



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el rendimiento, crecimiento y rentabilidad del nopal (*Opuntia ficus indica* L.), Diriamba, Carazo, 2009

AUTORES

Br. Jorge Alberto González Gutiérrez
Br. Eduardo José Mendieta Mendieta

ASESORES

MSc. Moisés Blanco Navarro
MSc. Isabel Chavarría Gaitán

Managua, Nicaragua
Junio, 2010



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el rendimiento, crecimiento y rentabilidad del nopal (*Opuntia ficus indica* L.), Diriamba, Carazo, 2009

AUTORES

Br. Jorge Alberto González Gutiérrez
Br. Eduardo José Mendieta Mendieta

ASESORES

MSc. Moisés Blanco Navarro
MSc. Isabel Chavarría Gaitán

Presentando en consideración del Honorable Tribunal
Examinador como requisito para optar el grado de
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA

Managua, Nicaragua
Junio, 2010

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	
2.2 Objetivo específico	
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fecha de estudio	4
3.2 Descripción del experimento	4
3.3 Métodos de fitotecnia	5
3.4 Variables a evaluar	6
3.5 Levantamientos de datos	7
3.6 Análisis estadístico	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	8
V. CONCLUSIONES	21
VI. RECOMENDACIONES	22
VII. LITERATURA CITADA	23
VIII. ANEXOS	25

DEDICATORIA

A mis padres Jorge A. González Mosquera y Martha Elena Gutiérrez Franco por guiarme en el camino indicado y poder ser una persona de bien.

A mis hermanos Gema V. González Gutiérrez y Francisco Javier Pereira García.

A las futuras generaciones para que este trabajo sea de suma importancia para su formación profesional.

Jorge Alberto González Gutiérrez

DEDICATORIA

A mis padres Renaldy Mendieta Cruz y Lucrecia Mendieta Cerda por su apoyo incondicional.

A mi esposa e hijo, Isdania Carolina Pérez Peña y Cristhian Eduardo Mendieta Pérez.

A mis hermanos Renaldy, Eliezer, Álvaro y José Mendieta Mendieta.

A las nuevas generaciones de estudiantes que harán de este trabajo de investigación una herramienta útil para su formación profesional.

Eduardo José Mendieta Mendieta

AGRADECIMIENTO

Infinitamente gracias a Dios y a la Santísima Virgen María por darme sabiduría y fuerzas para poder culminar una de mis tantas metas que tengo por cumplir.

Gracias a mis familiares y amistades, por el amor, sacrificio y sabios consejos, lo cual fueron piezas claves en mi formación tanto como persona, así como también ahora un profesional.

Sin omitir quiero darle gracias a mis compañeros y amigos que día a día compartimos el aula de clases.

Al MSc. Moisés Blanco Navarro y MSc. Isabel Chavarría Gaitán por permitirme y brindarme la oportunidad para finalizar este trabajo de diploma.

A la Universidad Nacional Agraria, por dejar que sea parte de esta familia y a la vez poder otorgarme la posibilidad de convertirme en un profesional.

Jorge Alberto González Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a la sagrada Virgen María, por ser mis guías a lo largo de mi vida.

A mis asesores MSc. Moisés Blanco Navarro y MSc. Isabel Chavarría Gaitán, quienes dedicaron su valioso tiempo y profesionalismo para la realización de la investigación. Agradezco por la paciencia y amistad brindada tanto como profesores y en la elaboración del trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria por mi formación ética y profesional.

A mis compañeros de clases por su amistad y su apoyo en el transcurso de la carrera.

A mi familia por el apoyo moral y económico.

A todos los profesores de la UNA por transferir sus conocimientos y hacer de mí un profesional con bases y principios.

Eduardo José Mendieta Mendieta

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Descripción de las diferentes dosis de compost a utilizarse en el ensayo de nopal, en época de verano, Guadarrama, Diriamba, 2009.	4
2. Datos generales del ensayo	17
3. Presupuesto parcial	17
4. Análisis de Dominancia	18
5. Análisis marginal	19

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Porcentaje de sobrevivencia del cultivo del nopal a los 120 dds, Diriamba, 2009	8
2. Número de brotes por planta, en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009	9
3. Ancho de brotes por planta (cm), en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009	11
4. Longitud de brotes por planta (cm), en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009	12
5. Brotes totales y brotes a cosecha por hectárea (120 días después de la siembra) del nopal, Diriamba, 2009	14
6. Rendimiento de nopal en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, Diriamba, 2009	15

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Plano de campo del ensayo de nopal en Guadarrama, Diriamba, 2009	25
2. Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para el número de brotes en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.	26
3. Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para ancho en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.	26
4. Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para la longitud en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.	26
5. Análisis de varianza para brotes cosechados al cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.	27
6. Análisis de varianza para el peso de brotes cosechados al cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.	27
7. Registro mensual de precipitación y temperatura	27

RESUMEN

El nopal (*Opuntia ficus indica* L.), por su facilidad de adaptación y supervivencia en condiciones de sequía extrema, le confieren amplia posibilidad en zonas áridas y semiáridas. El ensayo se estableció el 06 de febrero del 2009 en Buena Vista Sur, Diriamba, Carazo, en diseño de Bloques completos al azar (BCA). Las variables evaluadas fueron sobrevivencia, número, ancho, longitud de brotes, brotes a cosecha y rendimiento; los tratamientos fueron un testigo absoluto y diferentes dosis de compost: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 kg.planta⁻¹. Los tratamientos se distribuyeron en 4 bloques de manera azarizada, los cuales se aplicaron en el momento de la siembra. Antes de la siembra se realizó un control manual de arvenses. La semilla fue recolectada en zonas aledañas al ensayo. La cosecha se realizó a los 120 días después de la siembra, encontrándose que ninguno de los tratamientos presentaron significancia estadística en cuanto a número, ancho y longitud de brotes, sin embargo en cuanto a la sobrevivencia, T3 (1.0 kg.planta⁻¹) y T5 (2.0 kg.planta⁻¹) presentaron 100% de sobrevivencia y el que presentó menor porcentaje (91 %) fue el T6 (2.5 kg.planta⁻¹); el mayor ancho (5.25 cm) y mayor longitud (12.18 cm), se obtuvo en el T3 (1.0 kg.planta⁻¹); el menor ancho (3.81 cm) fue el testigo absoluto y menor longitud (8.37 cm) fue el T4 (1.5 kg.planta⁻¹); el mayor número de brotes (4.25 brotes.planta⁻¹) fue el T5 (2.0 kg.planta⁻¹) y el que presentó menor número de brotes (1.75 brotes.planta⁻¹), fue el testigo absoluto; las únicas variables evaluadas que presentaron significancia estadística fueron, brotes a cosecha y rendimiento. En lo que respecta brotes a cosecha los tratamiento que presentaron mayor número de brotes a cosecha (16,667 brotes.ha⁻¹), fueron, T3 (1.0 kg.planta⁻¹) y T5 (2.0 kg.planta⁻¹); y el tratamiento que presentó menor número de brotes a cosecha fue el testigo absoluto con (5,000 brotes.ha⁻¹); en lo que refiere al rendimiento los tratamiento que presentaron mayor rendimiento fueron T5 (2.0 kg.planta⁻¹) con (1,543 kg.ha⁻¹) y el T3 (1.0 kg.planta⁻¹) con (1,503 kg.ha⁻¹) y el tratamiento que presentó menor rendimiento fue el testigo absoluto con (297 kg.ha⁻¹).

Palabras claves: compost, tratamientos y dosis

ABSTRACT

The nopal (*Opuntia ficus indica* L.), for its ease of adaptation and survival in extreme drought conditions, give ample opportunity in arid and semiarid areas. The trial was established on 06 February 2009 in Buena Vista Sur, Diriamba, Carazo, in designing a randomized complete block (RCB). Variables evaluated were survival, number, width, outbreaks length, bud to harvest and yield; the treatments were witnesses and different doses of compost, which were 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 kg.plant⁻¹. Treatments were distributed in 4 blocks randomized way, which these were applied at the time of planting. Before sowing was performed manual weed control. The seed was collected in areas adjacent to the test. The harvest was performed at 120 days after sowing, finding that none of the treatments had statistically significant in number, width, and length of outbreaks, but in terms of survival, T3 (1.0 kg.plant⁻¹) and T5 (2.0 kg.plant⁻¹) showed 100% survival and which presented a lower percentage (91%) was the T6 (2.5 kg.plant⁻¹), the greatest width (5.25 cm) and longest (12.18 cm), was obtained in the T3 (1.0 kg.plant⁻¹), the smallest width (3.81 cm) was the absolute witness and shorter length (8.37 cm) was T4 (1.5 kg.plant⁻¹), the largest number outbreaks (4.25 outbreaks.plant⁻¹) was the T5 (2.0 kg.plant⁻¹) and that is the least number of outbreaks (1.75 outbreaks.plant⁻¹) was the absolute witness, the only variables that showed significance statistically was crop outbreaks and yield. Regarding outbreaks at harvest the treatment that showed the highest number of outbreaks at harvest (16,667 outbreaks.plant⁻¹) were, T3 (1.0 kg.plant⁻¹) and T5 (2.0 kg.plant⁻¹) and the treatment that is the least number of outbreaks to harvest was T1 or witness with (5,000 shoots.plant⁻¹) as regards the treatment performance that produced higher yields were T5 (2.0 kg.plant⁻¹) with (1543 kg.ha⁻¹) and T3 (1.0 kg.plant⁻¹) with (1,503 kg.ha⁻¹) and the treatment wich has less yield was T1 or witness with (297 kg.ha⁻¹).

keywords: Compost, treatments and doses.

I. INTRODUCCION

El nopal es una cactácea originaria de América, que puede vegetar con desarrollo óptimo desde los 116 mm de lluvia anuales hasta los 1800 mm. Las especies del género *Opuntia* son originarias del Sur de los Estados Unidos, México, Ecuador y Perú, considerándose como centro de origen México por poseer gran variedad de especies (Bravo, 1978, citado por Melgarejo, 2000).

A diferencias de otros frutales conocidos en las civilizaciones de Asia, África y Europa, el nopal no pudo ser conocido por éstos, hasta que los españoles lo descubrieron en América, donde primero lo encontraron fue en la isla La Española, hoy Haití; asignándole el nombre de nopal como era conocido por los indígenas de la isla, e imponiéndole éste, el nombre náhuatl de la planta (Nochtli). Los españoles fueron recibidos con frutos de nopal (Barbera, 1995, citado por Melgarejo, 2000).

El fruto de esta planta posee un valor nutritivo superior al de otras frutas y es empleado directamente en la alimentación o para la fabricación de mermeladas, jaleas, néctares, tunas de almíbar, alcohol, colorantes (Álvarez, 2007; Blanco, 2008). La población nicaragüense no tiene conocimiento de las diferentes bondades que puede dejar dicho consumo.

Nicaragua requiere de cambios y dentro de estos cambios surgen alternativas que pueden ser parte del futuro del país, como el nopal (*Opuntia ficus indica* L.), su facilidad de adaptación y supervivencia en condiciones de sequía extrema le confieren amplias posibilidades de cultivo en zonas semi-áridas pudiéndose considerar como una planta colonizadora (Guerrero, 2005).

Según Blanco *et al.*, (2008), las semillas de nopal que aumentan significativamente el rendimiento, son aquellas fertilizadas con abonos orgánicos, entre ellos está el compost.

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente sobre la materia biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener composta, abono excelente para la agricultura.

La composta es un nutriente para las plantas, mejora la estructura del suelo, ayuda a reducir la erosión y aumenta a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Según Moreno (2007), la composta designa beneficios al suelo en el cual se mencionan:

- ✓ Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo.
- ✓ Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- ✓ Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- ✓ La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

Durante los últimos años se ha incrementado el interés por el cultivo de nopal, debido a que representa una alternativa en zonas marginales como fuente de alimento humano, forraje de ganado vacuno, medicinas y un sin números de bondades. Ante el actual cambio climático, los rendimientos de los cultivos como cereales y hortalizas, son bajos y algunas veces no rentables debido a la disminución de las precipitaciones, cambios en la temperatura y otros factores que afectan el crecimiento de los cultivos, por esta causa investigadores y profesionales han tomado la decisión de investigar sobre el nopal, para brindar una información científica que sea de mucha ayuda para el manejo del cultivo.

Actualmente existe poca información sobre el nopal, por esta razón nos hemos propuesto investigar apoyándonos en una serie de trabajos anteriores con el objetivo de brindar una información confiable y que sirva como herramienta útil para posteriores investigaciones sobre el cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de compost, sobre el rendimiento, crecimiento y rentabilidad del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) establecido en época seca en el municipio de Diriamba.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Determinar el porcentaje de sobrevivencia del cultivo de nopal (*Opuntia ficus indica* L.).

2.2.2 Determinar cuál de las dosis de compost aplicada en época de verano genera mejor crecimiento y rendimiento en el cultivo de nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en el municipio de Diriamba.

2.2.3 Realizar análisis económico de presupuesto parcial y de análisis de dominancia, que muestre cual de los tratamientos tiene mayor beneficio neto.

HIPOTESIS

La aplicación de dosis de compost aumentara significativamente el crecimiento y rendimiento del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) establecido en época seca en el municipio de Diriamba.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y fecha de estudio

El ensayo se estableció el 06 de Febrero del 2009, en la finca Guadarrama, ubicada en la comunidad de Buena Vista Sur, en el kilómetro 56 ½ carretera a Casares – La Boquita, del municipio de Diriamba departamento de Carazo.

Este sitio está ubicado a 14.9 km del centro de Diriamba, con las coordenadas geográficas siguientes: 11° 45' 07" latitud Norte 86° 18' 48" longitud Oeste y una altitud de 149 metros sobre el nivel del mar, según (INETER, 2009).

La zona donde se ubica la finca presenta temperaturas que oscilan entre 30 – 32° C, humedad relativa es de 60 % y un tipo de suelo arcilloso. La precipitación pluvial promedio oscila entre 600 y 800 mm al año (INETER, 2009), (Anexo 7).

3.2 Descripción del experimento

El ensayo fue establecido en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Los tratamientos se distribuyeron de manera azarizada al momento de la siembra.

El área experimental fue de 96 m², correspondiente a 12 m de longitud y 8 m de ancho. En el ensayo se establecieron 221 clados, de las cuales 72 fueron evaluadas, consideradas como parcela útil. Los tratamientos se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Descripción de las diferentes dosis de compost a utilizarse en el ensayo del nopal, en época verano, Guadarrama, Diriamba, 2009.

Tratamiento	Dosis (kg por planta)
T1: Testigo absoluto	Sin aplicación
T2: Compost	0.50
T3: Compost	1.00
T4: Compost	1.50
T5: Compost	2.00
T6: Compost	2.50

3.3 Métodos de fitotecnia

El cultivo se estableció de forma manual, se realizó el ahoyado con cobas y machetes. Antes de realizar la siembra se controló manualmente las arvenses, con el fin de crear condiciones óptimas para el cultivo y luego se realizó una limpieza a los 45 días después de la siembra para evitar riesgos de enfermedades y competencias nutricionales (Gutiérrez y Hernández, 2008).

Al momento de la siembra se aplicaron 80 litros de agua, con un promedio de 1.11 litros para cada uno de los cladodios evaluados, con el propósito que el compost sea asimilado por la planta con mayor facilidad.

La semilla que se utilizó para la siembra fue de tipo asexual compuesta de una postura de tres cladodios. Este tipo de postura genera mejores resultados en cuanto a la producción de nopalitos (Landeroy Cruz, 2006).

La semilla se recolectó en zonas aledañas a la finca Guadarrama, esta fueron sembradas tanto en parcela útil como en los bordes. Según Blanco *et al.*, (2007), la distancia adecuada para la siembra de dichas semillas es de 1 m entre surco y 0.5 m entre planta.

Se plantaron $\frac{1}{3}$ de la penca, con la finalidad de que en caso de pudriciones se pudiera disponer de $\frac{2}{3}$ partes para replantarla (como fracciones mínimas), de esta forma queda buena superficie de la planta para su reproducción y el área sembrada corresponde a una fracción suficiente para el arraigamiento y estabilidad de la planta (Ríos y Quintana, 2004).

La cosecha se realizó el 29 de Mayo de 2009 (120 días después de la siembra). El fruto es delicado y requiere de cuidados especiales en la recolección (Pimienta, 1988); debido a que se consume como fruta fresca.

El corte se realizó antes del medio día, esto con el objetivo de lograr temperaturas más bajas y de esta manera alargar su vida útil de anaquel, el corte de nopalito se realizó con tijeras, justo en la unión de la base entre la penca y el brote (Ríos y Quintana, 2004, citado por Orúe y Rojas, 2008).

3.4 Variables a evaluar

3.4.1 Sobrevivencia

Se observó la adaptabilidad que tiene el nopal en el lugar tomando en cuenta las condiciones agroclimáticas de la zona. La adaptabilidad se tomó, contabilizando las plantas que se marchitaron en el transcurso del ensayo.

3.4.2 Número de brotes

En las tomas de datos se contabilizaron la cantidad de brotes en cada una de las parcelas útiles de los diferentes tratamientos, los brotes son el producto agrícola usado como alimento y material vegetativo para su reproducción.

3.4.3 Longitud y ancho de brotes

Corresponde a las mediciones de cada uno de los brotes (cladodios) contabilizados. Las mediciones respectivas se tomaron en cm y dichas mediciones se iniciaron cuando los cladodios alcanzaron la longitud de tres centímetros.

La longitud del brote se midió desde la base del cladodio hasta el ápice del mismo y el ancho se tomó midiendo la parte más ancha del cladodio. Se utilizó cinta métrica para la medición y se registro en cm.

3.4.4 Rendimiento

En la cosecha (120 días después de la siembra), se cortaron los cladodios y se seleccionaron aquellos que estaban aptos para el consumo, preferiblemente los nopalitos de textura tierna, con dimensiones de 5 cm a 15 cm de ancho y 10 cm a 20 cm de longitud, sin afectación de enfermedades, ni daños mecánicos.

Este dato se obtuvo; pesando los cladodios (g) por cada tratamiento, una vez pesados los datos fueron proyectados a $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.4.5 Análisis económico

Este análisis se realiza cuando se conoce el rendimiento de cada uno de los tratamientos, se tiene que tener en cuenta parámetros como precio del producto a aplicar, costo de mano de obra, densidad de plantas y precio del producto cosechado en campo, luego se procede a una serie de análisis que al final revelan lo que el agricultor puede ganar o perder al pasar de un tratamiento a otro.

3.5 Levantamiento de datos

Los levantamientos de datos se realizaron con una frecuencia de 15 días, a partir de los primeros 15 días después de establecido el ensayo, hasta los cuatro meses (120 días) al momento en que el nopal está apto para cosecha.

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un ANDEVA al 95 % de confianza en todas las variables a excepción de sobrevivencia. La separación de medias se realizó por el método de Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. Igualmente se empleó estadística descriptiva (frecuencias e histogramas) para la variable sobrevivencia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Supervivencia del nopal

La variable supervivencia refleja el número de plantas vivas encontradas durante el ensayo.

El interés por el cultivo de nopal se debe a su alto porcentaje de supervivencia, resistencia a la sequía, altas temperaturas, adaptabilidad a suelos pocos fértiles y su alta productividad lo cual se debe a su alta eficiencia en cuanto al uso del agua. Estas características del cultivo son ventajosas sobre todo en zonas marginales.

En la Figura 1. Muestra que la supervivencia obtenida en el ensayo fue entre 91 y 100 %.

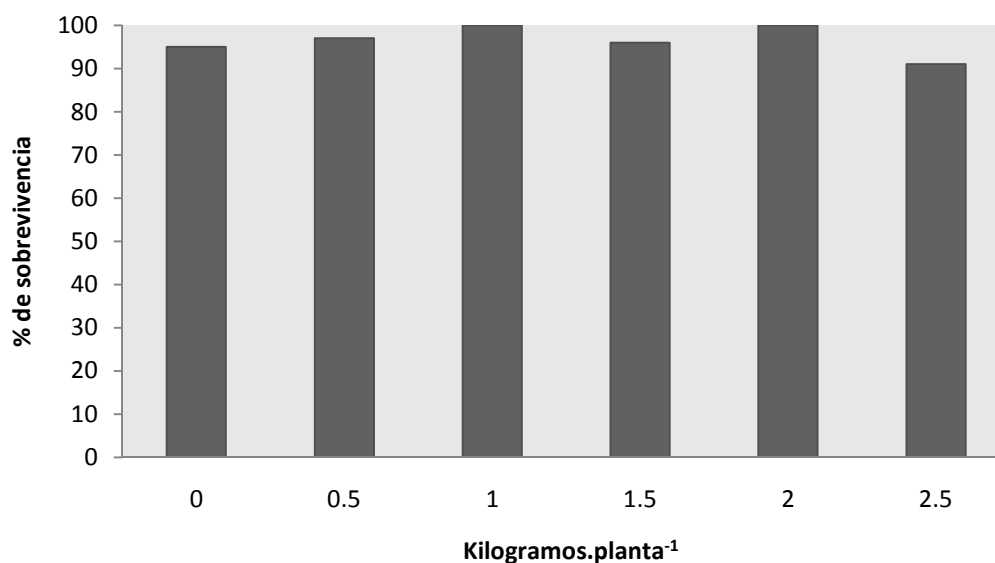


Figura 1. Porcentaje de supervivencia del cultivo del nopal a los 120 dds, Diriamba, 2009

Los resultados permiten concluir que en esta zona el nopal se adapta bien. En los tratamientos que se obtienen menos porcentaje de supervivencia fue por ataque de ganado vacuno.

Trabajos realizados revelan que el nopal puede ser cultivado en una gran parte de la superficie de la tierra, particularmente en zonas áridas o semiáridas o en aquellas que están a punto de convertirse en tierras secas, así como también se logra la recuperación de tierras degradadas (Nobel, 1991).

4.2 Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el número de brotes en el nopal

La variable número de brotes refleja la cantidad de brotes que producirá el cultivo y que será destinada al consumo fresco u otras aplicaciones.

En etapas iniciales de crecimiento hay hojas verdaderas asociadas a las espinas, generalmente comienzan a caer en la etapa en que los nopalitos llegan a su madurez comercial, además de representar la productividad del cultivo el número de brotes también refleja la capacidad de brotación y la formación de nuevos órganos vegetativos de la planta.

En la Figura 2. Muestra que el número de brotes tiene una tendencia similar en todos los tratamientos desde que la planta comienza a brotar hasta la cosecha. El número de brotes aumenta a medida que transcurre el tiempo; los mayores incrementos se dan entre los 105 y 120 días después de la siembra.

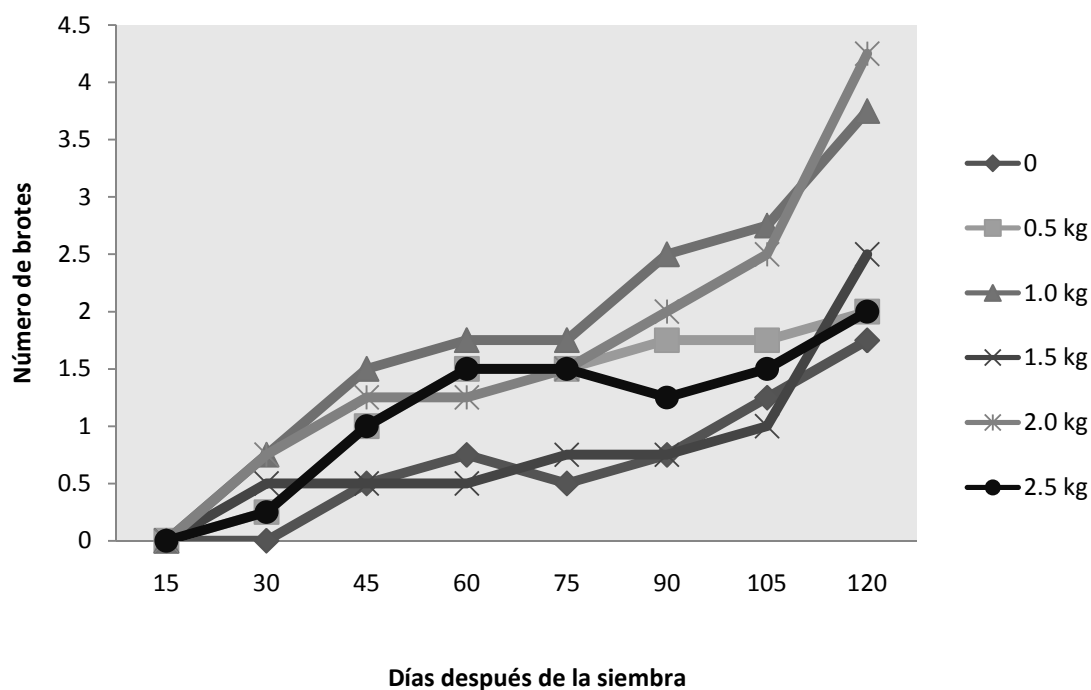


Figura 2. Número de brotes por planta, en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009

El Andeva realizado con un 95% de confianza (Anexo 2) refleja que la aplicación de diferentes dosis de compost no genera significancia estadística en cuanto al número de brotes en ninguno de los tratamientos durante el ensayo. Numéricamente a los 120 días después de la siembra el tratamiento que presentó mayor número de brotes fue el tratamiento 5 (2.0 kg.pta⁻¹) con un promedio de 4.25 brotes por planta y el tratamiento que se obtuvieron los menores resultados fue el tratamiento 1 o testigo absoluto con 1.75 brotes por planta.

En la Figura 2. Se refleja una disminución en el tratamiento 6 (2.5 kg.pta⁻¹), debido al daño físico causado por ganado vacuno que invadieron el ensayo, este tratamiento sufrió más daño debido a que tres de sus cuatro repeticiones se encontraban en los bordes (Anexo 1). En los demás tratamientos los daños fueron mínimos. Entre los 105 y 120 días después de la siembra, se da el mayor aumento en el número de brotes, coincidiendo con el mes de mayo que es la época donde propician las primeras precipitaciones en la zona, teniendo un total de precipitación para el mes de mayo de 212.8 mm de agua (INETER, 2009), (Anexo 7) lo cual fue de gran importancia para el aumento en el número de brotes; según (FAO, 2003) Otra adaptación del nopal son sus raíces que tienden a ser superficiales facilitando a una repuesta rápida a lluvias ligeras; Kausch (1965) afirma que esta especie puede formar nuevas raíces dentro de las 24 horas posteriores al humedecimiento de un suelo seco.

La productividad de *Opuntia ficus indica* está influenciada por los macro y micronutrientes del suelo, así como la salinidad y textura del suelo (Nobel, 1988; Hatzman *et al.*, 1991).

4.3 Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el ancho de brotes en el nopal

Al igual que la longitud, el ancho de brotes determina el área fotosintética activa, se dice que una mayor área foliar contribuye a un aumento de los rendimientos al incrementar los niveles fotosintéticos por lo cual aumenta la biomasa producida.

Como muestra la Figura 3. Hay un incremento en cuanto al ancho de brotes con relación al tiempo.

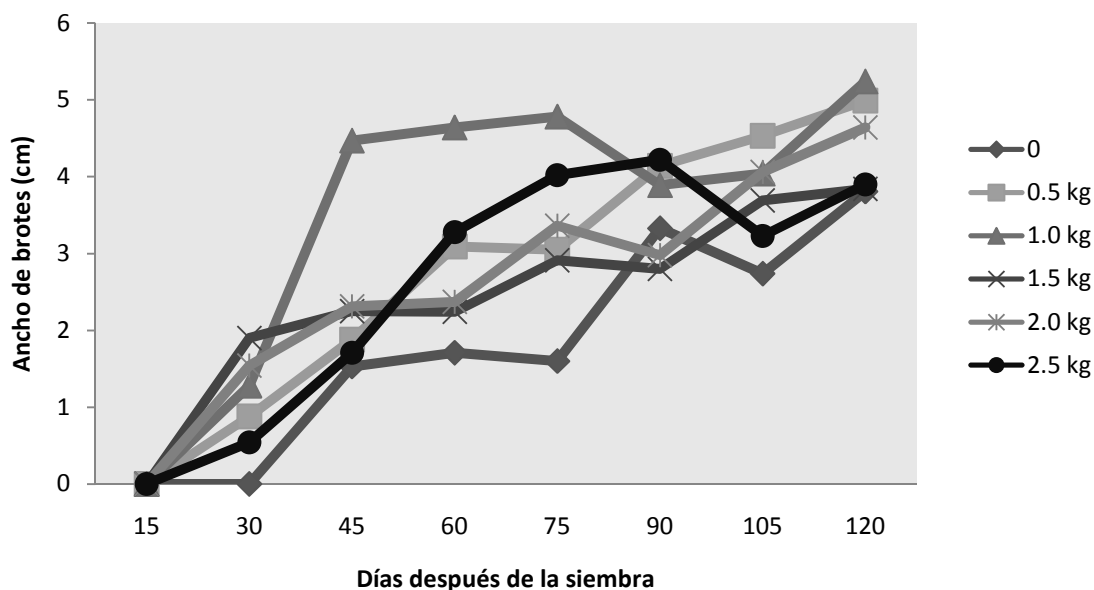


Figura 3. Ancho de brotes por planta (cm), en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009

Al realizar en ANDEVA con un 95% de confianza (Anexo 3), se encontró que el aplicar compost no generó significancia estadística en ninguno de los tratamientos. Se encontraron diferencias numéricas y el que tuvo el mayor ancho fue el T3 ($1.0 \text{ kg.planta}^{-1}$) con 5.25 cm y el de menor ancho de brotes fue el T1 o testigo absoluto con 3.81 cm.

La disminución del ancho de los brotes en los tratamientos se debe a que estos estaban lignificados, habían alcanzado su máximo desarrollo y por ende no se midieron más, así mismo el surgimiento de nuevos brotes, disminuye el promedio total que se obtiene del ancho para cada tratamiento. Como muestra la figura 3, la disminución en los tratamientos no ocurre en las mismas fechas debido a que el material de siembra utilizado provenía de diferentes fuentes, diferentes periodos de crecimiento, diferentes tamaños y pesos que puede afectar los resultados; es necesario que se uniformice el material de siembra a utilizar.

Pimienta (1997), explica que el ancho de los brotes es una característica propia de cada variedad, por lo tanto no habrá diferencias numéricas de gran peso o significancias en la evaluación del ancho entre individuos de la misma variedad en el cultivo de nopal.

4.4 Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre la longitud de brotes en el nopal

Esta variable es considerada un índice de cosecha.

El crecimiento vegetativo se realiza a través de yemas vegetativas existentes en la aureolas que es un órgano característica de las cactáceas, se encuentran en las axilas de las hojas; existen en dos puntos vegetativos, uno que dará origen a flores y a nuevo brotes y otro que dará origen a espinas. Entre más longitud exista mayor número de yemas y mayor crecimiento vegetativo; una vez que los brotes alcancen su máxima longitud se lignifican y dan lugar a un nuevo cladodio permitiendo la ramificación de la planta.

En la Figura 4. Se muestra hay un incremento en la longitud de brotes de manera ascendente y similar con pequeñas variaciones.

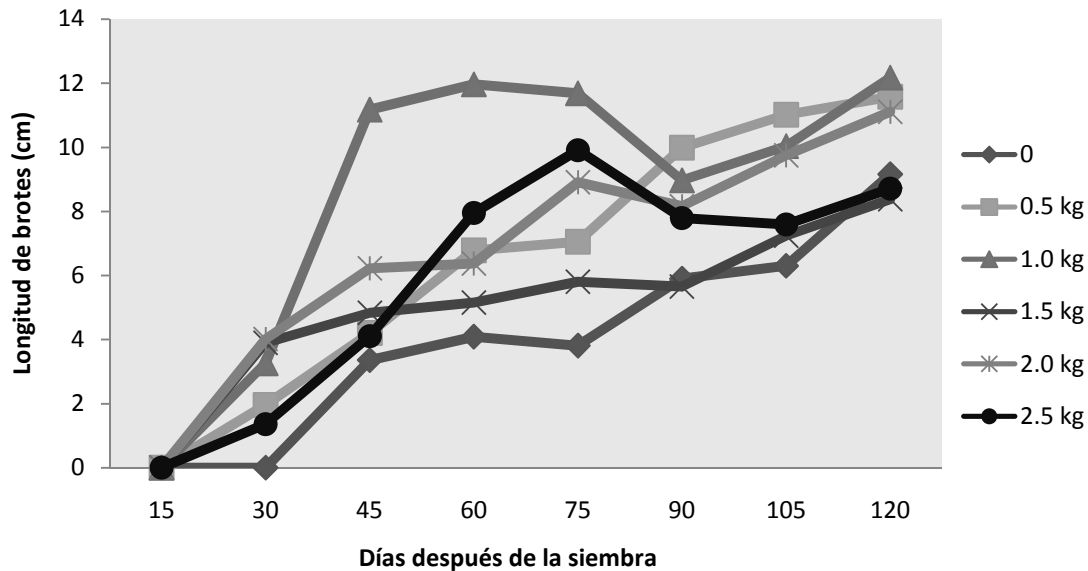


Figura 4. Longitud de brotes por planta (cm), en el cultivo de nopal, Diriamba, 2009

Según el ANDEVA realizado con un 95% de confianza (Anexo 4), la aplicación de compost no genera significancia estadística en cuanto a la longitud de brotes en ninguno de los tratamientos, Se encontraron diferencias numéricas por tanto el tratamiento con mayor longitud a los 120 dds fue el T3 (1.0 kg.planta⁻¹) con 12.18 cm y la menor longitud se obtuvo en el tratamiento T4 (1.5 kg.planta⁻¹) con 8.38 cm.

El descenso observado en la figura 4, es causado simplemente por el hecho de discontinuar la medición aquellos brotes que han alcanzado su máximo crecimiento por nuevos brotes en crecimiento.

Los resultados encontrados de longitud están dentro del rango establecido en las normas de calidad CODEX STAN 185-1993, la cual considera como tamaño comercial de los brotes entre 9 y 30 cm (FAO-OMS, 1993).

4.5 Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre número de brotes a cosecha en el nopal

Las variables número de brotes a cosecha es la que diferencia el total de brotes que tiene la plantación al momento de la cosecha, con aquellos brotes que están aptos para consumo fresco o comercialización.

Los cladodios deben de cosecharse 30 a 60 días después de brotar cuando pesen entre 80 y 120 g y sean de 15 a 20 cm de longitud o en dependencia de las exigencias del consumidor o destino del producto. Con relación al nopalito la cosecha se realiza manualmente con cuchillos o tijeras y cortando la base de la penca (Cantwell, 1999). Se recomienda realizar esta operación 2 a 3 horas después de la salida del sol con el fin de evitar un contenido alto de acidez, así como efectuar de una forma cuidadosa para evitar daños en la base del nopalito que puede ser entradas de microorganismos e incrementar las pérdidas de peso durante el manejo posterior.

En la Figura 5. Se muestra el total de brotes por tratamientos y la cantidad de brotes que están listos para ser cosechados tomando en cuenta ciertos índices de cosecha.

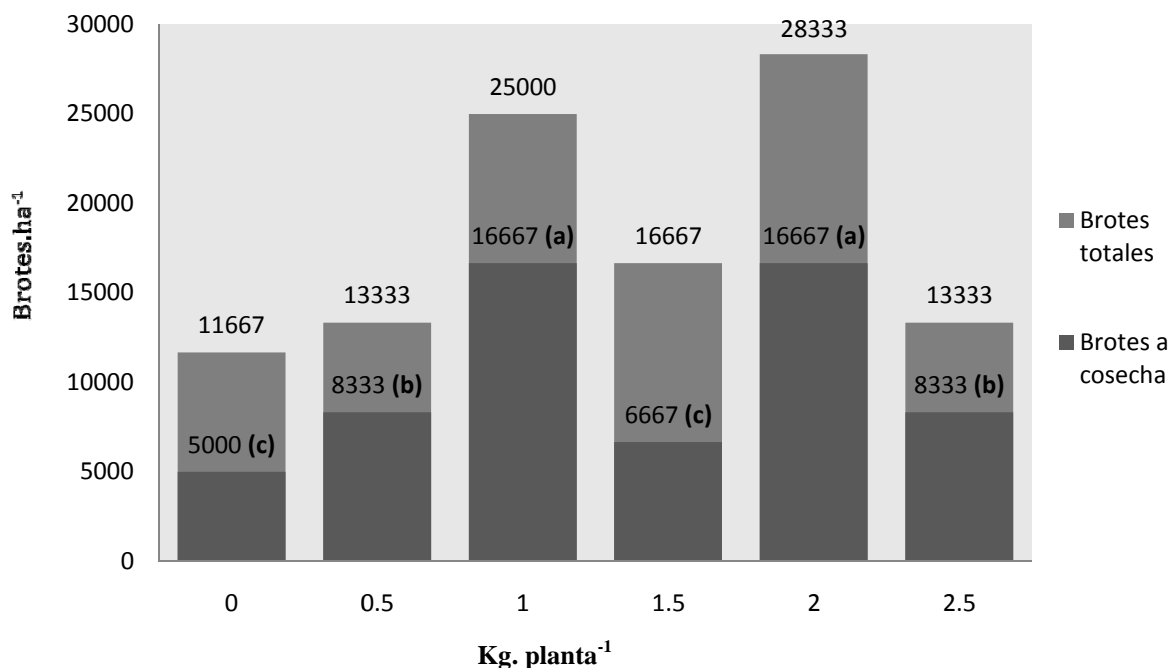


Figura 5. Brotos totales y brotes a cosecha por hectárea (120 días después de la siembra) del nopal, Diriamba, 2009.

El ANDEVA realizado con un 95% de confianza (Anexo 5), refleja que la aplicación de compost genera significancia estadística en cuanto al número de brotes a cosecha entre los tratamientos.

La prueba de rangos múltiples de Duncan realizada con $\alpha= 5\%$ indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en tres categorías estadísticas diferentes (Figura 5): en primer lugar, T3 (1.0 kg.planta⁻¹) y T5 (2.0 kg.planta⁻¹) que representan el mayor número de brotes a cosecha con 16,667 brotes por hectárea para ambos tratamientos respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí; en segundo lugar, T2 (0.5 kg.planta⁻¹) y T6 (2.5 kg.planta⁻¹) con 8,333 brotes por hectárea para ambos tratamientos respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí; en tercer y último lugar, con 6,667 brotes por hectárea para el T4 (1.5 kg.planta⁻¹) y 5,000 brotes por hectárea para el T1 o testigo absoluto, siendo estadísticamente iguales entre sí.

El tratamiento 3 (1.0 kg.planta⁻¹) y tratamiento 5 (2.0 kg.planta⁻¹), obtienen mayor número de brotes por planta y hay correspondencia de estos tratamientos con los brotes totales a cosecha.

4.6 Efecto de diferentes dosis de compost en época seca sobre el rendimiento en el nopal

Esta variable indica la capacidad de producción del cultivo a los 120 dds en la zona en la que se realizó el estudio. El rendimiento va a depender del manejo agronómico que se le da al cultivo y de las condiciones agroclimáticas de la zona.

El nopal en general presenta baja productividad debido en parte a la nutrición impuesta por el medio donde crecen. Las opuntias silvestres son usualmente encontradas en suelos muy pobres con bajos contenidos de materia orgánica y en regiones donde el período de crecimiento no permite la expresión de su potencial productivo. Se puede decir que es un cultivo con alto grado de rusticidad y bajo requerimientos, lo cual no significa que no los tenga, sino se cubren sus necesidades básicas mínimas por ende su productividad será baja.

En la figura 6 se muestra los rendimientos en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de los brotes cosechados para cada uno de los tratamientos.

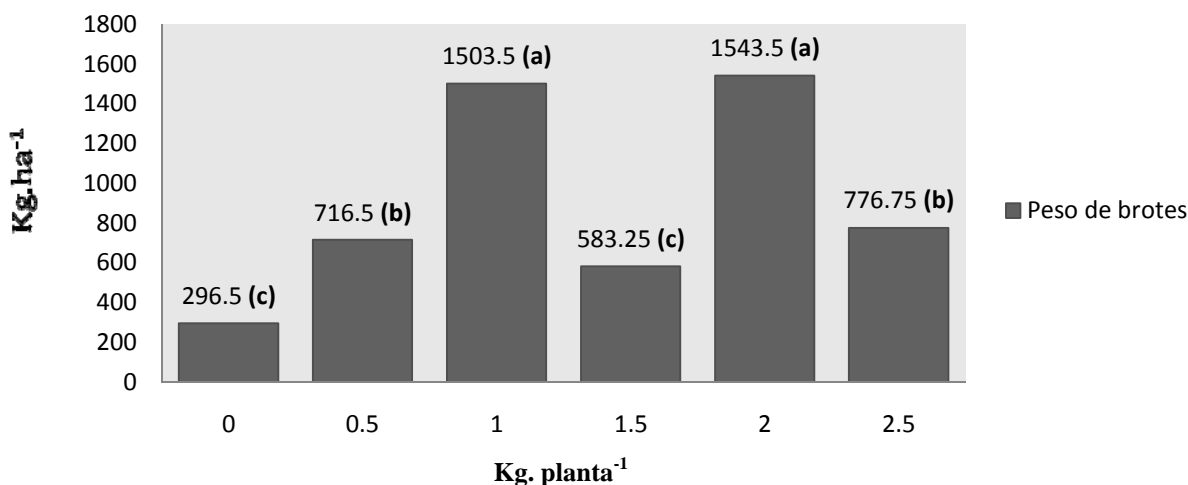


Figura 6. Rendimiento de nopal en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, Diriamba, 2009.

El ANDEVA realizado con un 95% de confianza (Anexo 6), refleja que la aplicación de compost genera significancia estadística en cuanto al rendimiento del cultivo entre los tratamientos.

La prueba de rangos múltiples de Duncan realizada con $\alpha= 5\%$ indica que el conjunto de tratamientos comparados pueden separarse en tres categorías estadísticas diferentes (Figura 6): en primer lugar, T5 (2.0 kg.planta⁻¹) y T3 (1.0 kg.planta⁻¹) que representan el mayor rendimiento, con 231.5 gramos por planta, lo cual representa 1,543 kilogramos por hectárea y 225 gramos por planta, lo cual representa 1,503 kilogramos por hectárea respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí; en segundo lugar, T6 (2.5 kg.planta⁻¹) y T2 (0.5 kg.planta⁻¹) con 116.5 gramos por planta, lo cual representa 777 kilogramos por hectárea y 107.5 gramos por planta, lo cual representa 717 kilogramos por hectárea respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí; en tercer y último lugar, T4 (1.5 kg.planta⁻¹) y T1 o testigo absoluto con 87.5 gramos por planta, lo cual representa 583 kilogramos por hectárea y 44.5 gramos por planta, lo cual representa 297 kilogramos por hectárea respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Según (Orue y Rojas, 2008; Blanco, 2009), el mayor rendimiento no lo obtiene el mayor peso de brotes, sino aquellos tratamientos en los cuales hay mas brotes por planta.

Como se puede apreciar, el cultivo de nopal responde bien a las condiciones de la zona, cabe destacar que aun en época de verano sin riego alguno y con un buen manejo agronómico que incluye: limpieza del cultivo, fertilización y otras actividades. El cultivo es capaz de producir y dar más seguridad y rentabilidad al productor.

Los rendimientos alcanzados en el presente trabajo son adecuados a los que se obtienen en esta época del año ya que según Sáenz (1985), las opuntias producen 2 cosechas por años sin la ayuda de alguna técnica o manejo agronómico en particular: una entre Febrero y Mayo de 2-4 t/ha y otra entre Julio a Octubre que produce de 6-9 t/ha.

Moreno (2007), argumenta que algunos parámetros generales relacionados con la producción vegetal en los cuales se afirma los beneficios de la aplicación de compost en suelos de cultivos, son el peso seco de la planta, peso del fruto, capacidad de absorción de N y P por parte de la planta y producción del cultivo en toneladas.

4.7 Análisis económico del ensayo

Cuadro 2.

DATOS GENERALES DEL ENSAYO			
Tratamiento	Dosis kg.planta⁻¹	N° de Aplicaciones	Rendimiento Medio kg.ha⁻¹
1	-	-	297
2	0.5	1	717
3	1	1	1,503
4	1.5	1	583
5	2	1	1,543
6	2.5	1	777

Precio del compost: C\$ 1.32 el kg

Precio del Nopal en campo: C\$ 40 por kg

Densidad de planta: 20,000 plantas por hectárea

Costo del día de trabajo: C\$ 60 día/hombre

4.7.1 Presupuesto Parcial

Según CIMMYT (1988), presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar datos experimentales con el fin de obtener costo y beneficios de los tratamientos alternativos.

Cuadro 3.

	PRESUPUESTO PARCIAL					
	Tratamientos					
	-	0.5	1	1.5	2	2.5
Rendimiento (kg.ha⁻¹)	297	717	1,503	583	1,543	777
Rendimiento ajustado (kg.ha⁻¹)	267	645	1,353	525	1,389	699
Beneficio bruto de campo C\$.ha⁻¹	10,680	25,800	54,120	21,000	55,560	27,960
Costo del fertilizante C\$.ha⁻¹	0	13,200	26,400	39,600	52,800	60,000
Costo de aplicación C\$.ha⁻¹	0	360	360	360	420	420
Total de costos que varían C\$.ha⁻¹	0	13,560	26,760	39,960	53,220	66,420
Beneficios netos C\$.ha⁻¹	10,680	12,240	27,360	0	2,340	0

Las 6 columnas representan los tratamientos, la primera línea representa los rendimientos medios por tratamiento, la segunda representa los rendimientos ajustados, reducidos a un 10% debido a que los rendimientos obtenidos por agricultores son menores que los obtenidos experimentalmente; el beneficio bruto de campo resulta de multiplicar el rendimiento ajustado por el precio del de 1 kg de producto.

La siguiente parte del presupuesto parcial incluye todos aquellos costos que varían por tratamiento, la última línea del presupuesto es el beneficio neto, las cuales resulta de restar el total de costos que varían al beneficio bruto, cabe destacar que los beneficios netos no son los mismo que utilidades porque el presupuesto parcial no incluye los otros costos de producción que no tienen que ver con la decisión de aplicar compost.

En general presupuesto parcial es una manera de calcular el total de costo que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento.

4.7.2 Análisis de Dominancia

El análisis de dominancia se efectúa ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costo que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento que tienen costo que varían más bajo. Aquellos tratamientos que son dominados se marcan con “D”.

Cuadro 4.

ANALISIS DE DOMINANCIA				
Tratamiento	Dosis	Total de costos que varían	Beneficios Netos	Dominados
1	-	0	10,680	
2	0.5	13,560	12,240	
3	1	26,760	27,360	
4	1.5	39,960	0	D
5	2	53,220	2,340	D
6	2.5	66,420	0	D

4.7.3 Análisis marginal que incluye presupuesto parcial y total

Cuadro 5.1

Presupuesto parcial			
	Tratamientos		
	1	2	3
Beneficio bruto C\$.ha⁻¹	10,680	25,800	54,120
Total costo que varían C\$.ha⁻¹	0	13,560	26,760
Beneficio neto C\$.ha⁻¹	10,680	12,240	27,360

Tasa de retorno marginal

$$TRM = \frac{12,240 - 10,680}{13,560 - 0} = \frac{1,560}{13,560} = 0.11 = 11.50\%$$

$$TRM = \frac{27,360 - 12,240}{26,760 - 13,560} = \frac{15,120}{13,200} = 1.14 = 114.50\%$$

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\$13,560 para compra y aplicación de compost, el cual recupera los 13,560 y obtiene beneficio neto adicionales de C\$ 1,560, igualmente al pasar al tratamiento 3 se invierten C\$ 13,200 para compra y aplicar compost, en el cual se recupera esta cantidad y se generó beneficio neto de C\$ 15,120.

Cuadro 5.2

Presupuesto total			
	Tratamientos		
	1	2	3
Beneficio bruto C\$.ha⁻¹	10,680	25,800	54,120
Total costo que varían C\$.ha⁻¹	0	13,560	26,760
Total de costo que no varían (incluye resto de actividades en que se incurre en gasto)	6,040	6,040	6,040
Costo total	6,040	19,600	32,800
Beneficio neto C\$.ha⁻¹	4,640	6,200	21,320

Tasa de retorno marginal

$$TRM = \frac{6,200 - 4,640}{19,600 - 6,040} = \frac{1,560}{13,560} = 0.11 = 11.50\%$$

$$\text{TRM} = \frac{21,320 - 6,200}{32,800 - 19,600} = \frac{15,120}{13,200} = 1.14 = 114.50\%$$

En cuanto a la tasa de retorno marginal para el presupuesto total significa que al pasar al tratamiento 2, por cada córdoba invertido para compra y aplicación de compost se recupera el córdoba invertido y se obtiene C\$ 0.11 adicionales. Igualmente al pasar al tratamiento 3, por cada córdoba de inversión para la compra y aplicación de compost se recupera el córdoba invertido y genera una ganancia de C\$ 1.14.

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 cultivo de nopal responde muy bien a las condiciones del lugar, obteniendo un porcentaje de sobrevivencia entre 91-100 %.
- ✓ El número, ancho y longitud de brotes, estadísticamente son iguales con la aplicación de diferentes dosis de compost.
- ✓ El rendimiento está influenciado por el manejo y la aplicación de enmiendas nutricionales (compost).
- ✓ La aplicación de compost presentó significancia estadística, tanto en número de brotes a cosecha y rendimiento, obteniéndose mejores resultados en los T3 (1 kg.planta⁻¹) y T5 (2 kg.planta⁻¹).
- ✓ Con el análisis económico se concluye que el mejor tratamiento es el T3 (1 kg.planta⁻¹), debido a que recupera la inversión y el porcentaje de ganancia es mayor.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Al momento de fertilizar el nopal, recomendamos aplicar a razón de 1 kg de compost por planta debido a que generó mejor resultados en cuanto al rendimiento y beneficios netos obtenidos.
- ✓ Realizar estudios de adaptabilidad en diferentes zonas agroclimáticas.
- ✓ Realizar estudios con la incorporación del compost a diferentes profundidades.
- ✓ Suministrar el compost 15 días antes para saber si genera alguna diferencia en comparación con el abonado al momento de la siembra.
- ✓ Procurar al momento de la siembra que el material a utilizar sea uniforme en tamaño y peso para disminuir la variación entre tratamientos.

VII. LITERATURA CITADA

Álvarez, W. Planta de nopal con chance. (en línea). Managua, NI. La Prensa. Viernes, 21 de agosto del 2009. Disponible en: <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2007/octubre/05/noticias/campoyagro/>

Blanco, M., Gutiérrez, C., Hernández, E. y Arauz, E. 2007. Distancias entre surco y su influencia sobre la maleza y el crecimiento y rendimiento del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en Diriamba. LIII Reunión Anual del PCCMCA. Antigua, Guatemala. 129 pp.

Blanco, M. Orue, R. y Rojas, E. 2008. Ficha técnica del nopal en Nicaragua (*Opuntia ficus indica* L. Miller). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI.

Blanco, M. Orue, R. Rojas, E. Neira, A. Cortez, N. 2008. Efectos de enmiendas nutricionales en el nopal (*Opuntia ficus indica* L.), recurso natural no explotado en Nicaragua. LIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 284 pp.

Blanco, M. y Rojas, E. 2009. Seis años de investigación en nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) en Diriamba, Nicaragua. Recurso natural con oportunidad. LV Reunión Anual del PCCMCA. San Francisco de Campeche, MX. 179 pp.

Cantwell, M. 1999. Manejo postcosecha de tunas y nopalitos. Pp. 126-143. In G. Barbera, P. Inglese y E. Pimienta, eds. Agroecología, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO Producción y Protección vegetal, p. 132. Roma, IT.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D.F., MX. p 19-50

FAO/OMS. 1993. Worldwide *Codex* standard for Nopal. Codex Stan 185-1993. *Codex Alimentarius*. Volume five B. Tropical fresh fruits and vegetables. Food and agriculture organization of the United Nations. World Health Organization. Roma, IT.

FAO. 2003. El Nopal (*Opuntia spp.*) como forraje. Candelario Mondragón-Jacobo. Roma, IT. p. 16 - 63.

Guerrero, R. 2005. Proponen al nopal como un alimento alternativo. (En línea). Edición 23906. Managua, NI. La Prensa. Jueves 14 de mayo del 2009. Disponible en: <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2005/agosto/19/campoyagro/>

Gutiérrez, C. y Hernández, A. 2008. Distancias entre surco y su influencia en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en Diriamba. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. p.5-12.

Hatzmann, S. Ebert, G. Lüdders, P. 1991. Influence of NaCl salinity on growth, ion uptake, and gas exchange of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *Angewandte Bot.*, 65: 161-168.

INETER. 2009. Instituto de estudios territoriales de Nicaragua. Departamento de agro meteorología. Managua, Nicaragua.

Kausch, W. 1965. Beziehungen zwischen wurzelwachstum, transpiration and CO₂ – Gaswechsil beieinigen kakteen. *Planta*, 66: 229 – 238.

Landero, F. y Cruz, E. 2006. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) para la producción de nopal verdura en la comunidad de buena vista del sur, Diriamba, Carazo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. p 2-12.

Melgarejo, P., 2000. Tratado de Fruticultura. A. Madrid Vicente, Ediciones. I Edición. Madrid, ES. p. 297-300.

Moreno, J. 2007. Compostaje. Mundi prensa. Madrid, ES. p. 340-350.

Nobel, P. S. 1988. Environmental biology of agaves and cacti. Cambridge Univ. Press. UK, CUP.

Nobel, P. S., 1991. Environmental productivity indices and productivity for *O. ficus-indica* under current and elevated atmosphere CO₂ levels. *Plant and cell environmental*.14: p. 637 – 646.

Orue, R. y Rojas, E. 2008. Efecto de enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal (*Opuntia ficus indica*) en Diriamba, Carazo. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. p. 29.

Pimienta, E. 1988. El nopal tunero: Descripción botánica, uso e importancia económica. in germen, somefi. N° 7, 1988. Texcoco, MX. p. 10-12.

Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. In: cactácea, suculentos mexicanos. CVS publicaciones, México. p. 22.

Ríos, J. Quintana V. 2004. Manejo general del cultivo de nopal. CP. N°1,2004. Chapingo. MX. p 19-21.

Sáenz, C. 1985. La tuna (*Opuntia ficus indica*) un cultivo con perspectivas. Alimentos. México. p. 47-49.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Plano de campo del ensayo de nopal en Guadarrama, Diriamba, 2009

Tratamientos

T1: testigo absoluto

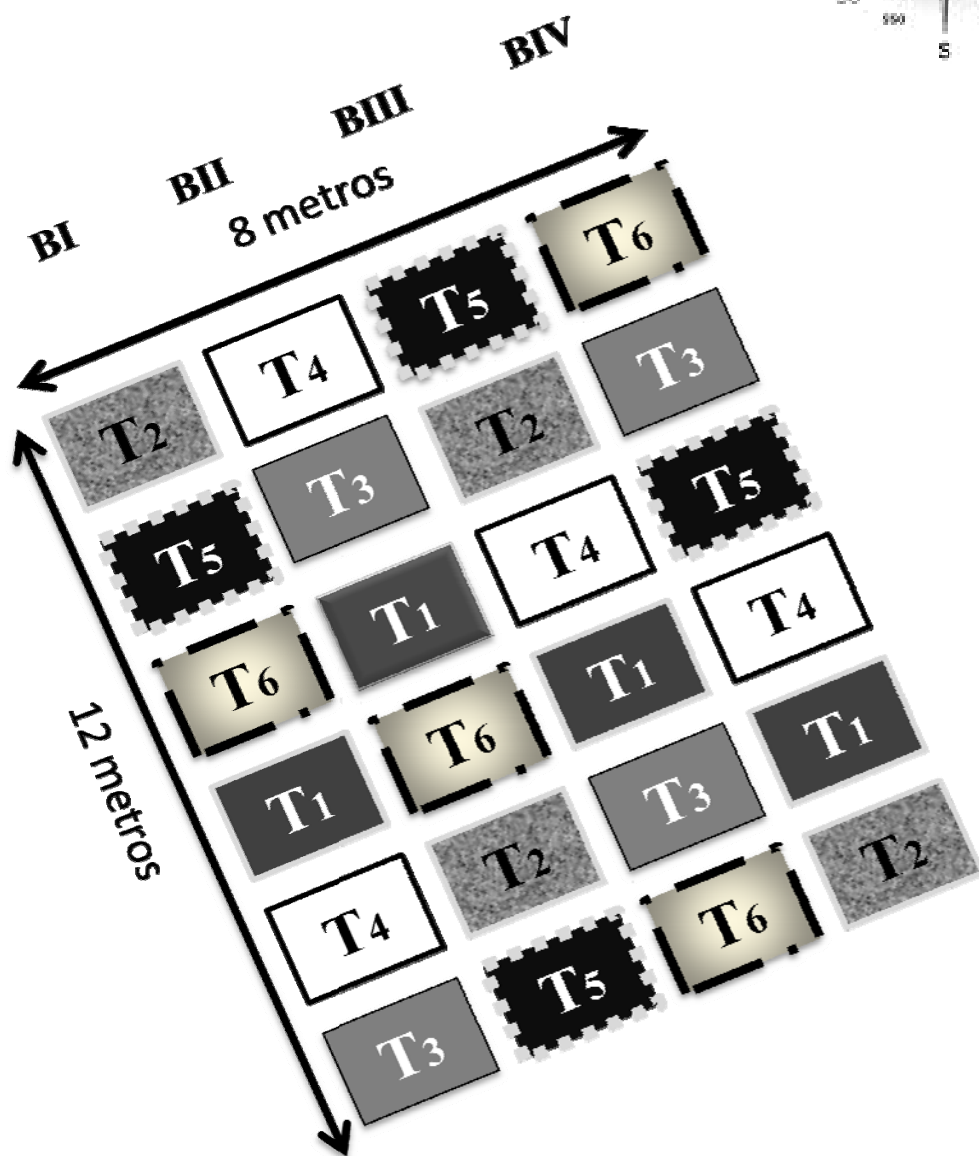
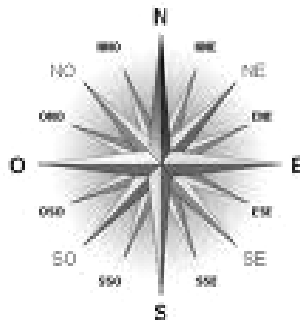
T2: compost 0.50 kg. Planta⁻¹

T3: compost 1.00 kg. Planta⁻¹

T4: compost 1.50 kg. Planta⁻¹

T5: compost 2.00 kg. Planta⁻¹

T6: compost 2.50 kg. Planta⁻¹



Anexo 2: Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para el número de brotes en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.

	30	45	60	75	90	105	120
Fc							
Bloque	1.1538 ^{NS}	0.5777 ^{NS}	0.8620 ^{NS}	0.7065 ^{NS}	1.0869 ^{NS}	0.8169 ^{NS}	0.02487 ^{NS}
Tratamiento	0.8461 ^{NS}	0.4523 ^{NS}	0.7793 ^{NS}	0.9782 ^{NS}	1.3043 ^{NS}	1.5228 ^{NS}	2.5920 ^{NS}
C.V. %	159.93	124.99	91.28	80.79	82.46	62.95	47.86

Anexo 3: Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para ancho en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.

	30	45	60	75	90	105	120
Fc							
Bloque	2.9067 ^{NS}	0.8166 ^{NS}	1.3071 ^{NS}	2.5295 ^{NS}	1.5882 ^{NS}	0.9938 ^{NS}	0.623 ^{NS}
Tratamiento	1.0484 ^{NS}	1.0258 ^{NS}	1.1165 ^{NS}	1.9973 ^{NS}	0.3082 ^{NS}	0.6040 ^{NS}	0.9163 ^{NS}
C.V. %	132.26	90.56	67.95	46.33	61.55	44.61	30.15

Anexo 4: Análisis de varianza del efecto de diferentes dosis de compost para la longitud en el cultivo de nopal a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después de la siembra.

	30	45	60	75	90	105	120
Fc							
Bloque	3.1565 ^{NS}	1.0730 ^{NS}	1.5754 ^{NS}	2.4936 ^{NS}	0.2691 ^{NS}	0.5786 ^{NS}	0.6217 ^{NS}
Tratamiento	1.027 ^{NS}	1.3578 ^{NS}	1.3649 ^{NS}	2.4404 ^{NS}	0.5662 ^{NS}	0.9154 ^{NS}	1.2591 ^{NS}
C.V. %	130.09	87.30	66.89	46.74	58.46	45.08	28.52

Anexo 5: Análisis de varianza para brotes cosechados al cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.

F de V	Sc	GL	CM	Fc	F 5%
Bloque	0.79166667	3	0.26388889	0.34545455 ^{NS}	3.29
Tratamiento	11.70833333	5	2.34166667	3.06545455 [*]	2.9
Error	11.45833333	15	0.76388889		
Total	23.95833333	23	C.V. % = 56.60		

Anexo 6: Análisis de varianza para el peso de brotes cosechados al cultivo de nopal a los 120 días después de la siembra.

F de V	Sc	GL	CM	Fc	F 5%
Bloque	18229.8333	3	6076.61111	0.95092494 ^{NS}	3.29
Tratamiento	115824.833	5	23164.9667	3.62507064 [*]	2.9
Error	95853.1667	15	6390.21111		
Total	229907.833	23	C.V. % = 59.04		

Anexo 7. Registro mensual de precipitación y temperatura (INETER, 2009).

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (Grados Celsius)
Enero	0	28
Febrero	0	28
Marzo	0	29
Abril	0	29
Mayo	212.8	29
Junio	122.2	29
Julio	45.9	30
Agosto	53.6	30
Septiembre	43	29
Octubre	296.5	29
Noviembre	189.4	30
Diciembre	0	28