



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN DE 4 DENSIDADES DE SIEMBRA DE NOPAL
(*Opuntia ficus indica* L. Miller), EN LA COMUNIDAD DE BUENA
VISTA DEL SUR, DIRIAMBÁ, NICARAGUA.



Nopal en la Finca Guadarrama, Diriamba, en temporada de primera 2005.

AUTORES:

Br: BAYARDO ANTONIO ALONSO ESPINOZA

Br: OSMAN ANTONIO CRUZ REYEZ

ASESORES:

MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO

Dr. ALEJANDRO AGUILAR

MANAGUA, NICARAGUA

MARZO, 2007

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN DE 4 DENSIDADES DE SIEMBRA DE NOPAL
(*Opuntia ficus indica* L. Miller), EN LA COMUNIDAD DE BUENA
VISTA DEL SUR, DIRIAMBÁ, NICARAGUA.

AUTORES:

Br: BAYARDO ANTONIO ALONSO ESPINOZA

Br: OSMAN ANTONIO CRUZ REYEZ

ASESORES:

MSc. MOISÉS BLANCO NAVARRO

Dr. ALEJANDRO AGUILAR

PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE
TRIBUNAL EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

MANAGUA, NICARAGUA

MARZO, 2007

INDICE GENERAL

Sección	página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE 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 ensayo.....	5
3.1.1 Descripción del lugar.....	5
3.1.2 Descripción del ensayo.....	5
3.1.3 Descripción de los tratamientos.....	6
3.2. Metodología a seguir.....	6
3.2.1. métodos de fitotecnia.....	7
3.2.1.1 Deshierbe.....	8
3.2.1.2 Preparación del terreno.....	8
3.2.1.3 Aplicación de abono orgánico.....	8

3.2.1.4 Fertilización.....	9
3.2.1.5. Podas.....	10
3.2.1.6 Manejo del material de poda.....	10
3.3. Variables a evaluar.....	11
3.3.1. Número, longitud, diámetro y sobrevivencia.....	11
3.4. Descripción del análisis.....	11
3.4.1. Descripción del modelo aditivo lineal.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	13
4.1. Número de brotes.....	13
4.2. Diámetro de brotes.....	14
4.3. Longitud de brotes.....	15
4.4. Supervivencia.....	17
V. CONCLUSIONES.....	19
VI. RECOMENDACIONES.....	20
VII. REFERENCIAS.....	21
VIII. ANEXOS.....	25

DEDICATORIA

Con toda mi alma le dedico, principalmente, este trabajo a Dios nuestro señor, ya que es el que nos presta vida para que nosotros gocemos de ella en momentos como estos en que él se manifiesta en nosotros por su grande e inmensa misericordia para con cada uno de sus fieles.

A mis padres Bayardo de Jesús Alonso Reyes y Abelina del Carmen Espinoza Treminio. Además a mis hermanos todos quienes me apoyaron incondicionalmente.

A mis tíos todos especialmente a mi tío Pedro Alonso quien me tendió la mano cuando más lo necesite.

A mi primo, Ing. Edwin Alonso Serrano por ser un amigo de calidad al disponer de su tiempo de trabajo para resolver mis incomodidades escolares.

Br. Bayardo Antonio Alonso Espinoza

DEDICATORIA

Con mucho amor y respeto dedico este trabajo a: mis padres, Gerardo Osman Cruz Cruz e Ileana Reyes Calderón, quienes me han apoyado todo el tiempo me han dado fuerzas para seguir siempre adelante.

A mis hermanas: Elipcia e Indira Yarenis Cruz Reyes por ser las mejores hermanas del mundo, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis abuelos paternos Roman Cruz y Dolores Cruz por apoyarme en momentos muy difíciles en mi carrera.

A mi abuela materna Julia Reyes quien siempre me brindo consejos para lograr culminar mis estudios.

A mis primos y amigos que de una u otra forma me sirvieron de mucha ayuda para que yo sea una persona de éxito en mi vida.

Br. Osman Antonio Cruz Reyes

AGRADECIMIENTO

Desde lo más íntimo de nuestro ser queremos agradecer a Dios, por darnos la dicha de culminar nuestros estudios, por darnos la capacidad de dar un paso hacia delante contra viento y marea, por darnos la sabiduría y los conocimientos para tomar decisiones serias y formales en nuestras vidas.

A nuestro asesor MSc. Moisés Blanco Navarro por habernos tenido la paciencia al guiarnos y darnos su apoyo sincero en el desarrollo de este trabajo de tesis.

Al Ing. Silvio Echeverry Briceño, Profesor Emérito de la UNA, por concedernos parte de su tiempo para apoyarnos y colaborar con nosotros al facilitarnos su finca para ubicar el ensayo de nuestro trabajo de tesis.

A la UNA, por apoyarnos y ofrecernos todos sus servicios: en nuestras becas internas, económicamente, en el deporte, en la cultura, etc.

A todos los profesores quienes nos apoyaron incondicionalmente para que lográramos nuestros objetivos de culminar nuestra carrera y desarrollarnos como agrónomos.

Al Ing. Álvaro Benavides quien nos colaboró en el análisis estadístico de los datos de nuestro trabajo.

Al Ing. Tomás Laguna quien nos colaboró en el análisis estadístico de los datos de nuestro trabajo.

Br. Bayardo Antonio Alonso Espinoza

Br. Osman Antonio Cruz Reyes

INDICE DE FIGURAS

Figura número:	Página.
1: Número de brotes por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.	14
2: Diámetro de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.....	15
3: Longitud de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.	16
4: Sobre vivencia de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.	17

INDICE DE TABLAS

Tabla número:	Página .
1 : Numero de plantas que se estudiaron por cada tratamiento.....	6

INDICE DE ANEXOS

Anexo número:	Página.
1 Tabla 1: Número de brotes por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.	25
2 Tabla 2: Diámetro de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.....	25
3 Tabla 3: Longitud de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.....	26
4 Tabla 4: Supervivencia de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio - noviembre, 2005.....	26
5 Tabla 5. Materiales utilizados durante el transplante de los cladodios.....	27

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la finca Guadarrama, de la comunidad Buena Vista del Sur, del municipio de Diriamba, Carazo, en los meses de Julio a Noviembre del 2004, el objetivo de este trabajo fue evaluar 4 distanciamientos de siembra en el cultivo del Nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller), (0.5, 1, 1.5 y 2 metros entre plantas con dos metros entre surcos respectivamente) para determinar en cual de estos distanciamientos se obtienen mejores rendimientos, se estableció el experimento en un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) con 6 repeticiones, se evaluó el número, longitud y diámetro de brotes por planta, así como el porcentaje de sobrevivencia, el número de brotes en los tratamientos 0.5 y 1 metro entre plantas presentaron los mejores resultados a los 105 días después de la siembra (dds) con 3.14 y 2.38 brotes por planta respectivamente, en longitud de brotes no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, observándose el mayor valor numérico en el tratamiento de 0.5 con 4.45 cm/brote ; en la variable diámetro por brote los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos 0.5 y 1 metro por planta con 4.45 y 4.42 cm/brote, la sobrevivencia de las plantas fue significativamente diferente entre los tratamientos obteniendo los mejores resultados en el distanciamiento de 0.5 metros entre planta con 99.15 %, los menores porcentajes de sobrevivencia se encontraron con el distanciamiento de 2 metros entre plantas, el cual presentó un 98.88 % de sobrevivencia de las plantas.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller.), tiene una crucial importancia principalmente por su tolerancia a zonas secas. El hecho de que esta especie pueda crecer en áreas inadecuadas para otros cultivos, la hace mas atractiva, es una ventaja en términos productivos y por la gran diversidad de productos que se pueden obtener de ella, así como las oportunidades de empleo que surgen, esto es de relevancia especial cuando se considera que el cultivo de las opuntias se desarrolla muy bien en zonas marginales con habitantes que tienen bajos ingresos económicos (Nobel, 1998).

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

El nopal, fragmento del paisaje mexicano, es parte esencial de la dieta de la sociedad de ese país, tiene usos tan variados que van desde la pintura hasta la medicina. En la ganadería sirve como cerco y alimento. La industria aprovecha sus

atributos para pigmentos y fijador para el cabello. Sin embargo, su utilidad más reconocida es la que vemos en los platos como una nutritiva verdura (Claridades Agropecuarias, 2001).

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

El maíz (*Zea mays* L.), el Agave (*Agave sp*) y el nopal (*Opuntia sp*) son las plantas cultivadas más antiguas de México (FAO, 2003).

El uso humano de *Opuntia spp.* se realiza en México desde épocas prehispánicas donde jugaron un papel importante en la economía agrícola del imperio azteca (Mondragón y Pimienta, 1990).

El nopal fue llevado por los colonizadores españoles a Europa y de ahí se ha introducido a otras partes del mundo donde ahora se le encuentra en condición cultivada (Briton y Rose, 1963).

El amplio rango de posibilidades de obtener productos y subproductos de nopal en el futuro crea nuevas oportunidades para las regiones semiáridas ya que es un cultivo con muchas posibilidades de contribuir a la alimentación humana,

medicina, forraje y otros de gran ayuda para personas de bajos ingresos (FAO, 2003). Cuenta con propiedades alimenticias y saludables únicas, ya que ayuda a mantener la delgadez estomacal del ser humano, contiene altas proporciones de fibra que ayuda a la digestión, evita el estreñimiento y previene cánceres del área estomacal. Estas características deben ser divulgadas para lograr una extensa penetración comercial en mercados nacionales y extranjeros para que este producto alcance un mayor valor agregado (Cruz y Landero, 2006).

La oportunidad la tenemos y es nuestro turno dar a conocer, una vez más, las peculiaridades de los productos agrícolas al mundo, demostrar que son diferentes y que están a la altura de lo que el mercado esta exigiendo.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Determinar el comportamiento del cultivo del nopal en diferentes densidades de siembra.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1- Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de brotes, longitud y diámetro en el cultivo del nopal.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del lugar y del ensayo.

3.1.1 Descripción del lugar.

El experimento se realizó en los meses de mayo hasta septiembre del 2005. El área de estudio está situada en la finca Guadarrama en la comunidad de Buena Vista del Sur, carretera a La Boquita, Diriamba Carazo. La zona de estudio presenta una altitud de 500 msnm, con una temperatura promedio de 24 °C y una precipitación de 1200 mm al año, los suelos son sedimentarios.

3.1.2 Descripción del ensayo

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), en el cual se ubicaron 4 tratamientos con 6 repeticiones. El área total del ensayo fue de 700 metros cuadrados, la parcela útil fue de 5 metros lineales por tratamiento en cada repetición.

3.1.3 Descripción de los tratamientos

Se utilizaron semillas compuestas de 3 cladodios, con distinto número de plantas en cada tratamiento, según se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2: Número de plantas que se estudiaron por cada tratamiento

Tratamientos	Área útil	Plantas/tratamiento	Plantas/Hectárea
0.5 metros por planta	10 plantas	20	10 000
1 metro por planta	5 plantas	10	5 000
1.5 metros por planta	4 plantas	6	3 333
2 metros por planta	2 plantas	4	2 500

3.2. Metodología

Luego de conseguir los materiales antes descritos, procedimos a buscar la semilla y extraerla con ayuda de tijeras de podar. Una vez cortada la semilla se dejó por tres días en un lugar ventilado y seco para la cicatrización de la herida del corte. Posteriormente se empacó en canastos para facilitar el transporte al lugar de siembra.

Se limpió el área de 35 por 20 metros. Se ubicaron los cladodios en hoyos de 15 cm de profundidad procurando quedasen bien ubicados. No se realizó ninguna preparación de suelo. Posteriormente se realizaron tomas de datos cada 15 días, para valorar la respuesta a distintas densidades de siembra y observar la respuesta a plagas, enfermedades y malezas.

3.2.1. Métodos de fitotécnia

Con el azadón hicimos un hoyo de 15 cm, luego ubicamos las plantas en cada uno enterrando la mitad del cladodio, dejando la cara en posición este-oeste, para un buen crecimiento radicular y prevenir el quemado del sol.

No se utilizó riego porque el experimento se realizó en temporada de lluvias, sin embargo algunos productores suelen aplicar un riego mensual en época de sequía incrementando el rendimiento en 10 – 25 %.

En terrenos con pendiente ligera como en el caso de nuestro experimento (menores del 5 %), el uso de sistemas de captación y conservación del agua de lluvia han mostrado ser eficientes y prácticos. En terrenos con pendiente entre 5 y 15 % se sugiere la construcción de surcos o curvas a nivel. En terrenos con pendientes entre 12 y 30 % es necesaria la construcción de terrazas.

En nuestro experimento la única labor cultural que se le realizó al cultivo fue el deshierbe o control de malezas.

3.2.1.1. Deshierbe: El control de malezas que se le hizo al cultivo fue al tercer mes de establecida la plantación y se realizó con machete ya que la maleza estaba bastante alta. Esta práctica puede hacerse con paso de rastra para las calles y manual para los surcos. Se recomienda realizarla durante el período de marzo a abril y de acuerdo a las necesidades del cultivo y a la disponibilidad de recursos. Se debe tener presente que una huerta libre de malezas será más fructífera, ya que la presencia de malas hierbas causa competencia por nutrientes y sirven como hospederas de plagas.

3.2.1.2. Preparación del terreno: Al experimento no se le realizó preparación de terreno más que en la realización del hoyo donde se plantó. Es recomendable aflojar el terreno donde crece el nopal porque se asegura una buena aireación, se aprovecha eficientemente el agua de lluvia y se promueve el buen desarrollo del sistema radical. Se considera que la mayor parte de las raíces se encuentran distribuidas entre 0 y 40 cm de profundidad y a una distancia de 15 a 115 cm a partir del tronco.

3.2.1.3. Aplicación de abono orgánico: Al experimento no se le realizó esta labor cultural pero una vez enraizada la planta, generalmente al tercer mes después de

la plantación, se procede a la aplicación de abono orgánico en una cantidad de 8 a 10 kg de estiércol seco por planta, haciendo un hoyo de 80 cm de diámetro para incorporar el abono; posteriormente se debe tapar bien con tierra, ya que no es recomendable que éste quede en contacto con las pencas.

3.2.1.4. Fertilización: Al experimento no se le realizó esta labor cultural aunque hay una respuesta positiva del nopal tunero (para la producción de frutos-tunas), a la aplicación de estiércol y fertilizantes químicos. La combinación de éstos incrementa la respuesta en términos de crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos.

La combinación de estiércol, nitrógeno y fósforo, incrementa no sólo el rendimiento sino que adelanta la maduración del fruto. El efecto se nota de uno a dos años después de la aplicación, y el efecto residual se prolonga por más de tres años (Mondragón y Pimienta, 1990).

La aplicación de fertilizantes se debe llevar de preferencia durante los meses de mayo y junio debido a que el abono orgánico y el fertilizante químico son absorbidos por las raíces sólo cuando hay agua.

3.2.1.5. Podas

Aunque a nuestro experimento no se le realizó, la poda es una práctica de manejo muy importante, sin embargo en el nopal no se le ha dado la importancia que ésta tiene sobre el rendimiento y calidad del producto. Esto puede obedecer a la eventualidad del mercado y a los costos de producción que se elevarían en contra de un mercado incierto.

Los objetivos que se persiguen con la poda del nopal son similares a las otras especies frutales. Estos son: reducir el sombreado que se presenta entre las mismas pencas ya que conforme la planta se desarrolla y madura se observa un entrecruzamiento de cladodios en diferentes posiciones y alturas de la planta; evitar el daño entre pencas por las espinas, facilitar la eliminación de pencas dañadas por las plagas y enfermedades y facilitar la cosechas.

3.2.1.6. Manejo del material de poda.

En el caso de que el material de poda no se vaya a utilizar para nuevas plantaciones o que no reúna las características deseadas para tal fin, se sugiere utilizarlo para la obtención de abono orgánico o para la alimentación del ganado.

3.3. Variables evaluadas.

3.3.1. Número, longitud, diámetro de brotes y sobrevivencia.

Las variables fueron evaluadas periódicamente en todas las plantas del ensayo. La muestra fue tomada en los 5 metros centrales de cada surco. Se contó el número de brotes (número de nuevos cladodios formados en la planta) y se midió la longitud (cm) y diámetro (cm) de los mismos. La longitud se evaluó desde la base del cladodio hasta la parte mas apical, mientras que el diámetro se registró en la parte central del cladodio, los datos se tomaron cada 15 días, a partir de las 15 días después de la siembra (dds) durante 4 meses. Se contaron las plantas muertas debido a las condiciones adversas del cultivo, por tratamiento.

3.4 Descripción del análisis

El estudio consistió en un experimento unifactorial. Se le realizó análisis de varianza y en los casos donde se encontraron diferencias significativas se procedió a la separación de medias utilizando la técnica de separación de Tukey al 95 % de confianza.

3.4.1 Descripción del modelo aditivo lineal para el experimento.

$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$... donde

$i = 1, 2, 3, \dots$ $t =$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots$ $r =$ repeticiones

Y_{ij} = Es el dato del rendimiento (en números/brotos) para cada uno de los tratamientos, representa la j -ésima observación del rendimiento registrado en el, i -ésimo tratamiento evaluado.

μ = es la media poblacional del rendimiento en los tratamientos.

T_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento de nopal sobre el rendimiento registrado.

B_j = efecto debido al j -ésimo bloque.

E_{ij} = es el elemento aleatorio de variación generado en el experimento

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de brotes por plantas

El número de brotes determinará la productividad por hectárea en un determinado periodo, ya que cuando la plantación esta generando más cladodios por planta más rentable será la producción de nopalitos

Con un buen manejo la producción inicia 2 ó 3 meses después de efectuada la plantación, cosechando cada 8 ó 15 días una cantidad promedio de 3 brotes por planta durante los primeros meses (CONAZA. 1981).

El número de yemas disponible para formar nuevos cladodios depende del número de cladodios de la planta. Los sistemas de producción que mantienen las plantas a corta altura y a bajas densidades son más productivos (sobre la base de rendimiento por planta), que las plantaciones a alta densidad con plantas bajas. Las altas densidades de plantación toleran poda más severa. (S.A.R.H, 1992).

El mayor número de brotes se presentó en el distanciamiento de 0.5 metros entre plantas con 3.14 brotes por plantas, a los 105 días después de la siembra (figura 1). En la misma fecha se presentó el menor número de brotes por planta (1.91), en el distanciamiento de 2 metros por planta.

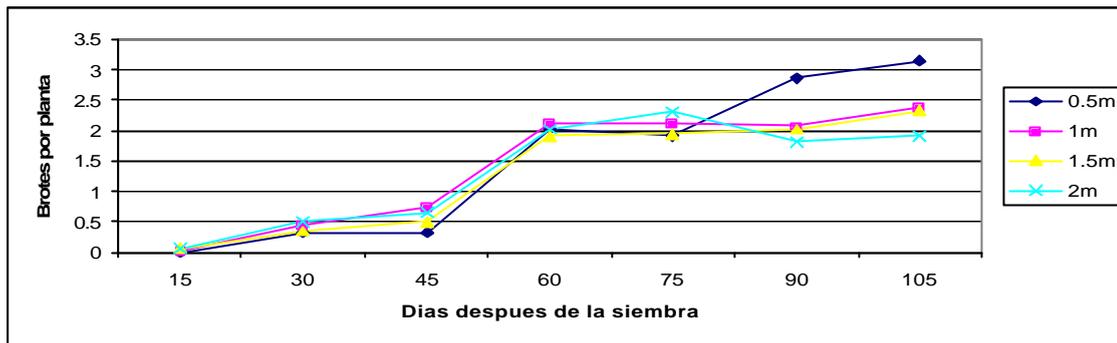


Figura 1. Número de brotes por planta de nopal en Guadarrama, Diríamba, junio-noviembre, 2005.

Como se puede observar en esta variable se presentaron diferencias significativas en el tratamiento 0.5 metros por planta con respecto a los demás tratamientos esto fue debido posiblemente a la alta competencia entre plantas la cual se asocia con una juvenilidad prolongada y la generación de nuevos cladodios, cuando las plantas esta mas juntas (Phaff, *et. al*, 1978).

Lo anterior coincide con FAO (2003), donde plantean que los distanciamientos más pequeños mejoran la producción de brotes.

En lotes pequeños de menos de 5 hectáreas, Pimienta (1990), sugiere un espaciamento cercano. El espaciamento corto dentro de la hilera aumenta el número de cladodios fértiles en la etapa temprana de la vida del huerto.

4.2 Diámetro de brotes

Forma pencas o cladodios de 30 a 60 cm de largo por 20 a 40 cm de ancho y de 2 a 3 de espesor. Sus ramas están formadas de color verde opaco con areolas que contienen espinas menos numerosas. Se estima que en nopaleras establecidas con densidades bajas y en suelos física y químicamente deficientes, el nopal como forraje rinde en promedio 25

toneladas de cladodios por hectárea por año con cladodios de 20-30 cm de diámetro (S.A.R.H, 1992).

En este estudio el mayor diámetro de brotes se obtuvo en densidades de 0.5 metros por plantas con 4.45 cm de diámetro, a los 105 días después de la siembra (figura 2). Siendo el resultado mas bajo en el distanciamiento de 1.5 metros por plantas con 3.96 cm de diámetro.

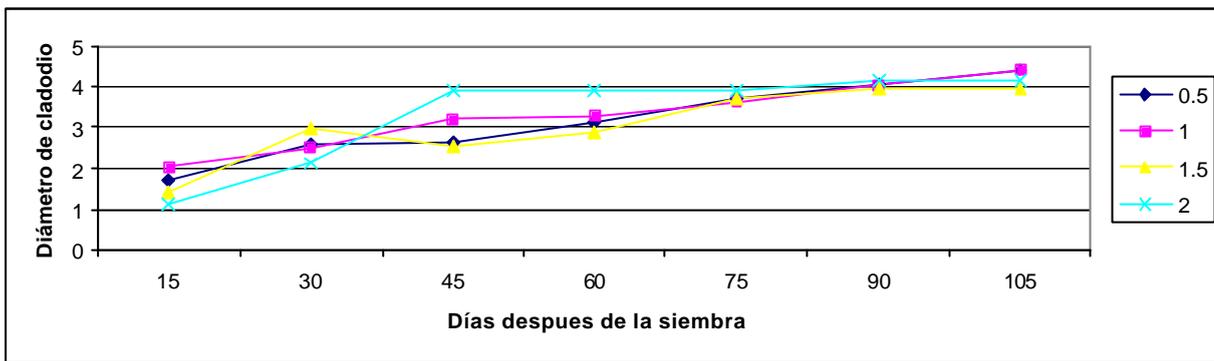


Figura 2. Diámetro de cladodio por planta de nopal en Guadarrama, Diríamba, junio-noviembre, 2005.

Al disminuir la distancia de siembra, los cladodios de nopal alcanzan diámetros muy buenos, ya que se relaciona con una juvenilidad de cladodio influyendo positivamente en el desarrollo del diámetro.

FAO (2003), plantea que antes de 1990, los resultados de investigaciones no indicaron ventajas en la utilización de densidades mayores de 10,000 plantas por hectárea.

4.3 Longitud de brotes

La cosecha de nopal se lleva a cabo cuando los brotes alcanzan un peso aproximado de 100 a 120 gramos cada uno o que midan de 10 a 15 cm de longitud; aunque no siempre se sigue este patrón de cosecha, pues el tamaño puede variar según los gustos del consumidor y las exigencias del mercado demandante (CONAZA. 1992).

Según Cantwell de Trejo (1992), los cladodios pueden cosecharse a los 30 ó 60 días después de brotar, cuando poseen entre 80 y 120 gramos y sean de 15 – 20 cm de longitud, coincidiendo con Corrales (1993).

Se ha encontrado información sobre valores en la composición por 100 gramos de cladodios cosechados, cuando tenían 20 cm de longitud; 91.7 g de agua, 1.1 g de proteínas, 0.2 g de lípidos, 1.3 g de cenizas y 1.1 g de fibra cruda (FC), 13.3, 2.4, 15.7 y 13.3 en base a peso seco, respectivamente. Se observó que el contenido total de carbohidratos se incrementó considerablemente durante el crecimiento del cladodio, mientras que el contenido de proteínas y FC disminuyó (Nobel, 1982).

En este estudio la mayor longitud de brotes se obtuvo con el distanciamiento de 0.5 metros por plantas con 10.47 cm a los 105 días después de la siembra (figura 3).

La menor longitud se presentó en el distanciamiento de 1.5 metros por planta, (8.94 cm).

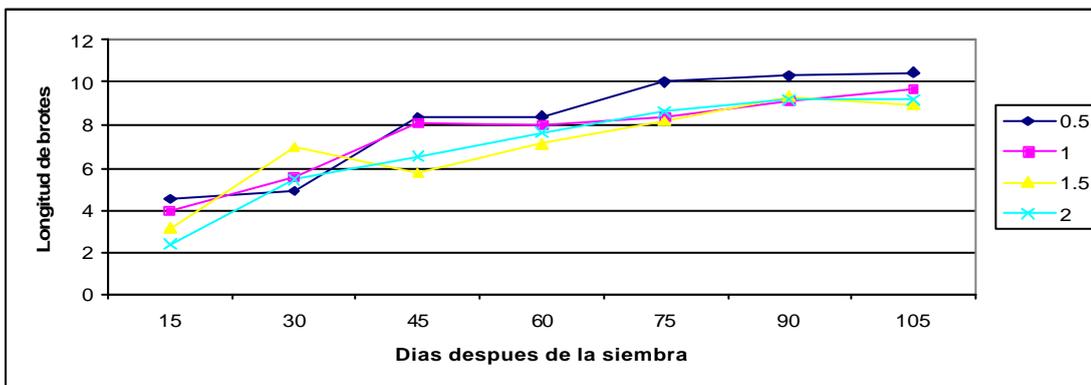


Figura 3. Longitud de brotes por planta de nopal en Guadarrama, Diríamba, junio-noviembre, 2005.

El distanciamiento corto entre hilera y entre plantas, aumenta considerablemente el número de cladodios fértiles, desarrollándose estos rápidamente en la etapa temprana de la vida del huerto.

Los cladodios fértiles alcanzan con facilidad un tamaño longitudinalmente amplio a mayores densidades de siembra en suelos fértiles. Se pueden obtener mejores resultados tanto en longitud como en número de brotes y diámetro de éstos (Barrientos, 1972).

4.4 Supervivencia

Generalmente la mayor producción se registra en la temporada de lluvias de junio a septiembre; sin embargo es también la época donde se tiene la mayor susceptibilidad a las plagas y enfermedades, por lo que se deben de dar los cuidados necesarios (Dye *et al.* 1980; Schaad, 1980; Skerman *et al.* 1980; Krieg, 1984).

En este estudio se obtuvo el mejor porcentaje en supervivencia en el distanciamiento de 0.5 metros entre plantas con 99.15 %, a los 105 días después de la siembra (figura 4), encontrándose menor porcentaje de supervivencia en el distanciamiento de 2 metros con un 98.88 %.

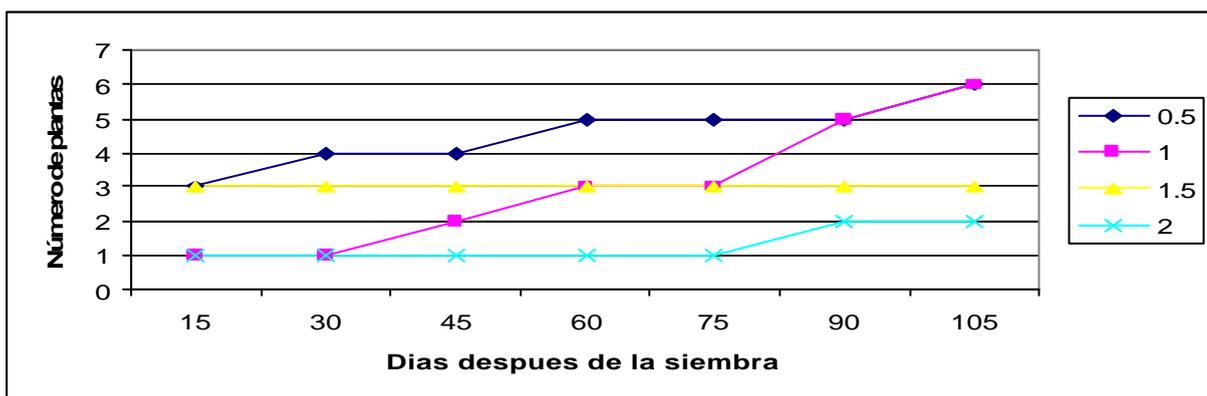


Figura 4. Supervivencia de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio-noviembre, 2005.

En esta variable se presentaron diferencias significativas en los tratamientos 0.5 y 1.0 metros entre plantas con respecto a los demás tratamientos debido a que el estudio fue realizado en la temporada de Junio a Noviembre, que a pesar de ser la época que se tiene la mayor producción debido a las lluvias, es también la época que las plantas presentan mayor ataque de plagas y enfermedades.

Los nopalitos fueron afectados por pudrición blanda en los tratamientos de 0.5 y 1.0 metros entre plantas debido a la alta densidad de plantas que provocó condiciones de alta humedad. Además en estos tratamientos los nopalitos se presentaban mas vigorosos y atractivos lo que dio lugar al ataque de insectos plagas (*Acrididae*), conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.) y cabros (*Capra hircus* L.).

Coincidiendo con Phaff *et al.*, (1978); Starmer *et al.*, (1978), Granata y Vavaro, (1990) quienes reportaron que la pudrición blanda ocasionada por alteraciones bacterianas aparecen en condiciones de humedad alta, causando pudriciones severas de olores desagradables. Además, FAO (1999), afirma que los nopalitos se ven afectados por un gran número de insectos plagas (*Acrididae*), conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.) y cabros (*Capra hircus* L.) y enfermedades como la pudrición blanda la cual es inducida por heridas, alta humedad y temperaturas bajas.

V. CONCLUSIONES

5.1. El mayor número de brotes, diámetro y longitud por plantas se obtuvo con el distanciamiento de 0.5 metros entre plantas y 2 metros entre surcos equivalente a 10, 000 plantas por hectárea.

5.2. Los menores promedios en cuanto a número de brotes, diámetro y longitud se obtuvieron usando un distanciamiento de 2 metros entre plantas con 2 metros entre surcos (2, 500 plantas por hectárea).

5.5. Se obtuvo un mayor número de plantas muertas en el distanciamiento de 0.5 metros entre plantas con 6 plantas muertas por parcela, a los 105 días después de la siembra.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. Se recomiendan los distanciamientos de siembra de 0.5 metros entre planta y 2 metros entre hilera, con densidades de 10, 000 plantas por hectárea para obtener buenos resultados en cuanto a producción de brotes, longitud de los brotes y diámetro de brotes.

6.2. Continuar las evaluaciones hasta llevar los tratamientos a cosecha.

6.3. Para futuras investigaciones ver temas sobre:

6.3.1. Determinación de índices de cosecha y calidad para los diferentes cultivares.

6.3.2. Ampliar el criterio en la selección de cultivares para incluir evaluaciones sensoriales a la cosecha y después del almacenamiento.

VII. REFERENCIAS

- Barrientos, B.F. 1972. Rendimiento del Nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller). COPENAF-1 a diversas densidades. Rama de genética. Colegio de postgraduados. Chapingo, Mexico. 102 pp.
- Britton, N. L. y J. N. Rose, 1963. The cactaceae. Vol. 1 Carnegie Int. Washington. 56 pp.
- Buxbaum, F; 1955. Morphology of cacti III, fruits and seeds. Abbey. Garden press. Pasadera. 34 pp.
- Cantwel de Trejo. 1992. Aspectos de calidad y manejo de postcosecha de Nopalitos. In: Salazar, S. y López D. (eds.) Conocimiento y aprovechamiento del Nopal 5to Congreso Nacional y 3er Internacional. Memoria de resúmenes. UACH. Chapingo. México. 110 pp.
- Claridades Agropecuarias, 2001. De nuestra cosecha. In: Claridades Agropecuarias #98 Octubre 2001, México. Pp. 3-16.
- CONAZA. 1992. Aspectos técnicos y socioeconómicos del nopal para producción de verdura. Serie: Fichas técnicas de especies forestales (Mimeografiado) Saltillo, Coah., México. 35 pp.
- CONAZA, 1981. El nopal. INIF. México. 26 pp.

- Corrales, F. 1993. Descripción y análisis de cosecha y manejo en fresco de nopalitas. In: Salazar, S y López, D (eds.) Conocimiento y aprovechamiento del Nopal 5^{to} Congreso Nacional y 3^{er} Internacional. Memoria de resúmenes. UACH. Chapingo. México. 110 pp.
- Cruz, E. A. y Landero, F. A. 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. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45 pp.
- Dye D.W., J.F. Bradbury, M. Goto, A. C. Hayward, R A. Lelliott y M. N. Schroth, 1980. International Standard for naming and pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names pathotype strains. Rev. Plant Pathol. 59: Pp. 153-168.
- FAO. 2003. El Nopal (*Opuntia Ficus indica* L. Miller.) como forraje. Roma. ed. 69. FAO 169 pp.
- FAO., 1999. Agroecología, Cultivo y Usos del Nopal. ed.132, FAO, Roma. 200 pp.
- Granata, G. y Vavaro L.1990. Bacterial spot and necrosis caused by yeast on prickly pear cactus in Sicily. Proc. 8th Congress. Medit. Phytopathol. Agadir, Marocco. Pp. 467-468.
- Krieg, N. E., 1984. Bergeys Manual of Systematic Bacteriology. Vol. I. Williams & Wilkins, Baltimore. 964, Pp. 45-104.

- Mondragon, J.C. y E. Pimienta B. 1990. Fertilización del Nopal Tunero. Campo experimental norte de Guanajuato. INIFAP-SARH. José Iturbide, México. Folleto Técnico 1.14 pp.
- Mulas, M. y D` Hallewin G., 1990. Improvement pruning effects on vegetative and yielding behaviour in prickly pear (*Opuntia ficus indica* L.) "Gialla" Cultivar. Acta. Hor. In press.72 pp.
- Nobel, P. S., 1982. Orientations of terminal cladodes of planty opuntias. 38 pp.
- Nobel, P. S., 1998. Environmental biology of Agaves and cacti. Bot. Gaz.143: 219-224pp. Cambridge Univ. Press. UK. CUP. 78 pp.
- Phaff, H.L., Starmer, W.T., Miranda M. y Millen M.W. 1978. *Pichia heedii*, a new species of yeasts indigenous to necrotic cacti in the North American Sonora Desert. Int. J. Syst. Bact. 28: Pp 326-331.
- Pimienta, B.E. 1990. Nopal Tunero. Universidad de Guadalajara, México.120 pp.
- Starmer, W. T., Phaff H. S., Miranda M. y Miller M. W. 1978. *Pichia cactophyla*, a new Species of yeasts found in decaying tissue of cacti. Int. J. Syst. Bact. 28: Pp 318-325.
- S.A.R.H. 1992. Reunión Nacional del sistema- Producto Nopal y Tuna. Enero de 1992. de 1992. México. 40 pp.

Schaad, N.W. 1980. Laboratory Guide for identification of Plant pathogenic Bacteria.

America Phytopathological Society, St. Paul, MN. 72 pp.

Skerman V. B., McGowan D.V. y Sneath P. H. A. 1980. Approved lists of Bacterial Names.

J. Syst. Bacteriol. 30: Pp 225-420.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Tabla 1: Número de brotes por planta de nopal en Guadarrama, Diríamba, junio-noviembre, 2005

Trat. metros	15dds	30dds	45dds	60dds	75dds	90dds	105dds
0.5m	a 0.01	a 0.33	a 0.33	a 2.01	a 1.91	a 2.87	a 3.14
1m	a 0.03	a 0.47	a 0.73	a 2.11	a 2.11	a 2.07	ab 2.38
1.5m	a 0.08	a 0.35	a 0.52	a 1.91	a 1.94	a 2.01	ab 2.32
2m	a 0.08	a 0.51	a 0.66	a 2.01	a 2.31	a 1.81	b 1.91

Anexo 2.

Tabla 2: Diámetro de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diríamba, junio-noviembre, 2005.

Trat. metros	15dds	30dds	45dds	60dds	75dds	90dds	105dds
0.5	a 1.72	a 2.58	a 2.65	a 3.09	a 3.71	a 4.04	a 4.45
1	a 2.01	a 2.51	a 3.19	a 3.31	a 3.64	a 4.07	a 4.42
1.5	a 1.41	a 2.97	a 2.53	a 2.87	a 3.72	a 3.95	a 3.96
2	a 1.11	a 2.12	a 3.91	a 3.91	a 3.92	a 4.17	a 4.17

Anexo 3.

Tabla 3: Longitud de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio-noviembre, 2005.

Trat. metros	15dds	30dds	45dds	60dds	75dds	90dds	105dds
0.5	a 4.51	a 4.87	a 8.33	a 8.41	a 10.01	a 10.31	a 10.47
1	a 4.01	a 5.57	a 8.14	a 8.01	a 8.38	a 9.07	a 9.68
1.5	a 3.11	a 6.93	a 5.77	a 7.11	a 8.21	a 9.31	a 8.94
2	a 2.37	a 5.42	a 6.47	a 7.62	a 8.64	a 9.21	a 9.21

Anexo 4.

Tabla 4: Supervivencia de cladodios por planta de nopal en Guadarrama, Diriamba, junio-noviembre, 2005.

Trat. metros	15dds	30dds	45dds	60dds	75dds	90dds	105dds
0.5	a 3.00	a4.00	a1.00	a5.00	a5.00	a5.00	a6.00
1	a1.00	a1.00	a2.00	a3.00	a3.00	a5.00	a 6.00
1.5	a3.00	a3.00	a3.00	a3.00	a3.00	a3.00	b3.00
2	a1.00	a1.00	a1.00	a1.00	a 1.00	a2.00	b2.00

Anexo 5. Materiales utilizados durante el transplante de los cladodios.

Cantidad	Herramienta	Uso
3	Machetes	Para la limpieza del área.
3	Azadones	Para hacer los hoyos.
1	Cinta métrica	Para cuadrar el área.
10	Estacas	Para sostener las lienzas.
2	Rollos de lienzas	Para sacar líneas rectas.
2	Tijeras de podar	Para cortar la semilla.
2	Canastos	Para transportar la semilla.