



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
VEGETAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EFFECTO DE NIVELES DE COMPOST
SOBRE EL RENDIMIENTO DEL
CULTIVO DE NOPAL (*Opuntia ficus
indica* L. MILLER), DIRIAMBÁ, 2008**

AUTORES

**Br. ARACELLY MOLINA PINEDA
Br. ENA SOBEYDA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ**

ASESORES

**M.Sc. MOISÉS BLANCO NAVARRO
M.Sc. ISABELL CHAVARÍA GAÍTAN**

**MANAGUA, NICARAGUA
JUNIO, 2010**



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFECTO DE NIVELES DE COMPOST SOBRE
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
NOPAL (*Opuntia ficus indica* L. MILLER),
DIRIAMBÁ, 2008

AUTORES

Br. ARACELLY MOLINA PINEDA
Br. ENA SOBEYDA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

ASESORES

M.Sc. MOISÉS BLANCO NAVARRO
M.Sc. ISABEL CHAVARRÍA GAITÁN

Sometido a la consideración del excelentísimo tribunal
examinador como requisito parcial para optar al título de
ingeniero agrónomo

MANAGUA, NICARAGUA
JUNIO, 2010

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	4
III MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Ubicación y fecha de estudio	5
3.2 Diseño metodológico	5
3.3 Plano de campo del ensayo del nopal	6
3.4 Manejo del ensayo	7
3.5 Variables evaluadas	8
3.5.1 Número de brotes	8
3.5.2 Longitud de brotes	8
3.5.3 Ancho de brotes	8
3.5.4 Brotes totales y brotes a cosecha	8
3.5.5 Sobrevivencia	8
3.5.6 Rendimiento (kg ha ⁻¹)	8
3.6 Análisis estadístico	9
3.7 Análisis económico	9
3.7.1 Presupuesto parcial	9
3.7.2 Análisis marginal	10
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1 Efecto de los niveles de compost sobre el número de brotes	11
4.2 Efecto de los niveles de compost sobre la longitud de brotes	13
4.3 Efecto de los niveles de compost sobre el ancho de brotes	15
4.4 Efecto de los niveles de compost sobre brotes totales y brotes a cosecha	16

4.5 Efecto de los niveles de compost sobre la sobrevivencia	18
4.6 Efecto de los niveles de compost sobre el rendimiento	19
V CONCLUSIONES	25
VI RECOMENDACIONES	26
VII LITERATURA CITADA	27
VIII ANEXOS	31

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño:

A ti Dios que me distes la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.
Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mi familia, especialmente a mis padres Jesús Molina Castillo y Emelina Pineda Cruz que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor. Gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

A ti Mary, por que fuiste la inspiración que me motivó ha alcanzar mi meta. Porque eres de esas personas que todo lo comprende y das lo mejor de si misma sin esperar nada a cambio, porque sabes escuchar y brindar ayuda cuando es necesario.

Les quiero con todo mi corazón

Aracelly Molina Pineda

DEDICATORIA

A mi hija Tracy Isabella Reyes Rodríguez que es la persona que más amo y día a día es quien me da fuerzas para continuar.

A mi madre Flavia Argentina Gutiérrez Valdivia que por su amor, arduo trabajo, esfuerzo, dedicación y confianza he podido cumplir mis metas.

Ena Sobeyda Rodríguez Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

No es fácil llegar, se necesita ahínco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo.

A mis hermanos Byron, Edith, Nelly, y Alexander quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo.

Porque gracias a su cariño y apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida.

A Janileysi por tu comprensión, apoyo durante todos estos años y por acompañarme en los buenos y malos momentos. Por ayudarme a que este momento llegara.

A mi asesor MSc. Moisés Blanco Navarro, por permitirme trabajar con él e instruirme en mi vida profesional.

A MSc. Isabel Chavarría por su apoyo en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria y profesores que participaron en mi formación profesional.

Aracelly Molina Pineda

AGRADECIMIENTO

A Dios ser omnipotente que me dió el don de la vida.

A mi esposo Barnaby Reyes por su amor y apoyo incondicional.

A mi papá Vicente Rodríguez Montoya, a mi hermana Berenice Sequeira por su cariño.

A mi tía Luisa Gutiérrez Valdivia por su apoyo y consejos incondicionales.

A mis amigos Yant Carlo Ferrufino y Javier Cruz Centeno por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra larga amistad

Al MSc. Moisés Blanco por permitirme trabajar con él, por haber sido guía de nuestro trabajo y darnos consejos útiles.

A MSc. Isabel Chavarría por su apoyo en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria y docentes que durante los cinco años de estudio me transmitieron sus conocimientos, ayudándome en mi formación profesional.

Ena Sobeyda Rodríguez Gutiérrez

INDICE DE CUADROS

CUADRO N ^o	PÁGINA
1. Descripción de los tratamientos, Diriamba, 2008	5
2. Descripción de categorías estadísticas para la variable de rendimiento, Diriamba, 2008	20
3. Datos generales del ensayo	21
4. Presupuesto parcial de los niveles de compost en el cultivo del nopal, finca Guadarrama, Diriamba, Carazo, 2008	22
5. Análisis de Dominancia de los niveles de compost en el cultivo del nopal, finca Guadarrama, Diriamba, 2008	23
6. Análisis marginal de los niveles de compost en el cultivo del nopal, finca Guadarrama, Diriamba, 2008	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N ^o	Página
1. Plano de campo, finca Guadarrama	6
2. Número de brotes por planta bajo diferentes niveles de Compost, Diriamba, 2008	10
3. Longitud de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	12
4. Ancho de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	14
5. Brotes totales vs brotes a cosecha bajo diferentes niveles de Compost, Diriamba, 2008	16
6. Supervivencia del nopal bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	17
7. Rendimiento de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	19

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N ^o	PÁGINA
1. Número de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	31
2. Longitud de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	31
3. Ancho de brotes bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008	31
4. Proyección a hectárea de brotes totales vs brotes a cosecha de nopal, Diriamba, 2008	32
5. Rendimiento de nopal proyectado a hectárea, Diriamba, 2008	32
6. Análisis de varianza del rendimiento de brotes de nopal, bajo diferentes niveles de compost a los 120 días después de la siembra, Diriamba, 2008	32
7. Ordenamiento de las medias de tratamientos de compost de mayor a menor, de acuerdo al criterio de Tukey	33
8. Análisis económico del establecimiento y manejo del cultivo del nopal por hectárea, utilizando 2.5 kg de compost por planta, finca Guadarrama, Diriamba, 2008	34
9. Receta de nopal	35

RESUMEN

El nopal (*Opuntia ficus indica* L.), es una planta capaz de crecer en suelos muy pobres, presentando un alto potencial de establecimiento en estas condiciones, lo que unido a su gran resistencia a la sequía lo hace especialmente interesante para muchas zonas en la que la desertificación y cambios climáticos constituye una amenaza. En Nicaragua la producción de nopal es incipiente, sin embargo, la escasez de alimentos, especialmente durante el verano, podría ser suplida por el nopal. En julio del 2008, en la finca Guadarrama de Buena Vista Sur, Diriamba, en el kilómetro 56 ½ departamento de Carazo, se estableció un ensayo experimental en bloques completos al azar (BCA), con 4 repeticiones y 6 tratamientos (testigo absoluto, 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5 kg de compost por planta, aplicados al momento de la siembra), con el objetivo de evaluar el efecto de niveles de compost sobre el rendimiento del nopal. Las variables evaluadas fueron: sobrevivencia, brotes por planta, longitud y ancho de brotes, brotes totales versus brotes a cosecha y rendimiento. A los 120 días después de la siembra los resultados más significativos en cuanto a número de brotes fue el tratamiento 2.5 kg de compost con 5 brotes y el menor número de brotes, lo presentó el tratamiento testigo absoluto con 3 brotes por planta, el promedio de largo y ancho de brotes osciló entre 13 -15 cm y 6 -7 cm respectivamente sin presentar diferencias significativas estadísticas. El mayor rendimiento fue obtenido por el tratamiento 2.5 kg de compost por planta, con 3 041 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento 2 kg de compost con 2 127 kg ha⁻¹, el tratamiento con el resultado más bajo fue el tratamiento testigo absoluto con 1 276 kg ha⁻¹. La sobrevivencia para todos los tratamientos fue del 100 %.

Palabras clave: Nutrición orgánica, alimentación, nopalitos

ABSTRAC

The nopal (*Opuntia ficus indica* L.) is a plant capable of growing in poor soil, presenting a high potential for establishment in these conditions, which together with its resistance to drought makes it especially interesting to many areas in that desertification and climate change is a threat. In Nicaragua nopal production is emerging, however the food shortage especially during the summer could be supplied by the cactus. In July 2008, at the farm south of Buena Vista Guadarrama, Diriamba, km 56 ½ Carazo department, established an experiment in randomized complete block (BCA), with 4 replicates and 6 treatments (untreated control, 0.5, 1, 1.5, 2 and 2.5 kg of compost per plant, applied at planting), with the aim of evaluating the effect of levels of compost on the yield of the cactus. The variables evaluated were: survival, buds per plant, length and width of shoots, total shoots vs. harvest and yield. At 120 days after sowing the most significant outcomes in terms of number of outbreaks was 2.5 kg of compost treatment with 5 buds and the smallest number of outbreaks, all the control treatment presented with three shoots per plant, average outbreaks across varied between 13 -15 cm 6 - 7 cm respectively with no differences statistically significant. The highest yield was obtained by treating 2.5 kg of compost per plant, with 3041 kg ha⁻¹, followed by treatment with 2 kg of compost 2127 kg ha⁻¹, treatment with the lowest result was an absolute control treatment 1276 kg ha⁻¹ Survival for all treatments was 100%.

Keywords: organic nutrition, food, cactus

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo se enfrenta a una crisis económica trayendo como consecuencia que millones de personas padezcan hambre y mal nutrición. La crisis de la alimentación se ve afectada también por los cambios climáticos que acontecen a nivel mundial desfavoreciendo la agricultura, provocando un déficit de alimentos. Nicaragua no solo está más pobre que hace 10 años si no que es un país vulnerable a la hambruna presentando cifras que varían entre un 10-19.9 % de la población que padece hambre (Esquinas, 2006).

En muchos países en desarrollo, la producción agrícola está obstaculizada no solo por la alta variabilidad y distribución no uniforme de las lluvias, sino que está limitada por el acceso a insumos agrícolas modernos. Los cambios climáticos afectaran la seguridad alimentaria por medio de sus impactos sobre todos los componentes de los sistemas alimentarios mundial, nacional y local, que ya tienen repercusiones directas sobre la producción de alimentos.

Investigaciones realizadas en Nicaragua señalan que el nopal (*Opuntia ficus indica* L.), se adapta bien a zonas del trópico seco del país (Landro y Cruz, 2005), convirtiéndose en una alternativa para la alimentación, sobre todo para Nicaragua considerado un país en vías de desarrollo.

El nopal es un cultivo que requiere de poca agua y energía, esto hace que adquiera una relevancia no solo en regiones que sufren de problemas ambientales y falta de recursos, sino también en áreas desarrolladas que se interesan en sistemas de producción con un reducido impacto ambiental (Blanco, 2009).

El nopal tiene un papel ecológico y nutricional aunque es desconocido como cultivo alimenticio en Centroamérica (Blanco, 2009). Posee un valor excepcional para la protección y el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas que abundan en el mundo y que están ligadas generalmente a la marginalidad y a la pobreza de sus habitantes. Es por ello que su utilización es una importante alternativa para dichas áreas (áridas y semiáridas) y sus habitantes, así como para la humanidad (Sáenz, 2006).

El nopal es una planta perenne perteneciente a la familia de las cactáceas (Melgarejo, 2000). Se considera originaria de México debido a la variabilidad de especies que presenta. Hoy en día se encuentra distribuida en una gran variedad de condiciones agroclimáticas en forma silvestre o cultivada en todo el continente Americano (Bravo, 1978).

El nopal presenta una diversidad de utilidades entre las cuales se destacan medicina, alimentación, forraje para ganado, elaboración de cosméticos, conservación y restauración de los suelos. El 78 % del nopal es comestible y posee un alto nivel de calcio (93 %), constituyendo un riquísimo recetario que refleja la tradición y cultura de los distintos pueblos que durante miles de años usaron el nopal no solo para su supervivencia si no también como base económica, cultura y creencias religiosas (Melgarejo, 2000).

Considerando la distribución generalizada del nopal y su potencial contribución para mejorar y diversificar la dieta, es claro que éste recurso natural merece mayor atención.

Borrego y Burgos (1986), afirman que la aplicación de enmiendas nutricionales al iniciar la época lluviosa en la región de Milpa alta, D.F. México, genera buenos resultados en cuanto a rendimiento; alcanzando el doble de la producción en época seca.

Este estudio se realizó aplicando diferentes niveles de compost ya que estudios anteriores realizados por Orue y Rojas (2007), comprueban que utilizando compost como enmienda nutricional, se obtienen buenos rendimientos. Esto permite plantear alternativas que logren incrementar los rendimientos haciendo uso de abonos orgánicos tales como el compost, el cual esta disponible para los agricultores y contribuyen a mejorar la calidad del suelo y por consiguiente la calidad de los cultivos.

Los sistemas orgánicos utilizan menor cantidad de insumos externos (fertilizantes químicos, plaguicidas etc.), por el contrario, estos sistemas están diseñados para poder utilizarse en armonía con la naturaleza, con el fin de determinar rendimientos agrícolas y resistencia contra las enfermedades.

La agricultura orgánica apunta a optimizar la calidad en todos los aspectos de la agricultura y el medio ambiente mediante el respeto de la capacidad natural de las plantas, animales y biodiversidad (Scialabba, 2003).

El compost es uno de los muchos abonos orgánicos que se utilizan en la agricultura como una alternativa nutricional de bajo costo. Es un producto de patio, en el que se utiliza restos de frutas y vegetales, hojarasca, estiércol de bovinos, equinos, caprinos, conejos y cáscaras de huevo entre otros materiales.

A pesar de que este cultivo no es aún explotado en Nicaragua, se pretende con este trabajo dar a conocer los beneficios que presenta este cultivo no sólo porque se adapta a zonas secas sino porque se puede producir a bajo costo supliendo la necesidad de alimentos.

II OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia que tienen los diferentes niveles de compost sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de nopal.

Objetivos específicos

1. Determinar un nivel de compost que genere el mayor rendimiento en el cultivo de nopal.
2. Determinar la influencia del compost sobre la sobrevivencia, brotes por planta, longitud, ancho de brotes y brotes totales versus brotes a cosecha.
3. Determinar la rentabilidad económica del cultivo mediante el presupuesto de análisis parcial.
4. Analizar los rendimientos obtenidos en el cultivo del nopal para conocer la rentabilidad mediante la aplicación de compost.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha del estudio

El ensayo se estableció en la finca Guadarrama, ubicada en la comunidad de Buena Vista Sur, en el km 56 ½ carretera a Casares, La Boquita, del municipio de Diriamba departamento de Carazo, Nicaragua, en la época de verano en el periodo comprendido del 3 de julio al 31 de octubre del 2008.

El sitio está ubicado a 14.9 km del centro de Diriamba, con las coordenadas geográficas 11° 45' 07" de latitud norte y 86° 18' 48" de longitud oeste a una altitud de 149 metros sobre el nivel del mar. En la zona donde se ubica la finca, la temperatura promedio oscila entre 30 y 32 °C, la humedad relativa es de 60 % y el tipo de suelo es arcilloso. La precipitación pluvial promedio oscila entre 600 y 800 mm al año.

3.2 Diseño metodológico

El ensayo se estableció el 3 de julio, del año 2008. El área experimental fue de 96 m², con dimensiones de 8 m de ancho y 12 m de largo; teniendo la parcela experimental 4 m² compuesta por 15 plantas, la unidad útil fue de 1.5 m² y conformada por tres plantas.

El ensayo se estableció en arreglo unifactorial en diseño de bloque completo al azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos, Diriamba, 2008

Tratamiento	Dosis (kg)
T1: Testigo absoluto	Sin aplicación
T2: Compost	0.5
T3: Compost	1.0
T4: Compost	1.5
T5: Compost	2.0
T6: Compost	2.5

3.3 Plano de campo

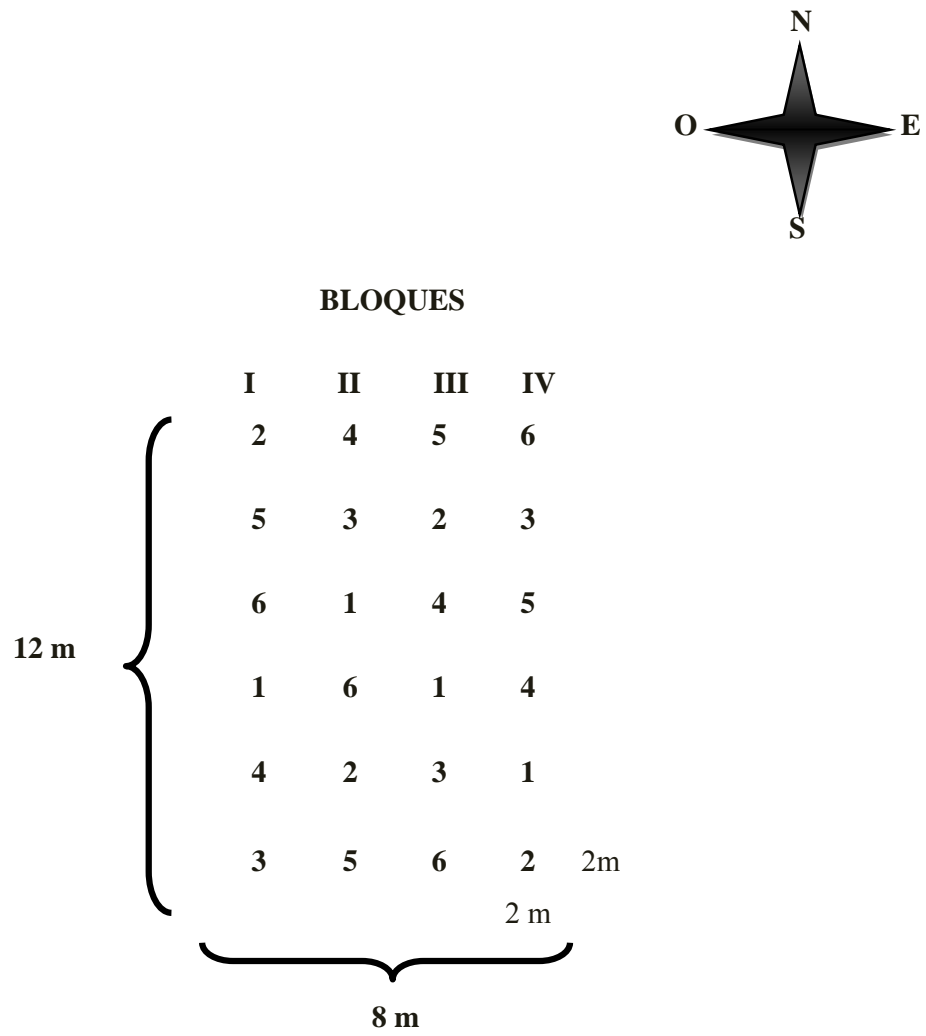


Figura 1. Plano de campo finca Guadarrama.

3.4 Manejo del ensayo

El material de siembra utilizado (semilla vegetativa) fueron posturas de nopal de 3 cladodios, o en forma de conejitas. La selección de este tipo de estructura vegetativa obedece a la efectividad que ha demostrado esta semilla en investigaciones anteriores (Blanco, *et al*, 2006). Este tipo de propágulos es generalmente usado por los productores Italianos, Chilenos y por algunos productores Mexicanos, acelerando la formación de la estructura vegetativa de la planta y la producción (Pimienta, *et al.*, 1996), la variedad utilizada es sin espinas, dispuestos a una distancia de 1 m entre surco (Gutiérrez y Hernández, 2007) y 0.5 m entre planta (Alonso y Cruz, 2006).

El material de siembra fue donado en una casa carretera a Casares La Boquita, municipio de Diriamba, se utilizo para toda el área experimental (parcela útil y borde).

Se realizó tres manejos manuales de malezas, antes de la siembra, a los 45 y 90 días después de la siembra, haciendo uso de azadón y machetes, con el objetivo de crear condiciones ambientales y de suelo favorables al cultivo.

La siembra de los cladodios se realizó de forma manual, haciendo uso de coba, las posturas se colocaron en agujeros de 20 x 20 x 20 cm, plantando una postura a la mitad de su longitud dejando la cara en posición este oeste.

Los tratamientos se aplicaron inmediatamente después de la siembra, colocando el compost alrededor de los cladodios. La cosecha se realizó el día 31 de octubre del 2008, de forma manual haciendo uso de tijeras de podar.

3.5 Variables evaluadas

El levantamiento de datos se realizó cada quince días a partir de la siembra teniendo una duración de 105 días.

3.5.1 Número de brotes

Es el conteo de cada nuevo cladodio (nopalito) a partir de los 15 días después de la siembra.

3.5.2 Longitud de brotes (cm)

La longitud se registro desde la base del cladodio hasta la parte apical, haciendo uso del vernier.

3.5.3 Ancho de brotes (cm)

Se midió la parte central del cladodio haciendo uso de un vernier (pie de rey).

3.5.4 Brotes totales y brotes a cosecha

Los brotes totales es la cantidad de brotes que produce la planta desde el momento de la siembra hasta la cosecha. Los brotes a cosecha se obtuvieron a los 120 días después de la siembra por cada uno de los tratamientos cosechando únicamente los brotes que no estaban lignificados y sin daños mecánicos.

3.5.5 Supervivencia

Se determino plantas muertas a partir de los 15 días después de establecido el cultivo hasta el momento de la cosecha.

3.5.6 Rendimiento (kg ha⁻¹)

Es la cosecha de cladodios que están aptos para el consumo, corresponden a los que presentan un color verde tierno y textura blanda. Se expresa en kg ha⁻¹ y es el resultado del peso obtenido en cada parcela útil.

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un ANDEVA al 95 % de confianza y la separación de medias a través del método de Tukey con 5 % de margen de error.

3.7 Análisis económico

Los resultados obtenidos en el ensayo se sometieron a un análisis económico, para evaluar la rentabilidad de los tratamientos. Dicho análisis tiene como fin brindar información acerca de cual de los tratamientos es más rentable. La metodología empleada para la realización de este análisis fue a través del presupuesto parcial y el análisis marginal, según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988).

3.7.1 Presupuesto parcial

Organiza los datos del experimento para obtener los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los siguientes componentes:

- Rendimiento medio (kg/ha): se toman en cuenta todos los rendimientos medios de los tratamientos que se están evaluando.
- Rendimiento ajustado (kg/ha): se ajusta el rendimiento medio de cada uno de los tratamientos evaluados al 10 %, para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con los tratamientos.
- Beneficios brutos de campo (C\$/ha): se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

- Precio de campo del producto: se define como el valor que tiene para el agricultor por unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcularlo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento, es decir, los costos que se pueden expresar por kilogramo del producto.
- Costos que varían (C\$/ha): son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.
- Beneficios netos (C\$/ha): se calcula restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

3.7.2 Análisis marginal

Compara los costos que varían con los beneficios netos de cada tratamiento e incluye los siguientes análisis:

- Análisis de dominancia: examina los costos que varían, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.
- La tasa de retorno marginal: revela exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida y se calcula dividiendo los beneficios netos marginales expresados en porcentaje.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de niveles de compost sobre el número de brotes

Los nuevos brotes o nopalitos además de ser un alimento nutritivo de bajo costo para poblaciones de bajos ingresos, puede convertirse en un producto de importancia para consumidores con capacidad adquisitiva (Barbera, 1999).

El número de brotes determina la productividad por hectárea, ya que cuando la plantación genera más cladodios por planta, más rentable será el sistema de producción.

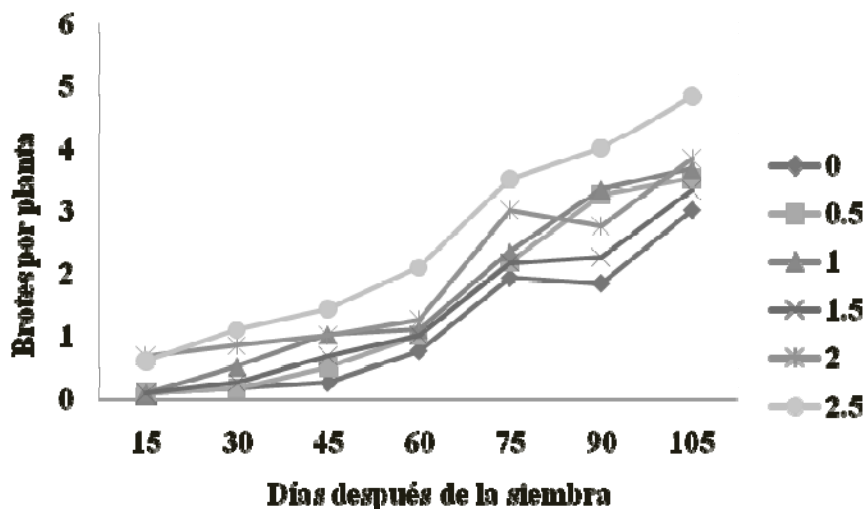


Figura 2. Número de brotes por planta, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

En la figura 2, se observa que el tratamiento 2.5 kg de compost por planta presentó desde los primeros días hasta la cosecha el mayor número de brotes en comparación con los demás tratamientos, seguido del tratamiento 2 kg de compost por planta.

Melgarejo (2000), afirma que cuando ésta especie recibe los mínimos cuidados culturales su desarrollo y productividad aumentan considerablemente.

El análisis estadístico realizado demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. El mayor número de brotes se obtuvo con el tratamiento 2.5 kg de compost por planta (5 brotes). El testigo presentó el menor número de brotes (3 brotes por planta).

Estos datos coinciden con investigación anterior sobre enmiendas nutricionales realizado por Orue y Rojas (2007), donde el compost generó el segundo mejor resultado en brotes por planta, y el testigo absoluto donde no se aplicó ningún elemento nutricional, presentó los menores resultados.

Lazcano *et al.*, (1997), indican la necesidad de realizar aportes de nutrientes para obtener altas producciones en nopal, el cual muestra una tasa de absorción de nitrógeno mayor cuando éste se aporta en forma nítrica (NO_3^-). En el ensayo se aplicó compost que contiene más nitrógeno en forma nítrica, siendo inmediatamente asimilable por las raíces, aumentando la producción de nopalitas.

4.2 Efecto de niveles de compost sobre la longitud de brotes

Los cladodios son importantes desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos (10-20 cm), se usan para la producción de nopalitas, y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2 a 3 años), para la producción de harina y otros productos (Sáenz, 2006).

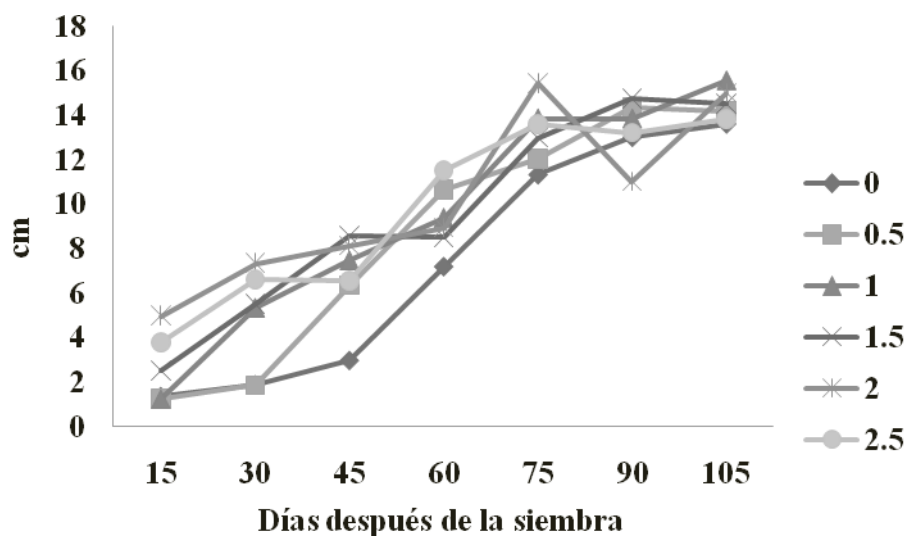


Figura 3. Longitud de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

Como se observa en la figura 3, el comportamiento en cuanto a la longitud de brotes fue similar entre los tratamientos, presentando un descenso el tratamiento 2 kg de compost por planta a los 90 días después de la siembra debido que a que los cladodios no podían ser medibles.

Sin embargo, para la siguiente toma de datos (105 días después de la siembra), estos cladodios ya habían cicatrizado, generando más cladodios aumentando su producción; debido a que el crecimiento vegetativo se realiza a través de las yemas vegetativas existentes en las aereolas (Melgarejo, 2000).

El nopal es un valioso recurso natural que no es aprovechado por los agricultores nicaragüenses quienes ignoran el potencial de esta planta como suplemento de alimentación animal y/o fuente de agua, elementos críticos en la estación seca.

Según Boujghagh y Chajia (2001), afirman que el nopal es bien apreciado como forraje. Blanco (2004), indica que hay que impulsar el cultivo a otras zonas del país y con ello, promover el consumo especialmente en el ganado bovino porque en la época seca, es donde usualmente estos animales enfrentan crisis de alimentos.

El ANDEVA reflejó que no hubo significancia estadística entre los tratamientos. La mayor longitud se obtuvo con el tratamiento 1.0 kg de compost por planta con 16 cm de largo, obteniendo la menor longitud el tratamiento testigo absoluto y el tratamiento 2.5 kg de compost por planta con 14 cm.

4.3 Efecto de niveles de compost sobre el ancho de brotes

El crecimiento de los nuevos cladodios está relacionado con el peso seco de los cladodios basales, los cuales actúan como fuente de carbono a los nuevos brotes (Mondragón, *et al* 1993).

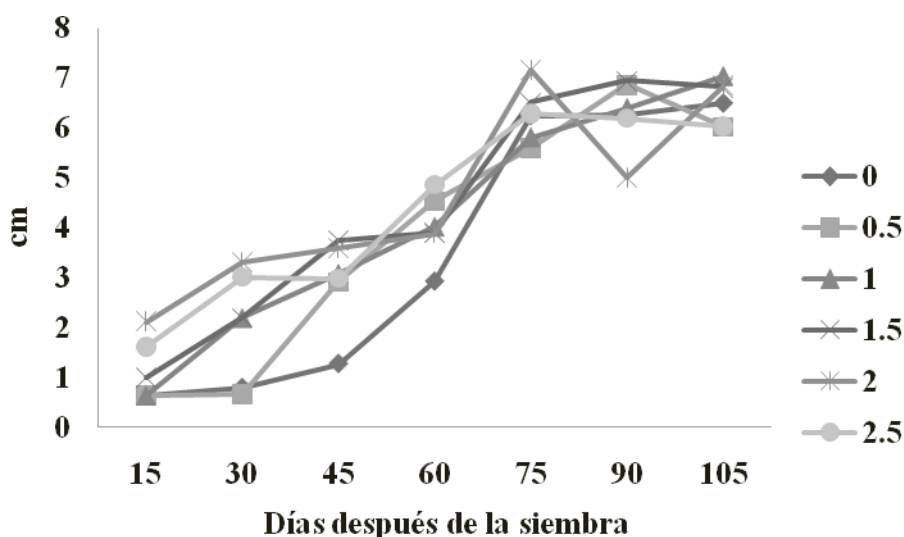


Figura 4. Ancho de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

La figura 4 muestra un comportamiento similar a la variable longitud de brotes, observándose a los 15 y 30 días de establecido el ensayo diferencias en el ancho de brotes, mostrando a los 105 días después de la siembra rangos similares por efecto de los tratamientos.

El ANDEVA mostró que no existe significancia estadística entre los tratamientos. Esto significa que los diferentes niveles de compost no causan efecto en el ancho de los cladodios. Pero si se destacan diferencias numéricas observándose que el tratamiento 1.0 kg de compost por planta presenta los brotes con mayor ancho con un promedio de 7 cm. Los resultados más bajos fueron los tratamientos 0.5 y 2.5 kg de compost por planta con 6 cm de ancho.

Estos resultados coinciden con Pimienta (1987), quien explica que la longitud y ancho de brotes es una característica propia de cada variedad, por lo tanto no habrá diferencias significativas en la evaluación de ancho y longitud entre individuos de la misma variedad en el cultivo del nopal.

4.4 Efecto de niveles de compost sobre brotes totales y brotes a cosecha

Luo y Nobel (1993), indican que se puede comparar el valor nutritivo del nopal fresco con el de la lechuga y espinaca, con la ventaja que puede ser producido en forma rápida y abundante a altas temperaturas y con poco agua, condiciones poco favorables para la producción de muchas hortalizas verdes de hoja.

El nopal verdura como producto fresco, es un tejido vivo y está sujeto a cambios continuos entre el momento de la cosecha y su consumo. Los nopalitos se cosechan comercialmente cuando están entre 15 y 20 cm de longitud cortándose en su base, donde se une con el cladodio madre.

Esta variable permite comparar la cantidad de brotes que tenía la planta a los 120 días después de la siembra y el número de brotes aptos para la cosecha.

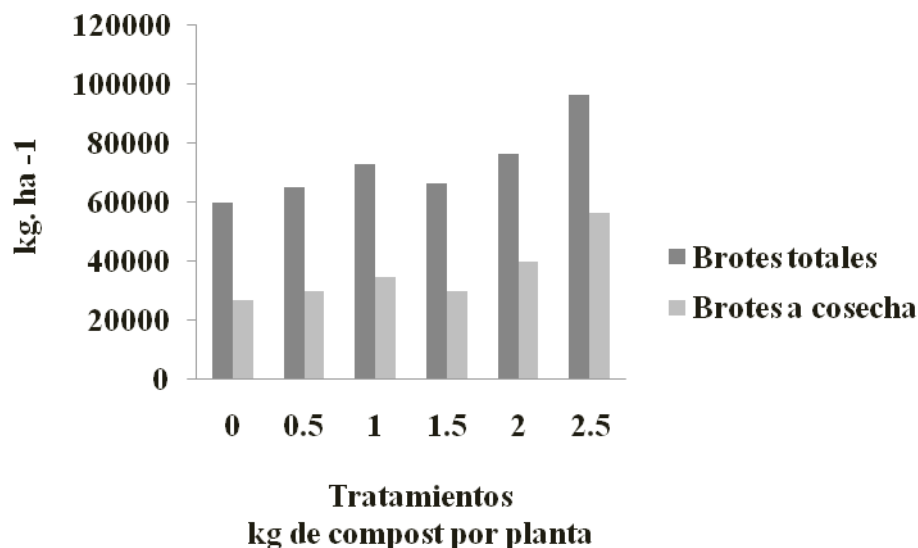


Figura 5. Brotos totales vs brotes a cosecha, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

El mayor número de brotes totales los presentó el tratamiento 2.5 kg de compost por planta con 96 600 brotes por ha y el menor número de brotes totales se encontró en el tratamiento testigo absoluto obteniendo 60 000 brotes por ha.

Los resultados obtenidos con el mayor número de brotes a cosecha corresponde al tratamiento 2.5 kg de compost por planta con 56 600 brotes por ha; presentando el menor número de brotes a cosecha el tratamiento testigo absoluto con 26 800 brotes por ha.

Como se observa en la figura 5, los tratamientos que presentaron menor número de brotes totales vs brotes a cosecha fueron el testigo absoluto y 1.5 kg de compost por planta. Como se mencionó anteriormente este tratamiento se vio influenciado por condiciones adversas lo cual impidió una mayor formación de brotes.

Los resultados obtenidos en esta variable nos evidencian una vez más que la aplicación de compost va a generar mayor número de brotes

Según Blanco et al, (2008), Los brotes a cosecha deben haber alcanzado ciertas dimensiones (10 a 20 cm de longitud) para que sean aptos para el consumo, alcanzando un peso promedio de 100 a 120 gramos.

4.5 Efecto de niveles de compost sobre la sobrevivencia en nopal

El nopal puede vegetar con desarrollo óptimo desde los 116 - 1 800 mm de lluvia anuales, viéndose afectada por la alta humedad relativa del aire y del suelo debido a la incidencia de hongos y bacterias, que originan podredumbre, clorosis y en general, deficiente desarrollo vegetativo (De la Rosa y Santana, 1998).

El nopal es una planta que posee alto grado de resistencia a la sequia a las altas temperaturas y adaptabilidad a suelos poco fértiles. Es sensible a los suelos encharcados, por los que en zonas con este riesgo, debe establecerse un drenaje adecuado (Melgarejo, 2000).

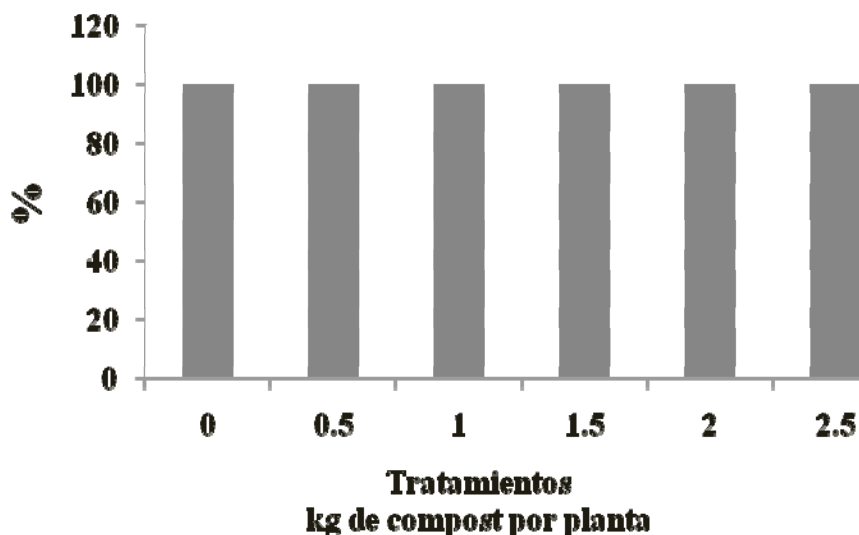


Figura 6. Sobrevivencia del nopal bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

Los resultados obtenidos demuestran la adaptabilidad del nopal en el trópico seco de Nicaragua (Diriamba), donde obtuvo una sobrevivencia del 100 % no encontrando plantas muertas en ninguno de los tratamientos.

Blanco *et al.*, (2007), Landero y Cruz, (2005), obtuvieron una sobrevivencia de un 100 %, demostrando la adaptación del material a la localidad en estudio (Diriamba, Carazo), y la gran capacidad de adaptación en tierras pobres, inapropiadas para otro tipo de cultivos. Son ideales para responder a los cambios climáticos así como el incremento de los niveles del CO₂ atmosférico; además de poder crecer en regiones donde las lluvias son escasas y erráticas (Steiner, 1976).

4.6 Efecto de niveles de compost sobre el rendimiento de brotes en nopal

Con relación al nopalito, la cosecha se realiza manualmente, utilizando cuchillo, cortando la base de la penca (Cantwell, 1999). Se recomienda utilizar esta operación de dos a tres horas después de la salida del sol con el fin de evitar un contenido alto de acidez, así como efectuarla de forma cuidadosa, para evitar daños en la base del nopalito que pueden ser vías de entradas de microorganismos e incrementar la pérdida de peso durante manejos posteriores.

Los nopalitos frescos de buena calidad se caracterizan por ser delgados, turgentes y de un color verde brillante.. El nopal requiere un bajo insumo de energía y agua para obtener rendimientos satisfactorios y por ello tiene una mayor significancia agronómica para tierras semiáridas.

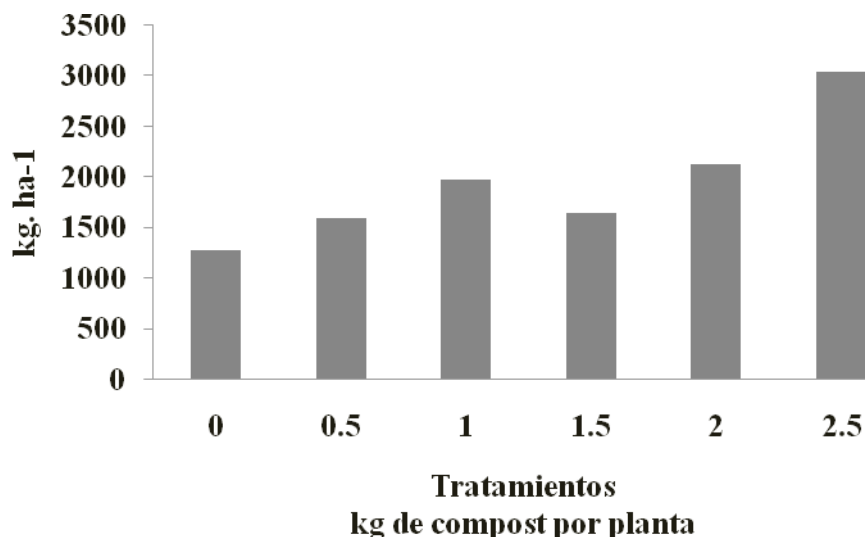


Figura 7. Rendimiento de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008.

El análisis estadístico demuestra que existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento, presentando el mayor rendimiento el tratamiento 2.5 kg de compost por planta con 3 041 kg ha⁻¹ y el menor rendimiento el tratamiento testigo absoluto con 1 276 kg ha⁻¹. (Ver anexo 8.6).

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α (alfa) igual a 5 %, indica que los tratamientos comparados pueden separarse en cuatro categorías estadísticas (ver anexo7).

Cuadro 2. Descripción de categorías estadísticas para la variable rendimiento de brotes, Diriamba, 2008

Categoría	Tratamientos (kg)	Kg ha ⁻¹
A	2.5	3 041
B	2.0 y 1.0	2 127 y 1 973
C	1.5 y 0.5	1 646 y 1 598
D	Testigo absoluto	1 276

Como se puede observar en la figura 7, a mayor nutrición orgánica, mayores rendimientos, a excepción del tratamiento 1.5 kg de compost que fue menor en comparación con el tratamiento de 1.0 kg de compost que al igual al tratamiento 2 kg de compost por planta, fue perjudicado por animales (equinos).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por la FAO (1999), quien reporta un incremento en el rendimiento con la aplicación de mayor nutrición orgánica.

En el aspecto nutricional existe un reconocimiento generalizado en el sentido de que el nopal se ubica como una planta rústica; sin embargo, responde favorablemente a la aplicación de abonos ya sea orgánico o químico.

4.7 Análisis Económico

Cuadro 3. Datos generales del ensayo

Tratamiento	Dosis kg/planta	Nº de Aplicaciones	Rendimiento kg.ha⁻¹
1	-	-	1 276
2	0.5	1	1 598
3	1	1	1 973
4	1.5	1	1 646
5	2	1	2 127
6	2.5	1	3 041

Precio del compost: 60 córdobas el saco

Precio del nopal en campo: C\$ 22 por kg

Densidad de planta: 20,000 plantas por hectárea

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

Cuadro 4. Presupuesto parcial de los niveles de compost en el cultivo del nopal, finca Guadarrama, Diriamba, 2008.

Componentes del presupuesto parcial	Tratamientos					
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Rendimiento kg ha⁻¹	5 104	6 392	7 892	6 584	8 508	12 164
Ajuste del rendimiento	510.4	639.2	789.2	658.4	850.8	1 216.4
Rendimiento ajustado	4 593.6	5 752.8	7 102.8	5 925.6	7 657.2	10 947.6
Beneficio bruto de campo	101 059.2	126 561.6	156 261.6	130 363.2	168 458.4	240 847.2
Costo fijo	12 240	12 240	12 240	12 240	12 240	12 240
Costo de compost	0	13 200	26 400	30 000	52 800	66 000
Total costo variable	12 240	25 440	38 640	42 240	65 040	78 240
Beneficios netos	88 819.2	101 121.6	117 621.6	88 123.2	103 418.4	162 607.2

En el cuadro 4 se presenta el presupuesto parcial de los 6 tratamientos en estudio. La primera línea representa los rendimientos medios por tratamiento, la tercera línea representa 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 cuarta línea representa el beneficio bruto de campo, La siguiente parte del presupuesto parcial incluye todos aquellos costos que varían por tratamiento, presentando el mayor costo variable el tratamiento 2.5 kg de compost por planta con 78 240 córdobas por hectárea, así como el mayor beneficio neto con 162 607.2 córdobas por hectárea. El menor costo variable lo generó el tratamiento testigo absoluto con 12 240 córdobas por hectárea; y el menor beneficio neto el tratamiento 1.5 kg de compost por hectárea con 88 123.2, seguido del tratamiento testigo absoluto con 88 819.2 córdoba por hectárea. Esto debido a que este tratamiento fue perjudicado por condiciones adversas reduciendo la producción y generando más gastos por mayor aplicación de compost.

Cuadro 5. Análisis de Dominancia de los niveles de compost en el cultivo del nopal. Finca Guadarrama, Diriamba, 2008.

Tratamientos	Costos variables	Beneficios Netos	Tratamiento Dominado (D)
0	12 240	88 819.2	-
0.5	25 440	101 121.6	-
1.0	38 640	117 621.6	-
1.5	42 240	88 123.2	-
2.0	65 040	103 418.4	-
2.5	78 240	162 607.2	-

Con el fin de eliminar aquellos tratamientos que tengan beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (tratamiento dominado), se realizó el análisis de dominancia a los tratamientos en estudio, resultando que ninguno de los tratamientos es dominado, es decir todos los tratamientos superan los costos variables.

Cuadro 6. Análisis marginal de los niveles de compost en el cultivo del nopal. Finca Guadarrama, Diriamba, 2008.

Tratamientos	Costos que varían (C\$/ha)	Costos marginales (C\$/ha)	Beneficios netos (\$/ha)	Beneficios netos marginales (\$/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
0	12 240		88 819.2		
0.5	25 440	13 200	101 121.6	12 302.4	93.2
1.0	38 640	13 200	117 621.6	16 500	125
1.5	42 240	3 600	88 123.2	-29 498.4	-819.4
2.0	65 040	22 800	103 418.4	15 295.2	67.08
2.5	78 240	13 200	162 607.2	59 188.8	448.4

El objetivo del análisis marginal es revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida, es decir que al pasar al tratamiento 2 el agricultor invierte C\$ 13 200 para compra y aplicación de compost, el cual recupera los 13 200 y obtiene beneficio neto adicionales de C\$ 12 302.4, igualmente al pasar al tratamiento 3 se invierten C\$ 13 200 para compra y aplicar compost, en el cual recupero esta cantidad y se genero beneficio neto de C\$ 16 500.

La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo al pasar del tratamiento 1. 0 al 2.5 kg de compost por planta, con una tasa de retorno marginal de 448.4 %. Esto significa que por cada córdoba invertido en la aplicación del tratamiento 2.5 se obtiene 4.484 córdobas de ganancia, además del córdoba invertido.

En general según CIMMYT (1988), la tasa de retorno marginal indica que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar de una práctica a otra.

V CONCLUSIONES

- El rendimiento está influenciado por la aplicación de compost siendo mayor con el tratamiento 2.5 kg de compost por planta.
- La aplicación de compost no influye en el número de brotes, ancho y longitud de botes.
- El tratamiento 2.5 kg de compost por planta presento la mayor cantidad de costos variables, pero también mayor beneficios netos con C\$ 162 607.2 por hectárea
- La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo al pasar del tratamiento 1.0 al 2.5 kg de compost por planta, con 448.4 %, significa que por cada córdoba invertido obtendremos 4.484 córdobas de ganancia.

VI RECOMENDACIONES

- Para obtener mayor rendimiento aplicar compost a razón de 2.5 kg por planta.
- Realizar estudio impacto social, económico y cultural del nopal en Nicaragua.
- Repetir el estudio realizado en otra localidad para conocer el rango de adaptabilidad del cultivo.
- Realizar estudios para conocer la incidencia de plagas en el cultivo y evaluar el efecto que causa en el rendimiento.
- Establecer cerca en el cultivo para evitar el ingreso de animales que puedan perjudicar el rendimiento.

VII LITERATURA CITADA

- Alonso, B. y 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. UNA. Managua, NI. 27 pp.
- Barbera, G. 1999. Historia e importancia económica y agroecológica. FAO Roma, IT. 11 pp.
- Boujghagh, A. y Chajia, H. 2001. Fodder potential of *Opuntia ficus indica*. Acta Hort. Jalisco, MX. 581: 343-345.
- Borrego, E. y Burgos, V. 1986. El nopal. Universidad Autónoma Antonio Narro, Saltillo, MX. 201 pp.
- Blanco, M., Landero, F. y Cruz, E. 2006. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en la zona seca de Diriamba, para la producción de cladodios verdura. LI Reunión Anual PCCMCA, Panamá. 130 pp.
- Blanco, M.; Gutiérrez, C.; Hernández, E. y Arauz, E. 2007. Distancias entre surco y su influencia sobre las malezas y el crecimiento y rendimiento del nopal en Diriamba, NI. LIII Reunión anual PCCMCA Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Antigua Guatemala. C.A. 129 pp.
- Blanco, M.; Orue, R. y Rojas, E. 2008. Efecto de enmiendas nutricionales en nopal (*Opuntia ficus indica* L.), un recurso natural no explotado en Nicaragua. LIV Reunión anual PCCMCA. San José, C.R. 284 pp.

- Blanco, M. 2009. Seis años de investigaciones en nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller), en Diriamba, NI. Recurso natural con oportunidad. LV reunión anual de la sociedad del PCCMCA. San Francisco de Campeche, MX. 179 pp.
- Bravo, H. 1978. Las cactáceas de México. 2^{da} Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. Mx. 301 pp.
- Cantwell, M. 1999. Manejo Postcosecha de tunas y nopalitos. G. Barbera, P. Inglese y E. Pimienta. Agroecológica cultivo y uso del nopal Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma, IT. Pp 15, 27, 31.
- De la Rosa J., y Santana, D. 1998. El nopal: usos, manejo agronómico y costos de producción en México. CNAZA-UACH-CIESTAAM. MX. 330 pp.
- Esquinas, J. 2006. Hambre y globalización: situación actual y cooperación internacional. Seguridad alimentaria y políticas de lucha contra el hambre. <http://www.Gobernabilidad.cl/modules.php?name=News...>-En caché Viernes 16 de octubre. Roma, IT.
- FAO, 1999. Agroecología, cultivo y uso del nopal. Roma, IT. Pp 72.
- Gutiérrez, C. y Hernández, A. 2007. Distancias entre surco y su influencia en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) en Diriamba, Carazo. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, NI. 28 pp.
- Landero, F. y Cruz, E. 2005. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller), para la producción de Nopal verdura en la comunidad Buena Vista del Sur, Diriamba, Carazo. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, NI. 30 pp.

- Lazcano, C.; Ferderick, T.; Sharon, A. y Estrada, A. 1997. VIII Congreso nacional y V internacional sobre conocimiento y aprovechamiento del nopal. Mx. 320 pp.
- Luo, Y., Nobel, P. 1993. GROWTH Characteristics of newly initiated cladodes of *Opuntia ficus indica* as affected by shading, drought and elevated CO₂. *Physiol. Plantarum*. 87: 467- 474.
- Martínez, L. 2010. Problemas alimentarios por causa de la sequia. La Prensa 6 de febrero. Managua, NI. Pp 1.
- Melgarejo, M. 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Mundi prensa Madrid, ES. 342 pp.
- Mondragón, J. 2003. El nopal (*Opuntia* spp) como forraje. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. FAO. Roma, IT. Pp. 137.
- Mondragón, J.; Luo, Y. y Nobel, P.1993. El cultivo de opuntia para la producción de forraje: de la reforestación al cultivo hidropónico. El nopal (*Opuntia* spp) como forraje. Pp129-145.
- Nobel, P. 1998. Los incomparables agaves y cactus. MX. Pp 123, 124, 125.
- Orue, R. y Rojas, E. 2007. Efecto de enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en Diriamba, Carazo, 2008. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, NI. 29 pp.
- Pimienta, E. 1987. El nopal tunero: Descripción botánica, uso e importancia económica. IN GERMEN, SOMEFI. N° 7. Texcoco, MX. Pp. 10-12.

Pimienta, E.; Muños, A.; Barbera, G. e Inglese, P. 1996. Domesticación de nopales tuneros (*Opuntis spp*). y descripción de las principales variedades cultivadas. Agroecología cultivo y usos del nopal. FAO, Roma, IT. Dirección de Producción y Protección Vegetal. Pp. 71-72.

Sáenz, C. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. FAO Roma, IT. Pp. 2, 12, 26.

Steiner, A.1976. The development of soiless cultura an introduction to the congress. TWOSC Proc. 21 pp.

VIII ANEXOS

Anexo 1. Número de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008

Tratamientos kg de compost/planta	Número de brotes/dds						
	15	30	45	60	75	90	105
T1	0.0825	0.165	0.25	0.7475	1.915	1.83	3.0025
T2	0.0825	0.165	0.495	0.995	2.162	3.25	3.525
T3	0.0825	0.4975	1	1.0825	2.33	3.332	3.665
T4	0.0825	0.25	0.665	0.9975	2.162	2.245	3.3325
T5	0.6625	0.8325	1	1.2475	2.997	2.75	3.835
T6	0.5825	1.0825	1.415	2.0825	3.497	4	4.835

Anexo 2. Longitud de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008

Tratamientos kg de compost/planta	Longitud de brotes/dds						
	15	30	45	60	75	90	105
T1	1.375	1.9	2.9925	7.20625	11.334875	13.01625	13.6125
T2	1.25	1.875	6.3625	10.65625	12.049	14.375	14.2275
T3	1.25	5.35625	7.4875	9.4075	13.8725	13.8585	15.5775
T4	2.5	5.5	8.57	8.50375	12.99325	14.757	14.52
T5	4.968	7.35625	8.1175	8.92675	15.4495	11.01225	15.005
T6	3.77	6.61875	6.54375	11.49075	13.5725	13.2125	13.8225

Anexo 3. Ancho de brotes, bajo diferentes niveles de compost, Diriamba, 2008

Tratamientos kg de compost/planta	Ancho de brotes/dds						
	15	30	45	60	75	90	105
T1	0.65	0.7925	1.275	2.925	6.2425	6.274378	6.4925
T2	0.625	0.6625	2.9125	4.53125	5.591875	6.863125	6.0225
T3	0.625	2.18125	3.0675	4.01	5.801875	6.3875	7.0275
T4	1	2.2	3.7475	3.905	6.50375	6.9432	6.81
T5	2.1125	3.30375	3.5875	3.8775	7.1525	4.99865	6.8325
T6	1.6075	3.008125	2.98125	4.86	6.29125	6.193375	6.025

Anexo 4. Proyección a hectárea de brotes totales vs brotes a cosecha del nopal, Diriamba, 2008

Tratamientos kg de compost/planta	Brotes totales	Brotes a cosecha
0.0	60 000	26 800
0.5	65 000	30 000
1.0	73 200	35 000
1.5	66 600	30 000
2.0	76 600	40 000
2.5	96 600	56 600

Anexo 5. Rendimiento del nopal proyectado a hectárea, Diriamba, 2008

Tratamientos kg de compost/planta	Rendimiento kg x ha ⁻¹
0.0	1 276
0.5	1 598
1.0	1 973
1.5	1 646
2.0	2 127
2.5	3 041

Anexo 6. Análisis de varianza del rendimiento de brotes de nopal, bajo diferentes niveles de compost a los 120 días después de la siembra, Diriamba, 2008

F. d V.	S.C	G.L	C.M	F c	F 5 %
Tratamiento	170 253.695	5	34 050.739	3.5680 *	2.90
Bloque	170 679.6483	3	56 893.2161	5.9616 *	3.29
Error	143 149.7217	15	9 543.31478		
Total	484 083.065	23			

Anexo 7. Ordenamiento de las medias de tratamientos de compost de mayor a menor, de acuerdo al criterio de Tukey

Categoría estadística	Medias de tratamientos	T6	T5	T3	T4	T2	T1	W 5 %
		3 041	2 127	1 973	1 646	1 598	1 276	
a	3 041	0	914*	1068*	1 395*	1 443*	1 765*	224.664
b	2 127		0	154 ^N	481*	529*	851*	
b	1 973			0	327*	375*	697*	
c	1 646				0	48 ^N	370*	
c	1 598					0	322*	
d	1 276						0	

Prueba de rangos múltiples de Tukey:

a) valor tabular de Tukey: $q_{5\%, 15 \text{ gle}; p = t = 6} = 4.5$

b) Error estándar de la media: $Sy = \sqrt{CME/t}$ $Sy = \sqrt{9543/4}$ $Sy = 48.84$

c) Valor crítico de Tukey: $W = q_{5\%, 15 \text{ gle}; p = t} * Sy$
 $W = 4.5 * 48.84$
 $W = 224.664$

Anexo 8. Análisis económico del establecimiento y manejo del cultivo del nopal por hectárea, utilizando 2.5 kg de compost por planta, finca Guadarrama, Diriamba 2008.

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario C\$	Subtotal C\$	Subtotal \$
Egresos					
Alquiler de tierra	ha	1ha	1 500	1 500	72.11
Semilla	Cladodio	20 000	0.25	5 000	240.38
Diseño y trazado	D/H	2	80	160	7.69
Ahoyado	D/H	4	80	320	15.38
Siembra	D/H	10	80	800	38.46
Control de maleza	D/H	12	80	960	46.15
Cosecha	D/H	8	80	640	30.77
Compost	Saco	1 225	60	73 500	3 533.65
Total de egresos				82 880	3 984.59
Ingresos					
Venta de nopal	Cladodio	200 000	2	400 000	19 230.77
Ganancia neta				317 120	15 246.18

Anexo 9. Receta de nopal

Huarache de nopal asado con pollo



Rendimiento: 6 porciones

Ingredientes:

Aceite sabor mantequilla
6 nopales grandes
1 diente de ajo picado

Marinada:

3 cdas de chile
3 cdas de tallos de cilantro picados
3 cdas de hojas de cilantro picadas
Pimienta negra al gusto

6 medias pechugas sin hueso y piel
1 pizca de sal
Queso rallado al gusto

1 aguacate en rebanadas
3 tomates picados en cubos
1/3 de cebolla picada
Hojas de cilantro
Pimienta negra al gusto

Salsa:

3 tomates verdes, en cubos
3 cdas. de hojas de cilantro
Pimienta negra al gusto
Sal al gusto
Agua, la necesaria
Chiles al gusto
1 rábano picado

Procedimiento:

Rociar la parrilla en frío con aceite. Encender la parrilla. Mezclar los ingredientes de la marinada. Agregar el pollo y reservar. Poner a asar primero los nopales con el ajo y después el pollo con un poco más de aceite y agregar una pizca de sal; voltearlas para cocer. Cortar el pollo en cubos medianos. Servir sobre el nopal agregar el queso, aguacate, tomate, cebolla, cilantro y pimienta.

Salsa:

Licuar los tomates, sal, pimienta, cilantro y chiles. Servir la salsa cruda sobre los huaraches de nopal.

