



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

TRABAJO DE DIPLOMA

**DISTANCIAS ENTRE SURCO Y SU INFLUENCIA EN EL
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE
NOPAL (*Opuntia ficus indica* L.) EN DIRIAMBÁ, NICARAGUA.**



Foto tomada en cultivo de nopal en Diriamba, Nicaragua.

AUTORES:

**Br. CARLOS AUGUSTO GUTIÉRREZ HERRERA
Br. ABRAHAM SALOMÓN HERNÁNDEZ RIVAS**

ASESORES:

**MSc. MOISÉS AGUSTÍN BLANCO NAVARRO
Mc. AGUSTÍN ALEJANDRO AGUILAR ZAMORA**

**MANAGUA, NICARAGUA
ABRIL, 2008**



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

TRABAJO DE DIPLOMA

**DISTANCIAS ENTRE SURCO Y SU INFLUENCIA EN EL
CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE NOPAL (*Opuntia ficus indica* L.) EN DIRIAMBÁ, NICARAGUA.**



Foto tomada en cultivo de nopal en Diriamba, Nicaragua.

AUTORES:

Br. CARLOS AUGUSTO GUTIÉRREZ HERRERA
Br. ABRAHAM SALOMÓN HERNÁNDEZ RIVAS

ASESORES:

MSc. MOISÉS AGUSTÍN BLANCO NAVARRO
Mc. AGUSTÍN ALEJANDRO AGUILAR ZAMORA

**PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL
EXAMINADOR COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA.**

**MANAGUA, NICARAGUA
ABRIL, 2008**

INDICE GENERAL

Sección	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Descripción del lugar y del experimento	5
3.1.1 Ubicación del experimento	5
3.1.2 Zonificación agroecológica.....	5
3.1.3 Tipo de suelo	5
3.1.4 Variables evaluadas en el cultivo del nopal.....	6
3.1.5 Descripción del diseño experimental.....	7
3.1.6 Análisis estadístico realizados.....	8
3.1.7 Distribución de los tratamientos en el campo	8
3.2 Manejo agronómico	8
3.2.1 Época de plantación.....	8
3.2.2 Selección de la semilla	9
3.2.2.1 Tipo de semilla	9
3.2.2.2 Corte de la semilla Vegetativa.....	10
3.2.3 Curado de la semilla.....	10
3.2.4 Tipo de labranza	10
3.2.5 Método de plantación.....	11

3.2.6 Control de Malezas.....	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	12
4.1 Efecto de diferentes distancias entre surco en el número de brotes en el cultivo de nopal verdura.....	12
4.2 Efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de brotes en el cultivo de nopal verdura.....	14
4.3 Efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal verdura.....	16
4.4 Efecto de diferentes distancias entre surco en el rendimiento de cladodios en el cultivo de nopal verdura	17
V. CONCLUSIONES.	19
VI. RECOMENDACIONES.....	20
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
VIII. ANEXOS	25

DEDICATORIA

A mi madre Cándida Rosa Sevilla y mi abuela María Cristina Sevilla

A mis hijas Karla Marcela y Andrea Cristina

A mi esposa María Mercedes Escobar

Por haberme dado todo su apoyo, cariño y comprensión incondicional en los diferentes momentos de mi vida y haberme facilitado mi preparación profesional.

Carlos Augusto Gutiérrez Herrera

DEDICATORIA

A mi madre Luz Rivas por su ardua labor y apoyo incondicional.

A Eli del Carmen Bojorge Pérez por su apoyo y comprensión en todo momento.

A mi familia en general que de alguna u otra forma me ayudaron a finalizar mis estudios.

Abraham Salomón Hernández Rivas

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por habernos guiado en todo el camino del aprendizaje.

Al los profesores de la UNA que compartieron sus conocimiento en especial al MSc. Moisés Blanco Navarro que contribuyo a la conclusión de nuestros estudios.

Al profesor emérito Ing. Silvio Echaverry por habernos prestado con gran voluntad su finca, permitiendo facilitar la realización de este trabajo.

A todos los compañeros que nos brindaron su apoyo incondicional en especial a nuestro amigo de estudios Evertz Aráuz

A la Ing. Agr. Candida Sevilla por su apoyo y brindarnos facilidades para la ejecución de este trabajo de tesis.

Carlos Augusto Gutiérrez Herrera

Abraham Salomón Hernández Rivas

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Distanciamientos y densidades utilizadas en el ensayo sobre nopal en Buena Vista del Sur, Diriamba ,2007.....	7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Plano de la distribución de los tratamientos en el campo.	8
Figura 2. Número de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006.	13
Figura 3. Diámetro de cladodios en las diferentes distancias entre surco en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006.	15
Figura 4. Longitud de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006.	17
Figura 5. Rendimiento de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, Julio- Octubre, 2006.	18

INDICE DE ANEXOS

Casos	Página
Anexo 1. Composición química de los cladodios de distintas edades porcentaje de materia seca) en 100 gr de Nopalito.	26
Anexo 2. Itinerario técnico del cultivo de Nopal.....	26
Anexo 3. Resultados económicos de producción de nopal.....	26
Anexo 4. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el numero de rebrotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.	27
Anexo 5. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los rebrotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.....	27
Anexo 6. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de los rebrotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.....	27
Anexo 7. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el numero de rebrotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.	27
Anexo 8. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los rebrotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.....	27
Anexo 9. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de los rebrotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.....	28

RESUMEN

El presente documento contiene el análisis de las investigaciones científicas y manejo agro técnico del cultivo de nopal verdura (*Opuntia ficus indica* L.), en la formulación y evolución de un diseño experimental, para el aprovechamiento de las bondades del cultivo en las zonas secas de nuestro país, en la que los cultivos de granos básicos y legumbres no responden satisfactoriamente a las necesidades del productor, por las altas temperaturas y la poca disponibilidad del recurso hídrico durante la mayor parte del año. Bajo este contexto relacionándolo con los diferentes estudios del cultivo, el 17 de agosto del 2006 se estableció el experimento de campo, en la finca Guadarrama, ubicada en la comunidad de Buena Vista del Sur, propiedad del Ingeniero Silvio Echaverry Briceño, en el kilómetro 56 carretera Diriamba- La Boquita del departamento de Carazo. Se realizó un análisis de la influencia de diferentes distancias entre surcos sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo de nopal, utilizando un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro distancias entre surcos: 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, con densidades de 40 000, 20 000, 13 333, 10 000 de plantas por hectárea respectivamente, se analizaron las siguientes variables: Numero de brotes por planta, longitud y diámetro de los brotes, sobrevivencia de las plantas y rendimiento. El mayor numero de brotes (16 brotes), los brotes con mayor diámetro (9.17 cm) y la mayor Longitud de los brotes (15.57 cm), los presento el tratamiento de 1.0 m entre surco, No habiendo significancia estadística para ninguno de los casos pero si numérica, el nivel de sobrevivencia de la plantación fue del 100 %, los mejores rendimientos los presento el tratamiento entre surcos de 0.5 m con 2 000 kg/ha.

I. INTRODUCCIÓN

El interés del ser humano por los nopales (*Opuntia spp*), data de miles de años. Su origen e historia están íntimamente relacionados con las antiguas civilizaciones mesoamericanas, en particular con la cultura azteca. Existen evidencias arqueológicas que permiten afirmar que fueron las poblaciones indígenas asentadas en las zonas semiáridas de Mesoamérica las que iniciaron su cultivo de modo formal (Pimienta, 1990).

Los aztecas lo usaban para muchos usos medicinales: para las fiebres bebían el jugo, el mucílago o baba del nopal la utilizaban para curar labios partidos, la pulpa para la diarrea, las espinas en la limpieza de infecciones, la fruta la usaban para el exceso de bilis, empleaban las pencas del nopal como apósito caliente para aliviar inflamaciones y la raíz para el tratamiento de hernia, hígado irritado, úlceras estomacales y erisipela (Díaz del Castillo, 1991).

Sin duda los nopales influyeron en el asentamiento de tribus errantes que concurrían en la época de la fructificación, a las zonas habitadas por esta planta y acababan por fijar ahí su residencia (Bravo- Hollis, 2002). Es muy probable que en los muestrarios de plantas y animales llevados a España por Colón, se incluyeran nopales como muestra de la exótica flora del nuevo mundo (Barbera *et al.*, 1999).

Las opuntias son nativas de varios ambientes, desde abajo del nivel del mar en los desiertos de California, hasta elevaciones de más de 4 700 metros en las montañas de Perú; desde regiones tropicales de México donde las temperaturas están siempre arriba de 5 °C a regiones del Canadá que tienen hasta -40 °C en el invierno (Nobel, 1998).

El nopal pertenece a la familia de las Cactáceas, se considera como centro de origen de este género el área del golfo de México y el Caribe, debido a la gran variabilidad genética que se encuentra en dicha zonas desérticas de Estados Unidos, México y América del Sur (Sosa y García, 1997). En México los opuntias presentan un alto grado de diversidad genética y aquí es donde se ha dedicado más tiempo a su estudio en comparación con otros lugares (Pimienta, 1997).

La tuna es el fruto del nopal, muy apreciado, madura en color rojo y amarillo. Según Basile (2001), después de México, Italia es el segundo país productor de tuna en el mundo

El nopal es una verdura muy apreciada en diversos países, Estados Unidos promedia una producción de 10,000 t/ año (Flores, 2001). El Nopal verdura, en 1999 alcanzó en México el lugar número 11 en volumen de producción y el número 12 en cuanto al valor de producción, dentro de las principales hortalizas (SAGAR-CEA. 1999).

Las flores se consideran también, al igual que los cladodios, una verdura y se pueden consumir como tales (Villegas y de Gante, 1997), además observó que el contenido de proteínas es mayor en los brotes; la fibra cruda aumenta con la edad del cladodio. Así Cantwell, (1999) indica que se puede comparar el valor nutritivo de los nopalitos frescos con el de la lechuga o la espinaca, con la ventaja de que se puede producir de forma rápida y abundante por plantas expuestas a altas temperaturas y con poco agua. Las "hojas" del nopal poseen entre 80 a 95 % de agua (Pimienta, 1990).

El tipo de fotosíntesis que presentan los nopales es conocido como Metabolismo del Ácido Crasuláceo (plantas CAM), abren sus estomas en la noche, de modo que la entrada de CO₂ y la pérdida de vapor de agua asociada, ocurren en la parte más fresca del ciclo de 24 horas. Este patrón de intercambio de gases ha sido

estudiado extensamente en las Crasuláceas, aunque aparentemente se haya reconocido primeramente en las Cactáceas (S.A.R.H. 1992).

Los estomas, en déficit hídrico extremo, permanecen cerradas durante el día y la noche, evitando la transpiración y la entrada de CO₂ (Sudzuki *et al.*, 1993). Según Nobel (1998), sus raíces superficiales y extendidas captan el agua de las escasas lluvias que caen en esos ambientes. La cutícula cerosa sobre sus tallos es relativamente gruesa, generalmente de 5 a 30 µm., esto ayuda a prevenir la pérdida de agua de las plantas hacia el ambiente. Adicionalmente la densidad estomatal es usualmente baja para la opuntias, generalmente 20 a 30 estomas por milímetro cuadrado (Keeley y Keeley, 1989).

La principal especie utilizada en el mundo para la obtención de fruta y cladodios es *Opuntia ficus indica* (Pimienta y Muñoz, 1999). La razón mayor del interés hacia los opuntias es la importante función que puede tener en el éxito de los sistemas de agricultura sostenible en zonas áridas y semiáridas, además requiere de poca agua y energía. En algunos sistemas multifuncionales son importantes para protección del suelo y sus funciones básicas como planta que puede producir material para alimento y materia prima (García y Nobel, 1992).

El nopal se usa como forraje, pero igualmente se comercializan las pencas tiernas como verdura, sus cladodios presentan altos niveles de palatabilidad y digestibilidad, asociados con un alto contenido de agua que reduce la necesidad de suministrar agua a los animales.

Los cladodios jóvenes se consumen como verdura principalmente en México. Los frutos para consumo en fresco tienen un mercado internacional potencial en Estados Unidos de Norte América y Europa donde se les considera un producto exótico. Finalmente, resultados experimentales han demostrado que el nopal tiene propiedades medicinales y puede ser eficiente en tratamientos contra la diabetes, gastritis y obesidad (FAO, 1999).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes distancias entre surcos sobre el crecimiento y desarrollo del nopal verdura para la producción y rendimiento de cladodios.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de las distancias de siembra entre surco en el cultivo de nopal verdura para la producción de cladodios.
2. Fomentar el éxito del nopal en agro sistemas sostenibles, en regiones del trópico seco de nuestro país.
3. Dar a conocer que el cultivo de nopal es una alternativa productiva mediante su capacidad de adaptación y rendimiento en las zonas secas de nuestro país para las familias pobres de Nicaragua.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del lugar y experimento

3.1.1 Ubicación del experimento

El experimento se estableció en época de postrera entre los meses de julio a octubre del año 2006, en la finca Guadarrama propiedad del Ingeniero Silvio Echaverry Briceño, localizada en la comunidad de Buena Vista del Sur, kilómetro 56 carretera Diriamba-La Boquita, departamento de Carazo.

3.1.2 Zonificación agroecológica

El experimento se localiza en las siguientes coordenadas geográficas latitud 11° 45' 7'' Norte y longitud 86° 18' 48'' Oeste, zona subtropical seca. Precipitación media 1 200 mm, temperatura entre 30 °C y 32 °C. Elevación de 149 msnm, el clima es seco por la sabana matorralosa cerca del mar.

3.1.3 Tipo de suelo

El tipo de suelo predominante en la zona donde se estableció el ensayo es arcilloso, existe cierta homogenización del suelo clima y vegetación con un progresivo cambio de las partes más altas hasta la orilla del mar.

3.1.4 Variables evaluadas en el cultivo del nopal

Número de brotes: son los nuevos cladodios (artículos globosos claviformes aplanados, muy carnosos comúnmente llamados hojas), estos fueron contabilizados por tratamiento en cada una de las plantas que conforman la parcela útil (16 plantas) por tratamiento, esto se llevó a cabo cada 15 días después de la siembra, los brotes constituyen la cantidad de material alimenticio o vegetativo disponible para reproducción o material de cosecha para futuras plantaciones.

Diámetro y longitud de los brotes: son las dimensiones de cada uno de los brotes (cladodios) contabilizados (16 Plantas). El diámetro y la longitud se midieron en cm, con una cinta métrica llevando a cabo su control de crecimiento cada 15 días finalizando en la cosecha a los 105 dds.

Sobrevivencia: es la cantidad de plantas vivas (adaptadas) y muertas (perdidas) encontradas y contabilizadas (96 plantas evaluadas) en las diferentes tomas de datos, habiéndose iniciado este proceso desde los 15 dds hasta los 105 dds.

Rendimiento: Los cladodios se cortaron y seleccionaron a los 105 dds teniendo en cuenta los siguientes índices de cosecha: el nivel de fibra cruda que poseían, preferiblemente los nopalitas de textura suave (tiernos), con dimensiones de 5 a 15 cm de diámetro y 10 a 20 cm de largo, sin afección de enfermedades, ni deformaciones los cuales son los más aptos para la cosecha según Gibson y Nobel, (1986), estos se contaron en número de 16 plantas por tratamiento y se procedía a pesar evaluado los resultados en kg/ha

3.1.5 Descripción del diseño experimental.

El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar (BCA), con seis repeticiones y cuatro tratamientos.

El ensayo presentaba las siguiente dimensiones:

- 15 m de largo.
- 6.5 m de ancho.

Con una densidad poblacional de 240 plantas en un área de 43 m², de las cuales 96 se llevo su control, estas forman parte de la parcela útil, distribuidas en los diferentes tratamientos.

Blanco *et al* (2006), plantea que los menores distanciamientos entre planta proporcionan para la explotación del cultivo de nopal verdura mayor ventaja en cuanto al aprovechamiento del espacio, siendo el distanciamiento de 0.5 m entre planta el más eficiente, los distanciamientos entre surco constituyen los tratamientos a evaluar, obsérvese tabla 1.

Tabla 1. Distanciamientos y densidades utilizadas en el ensayo sobre nopal en Buena Vista del Sur, Diriamba ,2007.

Tratamiento	Distancia entre plantas (m)	Distancia entre surcos (m)	Densidad de siembra
A₁	0.5	0.50	40 000 plantas / ha
A₂	0.5	1.00	20 000 plantas / ha
A₃	0.5	1.50	13 333 plantas / ha
A₄	0.5	2.00	10 000 plantas / ha

3.1.6 Análisis estadísticos realizados

Los datos de campo fueron sometidos al análisis de varianza, seguido de la prueba de medias Tukey, igualmente se emplearon estadísticas descriptivas (frecuencias e histogramas) para las variables.

3.1.7 Distribución de los tratamientos en el campo

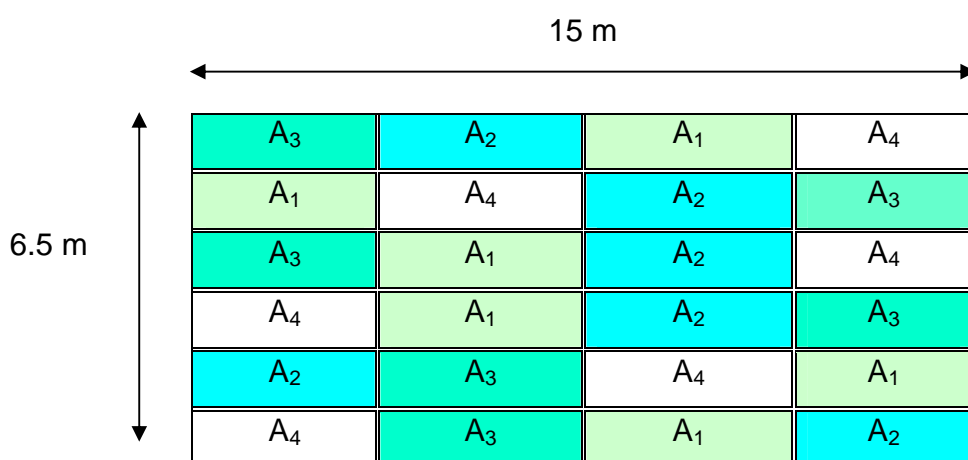


Figura 1. Plano de la distribución de los tratamientos en el campo.

Clave: A₁: 0.50x0.50 m, A₂: 1.0x0.50 m, A₃: 1.50x0.50 m, A₄: 2.0x0.50 m.

3.2 Manejo agronómico

3.2.1 Época de plantación

La época de plantación fue determinada en la región de acuerdo a la temporada de lluvias, realizándose el 11 de julio del año 2006, con la finalidad de aprovechar el ciclo lluvioso y que la planta alcance un buen desarrollo durante el periodo productivo.

Cuando por falta de humedad en el suelo no sea posible realizar la plantación en el período antes señalado, se recomienda realizarla en los meses de agosto o septiembre sin embargo el nopal plantado no alcanza a emitir brotes, pero en cambio aumenta el sistema radicular y acumula reservas que aprovechará en la siguiente época, para la emisión de numerosos brotes (Bravo, 1978).

3.2.2 Selección de la semilla

Se utilizó la variedad criolla sin espina.

Esta variedad crece y se desarrolla de 3-5 m de alto, corona ancha, glabrosa; tallo de 60-150 cm de ancho, cladodios abobados de 30-6 cm de largo, 20-40 cm de ancho y 19-18 mm de grueso, verde oscuro, cubierto de una capa de cera (Mir, 1997).

3.2.2.1 Tipo de semilla

Se utilizó semilla asexual o vegetativa. Esta forma tiene mayores ventajas, debido a que se obtienen poblaciones uniformes y se pueden perpetuar características favorables que se hayan detectado en individuos de la población. Esto es importante cuando se habla de nopaleras comerciales, ya que de esta manera se mantienen características fenológicas y de calidad de frutos necesaria para una buena producción según Borrego y Burgos (1986).

Las plantas obtenidas por este método comienzan a producir más rápidamente y se pueden propagar a partir de pencas enteras o fracciones mínimas. Se recomienda esta última práctica en los lugares donde es escaso el material de propagación, a fin de reducir los costos de transportación (Pimienta, 1990).

3.2.2.2 Corte de la semilla Vegetativa

La semilla vegetativa fue cortada y seleccionada en forma de conejitas (uso de un cladodio principal y dos secundarios sobre éste) Blanco *et al.*, 2005 ha demostrado su efectividad, obteniendo mayores rendimientos en menor tiempo.

3.2.3 Curado de la semilla

A los 15 días antes de la siembra se le aplicó en las heridas un baño de caldo bordelés, para evitar pudriciones posteriores y transportar enfermedades al sitio del experimento. El caldo bordelés al 2 % se preparó con 2 partes de cal (Ca), 2 partes de sulfato de cobre tribásico y 100 partes de agua (H₂O).

Las pencas tratadas con caldo bordelés, se colocaron bajo sombra cerca del ensayo, procurando evitar daños por sol o otros agentes bióticos.

3.2.4 Tipo de labranza

El sistema de labranza que se utilizó fue el de labranza cero; no se realizaron operaciones de labranza antes de la siembra, la única remoción del suelo fue a la hora del hoyado y el tapado de la semilla vegetativa utilizando coba, pala y pico.

3.2.5 Método de plantación

Respecto a la profundidad: se enterraron las dos terceras partes de la penca (aproximadamente 20 cm), ya que de no hacerlo, se corría el riesgo de que se acamen por efectos del viento, según Blanco *et al.*, (2005).

Respecto a la orientación de las pencas: la cara plana se colocó perpendicular a la trayectoria del sol para una mayor captación de luz solar directa según estudios realizados por López *et al.*, (1997) además agregaron que en sitios donde las temperaturas son muy altas a extremas, debe hacerse en forma contraria, para reducir las quemaduras, en las regiones con heladas frecuentes es conveniente que sea el borde el que quede orientado hacia la dirección donde soplan los vientos dominantes. Desde el punto de vista práctico, es recomendable que las caras planas se coloquen paralelas a las hileras de esta manera los brotes, aunque no todos, se orientan en forma natural en dirección a las hileras, y se evita que los brazos de las pencas invadan las calles y dificulten las labores de mantenimiento y cosecha.

3.2.6 Control de malezas

Las características ambientales de la zona durante la evolución del experimento como escasez de agua no propician la competencia de las malezas con el cultivo durante los primeros meses, sin embargo se hicieron dos controles de arvenses, éstos se dieron a los 45 y 90 días después de la siembra para evitar riesgos de enfermedades y competencias nutrimentales y de espacio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Efecto de diferentes distancias entre surco en el número de brotes en el cultivo de nopal verdura

Se realizó el conteo de la cantidad de brotes o Cladodios por tratamiento en diferentes tomas de datos, iniciando este control de crecimiento cada 15 (dds) hasta los 105 días en la cosecha, cabe mencionar que el cultivo durante todo el período de ejecución del experimento estuvo expuesto a estrés hídrico, por la escasa pluviosidad y las altas temperaturas características de la zona.

No se encontró en el análisis de varianza según Tukey al 95 %, significancia estadística (observarse anexo 4 y 7, análisis de varianza en el número de brotes), pero se encontraron diferencias numéricas en la cantidad de cladodios por tratamiento, la que nos orienta que a menor distanciamiento mayor cantidad de cladodio contabilizados que se aprecian en la Figura 2. El tratamiento de 1 m entre surcos, con un total de 16 brotes a cosechar; Este distanciamiento permite la buena movilidad e implementación de prácticas de manejo, aquí se presenta un desarrollo diferenciado del resto de tratamientos. El tratamiento 0.5 m entre surcos con 13 brotes a cosechar, a diferencia que el anterior si se dificulta las de prácticas de manejo y por consiguiente la cosecha. El menor número de rebrotes se obtuvo en los tratamientos 1.5 m y 2 m entre surcos con 3 y 8 brotes respectivamente, aquí se dio la mayor pérdida por caída de brotes por efectos de viento y la menor cantidad de brotes a cosechar, especialmente este problema se dio en el tratamiento de 1.5 m después de los 90 días.

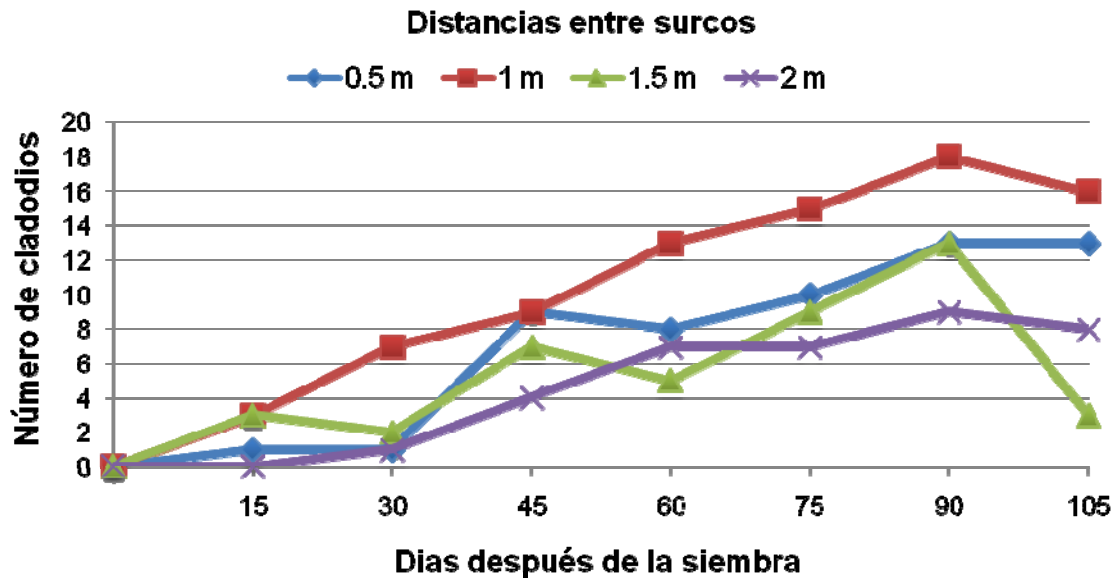


Figura 2. Número de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006.

Estos resultados son apropiados a los encontrados en plantaciones en México, los que han demostrado que la utilización de menores densidades poblacionales proporciona los mejores y mayores índices de producción, por el aprovechamiento máximo de espacio y tiempo según estudios realizados por Tegagne (2002) además completa que el cultivo siempre aprovecha al máximo las pocas proporciones o suministros de agua, los cuales requiere para su desarrollo y establecimiento, pudiendo ser estos casi nulos.

La orientación de las pencas tiene efectos fisiológicos particulares y en consecuencias en la productividad del nopal tunero, ya que su productividad esta frecuentemente limitada por la disponibilidad de luz (Nobel, 1982).

4.2 Efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de brotes en el cultivo de nopal verdura

El diámetro de los brotes se Toma en cuenta para notar diferencias estadísticas significativas de los tratamientos en el ancho de los cladodios en las diferentes tomas de datos evaluadas durante el ciclo productivo del cultivo de nopal.

A pesar de las dificultades climatológicas de la zona, el cultivo de nopal respondió satisfactoriamente, hay que mencionar que no se agregó al suelo ningún tipo de enmiendas nutricional como lo es el uso de compost, gallinaza, etc.

No existe significancia estadística en los tratamientos según Tukey al 95 %, (observe anexos 5 y 8, análisis de varianza en el diámetro de los brotes), esto nos indica que los distanciamientos y los bloques no causan efecto en el desarrollo de los cladodios, pero se destacan diferencias numéricas reales, pudiendo observarse que el tratamiento 1.0 m entre surcos presenta los brotes con mayor diámetro con un promedio de 9.17 cm, las plantas que se encontraban en este tratamiento tenía menor presencia de enmalezamiento, por consiguiente existía una menor competencia por el uso de los nutrientes del suelo, el tratamiento 0.5 m entre surcos y el tratamiento 1.5 m entre surcos presenta los brotes con un diámetro de 8.4 cm y 8.03 respectivamente, estos resultados a pesar de ser más bajos entran dentro del rango característico de la variedad y de las exigencias del mercado Mexicano e internacional, el tratamiento 2.0 m entre surcos presenta los brotes de menor diámetro con 6.53 cm, este tratamiento presentaba la mayor presencia de enmalezamiento, por lo tanto el desarrollo de los cultivos pueden ser inhibido o verse afectado por competencia con las arvenses (Alemán, 1991).

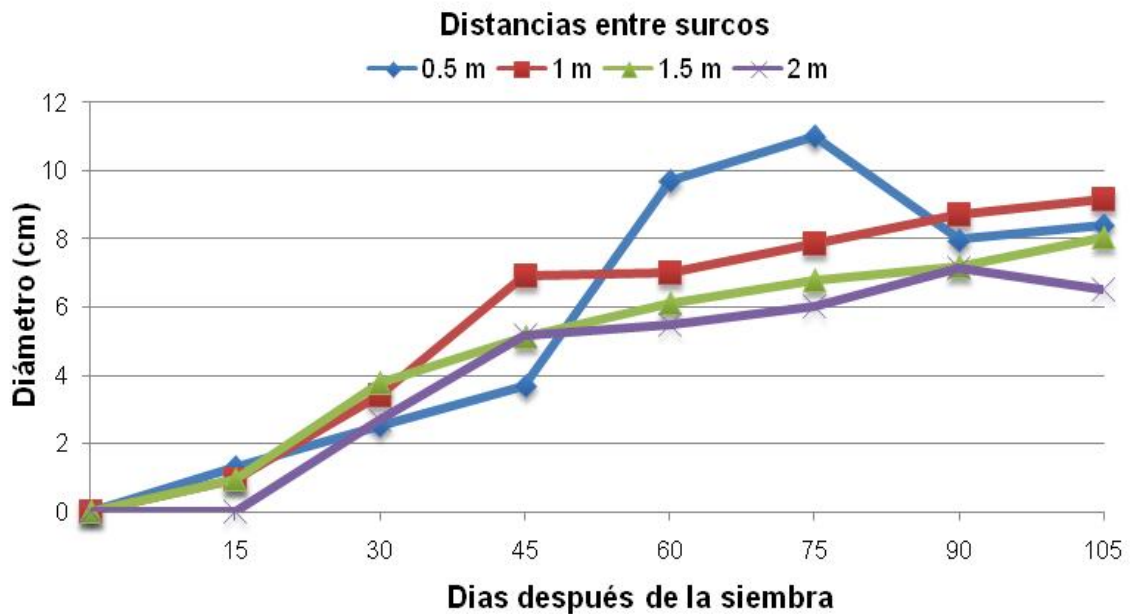


Figura 3. Diámetro de cladodios en las diferentes distancias entre surco en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006.

El diámetro de los cladodios se ve influenciado por la competencia de espacio y la necesidad de captar de manera eficiente la energía solar y nutrientes del suelo, las plantaciones con densidades pequeñas de 0.5 a 1.0 m de distancias entre surcos existe una menor competitividad por nutrientes y energía con las malezas, esta influencia de los distanciamientos sobre diámetro de los brotes en el cultivo de nopal se ha demostrado en trabajos anteriores realizados en esta misma zona, los cuales se produjeron resultados similares según Blanco *et al.*, (2005).

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

4.3 Efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal verdura

La longitud de los brotes representa uno de los índices característicos de cada especie de las Opuntias, se hace necesario el conocimiento de estos índices para tomar en cuenta en los períodos de cosecha o tiempo a cosechar de los nopales y así aprovechar al máximo la suavidad (tierno) de los mismos, la cual forma parte del nivel de aceptación y palatabilidad en la alimentación humana.

A los 45 días se presentó diversidad de especies de malezas, dominando el *Cynodon dactylon* o comúnmente conocido como zacate gallina. La mayor abundancia se dio en los tratamientos con más distancias entre surcos, a pesar de la competencia la planta aprovechó al máximo las pocas precipitaciones, cuyos datos fueron tomados cada 15 días hasta el momento de la cosecha en los 105 días después de establecido el experimento.

No existe significancia estadística en los tratamientos según el método de Tukey 95 %, nótese en anexo 6 y 9 (análisis de varianza en la longitud de los brotes), cabe mencionar que los tratamientos de 0.5 m y de 1.0 m entre surcos presentan los brotes con mayor longitud con un promedio de 15.57 cm y 15.35 cm respectivamente, en estos tratamientos no se presentaron problemas con el manejo de Poaceas. Los tratamientos de 1.5 m y de 2.0 m entre surcos presentan los cladodios de menor longitud con 13.2 cm y 13.03 cm respectivamente estos resultados no tuvieron diferencias numéricas, todas entran dentro del rango característico de la variedad, proporcionando así uno de los índices característicos de cosecha.

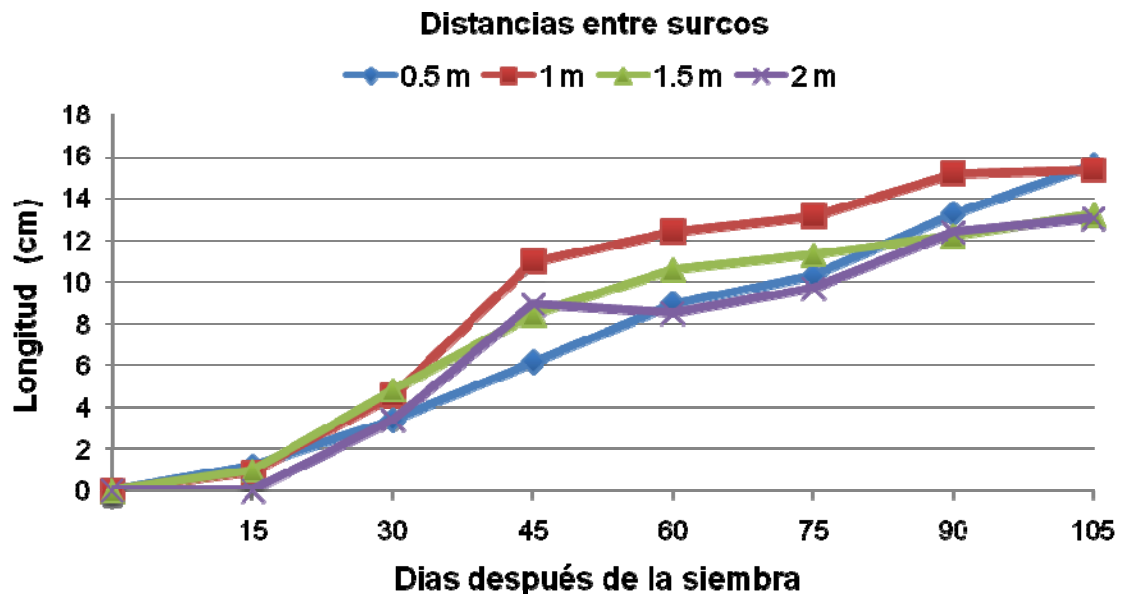


Figura 4. Longitud de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006

El desarrollo longitudinal fue constante no presentando ninguna diferencia significativa durante todo el proceso de evaluación.

Estos resultados son adecuados a los que se presentan en países productores de nopalitos cuyos índices de cosecha se establecen entre los siguientes rangos: 15 a 20 cm de largo y 8 a 12 cm de ancho (Gibson y Nobel, 1986).

4.4 Efecto de diferentes distancias entre surco en el rendimiento de cladodios en el cultivo de nopal verdura

En el rendimiento se evalúa la capacidad de los cultivos para producir como se puede observar en la Figura 5, cuyos resultados fueron: en el tratamiento 0.5 m de distancia entre surcos presentaron los mayores rendimientos, logrando 2 000 kg/ha, este tratamiento permite el aprovechamiento máximo del espacio. El espaciamiento de 1.0 m entre surcos se obtuvo 1 500 kg/ha, en esta distancia se

obtiene menos nopalitos que el tratamiento anterior; pero se facilita la realización de actividades agronómicas como son el control de malezas y cosecha, en el tratamiento de 0.5 m entre surcos si se dificulta la realización de estas actividades.

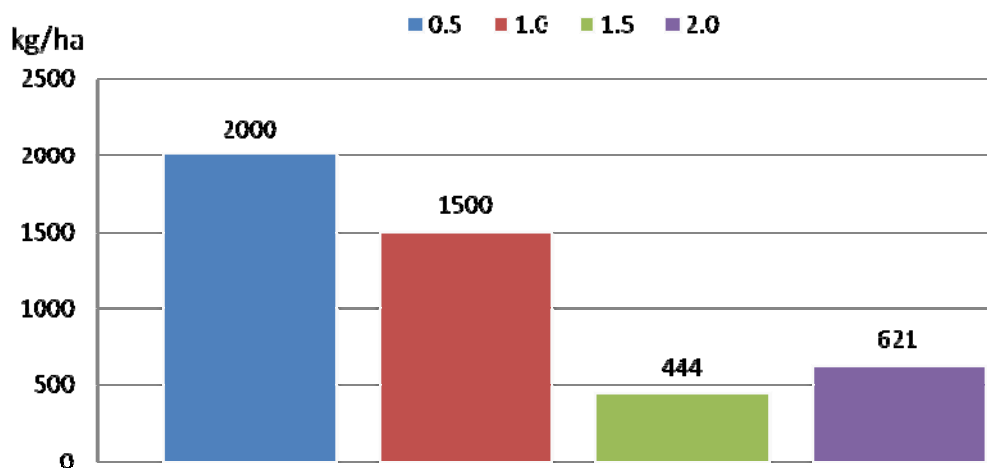


Figura 5. Rendimiento de cladodios en las diferentes distancias entre surcos en el cultivo de nopal verdura en Diriamba, Nicaragua, julio- octubre, 2006

La planta se adaptó rápidamente a las condiciones edafoclimáticas de la zona, obteniéndose buenos resultados, los tratamientos con menos distanciamiento proporcionaron los mejores índices de cosecha, ya que se aprovecha con mayor eficiencia el espacio, además la gran aptitud competitiva que tiene este cultivo con las arvenses.

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 año sin la ayuda de alguna técnica o manejo agronómico en particular: una entre febrero y abril de 6-9 t/ ha y otra entre julio a septiembre que produce una pequeña cantidad de 2-4 t/ ha.

V. CONCLUSIONES.

El nopal a distancias de 1 metro entre surcos y 0.5 metros entre plantas se obtuvo más nopalitos con diámetros y longitudes mayores.

Ninguno de los tratamientos tuvo diferencias estadísticas significativas durante el periodo de estudio, pero si se atribuyen diferencias numéricas reales en la variable de rendimiento, longitud y diámetro de los brotes, son características propias del cultivo por lo tanto no abra influencia alguna de los tratamientos.

El mayor rendimiento (2 000 kg/ha), se encontró a espacios entre surcos de 0.5 m y 0.5 m entre plantas (40 000 plantas /ha).

El nopal responde a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

VI. RECOMENDACIONES.

En zonas de trópico seco, condiciones de este ensayo, para obtener rendimientos de hasta 2 000 kg/ha, recomendamos utilizar distancias entre surcos de 0.5-1.0 metros y 0.5 metros entre plantas.

En áreas de mayor infestación de Poaceas especialmente especies agresiva como el zacate gallina, realizar al menos tres limpieas manuales de malezas

En estudios posteriores tomar en cuenta otras variables, como lo son vigor y altura de la planta para poder estudiar más a fondo sobre el comportamiento del cultivo en nuestra zona.

Realizar más estudios del cultivo de nopal y su adaptación en otras zonas del trópico de nuestro país.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas. Texto básico. Universidad Nacional Agraria. FAGRO – ESAVE. Managua, Nicaragua. 164 pp.
- Basile, F. 2001. Economic aspects of Italian cactus pear production and market. *J. Profess Assoc. Cactus Developed*. México. 4:31-45 pp.
- Barbera, G., Inglese, P. y Pimienta, E. 1999. Historia e importancia económica y agroecológica, cultivo y usos del nopal. Estudio FAO producción y protección vegetal, Roma. 132 pp.
- Blanco N. M., Landero, E. F. y Cruz, S. E., 2005. Adaptación del nopal *Opuntia ficus indica* (L.) en la zona seca de Diriamba, para la reproducción de cladodios verdura. LI Reunión anual PCCMA, Panamá.
- Blanco N. M., Landero, E. F. y Cruz, S. E., 2006. Adaptación del nopal *Opuntia ficus indica* (L.) Para la producción de nopal verdura en la comunidad de Buena Vista del Sur, Diriamba, Carazo. UNA CENIDA. Managua, Nicaragua. 30 pp.
- Bravo, H., H. 1978. Las Cactáceas de México. 2ª. Ed. UNAM. México, D .F. 735 pp.
- Bravo- Hollins, H. 2002. Pencas de antaño. *In: El Nopal*. Artes de México 59: 8-15.
- Borrego, E. F. y Burgos, V. N. 1986. El Nopal, Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. 202 pp.
- Cantwell, M. 1999. Manejo postcosecha de tunas y nopalitas. Ciudad de México, 143 pp.

- Díaz del castillo B. 1991. Historia verdadera de la conquista de la nueva España (ca1568) editore TEA, Milano. 325 pp.
- FAO, 1999. Agroecológica, cultivo y uso de nopal. Roma 72 pp.
- Flores, V. C. A. 2001. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. CIEESTAM-UACH. Chapingo, Estado de México, 260 pp.
- García de Cortázar, V. y Nobel, P. S. 1992. Biomass and fruit production for the pickly pear cactus *Opuntia ficus indica*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:558-562.
- Gibson, A. y P. Nobel, 1986. The cactus pears. Harvard University Press, Cambridge. 48 pp.
- Keeley, J.E. y S.C. Keeley, 1989. Crassulacean acid metabolis (CAM) in high elevation tropical cactus. *Plant Cell Environ. Mexico.* 12:331-336 pp.
- López J. J., Fuentes, J. y Rodríguez, A. 1997. Industrializacion de la tuna Cardona (*Opuntia streptacantha*). *J. Profess. Assoc. Cactus Develop. México*, 2: 169-175 pp.
- Mir, U. M. 1997. Instrucciones para el cultivo de nopal y la cría de la grana cochinilla aplicar en Centro y Sur América. Editorial Nocheztlicali. 1° edicion Barcelona, España. 44 pp.
- Nobel, S. P. 1982. Orientation of terminal Cladodies of Plant Opuntias. *Bot. Gaz. Ed. Trillas. Mexico. D. F.* 143 (2): 2 - 9- 224 pp.

- Nobel, P.S. 1997. Recientes descubrimientos ecofisiológicos en *Opuntia ficus-indica*. In: Vázquez-Alvarado, R.E., C. Gallegos-Vázquez, N. Treviño-Hernández y Y. Díaz-Torres (Comp.). Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Memorias del 7° Congreso Nacional y 5° Internacional. Facultad de Agronomía. UANL. Monterrey, N.L. México. 11-20 pp.
- Nobel, P.S. 1998. Los incomparables agaves y cactus. Ed. Trillas. México. 56 pp.
- Pimienta, E. 1990. El nopal tunero, Univ. De Guadalajara, México.
- Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. In: Cactáceas, Suculentas mexicanas. CVS Publicaciones, México. 22 pp.
- Pimienta, E. y A. Muñoz-Urias. 1999. Domesticación de nopales tuneros (*Opuntia spp.*) y descripción de las principales variedades cultivadas. México. 67 pp.
- Sáenz, C., 1985. La tuna (*Opuntia ficus-indica*) un cultivo con perspectivas. Alimentos. México. 3: 47-49 pp.
- S.A.R.H. 1992. Dirección General de Política Agrícola. Reunión Nacional del Sistema-Producto Nopal y Tuna. Enero de 1992. México, 13-15 pp.
- SAGAR-CEA. 1999. Anuario estadístico de la producción agrícola, secretaria de agricultura, ganadería y recursos naturales. México. D.F. 37 pp.
- Sosa, V. E., García M.P. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. FAO, Santiago, Chile. 100-105 pp.
- Sudzuki, F., Muñoz, C y Berger, H. 1993. El cultivo de la tuna (Cactus Pear). Departamento de reproducción Agrícola. Universidad de Chile. 42 pp.

Tegagne, F. 2002. Fodder potential of *Opuntia ficus –indica*. *Acta Hort. Jalisco, México*, 581: 343-345

Villegas y de Gante, M. 1997. Los Nopales (*Opuntia spp.*) recursos y símbolos tradicionales en México. *Estados unidos Mexicano*, 271-273 pp

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Composición química de los cladodios de distintas edades porcentaje de materia seca) en 100 g de nopalito.

Edad (años)	Descripción	proteína	grasa	ceniza	Fibra cruda
0.5	Renuevo o nopalitos	9,4	1,00	21,0	8,0
1	Pencas	5,4	1,29	18,2	12,0
2	Pencas	4,2	1,4	13,2	14,5
3	Pencas	3,7	1,33	14,2	17,0
4	Tallos suberificados	2,5	1,67	14,4	17,5

Fuente: López *et al.* (1997).

Anexo 2. Itinerario técnico del cultivo de Nopal

Área. 1 mz		Época Postrera						
Actividad	Fecha	MO C d/h	Costo MOC C\$	Insumo	Dosis mz	Costo Insumo o C\$	Herrm Usada	Costo Total C\$
Limpia	Julio	10	40				Machete	400
Hoyado	Julio	30	40				Coba, duple	1 200
Siembra	Julio	4	40	Semilla	14 863	0.10	Manual	1 646
Limpias	Agosto	10	40				Machete	400
	Octubre	10	40				Machete	400
Cosecha	Octubre	2	40	Canastos	20	60	Manual	1 280
Gastos en transporte	Julio							800
	Octubre							800
Total								6 926 C\$

Anexo 3. Resultados económicos de producción de nopal

Producción	3303	Docenas/ año
Precio de venta	8	C\$/ Docena
Producto bruta	26421	C\$
Total de Costos	6 926	C\$
Margen Neto	19495	C\$
RB/C neta	3.81	C\$

Anexo 4. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	1.71	5	0.34	0.85 ^{NS}	2.90
Tratamiento	1.12	3	0.37	0.92 ^{NS}	3.29
Error	6.13	15	0.40		
Total	8.96	23			

Anexo 5. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	0.66	5	0.13	0.48 ^{NS}	2.90
Tratamiento	0.49	3	0.15	0.50 ^{NS}	3.29
Error	4.14	15	0.27		
Total	5.29	23			

Anexo 6. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 15 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	0.55	5	0.11	0.5 ^{NS}	2.90
Tratamiento	0.39	3	0.13	0.5 ^{NS}	3.29
Error	3.3	15	0.22		
Total	4.24	23			

Anexo 7. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el número de brotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	- 35.7	5	7.14	1.6 ^{NS}	4.56
Tratamiento	-39.5	3	13.16	3.03 ^{NS}	5.42
Error	65.2	15	4.34		
Total	-10	23			

Anexo 8. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en la longitud de los brotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	249.04	5	49.808	2.83 ^{NS}	2.90
Tratamiento	60.8	3	20.2	1.14 ^{NS}	3.29
Error	265.5	15	17.6		
Total	594.7	23			

Anexo 9. Análisis de varianza del efecto de diferentes distancias entre surco en el diámetro de los brotes en el cultivo de nopal a los 105 días después de la siembra.

Fuente de Variación	S.C	G.L.	C.M	Fc.	F 5 %
Bloque	84.9	5	16.98	1.64 ^{NS}	2.90
Tratamiento	38.9	3	12.9	1.24 ^{NS}	3.29
Error	155.1	15	10.34		
Total	278.9	23			