos resultaría la mejor opción ya que disminuirán los costos, al igual disminuirán los trabajos realizados por el productor.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables estudiadas, pero se puede mencionar que el empleo del vermicompost, como abono orgánico, puede favorecer el desarrollo y obtener una mejor producción de nopal a la cosecha. Otro comentario a destacar es que este proceso de siembra y producción no recibió aportaciones de fertilizantes sintéticos, con lo cual se puede disponer de un patrón de nopal para destinarse a los predios certificados orgánicamente.

Por lo tanto, la hipótesis si es aceptada puesto que la aplicación de vermicompost si favoreció el desarrollo del nopal verdura bajo condiciones de micro túnel, aunque se considera que es necesario de incrementar los trabajos de investigación para saber si utilizando menos dosis de vermicompost incrementa, baja o se mantiene la producción.

VI. LITERATURA CITADA

- Anaya, M., y Bautista, R. 2008. El nopal Forrajero en México: del Siglo XVI al Siglo XX. Programa Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. UACH. México: pp. 167-168. Disponible en: www.colposmx/asyd/volumen5/numero2/asd-08-007.pdf. Fecha de recuperación: 09 de abril de 2010.
- Ancona, M. L., Pech M. V. y Flores, N. A. 2006. Perfil del Mercado de la Vermicomposta como Abono para Jardín en la Ciudad de Mérida, Yucatán. Rev. Mex. de Agronegocios. Mérida, Yucatán. 2 p. Disponible en: redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/IndArtRev.jsp?. Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.
- Angulo, R. A., Galindo, U. A., y Avendaño, P. R. 2000. Guía Didáctica para la Actividad Experimental de Biodiversidad. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México. 25 p. Disponible en: dgep.uasnet.mx/biologia/images/Material.../Actividades_Biodiversidad.pdf Fecha de recuperación: 27 de mayo de 2010.
- Angulo, G. O., y Granza, G. F. 2007. Extracción y Caracterización de Pectinas a partir del Nopal. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú. 6 p. Disponible en:

www.uncp.edu.pe/.../Extracción%20y%20Caracterización%20de%20Pectinas%20a%20partir%20... Fecha de recuperación: 09 de abril de 2010.

Arias, T. A., Valverde, V. M., y Reyes, S. J. 2000. Las Plantas de la Región de Zapotitlán Salinas, Puebla. UNAM. México. 10 p. Disponible en: www.ine.gob.mx/publicaciones/download/335.pdf. Fecha de recuperación: 16 de abril de 2010.

Arteaga, F. A. 2007. Aprovechamiento Integral del Nopal, Planta del Pasado, Presente y Futuro. Rev. Agroproduce. Oaxaca. Pp. 10-13. Disponible en: <http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/junio07/contenido.pdf>. Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.

Atiyeh, R. M. Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metiger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects Of Vermicompost and Compost on plantgrowth in Horticultural Container Media and soil. Pedobiologia. 44:579-590.

Benavides, G. C. 2004. Diagnostico y Plan de Acción del Sistema-Producto Nopal. Cd. Victoria, Tamaulipas. 10 p. Disponible en: www.campotamaulipas.gob.mx/.../pdfs/.../SistemaProducto%20Nopal%20Tamaulipas.pdf. Fecha de recuperación: 16 de abril de 2010.

Blanco, M. F. y Valdez C. D. 2009. Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. Nuevo León, México. Pp. 2-6. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2009/ee-02-2009/.../01.pdf -_Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.

- Callejas-Rivera, M. 1999. Producción, Costos, Comercialización y Rentabilidad del nopal Verdura (*Opuntia* spp). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Pp. 7-15.
- Carranza, S. J., Peña, V. C., Reyes, A. J., Luna, C. M., y Flores, H. A. 2004. Caracterización Morfológica *in situ* de Cladodios de *Opuntia* spp. En Bermejillo, Durango. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(1): 75-77, 2004. Durango, México. Disponible en: www.chapingo.mx/.../af85c5a59731d7aadb5b421cb6e65481.pdf Fecha de recuperación: 07 de junio de 2010.
- Castillo, M. F., Loyola, V.F., Ruiz, M.A., y Macías, J.A. 2005. Proceso de Compostaje. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Puebla, México. Pp. 26-28. Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.
- Dávila, H. J. G. 2008. Manejo Orgánico de la Producción de Nopal. VI Simposium-Taller "Producción y aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México". Rev. Salud Pública y Nutrición. Nuevo León, México. Pp. 114-115. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-14-2008/.../06.pdf - Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.
- De Jiménez, C. I. 2006. Campaña Manejo Fitosanitario del Nopal: Principales Plagas del Nopal y su Control. Comité Estatal de Sanidad Vegetal. SAGARPA. Toluca, México. Pp. 1-3. Disponible en: www.cesavem.org/divulgacion/nopal/TRIPTICO.pdf -. Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.

- De la Cruz, C. J. 1994. Nopal Verdura: Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas. México, D. F. Pp. 14-15. Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.
- De La Cruz, L., Estrada, B., Robledo, T., Osorio, R. Márquez, H., y Sánchez, H. 2009. Producción de Tomate en Invernadero con Composta y Vermicomposta como Sustrato. Universidad Juárez del Estado de Durango. Gómez Palacio, Durango. Pp. 61-64. Disponible en: www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/uciencia/abril2009/4---494.pdf Fecha de recuperación: 20 de mayo de 2010.
- Enríquez, S. p., Jordán, R. A., López, A. D., y Pérez, R. J. 2004. Elaboración de un Chicloso Adicionado con Aminoácidos de Nopal. (Opuntia ficus indica). UNAM. México, D. F. 14 p. Disponible en: www.cch.unam.mx/ssaa/naturales/pdf/Chicloso.pdf -. Fecha de recuperación: 14 de abril de 2010.
- Ferrera, C. R., Etchevers, J. Echegaray, A., y Santizo, J. 2006. Microorganismos Mineralizantes del Nitrógeno en el Proceso de Producción de Vermicomposta. México. Pp.1-4. Disponible en: nates.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp9/2348-t.pdf Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.
- Flores, O. M., Sánchez, G. R., Gutiérrez, L. R., y Velázquez, V. M. 2009. Producción de Forraje de Nopal Bajo Altas Densidades de Población. *In*: V Simposio Internacional de Pastizales. UANL. Monterrey, México. Pp. 8-10. Disponible en:

<http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/pastizales/SimposioPastizales6/praderasa.pdf> Fecha de recuperación: 08 de junio de 2010.

Flores, V. C., De Luna, E. J., y Ramírez, M. P. 1995. Mercado Mundial del Nopalito. Apoyos y Servicios a la Comercialización de Productos Agropecuarios (ASERCA). UACH. México. Pp. 16-23. Disponible en: www.infoaserca.gob.mx/proafex/NOPAL.pdf. Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.

Flores, V., y Corrales, G. 2003. Revisión Bibliográfica. Tuna. México. Pp. 10-11. Disponible en: catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/.../capitulo4.pdf. Fecha de recuperación: 09 de abril de 2010.

García, F., Rojas A., y Hernández, F. 2006. Descripción de Marcadores Genéticos que Permiten Identificar Poblaciones y Migraciones del Nopal *Dactylopius sp.* (Cochinilla silvestre). Biología. Tlayacapan, Morelos, México. 15 p. Disponible en: www.usb.edu.mx/downloads/publicaciones/No1/r01_art02.pdf Fecha de recuperación: 19 de mayo de 2010.

García, G. J. 2002. Situación Actual y Perspectivas de la Agricultura Orgánica y su Relación con América latina. Costa Rica. 116 p. Disponible en: web.catie.ac.cr/informacion/rmip/.../agri_organica.pdf. Fecha de recuperación: 21 de abril de 2010.

González, M. P. 1998. Desahuatado de Tuna en Precosecha (*Opuntia amyclae* T.). Tesis de Ingeniero Agroindustrial. UACH. México. 5 p. Disponible en:

148.206.53.231/UACH21631.PDF. Fecha de recuperación: 16 de abril de 2010.

Guevara, J., Martínez, C. E., Juárez, M. C., y Berra, A. B. 1997. Reclamación de Áreas Degradadas del Piedemonte de Mendoza, Argentina, Mediante la Plantación de *Opuntia ficus indica f. inermis*. MULTEQUINA 6: 1-8, 1997. Pp. 3-7. Disponible en: http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/06/6_1.pdf Fecha de recuperación: 11 de junio de 2010.

Gutiérrez, H. C., y Hernández, R. A. 2008. Distancia Entre Surco y su Influencia en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Cultivo de Nopal (*Opuntia ficus indica L.*) en Diriamba, Nicaragua. Tesis de licenciatura. Managua, Nicaragua. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01g984.pdf> Fecha de recuperación: 08 de junio de 2010.

Ibarra, J. L., Flores, J., Quesada, M. R., y Zermeño, A. 2004. Acolchado, Riego y Micro túneles en Tomate, Chile Anaheim y Chile Pimiento. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 179-187, 2004. Disponible en: www.chapingo.mx/.../b6beb51dd41a1bfbe054a9f108f7fec5.pdf - Fecha de recuperación: 27 de mayo de 2010.

Juanes, H. R., y Legaspi, G. A. 1999. Influencia de la Fecha de `Plantación Sobre la Brotación y el Crecimiento del Nopal Tunero. Unidad Académica de Agronomía de la UAZ. Zacatecas, México. Pp. 1-10. Disponible en: <http://www.uaz.edu.mx/cippublicaciones/viijornadasdeinvestigacion/mesa>

- [9/Influencia%20de%20la%20fecha%20de%20planaci%F3n.pdf](#) Fecha de recuperación: 05 de junio de 2010.
- Landero, E. F., y Cruz, S. E. 2006. Adaptación del Nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller). para la Producción de Nopal Verdura en la Comunidad Buena Vista del Sur Diriamba, Carazo. Tesis. Managua, Nicaragua. 7 p. Disponible en: www.una.edu.ni/Tesis/tnf011255.pdf Fecha de recuperación: 16 de abril de 2010.
- Legaspi G. A. 2006. Manual de Producción y Comercialización de Tuna. Zacatecas, México. 25 p. Disponible en: oeidrus.zacatecas.gob.mx/.../Produccion%20y%20comercializacion%20de%20tuna.pdf Fecha de recuperación: 19 de mayo de 2010.
- Lira, S. G. 2005. Paquete Tecnológico Nopal Tunero. Distritos de desarrollo rural de tecamachalco, tehuacan, cholula, izucar de matamoros, zacatlán, teziutlán y libres condiciones de muy buena y buena productividad. Puebla. 4 p. Disponible en: www.sdr.gob.mx/Contenido/CadenasProductivas/.../NOPL%20TUNERO.pdf. Fecha de recuperación: 16 de abril de 2010.
- Mayorga, C. F. 2001. Nopal, Leyenda, Comercio y Futuro en México. Rev. Abriendo Surcos. 6 p. Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/098/ca098.pdf> Fecha de recuperación: 09 de abril de 2010.
- Mena, C. J. 2008. Bases para Desarrollar un Programa de Manejo Integrado Contra las Plagas y las Enfermedades del Nopal. *In*: VII Symposium-

Taller "Producción y aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México". Nuevo León, México. Pp. 43-44. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2009/ee-02-2009/.../03.pdf Fecha de recuperación: 19 de mayo de 2010.

Méndez, G. S., y García, H. J. 2006. La Tuna. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). BIODIVERSITAS. México. 1 p. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/otros/biodiversitas/doctos/pdf/biodiv68.pdf>. Fecha de recuperación: 06 de abril de 2010.

Méndez, G. S., Talavera, M. D., y García, H. E. 2008. Identificación y Control de las principales Enfermedades del Nopal. *In*: VII Simposium-Taller "Producción y aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México". Nuevo León, México. 59 p. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2009/ee-02-2009/.../04.pdf Fecha de recuperación: 19 de mayo de 2010.

Miguelañez, R. 2001. S. A. T. Gorofres: Fresón de Calidad en Palos de la Frontera. SAT. Sevilla, España. 3 p. Disponible en: www.mapa.es/ministerio/.../pdf_vrural%2FVrural_2001_126_22_24.pdf Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.

Moreno-Reséndez, A. 2004. Origen, Importancia y Aplicación de Vermicomposta para el Desarrollo de Especies Hortícolas y Ornamentales. IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México. Pp. 4-8.

Disponible en:
www.uaaan.mx/academic/Horticultura/.../vermicomposta.pdf. Fecha de
recuperación: 18 de abril de 2010.

Moreno-Reséndez, A., Valdés-Perezgasga, M. T., y Zarate-López, T. 2005.
Desarrollo de Tomate en Sustratos de Vermicompost/arena Bajo
Condiciones de Invernadero. Agric. Tec. Chile. 65 (1) : 26-34.

Moreno-Reséndez, A., y Cano, P. 2004. La vermicomposta y su potencial para
el Desarrollo de Especies Vegetales. IV Simposio Nacional de
Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón,
Coahuila, México. Pp. 139-140. Disponible en:
[http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/09Vermicompost
a%20potencial%20pa%20desarrollo%20esp%20vegetales.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/09Vermicomposta%20potencial%20pa%20desarrollo%20esp%20vegetales.pdf). Fecha de
recuperación: 18 de abril de 2010.

Ramiro-Sandoval, R. 2002. Efecto de la Micorriza Arbuscular y Vermicomposta
Sobre el Desarrollo en Vivero. Tecomán, Colima. 19 p. Disponible en:
[http://digeset.ucoj.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ruben%20Ramiro%20Sandova
l.pdf](http://digeset.ucoj.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ruben%20Ramiro%20Sandova%20l.pdf) Fecha de recuperación: 20 de mayo de 2010.

Rearte, E., Fillipini M., Cony, M., Maffei, J., Mastrantonio, L., Bonomo, V., y
Alfonso, A. 2006. Producción de Humus de Lombriz a Partir de
Subproductos y Efluentes de la Industria de Aceite de Oliva. Pp. 1-2.
Disponible en:
www.inta.gov.ar/mendoza/jornadas/Trabajospresentados/Rearte.pdf.
Fecha de recuperación: 20 de mayo de 2010.

- Ríos, R. J., y Quintana, M. V. 2004. Manejo General del Cultivo del Nopal. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas México-Puebla-San Luis Potosí-Tabasco-Veracruz-Córdoba. Secretaria de la Reforma Agraria. México. Pp. 114-115. Disponible en:www.sra.gob.mx/...general/.../Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf
Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.
- Ruiz, E. F., Alvarado, M. J., Murillo, A. B., Garcia, H. L., Pargas, L. R., Duarte, O. J., Beltran, M. F., y Fenech, L. L. 2008. Rendimiento y Crecimiento de Nopalitos de Cultivares de Nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo Diferentes Densidades de Plantación. UABCS. Baja California Sur, México. Pp. 8-11. Disponible en: <http://www.jpacd.org/V10/V10P22-35.pdf> Fecha de recuperación: 16 de junio de 2010.
- Sáenz, C. 2006. Utilización Agroindustrial del Nopal. Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria (AGST) con la colaboración de la Red Internacional de Cooperación Técnica del Nopal (FAO-CACTUSNET). Chile. Pp. 2-31. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s00.pdf> Fecha de recuperación: 19 de febrero de 2010.
- Saravia, T. P. 2000. Agrupamientos Productivos (CLUSTER) del Nopal. México. Pp. 1-4. Disponible en: www.contactopyme.gob.mx/estudios/docs/nopal_mexico.PDF. Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
2004. (SAGARPA). Plan Rector. Sistema Producto Nacional Nopal. San
Luis Potosí. Pp. 2-4. Disponible en:
www.amsda.com.mx/PRNacionales/Nacionales/PRN_nopal2.pdf Fecha de
recuperación: 18 de abril de 2010.
- Segura, C. J. 2009. Manual de SAS para Principiantes. Pp. 1-17. Disponible en:
<http://www.angelfire.com/ar/iagg101/docum/sastxt.PDF> Fecha de
recuperación: 20 de mayo de 2010.
- Sligh, M., y Christman, C. 2003. El estado Global, los Prospectos y los Retos de
un Mercado orgánico en Cambio. La fundación Internacional para la
Mejoría Rural. USA. 5 p. Disponible en:
www.rafiusa.org/pubs/WOO_Spanish.pdf Fecha de recuperación: 21 de
abril de 2010.
- Soto, G. 2003. Agricultura Orgánica. Una Herramienta para el Desarrollo Rural
Sostenible y la Reducción de la Pobreza. Turrialba, Costa Rica. 4 p.
Disponible en: www.fao.org/es/esc/common/ecg/263/es/rutataller.pdf
Fecha de recuperación: 06 de abril de 2010.
- Soto, G., y Muschler, R. 2001. Génesis, Fundamentos y Situación Actual de la
Agricultura Orgánica. Costa Rica. Pp. 101-105 Disponible en:
web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rev62/101-105.pdf Fecha de
recuperación: 21 de abril de 2010.
- Tovar, P. A. 2008. Revista Salud Pública y Nutrición. VI Simposium. Taller

Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México.
Nuevo León, México. Pp. 1-2. Disponible en:
<http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2008/ee-2008/documentos/07.pdf>.

Fecha de recuperación: 06 de abril de 2010.

Vargas, M. A., Flores, H. A., y Basaldua, S. J. 2008. Dinámica poblacional de las Principales Plagas de Nopal *Opuntia spp.* Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 2008. 7: 21-27. Querétaro, México. Disponible en: [uruza.edu.mx/Vol7-Num1.pdf](http://www.uruza.edu.mx/Vol7-Num1.pdf) Fecha de recuperación: 20 de mayo de 2010.

Vázquez, A. D. 2008. Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. *In*: VII Simposium Nacional. UANL. Nuevo León, México. Pp. 1-6. Disponible en: http://www.scysnl.org/pdf/VII_Simposium_nopal.pdf

Fecha de recuperación: 01 de junio de 2010.

Vázquez, A. R. 2009. Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. *In*: Simposium-Taller "Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. N. L., Monterrey, México. 19 p. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2009/ee-02-2009/.../02.pdf Fecha de recuperación: 14 de abril de 2010.

Vázquez, A. R., Salazar, S. E., García, H. J., Olivares, S. E., Vázquez, V. C., López, M. J., y Orona, C. J. 2009. Producción de Nopal Verdura (*Opuntia ficus-indica*) en Hidroponía Empleando Agua con Alto Contenido de Sales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Nuevo León, México. Pp. 14-16. Disponible en:

www.jpacd.org/V11/JLGarcía%20JPACD11%20_2_.pdf Fecha de recuperación: 07 de junio de 2010.

Villa, B. A., Zavaleta, M. E., Vargas, H. M., Gómez, R. O., y Ramírez, A. S. 2008. Incorporación de Vermicompost para el Manejo de *Nacobbus aberrans* en Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista Chapingo. Serie Horticultura 14 (3): 249-255,2008. México. Disponible en: www.worldcocoafoundation.org/scientific.../Biofertilizanes.pdf Fecha de recuperación: 07 de junio de 2010.

Welti, J. 2005. Plan de Marketing de Comercialización del Nopal a Japón Mediante JETRO. Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México. Pp. 1-2. Disponible en: catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/.../capitulo1.pdf Fecha de recuperación: 18 de abril de 2010.