



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del nopal
(*Opuntia ficus-indica* L.) utilizando tres dosis de
vermicompost con tres frecuencias de cosecha,
Managua, verano 2010**

AUTORES

**Br. Cristian Rafael Palma González
Br. José Uriel Gutiérrez Martínez**

ASESORES

**Ing. MSc. Aleida López Silva
Ing. Hugo Rodríguez González**

**MANAGUA, NICARAGUA
JULIO 2012**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del nopal
(*Opuntia ficus-indica* L.) utilizando tres dosis de
vermicompost con tres frecuencias de cosecha,
Managua, verano 2010**

AUTORES

**Br. Cristian Rafael Palma González
Br. José Uriel Gutiérrez Martínez**

ASESORES

**Ing. MSc. Aleida López Silva
Ing. Agr. Hugo Rodríguez González**

Presentado al honorable tribunal examinador como requisito
para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

**MANAGUA, NICARAGUA
JULIO 2012**

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | ii |
| ÍNDICE DE CUADROS | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | iv |
| INDICE DE ANEXOS | v |
| RESUMEN | vi |
| ABSTRACT | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 4 |
| 3.1. Ubicación y fechas del estudio | 4 |
| 3.2 Diseño metodológico | 4 |
| 3.2.1 Materiales y equipos | 5 |
| 3.2.2 Análisis de vermicompost | 5 |
| 3.3 Manejo del ensayo | 6 |
| 3.3.1 Selección del material de siembra | 6 |
| 3.3.2 Siembra | 6 |
| 3.3.3 Orientación de cladodios | 6 |
| 3.3.4 Control de malezas | 6 |
| 3.3.5 Cosecha | 6 |
| 3.4. Variables evaluadas | 7 |

| | |
|---|----|
| 3.4.1. Variables de crecimiento | 7 |
| 3.4.2 Variables de rendimiento | 7 |
| 3.4.3 Sobrevivencia | 8 |
| 3.4.4 Rentabilidad | 8 |
| 3.5 Análisis de datos | 8 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 9 |
| 4.1 Crecimiento del nopal | 9 |
| 4.1.1 Efecto de tres dosis de vermicompost en el número de brotes | 9 |
| 4.1.2 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje mayor de brotes | 10 |
| 4.1.3. Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje menor de brotes | 11 |
| 4.1.4 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el número de cladodios | 12 |
| 4.1.5 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje mayor de cladodios | 13 |
| 4.1.6 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje menor de cladodios | 14 |
| 4.2 Rendimiento del nopal | 15 |
| 4.2.1 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el número de cladodios cosechados | 15 |
| 4.2.2 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje mayor de cladodios cosechados | 16 |
| 4.2.3 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje menor de cladodios cosechados | 17 |
| 4.2.4 Efecto de tres dosis de vermicompost nopal sobre grosor de cladodios cosechados | 18 |
| 4.2.5 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre peso de cladodios cosechados | 19 |
| 4.3 Sobrevivencia en el cultivo del nopal, UNA Managua verano 2010 | 20 |
| 4.4. Análisis económico del cultivo del nopal, UNA Managua verano 2010 | 21 |

| | |
|-------------------------------|----|
| V. CONCLUSIONES | 24 |
| VI. RECOMENDACIONES | 25 |
| VII. LITERATURA CITADA | 26 |
| VIII. ANEXOS | 29 |

DEDICATORIA

A mis padres José Vidal Gutiérrez Valle y Rogelia del Carmen Martínez Soza quienes son las personas que más amo, por ser los mejores ejemplos para mi vida y mi formación como persona en el ámbito social que nos rodea.

A mis hermanos Johnny Franklin, Berman Antonio, Yelva Suyen, Eddy Alberto y Holman José Gutiérrez Martínez por apoyarme siempre en los momentos que más lo necesitaba y ser los más lindos hermanos.

A mis abuelos, tíos y tías por brindarme cariño, a si como a Don Cesar Velázquez por su ayuda incondicional brindada en los cinco años de mi carrera.

A, Ana Verónica Angulo Téllez por apoyarme siempre

A todos mis compañeros de clase Cristian Palma, Deymer Bautista, Rafael Enrique Flores, Jorge Fajardo, Luis Rubio, Fernando Averruz, Freddy González, Osman Valle, Hosni Calix, José Ramón Rodríguez, Meslier Rodríguez, Jorge Kuan, Héctor Ruiz, Einar Ruiz, Yader Jarquín, Onís Lagos, Pía Danelia, Crithella Palma, María Auxiliadora, Zaydi Coralia, Shuilym Zeledón y Ruth Hernández con quienes pase momentos lindos y tristes, pero siempre salimos adelante. Espero que en nuestro futuro siempre estemos en comunicación y luchemos por ser personas de bien capaces de sacar adelante a nuestro país.

José Uriel Gutiérrez Martínez

A mi mamá Melba Padilla González por guiarme siempre por el buen camino y darme su apoyo incondicional

A mis hermanos Allan, Cinthya, Ana, Grecia y César que son parte esencial en mi vida

A Sugey Palma y mi hija Ashly Palma por inspirarme y animarme a seguir adelante

A mi abuelita Olga Zapata por sus consejos y apoyo

A mis compañeros de la universidad José Uriel Gutiérrez, Deymer Bautista, Luis Alberto Ruiz, Rafael Flores, Jorge Fajardo, Hector Ruiz, José Ramón Rodríguez, Meslier Rodríguez, Jorge Kuan, Fernando Averruz, Hosni Calix, Osman Valle, Freddy González, Yader Jarquín, Onís Lagos, Einar Ruiz, Pía Gutiérrez, Shuilym Zeledón, Zaydi Hernández, Crithella Palma, Auxiliadora Lara, Ruth Hernández, por ser como mis hermanos.

Cristian Rafael Palma González

AGRADECIMIENTO

A Dios padre todo poderoso, por darnos la fuerza e inteligencia para poder salir adelante así como a nuestra madre santísima la virgen María por guiarnos siempre por el mejor camino.

A todos y cada uno de los miembros de la familia que de alguna u otra manera han estado siempre apoyando.

A nuestros asesores Ing. Hugo René Rodríguez y MSc. Aleida López Silva por su ayuda en este trabajo de tesis y demás necesidades que se presentaron en la carrera brindando la oportunidad de trabajar con ellos y poder culminar los estudios con este trabajo de investigación.

A Carolina Padilla por toda su ayuda, amistad y consejos; que han sido muy importantes durante toda la carrera y la vida misma.

A todas aquellas personas que hacen posible el funcionamiento de la Universidad Nacional Agraria.

Cristian Rafael Palma González
José Uriel Gutiérrez Martínez

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|---|---------------|
| 1. Análisis inicial de suelo antes del establecimiento del cultivo, UNA, Managua, junio 2009 | 4 |
| 2. Descripción y dosis de los tratamientos utilizados en el experimento en la UNA Managua verano 2010. | 5 |
| 3. Resultados de análisis de vermicompost, UNA Managua 2010 | 5 |
| 4. Dosis de vermicompost, frecuencias de cosecha, numero de aplicaciones y rendimiento. | 21 |
| 5. Presupuesto parcial sobre aplicaciones de vermicompost y frecuencia de cosecha en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010 | 21 |
| 6. Análisis de dominancia en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010 | 22 |
| 7. Análisis marginal en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010 | 23 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINA |
|---|---------------|
| 1. Número de brotes por hectárea, UNA, Managua, verano 2010 | 9 |
| 2. Eje mayor de brotes, UNA Managua, verano 2010 | 10 |
| 3. Eje menor de brotes, UNA Managua, verano 2010 | 11 |
| 4. Número de cladodios, UNA Managua, verano 2010 | 12 |
| 5. Eje mayor de cladodios, UNA Managua, verano 2010 | 13 |
| 6. Eje menor de cladodios, UNA Managua, verano 2010 | 14 |
| 7. Número de cladodios cosechados por hectárea, UNA Managua, verano 2010 | 15 |
| 8. Eje mayor de cladodios cosechados por hectárea, UNA Managua, verano 2010 | 16 |
| 9. Eje menor de cladodios cosechados, UNA Managua, verano 2010 | 17 |
| 10. Grosor de cladodios cosechados, UNA Managua, verano 2010 | 17 |
| 11. Peso de cladodios cosechados por hectárea, UNA Managua, verano 2010 | 19 |
| 12. Efecto de tres dosis de vermicompost en la sobrevivencia del nopal, UNA Managua verano 2010 | 20 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Valor nutritivo del nopal, en 100 g de peso neto de nopal fresco | 30 |
| 2. Plano de campo del área experimental, UNA Managua verano 2010 | 31 |
| 3. Análisis de suelo del área experimental, UNA Managua verano 2010 | 32 |
| 4. Rangos de clasificación aproximada para suelos de Nicaragua. Quintana et. al (1983) | 32 |
| 5. Forma del material de siembra | 32 |
| 6. Precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas para el año 2010 y 2011 | 33 |

RESUMEN

El ensayo se estableció contiguo a la granja demostrativa de cultivos de peces ubicada en la Universidad Nacional Agraria (UNA) en el kilometro 12 ^{1/2}. Carretera norte Managua. El objetivo fue evaluar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad en nopal, utilizando tres dosis de vermicompost con 3 frecuencias de cosecha en los meses de noviembre 2009 hasta abril 2010. Las dosis de vermicompost fueron 10, 15 y 20 t ha⁻¹/año y frecuencias de cosecha de 30, 60 y 90 días, con las variables: número de brotes, eje mayor de brotes, eje menor de brotes, eje mayor de cladodios, eje menor de cladodios, grosor de cladodios y mortalidad. El área experimental tuvo las siguientes dimensiones 22.5 m de largo y 10 m de ancho equivalente a 225 m² donde se establecieron 450 plantas utilizando 10 surcos con 45 plantas cada uno. La distancia entre surcos fue de 1m y entre planta de 0.5 m para una densidad poblacional de 20000 plantas por ha⁻¹. La parcela útil consta de 4 surcos ubicados en la parte central del experimento siendo la muestra un total de 180 plantas (90 m²). El experimento se estableció en un diseño en franjas apareadas utilizando nueve tratamientos distribuidos completamente al azar. Los resultados obtenidos fueron sometidos a la prueba Kruskal Wallis al 95 % de confianza, encontrando significancia estadística en variables de crecimiento: número de brotes el mayor fue el tratamiento a3t2 con 21100 brotes ha⁻¹, número de cladodios el mayor fue a1t2 con 214000 cladodios ha⁻¹, eje mayor de cladodios el mejor a3t2 con 16.35 cm. En rendimiento: cladodios cosechados el mayor fue a3t2 204000 cladodios ha⁻¹ y grosor de cladodios cosechados a2t1 con 0.76 cm. También se realizó análisis económico, utilizando la metodología presupuesto parcial, presentando mayor rentabilidad el tratamiento a1t2, con una recuperación de C\$ 0.51 por cada córdoba invertido. En el análisis económico utilizando presupuesto parcial se obtuvo como costos que varían C\$ 19430 ha⁻¹ y BN de C\$ 245090 ha⁻¹

Palabras claves: Brotes, Cladodios

ABSTRACT

The trial was established by the demonstration farm fish culture located in the National Agrarian University (UNA) at Km 12 ½. North Road Managua. The objective was to evaluate the growth, yield and profitability in cactus, using three doses of vermicompost with 3 harvest frequencies in the months November 2009 to April 2010. Vermicompost doses were 10, 15 and 20 t ha⁻¹/year and harvest frequencies of 30, 60 and 90 days, with the following variables, number of shoots, minor axis of shoots, major axis of shoots, minor axis of cladodes, major axis of cladodes, thickness of pads and mortality. The experimental area had the following dimensions 22.5 m long and 10 m wide equivalent to 225 m², were established 450 plants using 10 rows with 45 plants each one. The distance between rows was 1 m and 0.5 m between plants for a population density of 20000 plants ha⁻¹. The plot used consists of four rows located in the central part of the experiment being the sample a total of 180 plants (90 m²). The experimental design using nine paired strip treatments distributed completely at random. The results obtained were subjected to Kruskal Wallis test at 95% confidence, finding statistical significance in growth variables: the largest number of shoots was a3t2 treatment with 21100 shoots ha⁻¹, the largest number of cladodes was a1t2 with 214000 cladodes ha⁻¹, the best major axis of cladodes a3t2 with 16.35 cm. In yield: harvested cladodes the largest was a3t2 with 204000 cladodes ha⁻¹ and thickness of cladodes harvested a2t1 with 0.76 cm. Economic analysis was also performed using the partial budget methodology, presenting greater profitability a1t2 treatment, with a recovery of C\$ 0.51 per each Córdoba invested. In the economic analysis was obtained using partial budget costs that vary as C\$ 19,430 ha⁻¹ and BN of C\$ 245090 ha⁻¹.

Keywords: Acute, Cladodes

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de nopal (Opuntia ficus-indica L. Miller) originario de México perteneciente al reino vegetal, clase dicotiledónea, orden opuntiales, familia de las cactáceas y de género Opuntia, tiene una crucial importancia principalmente por su tolerancia a zonas secas. El hecho de que esta especie puede crecer en áreas inadecuadas para otros cultivos, la hace más atractiva, es una ventaja en términos productivos y por la gran diversidad de productos que se pueden obtener, así como las oportunidades de empleo que surgen, esto es de relevancia especial cuando se considera que el cultivo de las opuntias se desarrolla muy bien en zonas marginales con habitantes que tienen bajos ingresos económicos (Nobel, 1998).

Esta cactácea ofrece cualidades muy especiales, mismas que han cobrado interés entre productores y consumidores. Una de ellas es su adaptación a climas extremos que van desde climas fríos de altura hasta zonas desérticas y a tierras donde otros cultivos no podrían sobrevivir (Britton y Rose, 1963).

El nopal, fragmento del paisaje mexicano, es parte esencial de la dieta de la sociedad de ese país, tiene usos tan variados que van desde la pintura hasta la medicina. En la ganadería sirve como cerco y alimento. La industria aprovecha sus atributos para pigmentos y fijador para el cabello, su utilidad más reconocida es la que vemos en los platos como una nutritiva verdura (ASERCA, 2001).

Como alimento, tiene una gran aceptación por su costo y por otras propiedades como su fácil digestibilidad por el organismo humano. El nopal verdura es destinado principalmente para consumo humano ya sea en refrescos, como ensalada en la preparación de diferentes platillos, o bien envasados en salmuera, vinagre y como mermelada (SARH, 1992).

El nopal también es un cultivo con importantes propiedades para la conservación de los suelos, especialmente aquellos poco fértiles y con pendientes pronunciadas cuya utilización con cultivos básicos ha propiciado erosión y degradación de flora y fauna silvestre. La rusticidad del nopal, su bajos requerimientos de humedad y nutrientes, lo califican como un cultivo altamente adecuado para ser considerado en programas alternativos de reconversión productiva (Orué y Rojas, 2008).

Actualmente no se poseen investigaciones exhaustivas sobre rendimientos y rentabilidad de nopal, utilizando como fuente principal de nutrientes el vermicompost. Así mismo no se conoce con certeza como influyen las aplicaciones de este abono orgánico y que tan relacionado se encuentra esto con el crecimiento, rendimiento y rentabilidad del cultivo. El vermicompost en los últimos años a tomado un papel protagónico en la transformación de desechos orgánicos y en la producción de fertilizantes de excelente calidad para ser utilizados en la agricultura (IICA, 2010).

El uso de vermicompost puede fijar agroquímicos en el suelo, o bien biodegradables, atenuando su lixiviación y evitando su entrada en las aguas subterráneas. Por tal motivo, este fertilizante orgánico puede ser considerado como material para ser utilizado en la biorrecuperación de suelos contaminados (Martínez, 2003).

El vermicompost para su incorporación al suelo como abono orgánico, es una práctica que permite intensificar la vida del suelo debido a la abundante flora microbiana que contiene. Este fertilizante es un estimulador biológico del suelo, por el aporte equilibrado de vitaminas, enzimas, auxinas, macro y micro elementos, ácidos fúlvicos y húmicos que con su aplicación se consigue (González, 2003).

Los pequeños productores por sus escasos recursos económicos no cuentan con alternativas tecnológicas viables, amigables y productivas de alto rendimiento a bajos costos. Es por esto que se implementó este trabajo investigativo, utilizando el cultivo de nopal y vermicompost para su fertilización, permitiendo con esto conocer los beneficios que tiene el cultivo en Nicaragua, proporcionando información relacionada con el crecimiento y rendimiento , promoviendo alimentación sana; así como el cuidado del medio ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento, rendimiento y rentabilidad en nopal, utilizando tres dosis de vermicompost con tres frecuencias de cosecha.

2.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia de tres dosis de vermicompost con tres frecuencias para cosecha en el crecimiento del cultivo del nopal.

Analizar el comportamiento del rendimiento en el cultivo de nopal utilizando tres dosis de vermicompost con tres frecuencias de cosecha.

Evaluar el comportamiento de la sobrevivencia en el cultivo de nopal utilizando tres dosis de vermicompost y tres frecuencias de cosecha en el cultivo.

Analizar la rentabilidad de las dosis de vermicompost y frecuencias de cosecha en el cultivo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

El ensayo se estableció adjunto a la granja demostrativa de cultivos de peces ubicada en la Universidad Nacional Agraria (UNA) en el kilómetro 12 ^{1/2}. Carretera norte Managua, Nicaragua. Se inicio en junio del 2009, finalizando en abril 2010.

El área experimental se localiza en las coordenadas geográficas 12° 8' 59'' latitud norte y 86° 09' 49'' longitud oeste, con una altitud aproximada de 56 metros sobre el nivel del mar, tiene un clima correspondiente a un bosque seco y cálido con una temperatura de 27.7 °C y precipitaciones de 1140 mm por año y una humedad relativa de 71%. El promedio de precipitación en el período 2009-2010 fue de 398.1mm (INETER, 2011).

El clima se caracteriza por presentar una marcada estación seca de cuatro a cinco meses de duración, extendiéndose principalmente entre los meses de diciembre - abril (Gutiérrez, 1990).

El suelo presenta característica franco-arenosa con contenido de materia orgánica de 3.8% y pH ligeramente ácido. Este suelo presenta una pendiente mínima, profundo, y buen drenaje LABSA (2009).

Cuadro 1. Análisis inicial de suelo antes del establecimiento del estudio, UNA, Managua, junio 2009

| Descripción | pH | MO | N | P- disp. | CE | K- disp | Ca | Mg | Fe | Cu | Mn | Zn | Prof. | Partículas(%) | | | CT |
|-------------|--------------------|------|------|-------------|---------|-----------------|-------|------|------|------|-------|------|-------|---------------|------|----|------------|
| | (H ₂ O) | (%) | (%) | (ppm) | (μS/cm) | (me/100g suelo) | (ppm) | | | | | (cm) | Arc. | L. | Are. | | |
| Inicial | 7.71 | 3.38 | 0.17 | 19.3 | 154.50 | 4.61 | 22.34 | 5.46 | 5.60 | 1.12 | 37.60 | 3.12 | 20 | 23 | 20 | 57 | F.Arc.Are. |

Fuente: LABSA 2009

3.2 Diseño metodológico

El experimento se estableció en un diseño en franjas apareadas utilizando nueve tratamientos distribuidos completamente al azar.

Las dosis utilizadas fueron 10, 15 y 20 toneladas por hectárea, y frecuencias de cosecha de treinta, sesenta y noventa días.

Se utilizaron bolsas de polietileno, llenadas con 50% de tierra y 50% de vermicompost, 15 días después se establecieron las plántulas en el campo definitivo, área experimental, donde primeramente se realizó una chapoda o eliminación de la maleza presente, para después seguir con el ahoyado. La cosecha se inicio en febrero del 2010.

Las dimensiones del área experimental fueron 22.5 m de largo y 10 m de ancho equivalente a 225 m² donde se establecieron 450 plantas utilizando 10 surcos con 45 plantas cada uno. La distancia entre surcos fue de 1m y entre planta de 0.5 m para una densidad poblacional de 20000 plantas por ha⁻¹. La parcela útil constó de 4 surcos ubicados en la parte central del experimento siendo la muestra un total de 180 plantas distribuidas uniformemente (90 m²).

Cuadro 2. Descripción y dosis de los tratamientos utilizados en el experimento, Managua verano 2010

| Tratamientos | Descripción | Dosis/planta kg/año | t*ha ⁻¹ /año | Frecuencia de cosecha (días) |
|-------------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| a ₁ t ₁ | vermicompost | 0.5 | 10 | 30 |
| a ₁ t ₂ | vermicompost | 0.5 | 10 | 60 |
| a ₁ t ₃ | vermicompost | 0.5 | 10 | 90 |
| a ₂ t ₁ | vermicompost | 0.75 | 15 | 30 |
| a ₂ t ₂ | vermicompost | 0.75 | 15 | 60 |
| a ₂ t ₃ | vermicompost | 0.75 | 15 | 90 |
| a ₃ t ₁ | vermicompost | 1 | 20 | 30 |
| a ₃ t ₂ | vermicompost | 1 | 20 | 60 |
| a ₃ t ₃ | vermicompost | 1 | 20 | 90 |

3.2.1 Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron fueron, azadones, machetes, guantes, balanzas, reglas, tablas de campo, lápices mecánicos, carretillas, tijeras y cuchillos para realizar podas, barrenos para extraer tierra para el análisis de suelo.

3.2.2 Análisis de vermicompost UNA Managua 2010

Cuadro 3. Resultado de análisis de vermicompost

| Identificación | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Cu | Mn | Zn | % H |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|--------------|
| | % | | | | | ppm | | | | |
| vermicompost | 1.31 | 1.05 | 0.64 | 1.90 | 0.40 | 232 | 65 | 510 | 120 | 82.91 |

Fuente: LABSA (2011)

Portal forestal (2009) menciona que los rangos en (%) utilizados de vermicompost en los cultivos están entre: Nitrógeno 1.8-1.9, Fosforo 1, Potasio 1, pH 6, Mg 0.5, Mn 570 ppm, cobre 490 ppm, Zn 424 ppm. (Anexo 4).

Por lo tanto el vermicompost utilizado en el experimento está entre estos rangos establecidos, lo cual se ve influenciado en los resultados del trabajo investigativo.

3.3 Manejo del ensayo

En el ensayo se realizó manejo cultural de arvenses y no se aplicó ningún producto químico en el ciclo del cultivo. La toma de datos se realizó con frecuencia de 30 días.

3.3.1 Selección del material de siembra

El material de siembra utilizado fue semilla vegetativa este material está compuesto por tres cladodios en forma de conejitas (Anexo 5), debido a que éstas tienen una mejor eficiencia en cuanto a la producción de cladodios comerciales (Blanco, M. 2010).

La semilla vegetativa se recolectó en los alrededores de los predios de la UNAN Managua.

3.3.2 Siembra

La siembra se realizó, enterrando una tercera parte del material vegetativo quedando una buena área para la brotación y la parte enterrada cuenta con una superficie adecuada para el enraizamiento y estabilidad de la planta Orue y Rojas (2008).

Las distancias utilizadas fueron 1 m entre surco y 0.5 m entre planta, mencionadas por Alonso y Cruz (2006) como las adecuadas para la siembra de este material.

3.3.3 Orientación de cladodios

Las caras de los cladodios se dispusieron de norte a sur debido al arreglo en el área experimental cave mencionar que esta disposición no tuvo efectos negativos en la productividad contrario a Orue y Rojas (2008). Mencionan que en zonas con latitudes inferiores a 27° norte o sur las caras planas del material vegetativo deben orientarse de este a oeste, ya que cumpliendo esto hay mayor presencia fotosintética y emisión de raíces.

3.3.4 Control de malezas

Se realizó limpieza manual para crear condiciones óptimas al cultivo evitando competencias con malezas en sus primeros estados de crecimiento, posteriormente se realizaron controles cada 30 días después de la siembra durante el periodo designado para el experimento.

3.3.5 Cosecha

La primera cosecha se realizó en febrero del 2010 de manera manual, únicamente se utilizaron guantes para la extracción de los cladodios y depositándolos en bolsas de papel kraft para luego llevarlas al lugar de pesaje y medición localizado en las áreas perimetrales del experimento. Seleccionando aquellos que eran mayores de los 10 cm de longitud, 60-100 g, con buenas características organolépticas. Un color verde tierno y textura blanda. La cosecha se realiza en las horas tempranas del día logrando las temperaturas bajas que benefician al nopalito en cuanto a sus características de calidad dándole mayor vida de anaquel, según (Ríos y Quintana, 2004)

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Crecimiento

Número de brotes

Indica el número de cladodios con crecimiento inmaduro, es decir con dimensiones menores a los 10 cm, se realizó la toma de datos, durante el período entre 163 – 225 dds.

***Eje mayor del brote**

Estas mediciones se realizaron en centímetros, se refiere a la distancia lineal existente en el brote desde su base,(área de inserción del pecíolo) hasta la parte apical de crecimiento más alejada de éste, dicha variable se tomó 163-225 dds.

***Eje menor del brote**

Se midió en centímetros sobre la parte central del brote, donde se dividió en dos partes iguales el eje mayor del brote, describiendo una línea imaginaria en dirección perpendicular a dicho eje de un extremo inicial hasta su opuesto. Dicha variable se midió entre 163-225 dds

Número de cladodios

Se refiere al número de cladodios cuantificados mensualmente con características comerciales cuyo crecimiento es aceptable y dimensiones longitudinales de 10 cm o superior a esta. Esta variable se midió durante 163-225 dds con el fin de monitorear sin proceder al corte y peso del cladodio.

***Eje mayor del cladodio**

Estas mediciones se realizaron en centímetros, se refiere a la distancia lineal existente en el cladodio desde su base (área de inserción del pecíolo) hasta la parte apical de crecimiento más alejada de este, dicha variable se midió a los 163-225 dds durante el ensayo.

***Eje menor de cladodio**

La unidad de medida es en centímetros, se midió de la parte central del cladodio, con una división de partes iguales del eje mayor del cladodio, tomando como referencia los dos extremos desde un punto de inicio hasta el opuesto, durante 163-225 dds.

3.4.2 Rendimiento

Se recolectaron cladodios aptos para el consumo (cladodios comerciales) desprendiéndose de la planta de manera manual. Las variables de rendimiento se midieron durante el período 225-314 dds.

Número de cladodios cosechados

Corresponde al número de cladodio contabilizado cuyo crecimiento e índices de cosecha permitieron afirmar madurez comercial (terneza, flexibilidad, coloración) y presenta dimensiones longitudinales superiores a 10 cm. Medido cada 30, 60 y 90 días según correspondió con el factor frecuencia de cosecha.

*nombre de la variable acorde a la forma elíptica de los cladodios

Eje mayor del cladodio cosechado

Medido en centímetros; es la distancia lineal existente en el cladodio cosechado desde la inserción del pedúnculo en el mismo hasta el punto extremo de la zona apical de crecimiento más alejada de este. Medido cada 30, 60 y 90 días según correspondió con el factor frecuencias de cosecha.

Eje menor del cladodio cosechado

Medido en centímetros; es la distancia lineal encontrada perpendicularmente al eje mayor del cladodio cosechado, en el punto donde se divide en dos el valor de este último. Medido cada 30,60 y 90 días según correspondió con el factor frecuencias de cosecha.

Grosor del cladodio cosechado

Se refiere al espacio vertical en centímetros ocupado por el cladodio al colocar su haz en posición horizontal paralelo al suelo. Medido cada 30, 60 y 90 días según correspondió con el factor frecuencias de cosecha.

Peso del cladodio cosechado

Es la cantidad de peso en gramos encontrada por cladodio cosechado de cada planta en observación. Medido cada 30, 60 y 90 días según correspondió con el factor frecuencias de cosecha.

3.4.3 Sobrevivencia

Representa el porcentaje del total de individuos encontrados muertos por acciones mecánicas ó patógenas. Se verificó cada 30 días. Se tomaron en cuenta aquellas plantas que estaban caídas totalmente en el suelo, secas y con presencia de enfermedades fungosas y bacterianas.

3.4.4 Rentabilidad

Los resultados obtenidos en el ensayo se sometieron a un análisis económico, para evaluar la rentabilidad de los tratamientos, utilizamos (metodología de presupuesto parcial) Según CIMMIT, 1998.

3.5 Análisis de los datos

Los tratamientos fueron sometidos al análisis estadístico Kruskal Wallis al 95 % de confianza para todas las variables.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Crecimiento del nopal

4.1.1 Efecto de tres dosis de vermicompost en el crecimiento del nopal número de brotes.

Esta variable refleja el contenido de la producción debido a que estos brotes llegarán a representar el número de cladodios comerciales durante el ciclo del cultivo próximo a su cosecha, así como el grado de desarrollo de la planta (Orué y Rojas 2008).

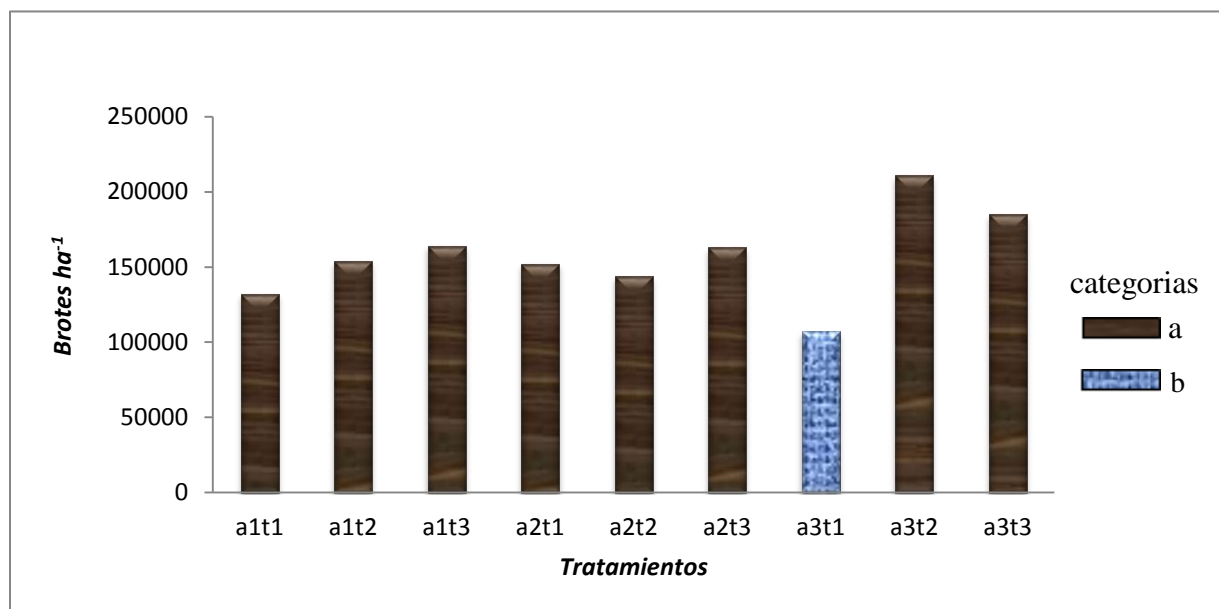


Figura 1. Número de brotes por hectárea, en el cultivo de nopal, UNA Managua, verano 2010.

El análisis Kruskal Wallis al 95 % de confianza demuestra que hay diferencia estadística entre los tratamientos estudiados. Esta prueba los agrupa en 2 categorías estadísticas, representadas de la siguiente manera, la primera con el tratamiento a3t2, con un promedio de 211 000 brotes ha⁻¹, a3t3 con 185 000 brotes ha⁻¹, a1t3 con 164 000 brotes ha⁻¹, a2t3 con 163 000 brotes ha⁻¹, a1t2 con 154 000 brotes ha⁻¹, a2t1 con 152 000 brotes ha⁻¹, a2t2 con 144 000 brotes ha⁻¹, a1t1 con 132 000 brotes ha⁻¹. Como segunda categoría el tratamiento a3t1, con 107 000 brotes ha⁻¹.

Con respecto al análisis los mejores resultados se encuentran con la aplicación de 20t ha⁻¹ /año cosechando cada 60 días, por lo tanto esta combinación de aplicación de vermicompost y frecuencia de cosecha lograran un equilibrio proporcionando a la planta un suministro adecuado de nutrientes y frecuencia de cosecha que estimula la producción de brotes

Las podas se realizaron con la finalidad de dar a la planta una buena forma para facilitar el manejo, evitando el estrechamiento de calles para facilitar el acceso al interior, además con las prácticas de poda se estimula la brotación de renuevos. SEMARNAT (2007)

(Sequeira y valle 2004) mencionan que el vermicompost merece especial atención debido a que es el mejor abono orgánico que existe, completo, equilibrado y de fácil manejo, concentra macro (N, P, K) y micronutrientes (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) y su carga microbiana es 1, 000,000 de veces superior al del estiércol, haciendo que todos estos atributos contenidos ayuden al cultivo a mejorar su producción; obteniendo buenos rendimientos.

4.1.2 Efecto de tres dosis de vermicompost en el crecimiento del nopal sobre el eje mayor de brotes.

El eje mayor de brotes ayuda a diferenciar entre los nopalitos a cosechar y los brotes, en este caso los brotes presentaron 4.96 cm de eje mayor en los tratamientos a2t1 y 4.82 cm de eje mayor en el tratamiento a1t1.

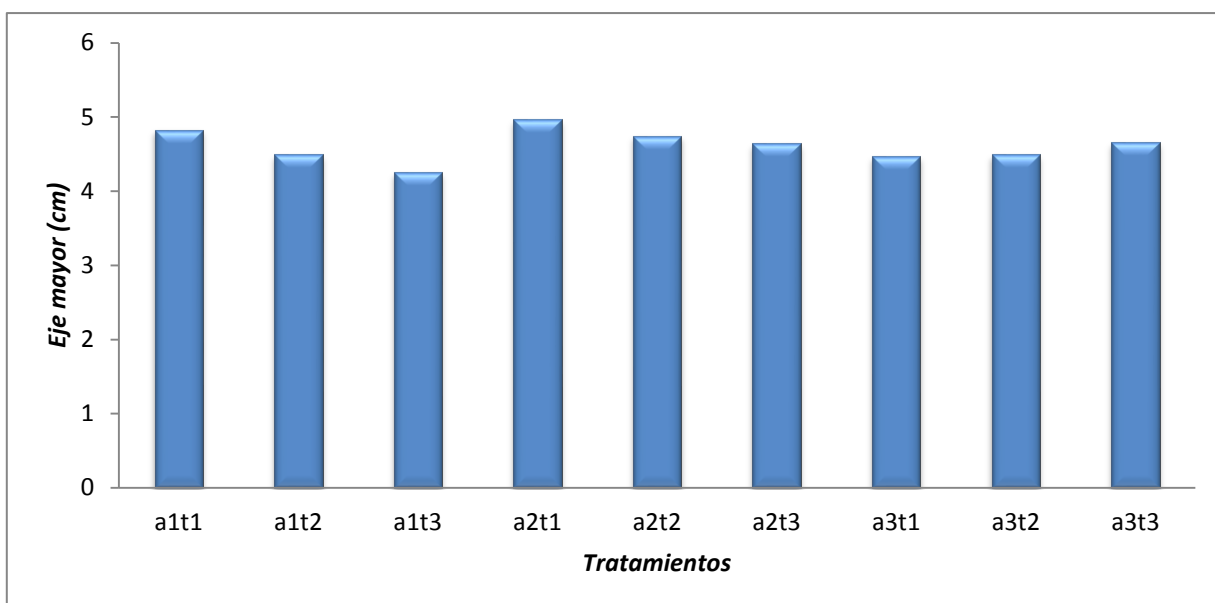


Figura 2. Eje mayor de brotes, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010.

Según Kruskal Wallis al 95 % de confianza no se presentaron diferencia estadística entre los tratamientos, no obstante, si hubo diferencias numéricas siendo el tratamiento a2t1 aplicando 15 t h^{-1} y frecuencia de cosecha de 30 días, con 4.96 cm. y el menor eje el tratamiento a1t3 con 4.25 cm.

García *et. al* (2000), mencionan que la nutrición edáfica no tiene efecto significativo en cuanto al eje mayor de brotes, debido a que el largo es directamente proporcional al área fotosintética activa de la planta.

Resultados similares presentaron Garay y Granera (2011) al encontrar diferencias numéricas en eje mayor de brotes de 8.99 cm y 6.86 cm respectivamente.

4.1.3. Efecto de tres dosis de vermicompost sobre el eje menor de brotes.

El eje menor es una variable que representa tanto el crecimiento así como el rendimiento del cultivo generando mayor proceso fotosintético influyendo mucho en la producción de biomasa (García, *et al.*, 2000).

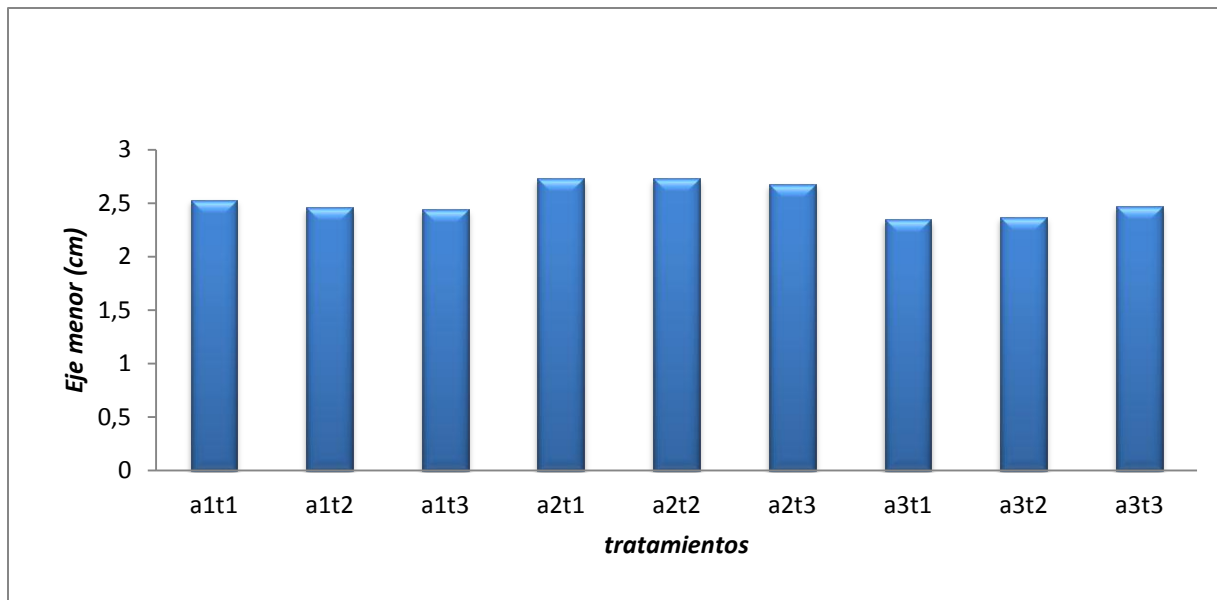


Figura 3. Eje menor de brotes, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010.

Según Kruskal Wallis al 95 % de confianza no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, pero si diferencias numéricas los tratamientos a2t1 y a2t1 con 2.73 cm y menor resultado el tratamiento a3t1 con 2.35 cm respectivamente.

Según García, *et al.* (2000), el eje menor de brotes no se ve beneficiado por la nutrición ya que es un componente directamente proporcional al área fotosintéticamente activa de la planta.

4.1.4 Efecto de tres dosis de vermicompost en el crecimiento del nopal sobre el número de cladodios.

Esta variable permite comparar la cantidad de cladodios que tiene la planta durante su período de crecimiento y la cantidad de cladodios cosechados. (Figura 4 y 7)

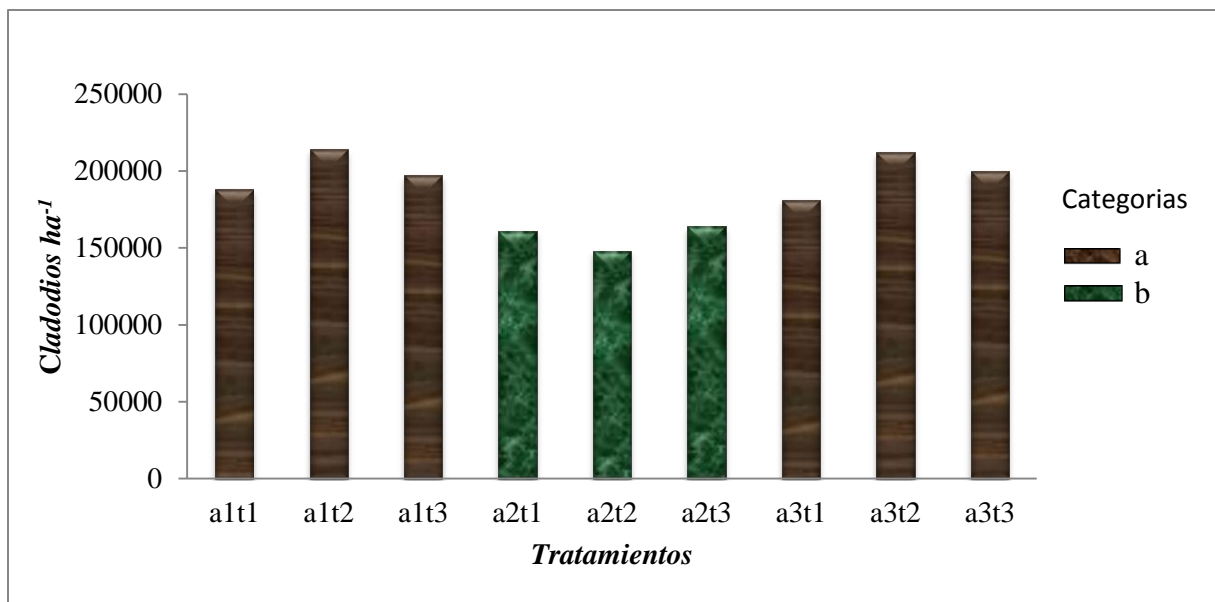


Figura 4. Número de cladodios, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010.

El análisis con Kruskal Wallis al 95 % de confianza demuestra que hay diferencias estadísticas, agrupando en dos categorías los tratamientos de la siguiente manera. La primera con los tratamiento a1t2, 214 000 cladodios ha^{-1} , a3t2 con 212 000 cladodios ha^{-1} , a3t3 con 200,000 cladodios ha^{-1} , a1t3 con 197,000 cladodios ha^{-1} , a1t1 con 188,000 cladodios ha^{-1} , a3t1 con 181 000 cladodios ha^{-1} , la segunda categoría con los tratamientos a2t3 con 164,000 brotes ha^{-1} , a2t1 con 161,000 brotes ha^{-1} y a2t2 con 148 000 brotes ha^{-1} .

El análisis demuestra que se obtuvieron los mejores resultados con la menor dosis aplicada 10 $t ha^{-1}$, tomando como referencia la cosecha a 60 días de frecuencia lo que estimula la producción de cladodios esto para las primeras cosechas, ya que al incrementar la producción, la demanda de nutrientes también aumenta por lo cual con la misma frecuencia de cosecha y mayor dosis se obtiene mayor cantidad de cladodios comerciales (Figura 7)

El análisis de suelo y el análisis del vermicompost refleja que en el total de muestras se encontró un porcentaje de nitrógeno aceptable Quintana *et. al.* (1992) (Anexo 4) atribuimos a decir que el nitrógeno presente en el suelo y en el vermicompost, influyó en la estimulación de cladodios encontrándose mejores resultados en el tratamiento (a1t2).

Pimienta (1988), Afirma, que el nitrógeno es un elemento importante y determinante para el crecimiento del nopal, también menciona que es de vital importancia la presencia de los demás macro y micronutrientes para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

En trabajos presentados por Chavarría *et. al.* (2001), Afirma que el vermicompost como un producto final de la digestión de la lombriz constituye un excelente regenerador orgánico del suelo mejorando sus características físico-químicas y biológicas, lo cual hace que el cultivo establecido en dicho suelo y fertilizado con este abono orgánico presente buenos resultados en crecimiento y desarrollo.

4.1.5 Efecto de tres dosis de vermicompost nopal sobre el eje mayor de cladodios.

El eje mayor de cladodios es una variable de mucha importancia debido a que es indicador de cosecha ya que si estos cuentan con un largo de 10 o más cm son comerciales y pueden ser cosechados para los fines que el productor desee.

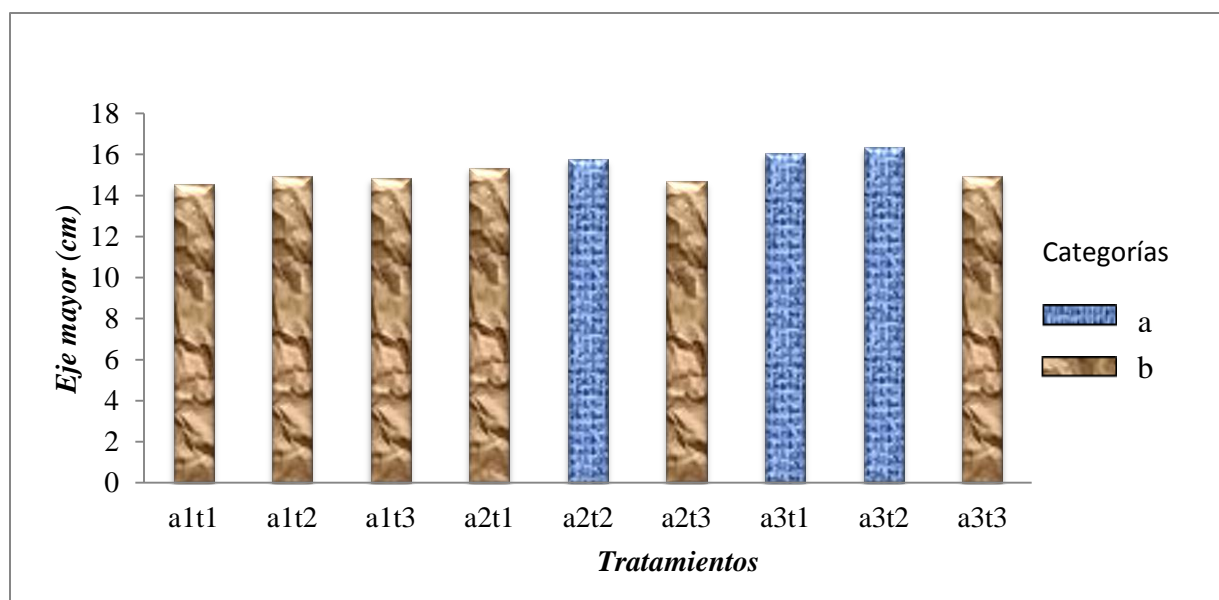


Figura 5. Eje mayor de cladodios, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010.

La prueba de Kruskal Wallis al 95 % de confianza demostró que hay diferencias estadísticas agrupando en dos categorías los tratamientos. La primera con el tratamiento a3t2 alcanzaron 16.35 cm, a3t1 con 16.05cm, a2t2 con 15.77 cm, la segunda categoría con los tratamientos a2t1 con 15.34 cm, a3t3 con 14.93 cm, a1t2 con 14.92 cm, a1t3 con 14.83 cm, a2t3 con 14.67 cm, y el tratamiento a1t1 con 14.54 cm respectivamente.

Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento con 20t ha⁻¹ y frecuencias de 60 días, podemos mencionar que si influyeron las mayores cantidades de vermicompost en el eje mayor del cladodio, así como las frecuencias de cosecha, obteniendo mejores resultados en el tratamiento a3t2.

González (2003) afirma que el vermicompost es un estimulador biológico de la fertilidad del suelo, por el aporte equilibrado de vitaminas, enzimas, auxinas, macro y micro elementos, ácidos fúlvicos y húmicos que con su aplicación se consigue mayores resultados de crecimiento en los cultivos, en este caso se ve reflejado en nopal.

4.1.6 Efecto de tres dosis de vermicompost en el crecimiento del nopal sobre el eje menor de cladodios.

El eje menor es una parte del cladodio que determinar el área foliar de manera que al aumentar el eje menor, mayor será el área foliar e incremento del proceso fotosintético, produciendo mayor biomasa Orué y Rojas (2007)

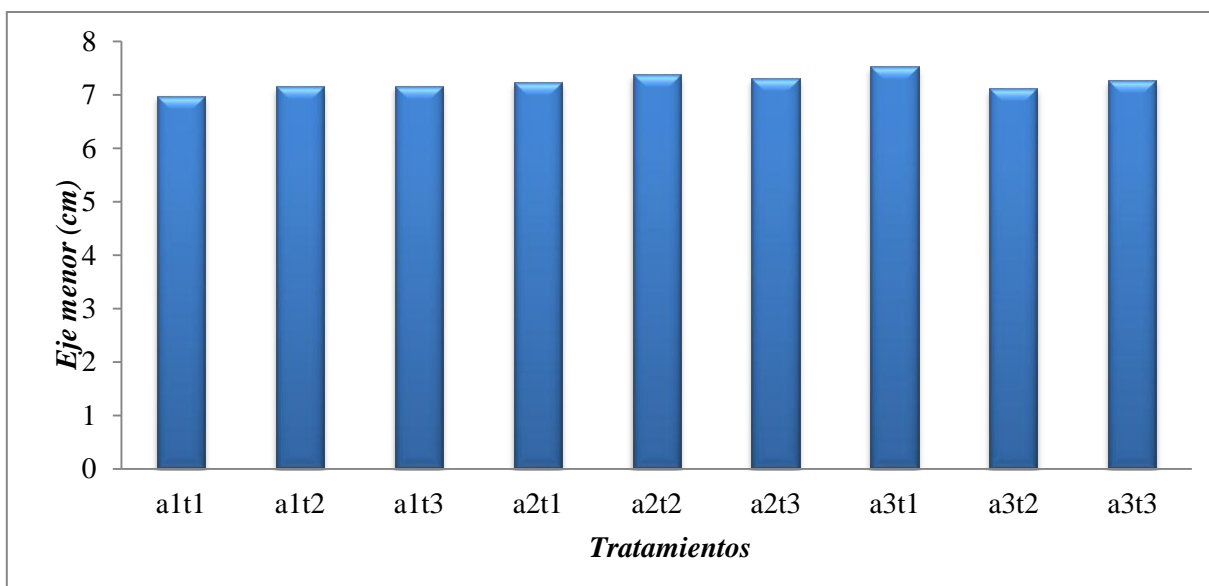


Figura 6. Eje menor de cladodios, en el cultivo de nopal, UNA Managua, verano 2010.

La prueba de prueba de Kruskal Wallis al 95 % de confianza demuestra que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Resultados similares obtuvieron Garay y Granera (2009) aplicando las mismas dosis de vermicompost.

4.2 Rendimiento del nopal

4.2.1 Efecto de tres dosis de vermicompost en el rendimiento del nopal sobre el número de cladodios cosechados.

El número de cladodios cosechados indica la capacidad de producción por hectárea del cultivo lo cual dependerá del manejo agronómico y de las condiciones agroclimáticas de la zona donde se cultive Orué y Rojas (2007).

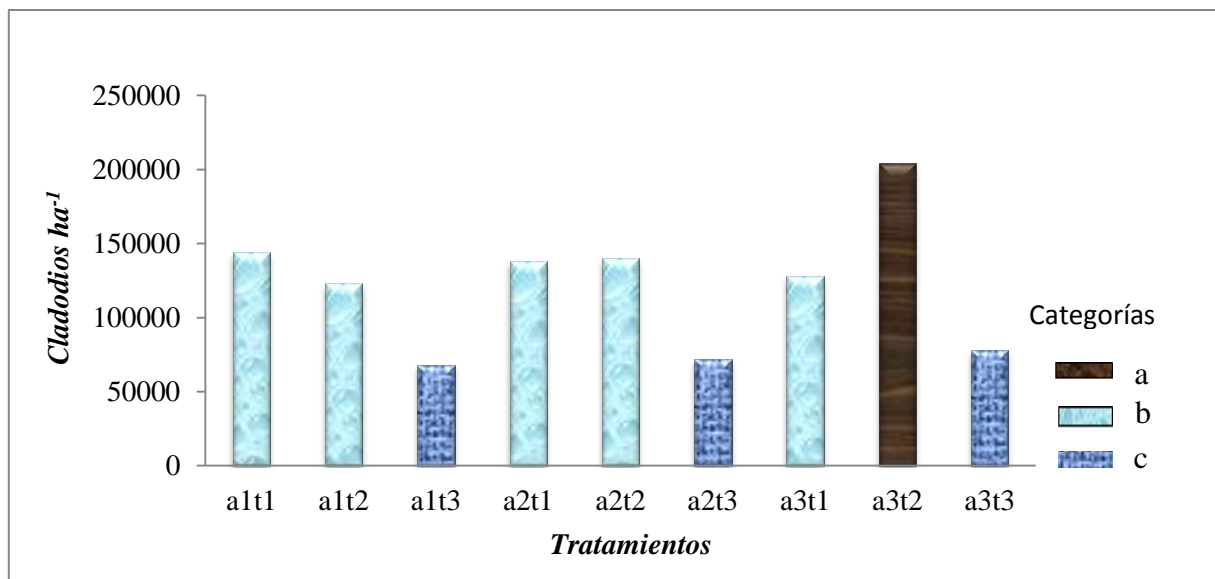


Figura 7. Número de cladodios cosechados por hectárea, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

El análisis realizado con la prueba Kruskal Wallis al 95 % de confianza demuestra que hay diferencias estadísticas agrupándolas en tres categorías, el que obtuvo mayor rendimiento fue el tratamiento a3t2 con 204 000 cladodios ha⁻¹, en la segunda categoría a1t1 con 144 000 cladodios ha⁻¹, a2t2 con 140 000 cladodios ha⁻¹, y el tratamiento a2t1 con 138 000 cladodios ha⁻¹, a3t1 con 128 000 cladodios ha⁻¹ y a1t2 con 123 000 cladodios ha⁻¹, como última categoría a3t3 con 78 000 cladodios ha⁻¹, a2t3 con 72 000 cladodios ha⁻¹ y a1t3 con 68 000 brotes ha⁻¹.

Resultados obtenidos por Garay y Granera (2009) utilizando dosis similares, no se encontraron diferencias significativas para esta variable.

El análisis realizado muestra que si influyó la cantidad de vermicompost en el rendimiento del cultivo de nopal. Los mejores resultados con 20 t ha⁻¹/año y cosecha de 60 días, proporcionando mayor brotación y mayor cantidad de cladodios cosechados. Sequeira y valle (2004), mencionan algo similar en cuanto a la producción, con el uso de vermicompost se obtiene una producción, frutícola, hortícola y florícola de alta calidad, estimulando el

crecimiento y desarrollo de las plantas así como también tornándolas resistentes a plagas y enfermedades.

Por lo tanto cuando se tienen las características nutricionales adecuadas y las cosechas se realizan en el período que la planta presenta la mayor cantidad de cladodios comerciales se maximizan los rendimientos contrario al tratamiento a3t3 al cual se le adicionó las mismas 20t ha⁻¹/año y cosecha cada 90 días donde la mayoría de los cladodios pierden sus características comerciales. (color, textura, sabor) y sólo son cosechados los que conservan dichas características obteniendo menor producción.

4.2.2 Efecto de tres dosis de vermicompost en el rendimiento del nopal sobre el eje mayor de cladodios cosechados.

Desde el punto de vista productivo es una variable importante, es uno de los elementos principales que componen el rendimiento, estos cladodios deben haber alcanzado ciertas dimensiones entre 10 a 25 cm Blanco *et. al* (2008).

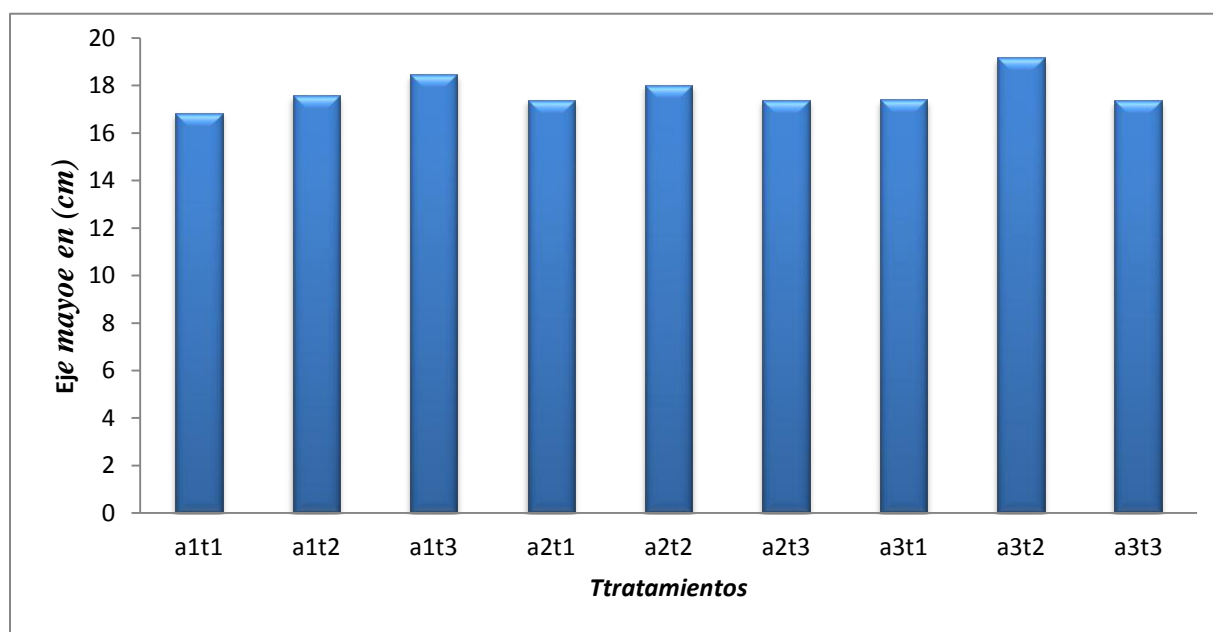


Figura 8. Eje mayor de cladodios cosechados por hectárea, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

El análisis Kruskal Wallis al 95 % de confianza no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero sí diferencias numéricas siendo el tratamiento a3t2 el que presentó el mayor resultado con 19.19 cm y con menor el tratamiento a1t1 con 16.84 cm.

4.2.3 Efecto de tres dosis de vermicompost en el rendimiento del nopal sobre el eje menor de cladodios cosechados.

El eje menor de cladodios es una de las partes que determina el área foliar. Una mayor área foliar contribuye al incremento de la actividad fotosintética, aumentando la producción de biomasa García, *et al.*, (2000).

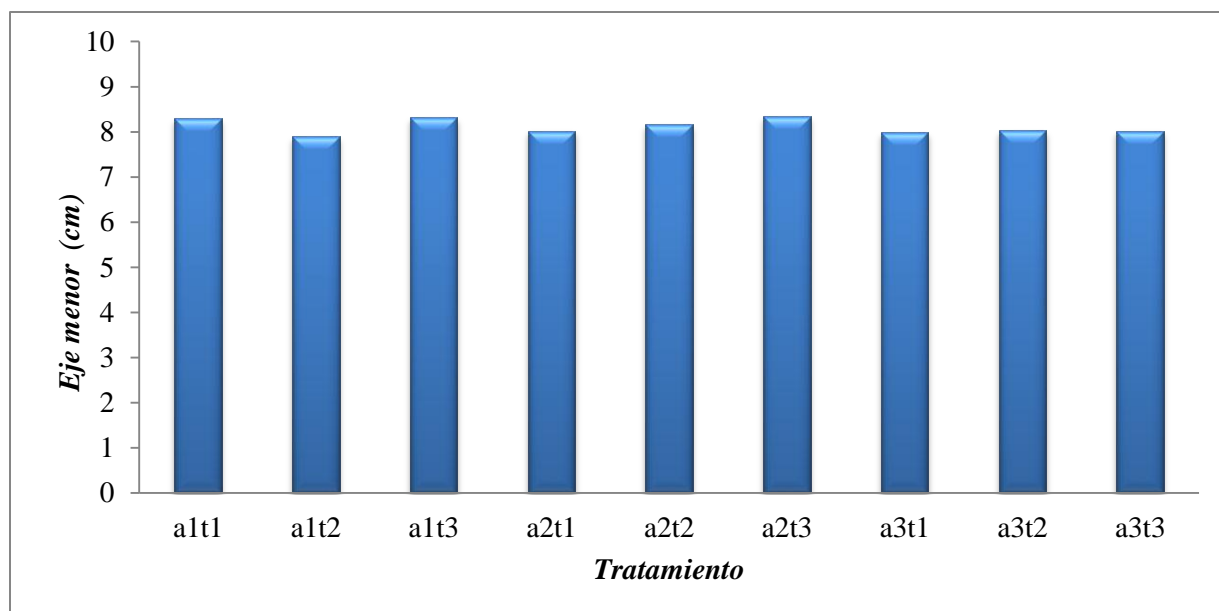


Figura 9. Eje menor de cladodios cosechados, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

Según Kruskal Wallis al 95 % de confianza no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos.

En el ensayo todos los tratamientos se establecieron bajo las mismas condiciones ambientales y utilizando el mismo material vegetativo, al no encontrar diferencias significativas, nos damos cuenta que las aplicaciones de vermicompost y las frecuencias de cosecha no influyeron en el eje menor de cladodios.

Ruiz *et. al.* (2008) reportan que el crecimiento se ve influenciado por las características genéticas de las variedades y las condiciones favorables del ambiente donde crecen.

4.2.4 Efecto de tres dosis de vermicompost sobre grosor de cladodios cosechados.

García y Nobel (1986) mencionan que el grosor de cladodios y la arquitectura de la planta tienden a reducir la eficiencia fotosintética de la planta.

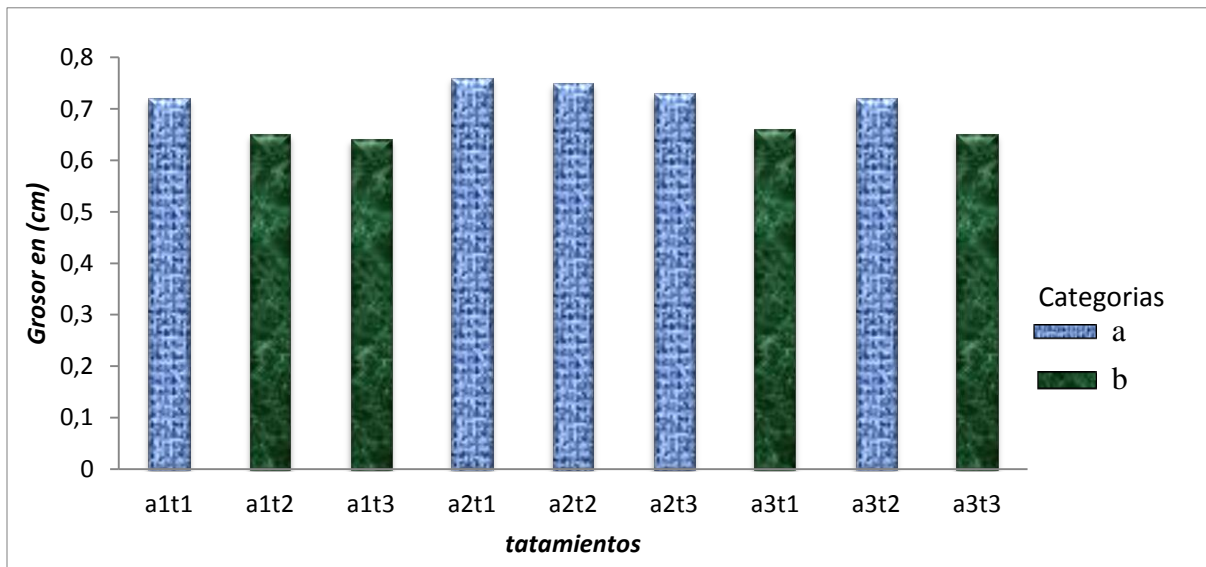


Figura 10. Grosor de cladodios cosechados por hectárea en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

El análisis Kruskal Wallis al 95 % de confianza mostró diferencia estadística entre los tratamientos ordenándolos en dos categorías de la siguiente manera, la primera con los tratamientos a2t1, con 0.76 cm, el a2t2 con 0.75 cm, como segunda categoría los tratamientos a2t3 con 0.73 cm, a3t2 y a1t1 con 0.72 cm cada uno, como segunda categoría con los tratamientos, a3t1 con 0.66cm, a1t2 y a3t3 con 0.65cm y a1t3 con 0.64 cm.

A pesar que las dimensiones del grosor son relativamente pequeñas, estadísticamente se logró encontrar diferencias significativas. Los mayores resultados obtenidos con la aplicación de vermicompost de 15 t ha^{-1} , con frecuencia de cosecha de 30 días. Vemos que al aumentar la frecuencia de cosecha a un con la misma dosis encontramos menor grosor de cladodios.

López *et al* (2001). Mencionan que el grosor del cladodio se ve afectado con la frecuencia de cosecha, ya que el grosor natural aumenta del ápice hacia la base del mismo.

Ruiz *et. al.* (2008), mencionan que el nopal cuando crece ocupa su energía para incrementar su longitud en cladodios y cuando esto sucede el incremento de grosor es mínimo y en algunos casos nulo.

4.2.5 Efecto de tres dosis de vermicompost en el rendimiento del nopal sobre peso de cladodios cosechados.

El rendimiento del nopal se puede determinar como: número y peso de cladodios, los cladodios listos para cosecharse deben tener dimensiones de 10 a 20 cm, alcanzando un peso de 100 a 120 g. Orúe y Rojas (2008)

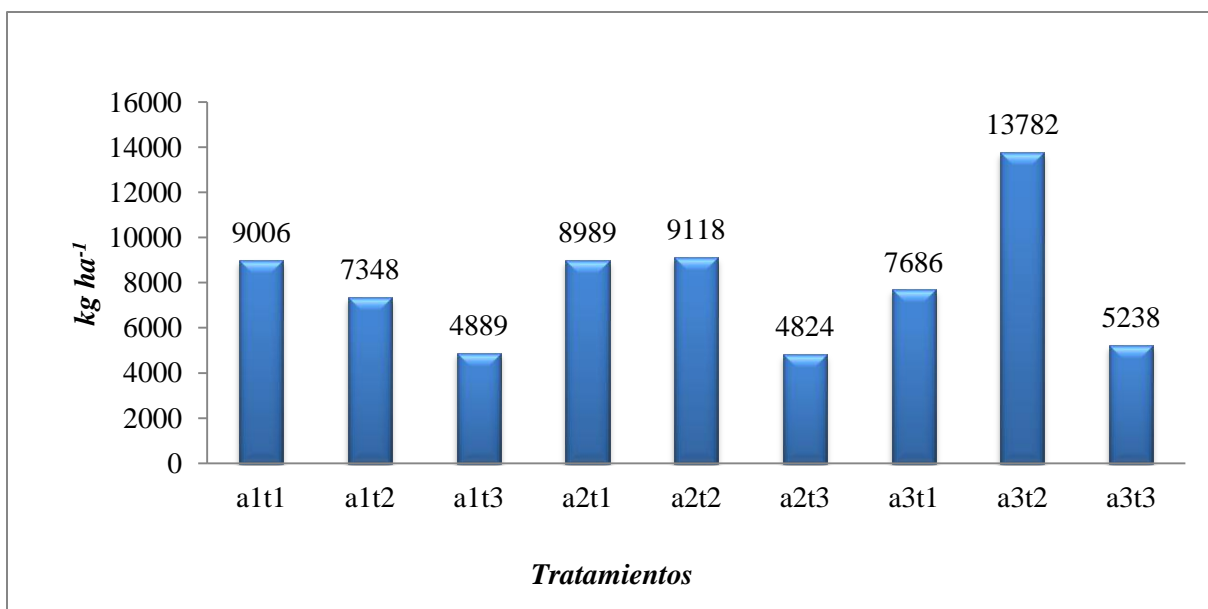


Figura 11. Peso de cladodios cosechados por hectárea, en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

Según Kruskal Wallis al 95 % de confianza no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos. Orue y Rojas, (2008) y Blanco, (2009), mencionan que el mayor rendimiento no lo obtiene el mayor peso de cladodios, sino aquellos tratamientos en los cuales hay más brotes por planta.

4.3 Supervivencia en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

Esta variable se tiene que tomar mucho en cuenta, influye en la misma el manejo fitosanitario que se le da al cultivo; de ello depende si se obtendrán buenos resultados de producción con calidad y cantidad.

Por lo general las mayores incidencias de mortalidad en el cultivo de nopal se presentan en la época de invierno por la presencia de enfermedades fungosas y bacterianas (FAO 1999).

El ensayo se estableció en época lluviosa, junio 2009, pero la toma de datos correspondientes a esta investigación se realizó en verano 2010.

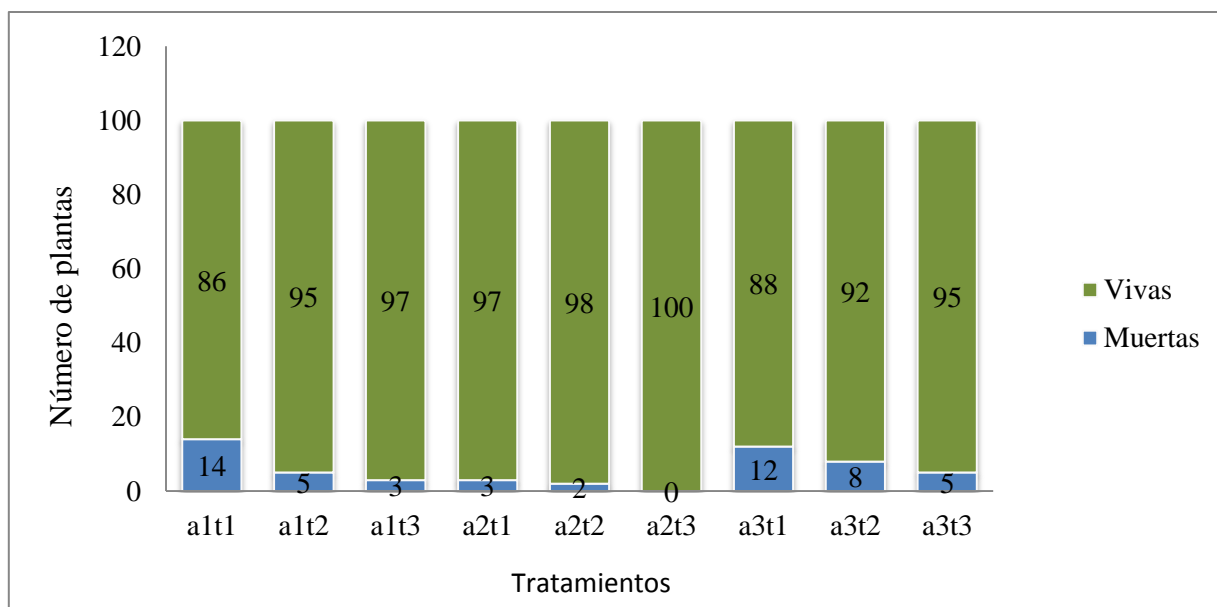


Figura 12. Efecto de tres dosis de vermicompost en la supervivencia del cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

Según la prueba de Kruskal Wallis al 95 % de confianza demuestra que no hay diferencia estadística entre los tratamientos.

En la figura 12 observamos que la mayor incidencia de plantas muertas se encuentran en los tratamientos con una frecuencia de cosecha de 30 días, seguido del tratamiento a3t1.

Al cosechar se presentan daños mecánicos lo cual facilita a hongos y bacterias entrar al sistema vascular de la planta provocando enfermedades.

Ríos y Quintana (2004), Mencionan que las enfermedades fungosas y bacterianas se presentan en las plantaciones con mayor facilidad cuando estas presentan rasgaduras o daños mecánicos severos provocando la muerte de las mismas.

4.4 Análisis económico en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

Cuadro 4. Dosis de vermicompost, frecuencias de cosecha, número de aplicaciones, y rendimiento

| Tratamiento | Dosis (kg ha ⁻¹) | Frecuencia de cosecha (días) | Nº de aplicaciones (anuales) | Rendimiento (kg ha ⁻¹) |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| a ₁ t ₁ | 10 | 30 | 6 | 9006 |
| a ₁ t ₂ | 10 | 60 | 6 | 7348 |
| a ₁ t ₃ | 10 | 90 | 6 | 4889 |
| a ₂ t ₁ | 15 | 30 | 6 | 8989 |
| a ₂ t ₂ | 15 | 60 | 6 | 9118 |
| a ₂ t ₃ | 15 | 90 | 6 | 4824 |
| a ₃ t ₁ | 20 | 30 | 6 | 7686 |
| a ₃ t ₂ | 20 | 60 | 6 | 13782 |
| a ₃ t ₃ | 20 | 90 | 6 | 5238 |

Precio del vermicompost: C\$ 2.75 por kg

Precio de nopal en campo: C\$ 40 por kg

Densidad de planta: 20 000 plantas/ha

Costo del día de trabajo: C\$ 80 día/hombre

Cuadro 5. Presupuesto parcial sobre aplicaciones de vermicompost y frecuencias de cosecha en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

| | Tratamientos (kg/ha ⁻¹) | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | a1t1 10t/ha | a1t2 10t/ha | a1t3 10t/ha | a2t1 15t/ha | a2t2 15t/ha | a2t3 15t/ha | a3t1 20t/ha | a3t2 20t/ha | a3t3 20t/ha |
| Rendimiento (kg ha⁻¹) | 9006 | 7348 | 4889 | 8989 | 9118 | 4824 | 7686 | 13782 | 5238 |
| Rend ajustado (kg ha⁻¹) | 8105 | 6613 | 4400 | 8090 | 8206 | 4342 | 6917 | 12404 | 4714 |
| Beneficio bruto de campo C\$ ha⁻¹ | 324 200 | 264 520 | 176000 | 323600 | 328240 | 173,680 | 276680 | 496160 | 188560 |
| Costo del fertilizante C\$ ha⁻¹ | 13750 | 13750 | 13750 | 20625 | 20625 | 20625 | 27500 | 275 00 | 275 00 |
| Cos aplicación C\$ ha⁻¹ | 640 | 640 | 640 | 960 | 960 | 960 | 1280 | 1280 | 1280 |
| Costo de cosecha C\$ ha⁻¹ | 10080 | 5040 | 3360 | 10080 | 5040 | 3360 | 10080 | 5040 | 3360 |
| Total costos varían C\$ ha⁻¹ | 24470 | 19430 | 17750 | 31665 | 26625 | 24945 | 38860 | 33820 | 32140 |
| Ben. net C\$ ha⁻¹ | 299,730 | 245090 | 158250 | 291935 | 301615 | 148735 | 237820 | 462340 | 156420 |

Se utilizó presupuesto parcial para organizar los datos experimentales con el propósito de obtener los costos y beneficios de los tratamientos del trabajo investigativo.

En el presente cuadro se presentan los tratamientos que fueron organizados al establecer el trabajo, la primera representa los rendimientos medios por tratamiento, la segunda los

rendimientos ajustados reducidos con un 10%, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, la tercera línea representa el beneficio bruto, esta se obtiene de multiplicar el rendimiento ajustado por el precio de 1 kg del producto (nopal). También presentamos aquellos costos que varían por tratamiento, como el costo del fertilizante que resulta de multiplicar cada dosis en kg utilizada por ha, según lo propuesto en nuestro trabajo, por el precio de 1 kg del producto utilizado, el costo de aplicación resulta de multiplicar el costo del día de trabajo por el número total de días trabajados.

El total de costos que varían se obtiene de la suma del costo del fertilizante más el costo de aplicación, y costos de cosecha, el beneficio neto resulta de restarle al beneficio bruto el total de costos que varían. Se utiliza el presupuesto parcial como una herramienta apropiada para calcular el total de costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento en un experimento.

Cuadro 6. Análisis de dominancia en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

| Tratamiento | Dosis (kg ha⁻¹) | Total de costos que varían C\$ | Beneficios netos C\$ | Dominancia |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| a ₁ t ₃ | 10.000 | 17750 | 158250 | ND |
| a ₁ t ₂ | 10.000 | 19430 | 245090 | ND |
| a ₁ t ₁ | 10.000 | 24470 | 299730 | ND |
| a ₂ t ₃ | 15.000 | 24945 | 148735 | D |
| a ₂ t ₂ | 15.000 | 26625 | 301615 | ND |
| a ₂ t ₁ | 15.000 | 31665 | 291935 | D |
| a ₃ t ₃ | 20.000 | 32140 | 156420 | D |
| a ₃ t ₂ | 20.000 | 33820 | 462340 | ND |
| a ₃ t ₁ | 20.000 | 38860 | 237820 | D |

El análisis de dominancia se realizó con el fin de dar a conocer a aquellos tratamientos dominados.

Según CIMMYT (1998), un tratamiento resulta dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento que tiene costos más bajos. Se encontró dominancia dentro y entre los tratamientos.

Para realizar el análisis de dominancia nos ubicamos en la celda inferior de la cuarta columna. Verificar en la columna "Beneficios netos C\$" Si hay 1 tratamiento o varios tratamientos con mayor beneficio neto en celdas superiores a su posición actual. Si los hay deben considerarse dichos tratamientos dominados (D) si no los hay son considerados no dominados (ND), CIMMYT ejercicios (1998)

Cuadro 7. Análisis Marginal en el cultivo de nopal, UNA Managua verano 2010

| Tratamientos | Total de costos que varían C\$/ha | Costos variables marginales C\$/ha | Beneficio neto C\$/ha | Beneficio neto marginal C\$/ha | Tasa de retorno marginal |
|-------------------------------|--|---|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| a ₁ t ₃ | 17750 | | 158250 | | |
| a ₁ t ₂ | 19430 | 1680 | 245090 | 86840 | 51.69% |
| a ₁ t ₁ | 24470 | 5040 | 299730 | 54640 | 10.84% |
| a ₂ t ₂ | 26625 | 2155 | 301615 | 1885 | 0.87% |
| a ₃ t ₂ | 33820 | 7195 | 462340 | 160725 | 22.33% |

$$\text{TRM} = \frac{245090 - 158250}{19430 - 17750} = \frac{86840}{1680} = 51.69\% = \text{C\$ } 0.51$$

$$\text{TRM} = \frac{462340 - 301615}{33820 - 26625} = \frac{160725}{7195} = 22.33\% = \text{C\$ } 0.22$$

La tasa de retorno marginal indica que con la aplicación, 10t ha⁻¹ de vermicompost y con una frecuencia de cosecha de 60 días, por cada córdoba utilizado se obtiene C\$ 0.51 adicionales. Con la tasa de retorno marginal indicamos lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio con su inversión, cuando decide implementar una práctica por otra CIMMYT (1988).

El principal objetivo del análisis marginal es presentar como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida es decir que al analizar el tratamiento a₁t₁ se realiza una inversión de C\$ 24470 ha⁻¹, recuperando lo invertido con beneficio netos de C\$ 299 730 ha⁻¹, a si en el tratamiento a₂t₂ ha⁻¹, se invierte C\$ 26625 ha⁻¹ para compra de vermicompost a si como a sus aplicaciones y cosecha del cultivo, el cual recupera los 26625 ha⁻¹ invertidos y obtiene beneficios netos adicionales de C\$ 301615 ha⁻¹, así como el tratamiento a₃t₂ se invierten C\$ 33820 ha⁻¹ recuperando lo invertido con beneficios netos de C\$ 462340 ha⁻¹.

Al realizar el análisis económico con respecto al presupuesto parcial demostramos que el mayor costo variable por hectárea lo presenta el tratamiento a₃t₂ con 20t ha⁻¹ de vermicompost y cosechado cada tres meses con 38820 C\$, con un beneficio neto de 462340 C\$ ha⁻¹, pero también tenemos al tratamiento a₁t₂ 10t ha⁻¹ de vermicompost y cosechado cada 60 días con diferencias menores en cuanto a costo con 19430 C\$ ha⁻¹, y beneficio neto de 245090 C\$ ha⁻¹, el cual presentamos como el de mejor resultado. También tenemos el tratamiento a₃t₁ con 20t/ha y cosechado cada 30 días con menor inversión que los tratamientos anteriores con 17750 C\$ /ha y con un beneficio neto de 158250 C\$ ha⁻¹.

V. CONCLUSIONES

En la variable de crecimiento número de brotes los mejores resultados se encontraron en el tratamiento a3t2 influyendo directamente la interacción entre el vermicompost y la frecuencia de cosecha así como en rendimiento con 204000 cladodios ha⁻¹

Las cosechas realizadas a 60 días estimulan una mayor producción de brotes y por lo tanto se obtiene mayor rendimiento, en cambio las cosechas realizadas cada 30 días provocan daños mecánicos a las plantas quedando susceptible a ataques por enfermedades fungosas y bacterianas.

El total de sobrevivencia fue mayor del 85 %, en la cual no se presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos, la mayor cantidad de plantas muertas se encontró en aquellos tratamientos con frecuencias de cosechas más consecutivas (cada 30 días)

De acuerdo al análisis con respecto al presupuesto parcial el tratamiento que presentó mayor rentabilidad económica es el a1t2, fertilizado con 10t ha⁻¹ y frecuencia de cosecha de 60 días con una recuperación de C\$ 0.51 por cada córdoba invertido.

VI. RECOMENDACIONES

Para pequeños productores utilizar 10 t ha⁻¹ y cosecha de 60 días ya que presenta mayor rentabilidad.

Utilizar vermicompost con 20 t ha⁻¹ y cosechando cada 60 días ya que se obtiene buenos resultados, estimulando una mejor producción de brotes, principalmente para a aquellos productores que pueden hacer grandes inversiones en el establecimiento del cultivo.

No realizar frecuencias de cosechas cada 30 días ya que hay mayores daños mecánicos provocando susceptibilidad a enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo. De realizarse así utilizar productos curativos después de cada poda implementada.

implementar el cultivo de nopal (Opuntia ficus-indica L., Miller) en las partes mas áridas de nuestro país donde a los productores se les dificulta cosechar cultivos tradicionales como granos básicos y así tener fuente de alimento e ingresos económicos .

VII. LITERATURA CITADA

- Alonso, B; Cruz, O. 2006. Evaluación de diferentes densidades de siembra de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) en la comunidad de Buena Vista Sur. Tesis. Ing.Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 15p.
- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2001. Claridades agropecuarias de nuestra cosecha; In: Claridades Agropecuarias, # 98. (En línea).MX. p. 3-16.Consultado feb. 2011. Disponible en:<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=98>
- Blanco. M. 2010 Revista Científica de la Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. p. 71-72.
- Briton, N.; Rose, J. 1963. The cactácea.V1 Camegie institute. Washington, US. 56 p.
- Chavarría Et. al. (2001) investigación sobre lombricultura UNA Managua Nicaragua, no publicado
- CIMMYT.1998, (Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo) internacional Maize and Wheat center Lisboa 27 apartado 6-641 066600 México, D.F. pp. 17-55-
- Díaz del Castillo, B. 1991. Historia verdadera de la conquista de la nueva España (cal 568) editor TEA, Milano.. IN GERMEN. SOMEFI. N°7. Texcoco, MX. p. 10-12
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999a. Agro ecología cultivo y uso del nopal, Facultad de Ciencias Biológicas en la Universidad de Guadalajara. Jalisco, MX. 22 p.
- Garcia, C, V. y Nobel, P.S. 1986. Modelling of PAR interception and productivity of a prickly pear cactus, *Opuntia ficus-indica* L., at various spacings. Agron. J., 78: 80-85
- García, V., Teresa V. y Espinosa, M. 2000. Efecto de bioabono sobre el área Fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) en el primer año post-plantación. Universidad de Chile, 2000, Casilla 1004, Santiago, Chile. 96 pp.
- Garay, R; Granera, F. 2009. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de vermicompost en el cultivo de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), en la UNA, Managua, NI. 11 pp
- González, R. 2003. Orgánica. Reciclaje de nutrientes: Aspectos prácticos. (En línea). La Habana, CU. Consultado feb. 2011. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura./aup/pdf/organica.pdf>
- Gutiérrez, M. 1990. Caracterización climática de Managua. (En línea). Nicaragua (NI). Consultado feb. 2011. Disponible en:

<http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/estudios/caracterizacion%20climatica%20de%20managua.htm>

IICA(Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), 2010. Producción de humus de lombriz. (En línea). NI. Consultado en feb. 2011. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Lombricultura.pdf>

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2009. Comportamiento Temporal de la Principales Variable Climatológicas-Dirección General de Meteorología. Web Mael de Meteorología Managua, NI

_____ 2011b. Comportamiento Temporal de la Principales Variable Climatológicas-Dirección General de Meteorología. Web Mael de Meteorología Managua,

LABSA (Laboratorio de Suelo y Agua), 2009. Análisis de suelo para la Calera. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI.

_____ 2011b (Laboratorio de Suelo y Agua) ,2011.Analisis de suelo y vermicompost

López, A; Cruz, P; Martínez, J; Delgado, A; (2001) poda y época de despunte en cladodios de nopal tunero, agrociencia Marzo-Abril Colegio de posgraduados Texcoco MX pp. 161

Martínez, RF. 2003. Lombricultura: manual práctico. Instituto de Suelos, La Habana, CU. Rev. Cubana Planta Med v.10 (en línea).La Habana. CU, Consultado feb. 2011. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000100008

Nobel, P.S. 1998 Environmental biology of Agaves and cacti. Cambridge UNIV.PRESS. New York, US143:219-22 78 p.

Orúe, R., Rojas, E. 2008. Efecto de enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal (Opuntia ficus-indica L.) en Diriamba, Carazo, NI.

Pineda J. A. 2008. Lombricultura / Amold Pineda. Instituto Hondureño del café -1a d (Tegucigalpa). HN. Litografía López. 38 p. SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1992. Reunión Nacional del sistema-producto Nopal y Tuna. Chapingo, MX. 40 p.

Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. In: Cactáceas, Suculentas Mexicanas. CVS Publicaciones, MX. D.F. Pp 25- 38

_____ 1988b. El nopal tunero: Descripción botánica, usos e importancia económica. IN GERMEN, SOMEFI N°7. Texcoco, MX pp. 10-12

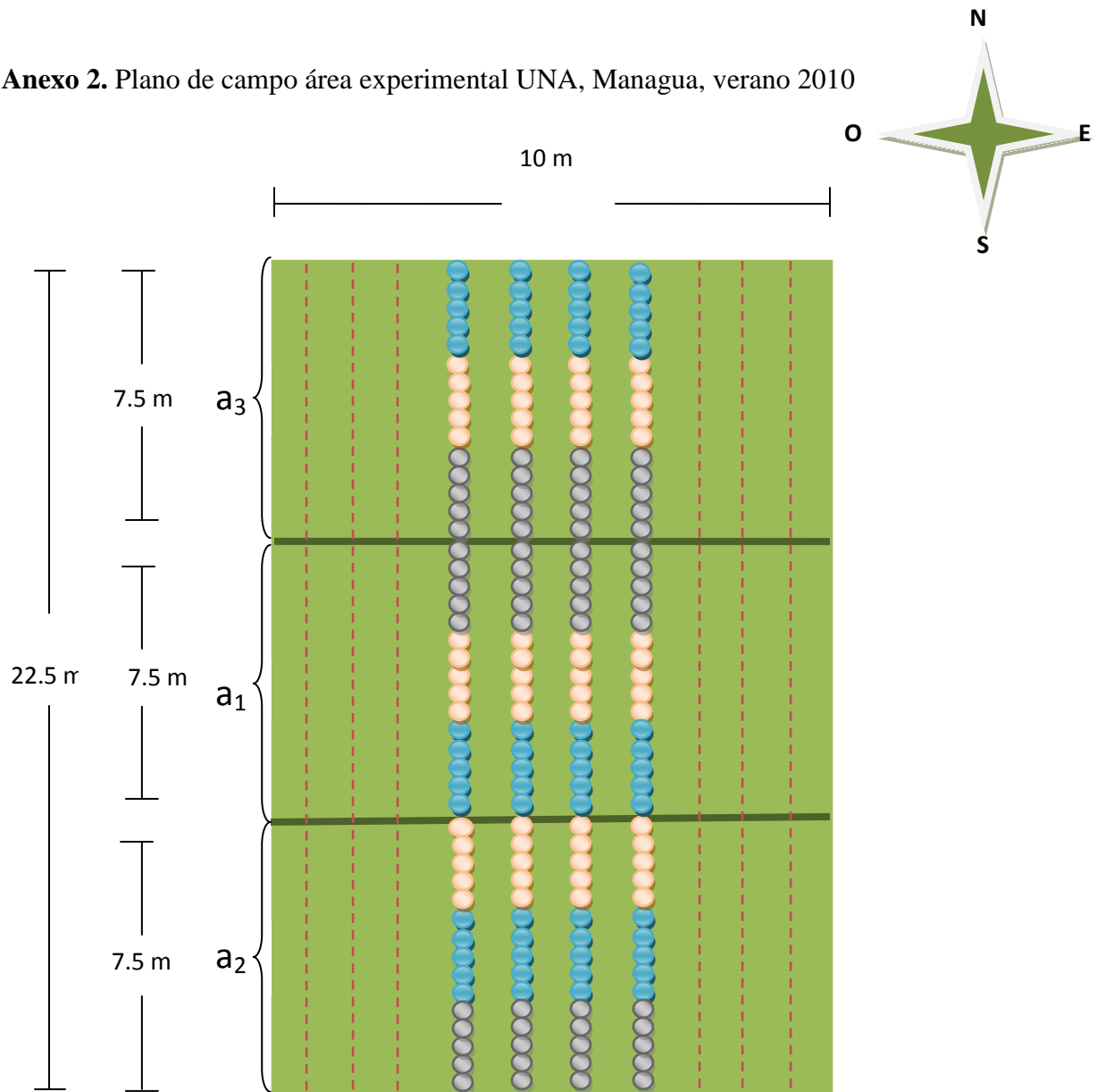
- Portal Forestal, 2009 (Lombricultura y aplicaciones de humus de lombriz), Portal forestal.com/informacion/informes-y-entrevistas/3000-lombricultura-y-aplicaciones-de-humos-de-lombriz.html(en línea), Granada ES Consultado.feb 2011.
- Quintana, J; Blandón, J; Flores, A; Mayorga, E. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-consultora profesional indígena (INDOCONSUL S.A).Managua, NI. 54 p.
- Ríos J; Quintana V. 2004. Manejo general del cultivo de nopal. CP. N°1. 2004. Chapingo.MX. Pp. 19 – 21.
- Ruiz, E.; Alvarado, M.; Murillo, A. García, H.; Pargas, L; Duarte, O; Beltrán, M; Fenech, L. 2008. Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), bajo diferentes densidades de plantaciones. Journal of the Professional Association For Cactus Development 1: 3-k
- S.A.R.H. 1992. Reunión Nacional del sistema- Producto Nopal y Tuna. Enero de 1992 de 1992. México. 40 pp.
- SEMARNAT. 2007 (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales), Instituto Nacional de Ecología, delegación Coyoacán, (en línea) MX. Consultadoado marzo 2012. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/71/nverdura.html>
- Sequeira, G; Valle, A. 2004. Evaluación de diferentes porcentajes de lombrhumus y suelo como sustrato en la producción de posturas de chiltoma (*Capsicum annum* L.) en bandejas para trasplante

ANEXOS







Anexo 1. Valor Nutritivo del nopal, En 100 gr de peso neto de nopal fresco

| CONCEPTO | CONTENIDO |
|---------------------|-----------|
| Porción Comestible | 78.00 |
| Energía (Kcal) | 27.00 |
| Proteína (gr.) | 1.70 |
| Grasas (gr.) | 0.30 |
| Carbohidratos (gr.) | 5.60 |
| Calcio (mg.) | 93.00 |
| Hierro (mg.) | 1.60 |
| Tiamina (mg.) | 0.03 |
| Riboflavina (mg.) | 0.06 |
| Niacina (mg.) | 0.03 |
| Ascórbico (mg.) | 8.00 |

Anexo 2. Plano de campo área experimental UNA, Managua, verano 2010



Leyenda

- | | | | |
|---|-------------------------|-------|--------------------------------------|
|  | Unidad experimental | a_1 | vermicompost 10 ton ha ⁻¹ |
|  | División de las franjas | a_2 | vermicompost 15 ton ha ⁻¹ |
|  | Surcos bordes | a_3 | vermicompost 20 ton ha ⁻¹ |
|  | t_1 Cosecha 30 días | | |
|  | t_2 Cosecha 60 días | | |
|  | t_3 cosecha 90 días | | |

Anexo 3. Análisis de suelo área experimental UNA Managua, verano 2010

| Descripción | pH | MO | N | P-disp. | CE | K-disp | Ca | Mg | Fe | Cu | Mn | Zn | Prof. | Partículas (%) | | | CT |
|-------------|--------------------|------|------|---------|---------|-----------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|------|------|------------|
| | (H ₂ O) | (%) | (%) | (ppm) | (μS/cm) | (me/100g suelo) | (ppm) | | | | | | (cm) | Arc. | L. | Are. | |
| Inicial | 7.71 | 3.38 | 0.17 | 19.3 | 154.50 | 4.61 | 22.34 | 5.46 | 5.60 | 1.12 | 37.60 | 3.12 | 20 | 23 | 20 | 57 | F.Arc.Are. |
| I_a1 | 8.35 | 1.3 | 0.07 | 2.9 | 157.1 | 2.65 | 28.76 | 5.10 | 1.20 | nd | 0.08 | 12.96 | 20 | 13.8 | 22.6 | 63.6 | F.Arc.Are. |
| I_a2 | 8.23 | 1.9 | 0.10 | 4.2 | 174.9 | 2.63 | 28.50 | 6.15 | 0.48 | nd | nd | 4.72 | 20 | 15.8 | 24.6 | 59.6 | F.Arc.Are. |
| I_a3 | 7.41 | 1.7 | 0.08 | 3.6 | 67.7 | 1.95 | 16.41 | 5.07 | 24.88 | 4.96 | 0.48 | 29.36 | 20 | 13.8 | 24.6 | 61.6 | F.Arc.Are. |
| F_a1 | 7.62 | 1.88 | 0.09 | 3.3 | 180.4 | 2.61 | 26.39 | 5.63 | 10.16 | 1.84 | 1.76 | 32.64 | 20 | 13.6 | 24.2 | 62.2 | F.Arc.Are. |
| F_a2 | 8.26 | 2.59 | 0.13 | 3.9 | 139.9 | 3.46 | 4.06 | 7.90 | nd | nd | 0.80 | 18.64 | 20 | 15.6 | 24.2 | 60.2 | F.Arc.Are. |
| F_a3 | 7.46 | 2.48 | 0.12 | 2.0 | 46.6 | 2.17 | 18.40 | 5.82 | 48.32 | 6.24 | 2.08 | 44.48 | 20 | 15.6 | 20.2 | 64.2 | F.Arc.Are. |

Fuente. LABSA 2009

Anexo 4. Rangos de clasificación aproximada para suelos de Nicaragua. Quintana et. al (1983)

| Nutriente | Pobre | Medio | Alto |
|-----------------------|-------|-------------|------|
| Nitrógeno (%) | 0.07 | 0.07 – 0.15 | 0.15 |
| Materia orgánica (%) | 2 | 2.0 – 4.0 | 4 |
| Fosforo (ug/ml) | 10 | 10 – 20 | 20 |
| Potasio (meq/100 ml) | 0.2 | 0.2 – 0.3 | 0.3 |
| Calcio (meq/100 ml) | 2.5 | 2.5 – 5.5 | 5.5 |
| Magnesio (meq/100 ml) | 0.3 | 0.3 – 1 | 1 |

Anexo.5 Forma del material de siembra



Anexo 6. Precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas para el año 2010 y 2011

| Mes | Precipitaciones (mm) | | Temperaturas (°C) | | | | | |
|------------|----------------------|------------|-------------------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 2010 | 2011 | 2010 | | | 2011 | | |
| | | | Max | Med | Min | Max | Med | Min |
| Enero | 0 | 3.6 | 36 | 33 | 30 | 34 | 33 | 30 |
| Febrero | 0 | 0 | 36 | 35 | 33 | 35 | 34 | 32 |
| Marzo | 0 | 0.2 | 38 | 36 | 34 | 37 | 34 | 33 |
| Abril | 103.7 | 0 | 38 | 36 | 32 | 37 | 36 | 34 |
| Mayo | 293.2 | 200.9 | 36 | 33 | 36 | 37 | 34 | 29 |
| Junio | 229.7 | 177.5 | 35 | 32 | 29 | 35 | 32 | 28 |
| Julio | 253.4 | 341 | 34 | 32 | 28 | 34 | 32 | 29 |
| Agosto | 331.7 | 70.9 | 34 | 32 | 30 | 35 | 33 | 30 |
| Septiembre | 379.2 | 372.9 | 34 | 32 | 29 | 34 | 32 | 30 |
| Octubre | 103.9 | 340.1 | 34 | 32 | 30 | 34 | 31 | 25 |
| Noviembre | 80.9 | 43.2 | 33 | 31 | 30 | 33 | 32 | 31 |
| Diciembre | 0.2 | 19.4 | 33 | 31 | 29 | 33 | 32 | 29 |
| Total | 1775.9 | 1569.7 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

INETER 2011