



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de diferentes sustratos usados en  
la propagación de las especies de nopal  
(*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya  
(*Hylocereus undatus* Britt et Rose.),  
Managua.

AUTORES

Bra. Reveca Massiel Montoya Miranda  
Bra. María José Umanzor Ubeda

ASESORES

Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán  
Ing. M Sc. Juan Avelares Santos

Managua Nicaragua  
Septiembre, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

## Trabajo de Graduación

Evaluación de diferentes sustratos usados en  
la propagación de las especies de nopal  
(*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya  
(*Hylocereus undatus* Britt et Rose.),  
Managua.

### AUTORES

Bra. Reveca Massiel Montoya Miranda  
Bra. María José Umanzor Ubeda

### ASESORES

Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán  
Ing. M Sc. Juan Avelares Santos

Presentado al honorable tribunal examinador como  
requisito final para optar al grado de  
Ingeniera Agrónoma Generalista

Managua Nicaragua  
Septiembre, 2013

## ÍNDICE GENERAL

<b>Sección</b>		<b>Página</b>
	<b>INDICE DE CUADROS</b>	vi
	<b>INDICE DE FIGURAS</b>	viii
	<b>INDICE DE ANEXOS</b>	ix
	<b>RESUMEN</b>	1
	<b>ABSTRAC</b>	2
<b>I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	3
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	6
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	7
	3.1 Ubicación y fecha del estudio	7
	3.2 Diseño metodológico	7
	3.5 Manejo del ensayo	9
	3.6 Variables evaluadas	9
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	11
	4.1 Porcentaje de plantas con brotes	11
	4.2 Número de brotes por plantas	12
	4.3 Longitud y ancho de los brotes	16
	4.4 Biomasa de brotes	18
	4.5 Longitud y ancho del sistema radical	19
	4.6 Biomasa del sistema radical	21
	4.7 Supervivencia	23

<b>Sección</b>		<b>Página</b>
	4.8 Costos de producción de los cultivos de nopal y pitahaya en la etapa de vivero	24
<b>V</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>	25
<b>VI</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	26
<b>VII</b>	<b>ANEXOS</b>	28

## DEDICATORIA

A *Dios*. Porque sin ti no hubiese realizado con éxito cada propósito de mi vida, a ti padre celestial por bendecirme día a día en este caminar mi señor, tu qué haces todo posible sin ti no lograría nada en la vida me has guiado hasta el día de hoy, es por eso que te doy las gracias.

A *mis padres*. Con mucho orgullo dedico este trabajo a los pilares de mi vida, mi madre *Silvia del Carmen Miranda Rodríguez* por alumbrarme y permitirme venir al mundo, madre quería tu siempre me has estado apoyando en los buenos y malos momentos gracias por todos tus consejos. A mi padre *Eddy Apolinar Montoya Espinoza*, un ejemplo de padre, tú me has enseñado que en la vida debemos superar cada obstáculos, de ti he aprendido muchas cosas gracias por mis estudios ese es el mejor regalo que me has podido dar padre querido, siempre me siento orgullosa de ser tu hija.

A *mis abuelos: Fidencio Edmundo Montoya Martínez y Rosa Amanda Espinoza Martínez*, gracias por haber estado conmigo siempre desde mi nacimiento hasta el día de hoy. *Luis Miranda Centeno y Blanca Carlota Rodríguez* (q.n.p.d), gracias por todo.

A manera muy especial también dedico este trabajo a cinco personitas maravillosas aunque dos de ellas están con *Dios*, las otras han dado alegría a mi vida y me han dado un motivo más porque seguir adelante *a mi hermanita Scarleth Stephanit Montoya* por darle luz a mi vida *,a mis primitos Allison Alexandra y Steven Alfredo Montoya Chavarría*. Agradezco a toda *mi familia* que nunca me dejaron sola.

A una persona que ha significado mucho para mí en los años de mi carrera y en estos momentos de mi vida *W.A.T.P*, gracias por tu amor y apoyo incondicional en todo momento.

A mis *mejores amigos (as)* los de mi infancia y los que conocí en mis estudios universitarios, ellos me han demostrado una amistad sincera en todo este tiempo.

*Reveca Massiel Montoya Miranda*

## DEDICATORIA

*A Dios.* A ti señor por regalarme el don del existir, permitirme llegar hasta este punto y hacer realidad mis sueños, por darme salud, paciencia, sabiduría para lograr mis objetivos, porque nunca me abandonaste en los momentos difíciles.

*A mis dos mamás y a mis tías.* Con orgullo, esmero y satisfacción dedico este humilde trabajo por ser los seres más maravillosos que me pudo regalar Dios. A mi mamá **Ada Josefa Ubeda Bellorin** (q.n.p.d), por darme la vida que aunque no estuvo con migo en cuerpo siempre la tengo en mi corazón. A mi mamá **Elda Esther Bellorin Rivera**, por siempre estar a mi lado apoyándome para salir adelante en la vida. A mis tías, **Ana Patricia Bellorin Rivera**, por aconsejarme, porque gracias a ella soy alguien en la vida y por estar con migo siempre en los buenos y malos momentos de mi vida; **a Gloria Elena Ubeda Bellorin** por apoyarme desde pequeña y darme un amor de madre, **Liseth del Socorro Bellorin Rivera** por estar con migo siempre, **Sandra Auxiliadora Bellorin Peralta** por aconsejarme en cada etapa de mi vida.

Y a todas (os) *mis familiares* gracias por formar parte y estar en mi vida. Por eso y mucho más gracias por formar parte de mi vida.

*A mis primas (os).* Luis Fernando Álvarez Bellorin, Claudia Liseth Trejos Bellorin, Sandra Xaviera Trejos Bellorin, Elda Carolina Trejos Bellorin, Patricia Elieth López Ubeda, Reynaldo Gamalihel López Ubeda, Ángel Francisco Acevedo Bellorin por contar con ustedes en todo los momentos de dificultad, por su cariño, amor y apoyo en toda mi vida.

*A una persona* muy especial, **G.J.R.R.** Por formar parte de mi vida y brindarme todo su amor, cariño y darme su apoyo incondicional.

*A mis amigas (os),* gracias por brindarme su amistad y buenos deseos.

**María José Almanzor Ubeda**

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a **Dios**, por permitirnos culminar nuestros estudios universitarios al no dejarnos solas en las adversidades que se nos presentaron y brindarnos luz en nuestro caminar, sabiduría, paciencia, salud para poder cumplir nuestro sueño.

A **nuestros padres**, gracias a su amor, buenos consejos, sacrificios y dedicación hemos cumplidos todas nuestras metas.

A **nuestros familiares** y **amigos** porque siempre nos brindaron su apoyo incondicional durante nuestros estudios.

A todo el personal que labora en la **Universidad Nacional Agraria (UNA)**, en especial a los docentes de la **Facultad de Agronomía (FAGRO)**, a nuestros asesores **Ing. M Sc. María Isabel Chavarría Gaitán e Ing. M Sc. Juan Avelares Santos** por su tiempo y dedicación.

A la profesora **Ing. M Sc. Aleyda López** responsable de la parcela orgánica. A don **Iván García** trabajador de la universidad por su apoyo durante la etapa de campo.

Al **Centro Nacional de Investigación y Documentación Agropecuaria, CENIDA**, por abrirnos las puertas en la búsqueda de información y así aumentar nuestros conocimientos.

A nuestros novios **Wilmer Alonzo Torres Pineda y Gerald José Reyes Romero** por su ayuda durante la etapa de campo y su apoyo durante todo este tiempo. Gracias.

**Reveca Massiel Montoya Miranda**  
**María José Umazor Ubeda**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>		<b>Página</b>
1	Análisis químico de los sustratos utilizados en el experimento (pH; N, P, MO).	7
2	Descripción de los tratamientos, Managua 2012	8
3	Plano de campo	8
4	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 30 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus.	13
5	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 37 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus.	13
6	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 44 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus.	14
7	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 51 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus.	14
8	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 58 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus.	15
9	Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 65 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los sustratos compost, arena, lodo industrial y humus	15
10	Análisis descriptivo de longitud de los brotes de especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	16



11	Análisis descriptivo del ancho de los brotes de especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	17
12	Análisis descriptivo del peso fresco de los brotes de especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	18
13	Análisis descriptivo la longitud del sistema radical de las especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	20
14	Análisis descriptivo del ancho del sistema radical de las especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	21
15	Análisis descriptivo del peso fresco del sistema radical de las especies Nopal y Pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.	22
16	Análisis de los costos de producción y rentabilidad en el establecimiento en vivero del cultivo de pitahaya y nopal	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>Página</b>
1	Porcentaje de plantas con brotes establecidos en diferentes tratamientos y evaluados desde los 23 dds hasta los 65dds. dds: días después de la siembra	11
2	Influencia de los diferentes tratamientos con o sin cambio de suelo sobre el porcentaje de plantas con brotes, desde los 23 hasta los 65 días después de la siembra.	12
3	Análisis descriptivo del peso seco de los brotes de especies nopal y pitahaya realizada al final del estudio a los 66 días en los diferentes tratamientos.	19
4	Análisis descriptivo del peso seco del sistema radical de las especies nopal y pitahaya realizado al final del estudio a los 66 días en los diferentes tratamientos.	22
5	Análisis descriptivo del porcentaje de sobrevivencia al final del estudio a los 65 días de haber establecido el experimento	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos N°</b>		<b>Página</b>
1	Establecimiento de las especies nopal y pitahaya en los diferentes tratamientos.	29
2	Tratamientos establecidos.	29
3	Brotes en la especie de pitahaya	30
4	Brotes en la especie de nopal	30
5	Enraizamiento en ambas especies	31
6	Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya.	31
7	Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya.	32
8	Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya.	32
9	Costos de producción de los cultivos de nopal en la etapa de vivero	33
10	Costos de producción de los cultivos de la pitahaya en la etapa de vivero	34

## RESUMEN

El estudio se realizó en la parcela orgánica de cultivos perennes del Departamento de Producción Vegetal (DPV) de la Universidad Nacional, ubicada en el km 12 carretera norte departamento de Managua. Los objetivos evaluados fueron Determinar la influencia de los tratamientos en la cantidad de brotes así como la longitud, diámetro y biomasa para los brotes y raíces emitidas en los cultivos nopal y pitahaya, seleccionar el sustrato adecuado en el cultivo de nopal y pitahaya diferente al que tradicionalmente usan los viveristas, Comparar los costos de producción vrs la ganancia neta. Los tratamientos que se utilizaron fueron abonos orgánicos: humus de lombriz + suelo (dosis de 50% cada uno), compost + suelo (dosis de 50% cada uno), lodo industrial + suelo (dosis de 50% cada uno) y arena (dosis de 100%). Se estableció un ensayo experimental con cuatro bloques cada uno con una línea de nopal y otra de pitahaya con diez observaciones por tratamiento con el objetivo de Comparar el efecto de diferentes sustratos en la cantidad de brotes así como la longitud, diámetro y biomasa para los brotes y raíces emitidas en los cultivos nopal (*Opuntia ficus indica* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rose). La necesidad de propagar rápidamente la pitahaya (, y el nopal, requiere de sustratos que garanticen rapidez en el crecimiento y prendimiento del material vegetativo; al utilizar sustratos compactos y con mal drenaje causan deficiencia de oxígeno, con lo cual las raíces se asfixian y las plantas mueren. A los 63 días de haber establecido el ensayo los resultados obtenidos para ambas especies fueron que el humus de lombriz, compost y lodo industrial tuvieron mayor efecto en las variables sin embargo en los indicadores diámetro de raíz arena obtuvo el primer lugar en la especie de pitahaya y biomasa de las raíces peso seco obtiene el primer lugar para ambas especies.

Palabras claves: Pitahaya, nopal, abonos orgánicos.

## ABSTRACT

The study was conducted in the organic plot perennials Plant Production Department (VPD), National University, located at 12 km north road department of Managua. The objectives evaluated were determine the influence of the treatments on the number of outbreaks and the length, diameter and biomass for shoots and roots issued and pitahaya cactus crop, select the appropriate media in growing pitahaya cactus and different than growers traditionally use, compare production costs vs. net profit. The treatments used were organic fertilizers: soil humus + (dose of 50% each), compost + soil (dose of 50% each), industrial sludge + soil (dose of 50% each) and sand (dose of 100%). Established an experimental trial with four blocks each with a line Pitahaya nopal and another ten observations per treatment in order to compare the effect of different substrates in the number of shoots and the length, diameter and biomass for sprouts and root crops issued in nopal (*Opuntia ficus indica* L.) and dragon fruit (*Hylocereus undatus* Britt *et* Rose). The need to quickly propagate pitahaya (, and nopal, requires substrates to ensure rapid growth and detachment of the plant material; substrates using dense and poor drainage cause oxygen deficiency, which the roots will suffocate and plants die. at 63 days of establishing the test results were obtained for both species the worm castings, compost and industrial sludge had the greatest effect on the variables indicators however root diameter sand won first place in the pitahaya species and biomass dry weight of roots won first place for both species.

Keywords: Dragon fruit, prickly pear, organic fertilizers.

## I. INTRODUCCIÓN

La problemática asociada al manejo de los desechos sólidos, la necesidad de reducir la superficie destinada a los vertederos y la consecución de alternativas para el reciclaje de los desechos de origen orgánico, afectan a la sociedad en general (Fonteno *et al.*, 2000). Asociado a esto los productores agrícolas enfrentan en la actualidad distintos problemas; unos asociados al recurso agua (en aspectos tales como calidad, conservación y reducción de lixiviados), otros recursos del suelo (pérdida de fertilidad, contaminación, erosión), otros asociados al desecho de su actividad. La transformación de los desechos orgánicos en productos útiles como abonos usados como sustratos para fines hortícolas, producción de plántulas en vivero es una alternativa viable tanto técnica como económica.

En la industria de viveros la correcta elección del sustrato en donde crecerán las plantas juega un papel fundamental, dado que el desarrollo y mantenimiento de un extensivo y funcional sistema radical es esencial para el crecimiento de plantas saludables (Bilderback, 1982).

El crecimiento poblacional demanda cada vez mayores cantidades de alimentos sanos e inocuos (Sáenz 2004), la tendencia general en el consumo de alimentos es buscar un buen aporte de nutrientes y producción de alimento que sean beneficiosos para la salud.

El nopal es una planta perenne perteneciente a la familia de las Cactáceas. Se considera originaria del golfo de México y el Caribe, debido a la gran variabilidad genética encontrada en este sitio; ésta se encuentra distribuida en muchas zonas desérticas de Estados Unidos, México y América del Sur (Flores, 2001).

Como menciona Pimienta (1988), el rango de adaptabilidad del nopal, se extiende por toda América. En Nicaragua el nopal es llamado tuna o chumbela y la encontramos en varias zonas, principalmente en todos los departamentos de la región Pacífico y Central.

Investigaciones realizadas en Nicaragua evidencian el gran potencial que el cultivo del nopal tiene para la producción de verdura fresca (consumo humano), presentando gran adaptabilidad en zonas de trópico seco del país, como la región costera de Diriamba (Landeroy y Cruz, 2006).

El 78 % del nopal es comestible y posee un alto nivel de calcio (93 %) (Melgarejo, 2000); y no es explotado, debido a que muchos desconocen los usos que tiene esta planta; su producción es incipiente, pero puede convertirse en una alternativa que le permitan al nopal incursionar en el mercado nacional como producto innovador para el consumo humano (Sáenz 2006).

La pitahaya es otra especie que ha adquirido gran importancia para el país como alternativa rentable para sustituir en algunas zonas a los granos básicos (Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1991), debido a sus características que le permiten crecer y desarrollarse en condiciones de poca humedad; y a la demanda a nivel internacional y nacional tiene esta fruta. La pitahaya (*Hylocereus undatus*) es un cactus perenne que crece silvestre sobre árboles, troncos secos, piedras, muros, etc. (López, 1996).

Históricamente el mercado nacional consume más de 95% de la oferta nacional, lo que indica el alto grado de familiaridad y aceptación que tiene la pitahaya entre la población. La pitahaya al igual que el nopal es un cultivo que se reproduce de la forma sexual y asexual; la propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera. (Ríos, 1998).

La necesidad de propagar rápidamente la pitahaya y el nopal, requiere de sustratos que garanticen rapidez en el crecimiento y prendimiento del material vegetativo; pues al utilizar sustratos compactos y con mal drenaje causan deficiencia de oxígeno, con lo cual las raíces se asfixian y las plantas mueren. Se hace necesaria la búsqueda de materiales que sean de fácil obtención en las diferentes regiones, que permitan ahorrar la mayor cantidad posible de suelo en el vivero, además que éstos no implican un aumento en el costo de producción y que

permitan al productor una mayor seguridad en cuanto al tiempo de enraizamiento y desarrollo de los brotes.

Un factor limitante para incrementar ambos cultivos es la escasa producción de plantas. El método por esquejes es el más adecuado y recomendable para el establecimiento de plantaciones comerciales, considera un material que viene enraizado desde el vivero y por el crecimiento vegetativo que presenta, produce más rápidamente.

El uso de estas especies en la alimentación humana plantea la necesidad de obtener plántulas de calidad. En los viveros la propagación por esquejes sigue siendo una alternativa técnica y económicamente razonable. La siembra de trasplante para ambos cultivos es de mayor beneficio debido a que se selecciona la mejor estructura vegetal, así como la más fuertes y sanas (Gonzales, 2004).

El compost es un producto final de un proceso biológico que consiste en la descomposición de restos de plantas y animales (materia orgánica), es una forma fácil y natural de reciclar estos residuos y reducir su volumen. Es un proceso aerobio y genera suficiente temperatura para matar semillas de arvenses, bacterias y hongos fitopatógenas. (Alonzo, 2011).

El humus de lombriz, es considerado como la vida del suelo, y de él depende su fertilidad. Un puñado de ella contiene millones de microorganismos. Dentro de la materia orgánica del suelo, el humus representa del 85 al 90% del total, por ello, hablar de materia orgánica y de la fracción húmica es casi equivalente.

Hay referencias de Abad (1993) que indican que en el cultivo intensivo de plantas, en el que las temperaturas están controladas y los niveles de nutrimentos en el sustrato acostumbran a ser altos, se produce una mayor absorción de agua y transpiración por parte de la planta, debido a que el tiempo de apertura de estomas es superior esto obliga a regar frecuentemente para que en todo momento exista agua fácilmente disponible en el sistema radical.



## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General:**

Determinar la influencia de los tratamientos en la cantidad de brotes así como la longitud, diámetro y biomasa para los brotes y raíces emitidas en los cultivos nopal y pitahaya.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

1. Seleccionar el sustrato adecuado en la propagación del cultivo de nopal y pitahaya diferente al que tradicionalmente usan los viveristas.
2. Comparar los costos de producción vrs la ganancia neta.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### a. Ubicación y fecha del estudio

El ensayo se estableció en la parcela orgánica de cultivos perennes del Departamento de Producción Vegetal (DPV) propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 12 carretera norte municipio de Managua, encontrándose en la coordenadas 12° 08' 36" latitud norte y 86° 09' 49" longitud oeste, con una altitud de 56 msnm. Es un clima correspondiente a un bosque tropical seco y cálido, presentando temperaturas de 27.7 °C con precipitaciones de 1700 mm anuales y una humedad relativa de 71 % (INETER 2011).

Cuadro 1. Análisis químico de los sustratos utilizados en el experimento (pH; N, P, MO).

<b>Materiales</b>	<b>pH</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>MO</b>
			<b>%</b>	
Compost	6.82	0.49	0.21	8.19
Lodo industrial	4.98	2.01	1.37	19.42
Humus	8.35	1.54	0.59	21.53

#### b. Diseño metodológico

El ensayo fue establecido el 19 de abril al 21 de junio del año 2012. El estudio consistió en el establecimiento de una parcela experimental con cuatro bloques, cada bloque constaba con una hilera de nopal y una de pitahaya. Se realizaron diez observaciones por tratamiento, el estudio fue sometido a un análisis de estadística descriptiva, con el programa SSPS (versión 18). Los sustratos que se utilizaron fueron: humus de lombriz, compost, arena y lodo compostado proveniente de la industria cervecera, todos ellos mezclados con tierra al 50% a excepción de la arena porque es un material inerte

Las especies establecidas fueron nopal (variedad criolla sin espina) y pitahaya (variedad orejona). Descritos en el cuadro 2.

### 3.3 Descripción de los tratamientos

Cuadro 2. Tratamientos usados en el ensayo y sus dosis, Managua de 2012

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DOSIS</b>
T1: compost de la UNA y suelo	50% y 50%
T2: arena	100%
T3: compost de lodos industriales y suelo	50% y 50%
T4: Humus de lombriz y suelo	50% y 50%

### 3.4 Plano de campo

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos y observaciones en el cultivo del nopal y pitahaya, parcela orgánica- La Pecera, UNA, 2012.

<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>
<b>COUNAN</b>	<b>COUNAP</b>	<b>AN</b>	<b>AP</b>	<b>CLN</b>	<b>CLP</b>	<b>HUNAN</b>	<b>HUNAP</b>

Clave: COUNAN: compost Universidad  
Nacional Agraria nopal  
AN: arena nopal  
CLN: compost lodo nopal  
HUNAN: humus Universidad  
Nacional Agraria

COUNAP: compost Universidad Nacional Agraria pitahaya  
AP: arena pitahaya.  
CLP: compost lodo pitahaya  
HUNAP: humus Universidad Nacional Agraria

### **3.5 Manejo del ensayo**

El ensayo se estableció en una parcela experimental. Los materiales de siembra utilizados para ambos cultivos fueron obtenidos de una plantación establecida en la parcela orgánica de la UNA. Las especies establecidas fueron nopal (variedad criolla sin espina). En el cultivo de la pitahaya (variedad orejona) se seleccionaron los cladodios más sanos y vigorosos; se cortaron en el punto de unión entre cladodios, con una longitud aproximadas de 50 cm. En el cultivo del nopal el cladodio seleccionado tenía que poseer dos pencas; esto en forma de conejita. La selección de la estructura vegetativa obedece a la efectividad que esta semilla ha demostrado en investigaciones anteriores (Blanco, *et al*, 2010).

Una vez cortadas se procedió a la desinfección con cloro comercial en la parte del corte (se diluyeron 200 ml que contiene una bolsita de cloro en 20 l de agua), y se dejó a sombra por cinco días tanto el nopal como la pitahaya para su cicatrización; después de los cinco días se colocaron en bolsas de polietileno negras de 5 libras en las que se depositaron los diferentes sustratos; se aplicó riego inmediatamente de colocado el material vegetativo.

Se procedió a elaborar las mezclas de 50% de compost y 50% de suelo, 100% de arena, 50% de compost de lodo industrial y 50% de suelo, 50% de humus de lombriz y 50% de suelo.

### **3.6 Variables evaluadas**

La periodicidad de los muestreos fueron cada 7 días y las variables se registraron de las 8 estacas centrales, esto para evitar el error de borde. Estos muestreos se realizaron hasta los sesenta días después de la brotación.

#### **Porcentaje de plantas con brotes:**

Se realizó un conteo de las plantas que tenían al menos un brote.

**Número de brotes por planta:**

Se contaron los brotes por observación cada semana por el período de seis semanas.

**Longitud y ancho de los brotes:**

Se midió con una cinta métrica la longitud de cada brote por planta y se registró en cm.

**Longitud y ancho del sistema radical:**

Se procedió a extraer la estaca para la medición de las raíces. Obteniendo las raíces quitándolas de las bolsas y limpiándolas de los sustratos, cuidando que éstas no se separan de la base de la estaca. Al medir la longitud se utilizó una regla graduada y se registró en cm desde la base de la estaca hasta la última raíz.

**Biomasa del sistema radical y brotes del nopal y pitahaya:**

Se desprendieron todas las raíces de la base de la estaca y se pesaron. El dato se registró en gramos. Los brotes se cortaron de los cladodios se pesaron en gramos en peso fresco. Posterior a ello se colocaron en el horno a 70°C, con un periodo de duración de 24 horas. Se pesó después del secado y por diferencia se determinó la biomasa de las raíces y de los brotes.

Se finalizó el estudio a los 60 días después de la brotación, se midió la longitud (cm), diámetro (cm) y peso (g) del sistema de raíces; habiendo seleccionado 8 esquejes centrales dejando 2 esquejes sin tomar en cuenta una al inicio y otra al final en cada uno de los tratamientos para ambos cultivos.

**Sobrevivencia:**

Se contaron el número de esquejes brotados que sobrevivieron hasta los dos meses después de establecidas.

**Costos de producción de los cultivos de nopal y pitahaya en la etapa de vivero:**

Se registraron los costos de los diferentes materiales utilizados en la elaboración de abonos orgánicos, para el establecimiento de plántulas así como el precio de venta del producto final (plántulas).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Porcentaje de plantas con brotes.

Se llama brote a los nuevos crecimientos de las plantas, que pueden incluir tallos, yemas y hojas. El brote de germinación de la semilla que crece hacia arriba es un brote que desarrollará hojas. En la primavera, los brotes de plantas perennes son el nuevo crecimiento desde el suelo en las plantas herbáceas o el nuevo crecimiento de flores o tallos en las plantas leñosas (Jorge, 2010)

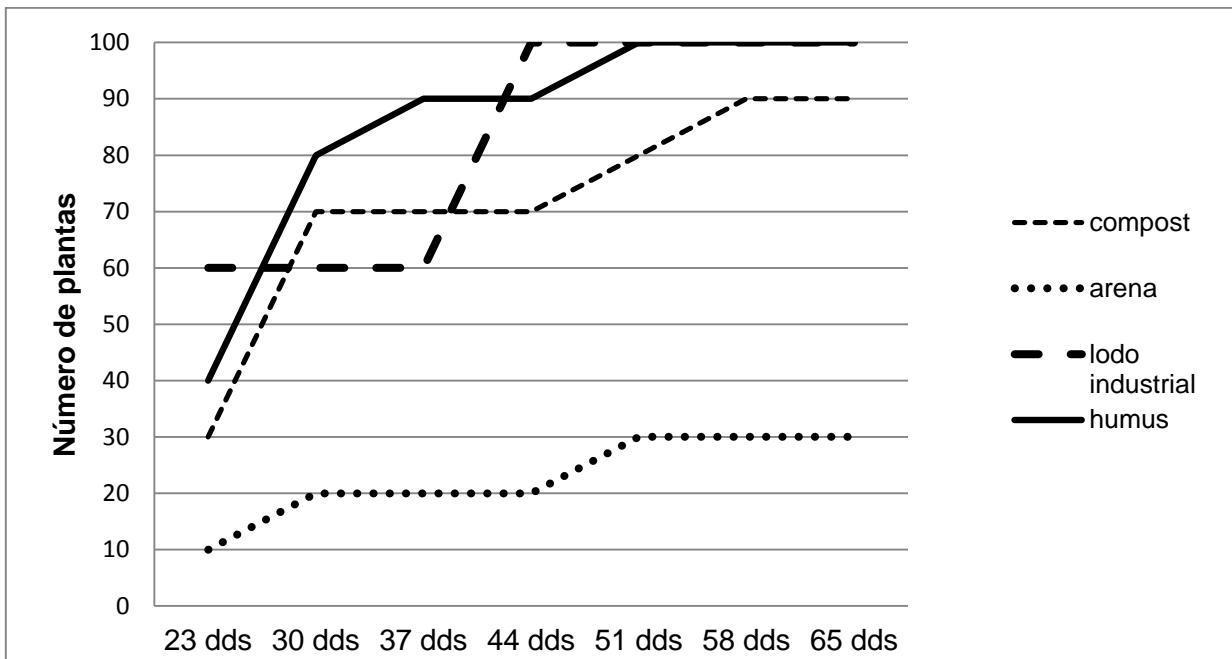


Figura 1. Porcentaje de plantas de nopal con brotes establecidos en diferentes sustratos y evaluados desde los 23 dds hasta los 65 dds. dds: días después de la siembra

En esta variable el tratamiento con arena presentó los valores más bajos durante todo el ensayo como se observa en la figura 1 y figura 2.

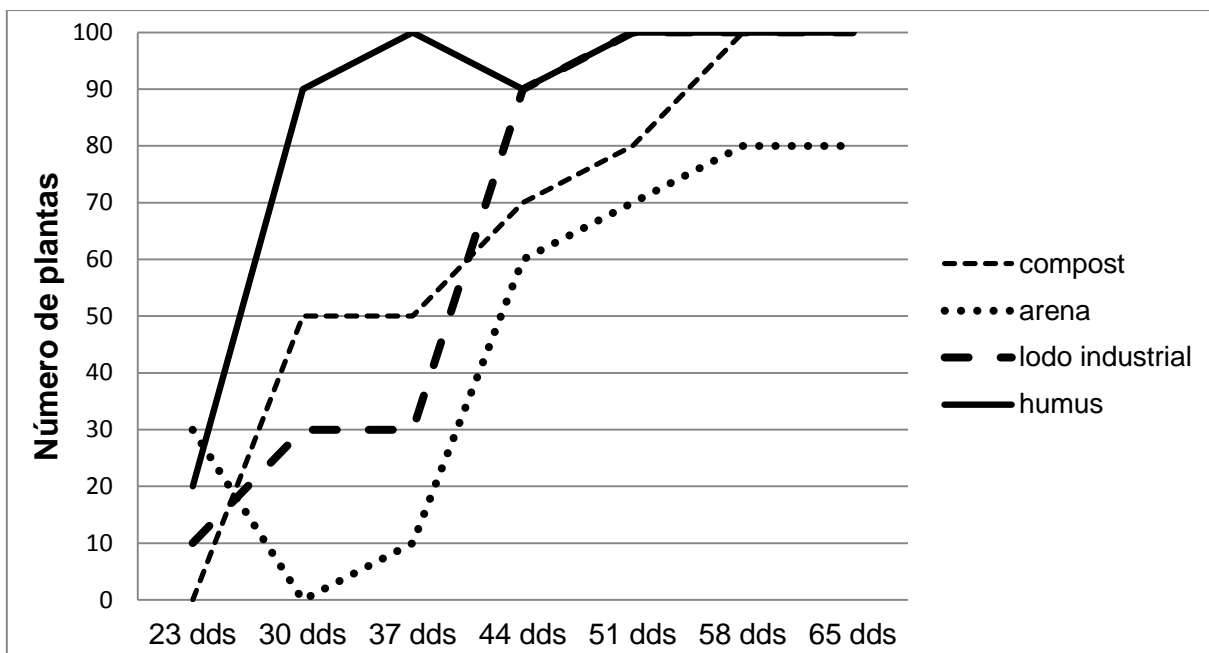


Figura 2. Influencia de los diferentes tratamientos con o sin cambio de suelo sobre el porcentaje de plantas con brotes desde los 23 hasta los 65 días después de la siembra.

En el análisis de esta variable se muestra que a partir de los 51 dds los tratamientos que presentaron el 100% de plantas con brotes fue el tratamiento con lodo industrial y humus de lombriz en ambas especies utilizadas. (Figuras 1 y 2).

Estos resultados no coinciden con el tiempo de brotación obtenidos por Mongalo y López (1996); pues según ellos hasta el final del experimento (treceava semana) todos los tratamientos llegaron a un 100% de brotación a excepción de dos tratamientos.

#### 4.2 Número de brotes por planta

Esta variable permite proyectar la producción de la plantación, debido a que cada brote representa un cladodio próximo a cosecha en el cultivo de nopal. Con el número de brotes podemos entender la formación de la estructura vegetativa de la planta. El sistema de producción será rentable cuando la plantación genera más brotes por planta; por tanto la existencia de más brotes aumenta la probabilidad de conducir el sistema hacia la sostenibilidad, desde el punto de vista económico.

El número de brotes determina la productividad por hectárea, ya que cuando la plantación genera más cladodios por planta, más rentable será el sistema de producción (Molina y Rodríguez, 2010). 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).

La brotación es un componente directo en la producción de fruto (Mongalo y López, 1996), dado a que al presentar mayor número de brotes aumenta en número de vainas, teniendo como importancia la posibilidad que las vainas de pitahaya al entrar a la fase reproductiva puedan producir más fruto.

Cuadro 4. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 30 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.3	0.675	0	2	0.213	225%
compost nopal	1.33	1.323	0	4	0.441	99.47
compost pitahaya	0.5	0.527	0	1	0.167	105.4
humus nopal	1.8	1.549	0	5	0.49	86.05
humus pitahaya	2.4	1.578	0	5	0.499	65.75
lodo nopal	1	0.919	0	3		91.9
lodo pitahaya	0	0.972	0	3		0

Cuadro 5. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 37 días de brotación para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.2	0.422	0	1	0.133	211%
arena pitahaya	0.2	0.632	0	2	0.2	316
compost nopal	1.33	1.323	0	4	0.441	99.47
compost pitahaya	0.6	0.699	0	2	0.221	116.5
humus nopal	2.2	1.549	0	5	0.49	70.4
humus pitahaya	3.4	1.955	1	7	0.618	57.5
lodo nopal	0.8	0.919	0	3	0.291	73.52
lodo pitahaya	0.5	0.972	0	3	0.307	194.4



Cuadro 6. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 44 días de establecido para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máximo</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.2	0.422	0	1	0.133	211%
arena pitahaya	0.7	0.675	0	2	0.213	96.42
compost nopal	1.56	1.424	0	4	0.475	91.28
compost pitahaya	0.8	0.632	0	2	0.2	79
humus nopal	2.3	1.418	0	4	0.448	61.65
humus pitahaya	3.4	2.011	0	7	0.636	59.14
lodo nopal	1.6	0.843	1	3	0.267	52.68
lodo pitahaya	2.7	1.494	0	5	0.473	55.33

Cuadro 7. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 51 días de establecido para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.4	0.699	0	2	0.221	175%
arena pitahaya	0.9	0.738	0	2	0.233	82
compost nopal	2	1.225	0	4	0.408	61.25
compost pitahaya	1.3	1.418	0	5	0.448	109.07
humus nopal	2.7	1.418	1	5	0.448	52.51
humus pitahaya	3.7	1.252	2	6	3.96	33.83
lodo nopal	2.7	0.823	1	4	0.26	30.48
lodo pitahaya	3.4	1.713	1	7	0.542	50.38

Cuadro 8. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 58 días de establecido para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.4	0.699	0	2	0.221	175%
arena pitahaya	0.9	0.568	0	2	0.18	63.11
compost nopal	2.89	2.054	1	4	0.351	36.47
compost pitahaya	1.6	1.075	1	4	0.34	67.18
humus nopal	3	0.943	2	4	0.298	31.43
humus pitahaya	3.5	1.269	2	6	0.401	36.25
lodo nopal	2.9	0.876	1	4	0.277	30.2
lodo pitahaya	3.2	1.398	1	6	0.442	43.68

Cuadro 9. Análisis descriptivo de brotes por plantas a los 65 días de establecido para nopal y pitahaya establecidos en los tratamientos compost, arena, lodo industrial y humus.

<b>tratamiento</b>	<b>media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>error estándar</b>	<b>coeficiente de variación %</b>
arena nopal	0.4	0.699	0	2	0.221	175%
arena pitahaya	0.9	0.568	0	2	0.18	63.11
compost nopal	3	1	1	4	0.333	33.33
compost pitahaya	1.6	1.075	1	4	0.34	67.18
humus nopal	3.3	0.949	2	5	0.3	28.75
humus pitahaya	3.4	1.35	2	6	0.427	39.7
lodo nopal	3.4	0.843	2	5	0.267	24.79
lodo pitahaya	3.1	1.197	1	5	0.379	38.61

En relación a la variable número de brotes por tratamiento, se refleja una ligera diferencia numérica entre ellos. Con el tratamiento humus de lombriz con una media de 3.4 ambas especies presentaron el mayor número, seguido del tratamiento de lodo industrial , compost y por ultimo arena. Este comportamiento se observó en todos los muestreos.

Los resultados más altos en base a la media fueron encontrados en el tratamiento humus de lombriz en los cultivo de nopal como en la pitahaya, pueden deberse al hecho de que el humus es un abono que durante el proceso de obtención pasa a través del tubo digestivo de la lombriz y que el abono resultante es un agregado de bacterias dentro del humus, o abono, que facilita que las plantas puedan asimilar los nutrientes que el abono puede asimilar, acelerando el desarrollo de la raíz y los procesos de brotación, floración y maduración del cultivo; además, el humus aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades, creando un entorno equilibrado entre el suelo, planta y medio ambiente. La Auxina que produce el humus, provoca el alargamiento de las células de los brotes (Emison, 2010).

Zuniga (1994) señala que las plantas de pitahaya en condiciones de vivero y riegos moderados de una a dos veces por semana van a presentar sus primeros brotes durante los primeros cinco días.

### 4.3 Longitud y ancho de los brotes

#### 4.3.1 Longitud de brotes

La longitud de brotes es una variable importante desde el punto de vista productivo y es uno de los elementos principales que componen el índice de cosecha. Entre más longitud mayor número de yemas y mayor crecimiento vegetativo. Los brotes aptos para cosecha deben medir aproximadamente entre 10 y 20 cm de longitud (Blanco *et al.*, 2008b).

Cuadro 10. Análisis descriptivo de ancho (cm) de los brotes de especies nopal y pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Media	Desviación Estándar	Mínima	Máxima	Coefficiente de variación
Arena Nopal	5.90	2.66	2.00	8.00	45.08
Arena Pitahaya	13.77	8.15	6.50	21.80	59.18
Compost Nopal	11.44	3.60	6.00	16.00	31.46
Compost Pitahaya	20.8	8.51	13.20	30.20	40.91
Humus Nopal	8.32	4.74	2.30	16.40	56.97
Humus Pitahaya	23.14	9.73	5.2	40.4	42.04
Lodo Nopal	11.80	7.59	2.5	22.00	64.32
Lodo Pitahaya	15.25	5.55	7.8	24.8	59.18

En el cuadro 10, el análisis estadístico de esta variable indica que en el coeficiente de variación existió homogeneidad debido a que oscilan en un rango de 30 a 65 en cuanto al manejo que se le dio al experimento; sin embargo, las medias más bajas fueron el tratamiento arena nopal con 5.90; en el caso de pitahaya fue el tratamiento arena con 13.77cm. Las medidas más altas fueron con el tratamiento con humus de lombriz en el cultivo pitahaya con 23.14 y en el cultivo nopal con el tratamiento lodo industrial (11.80 cm).

Landero y Cruz (2006), se encontraron longitudes máximas de 12 cm en la especie de nopal donde no se aplicó fertilización, ni plaguicidas, ni riego esto con el fin de probar la rusticidad y adaptación del material a la localidad. En el presente estudio en el nopal la longitud del brote oscilo de 5.9 a 11.8 cm.

### 4.3.2 Ancho de Brotes

Según Mondragón *et al* (1990), el crecimiento de los nuevos cladodios esta marcadamente influenciada por el peso seco de los cladodios basales, los cuales actúan como fuente de carbono de los nuevos brotes.

La longitud y el ancho determinan el área foliar de los nuevos cladodios. Se dice que una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento, al incrementar los niveles de fotosíntesis con lo cual aumenta la biomasa producida, Landero y Cruz (2006).

Cuadro 11. Análisis descriptivo del ancho (cm) de los brotes de especies nopal y pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

tratamiento	media	desviación estándar	mínima	máxima	coeficiente de variación
Arena Nopal	2.72	1.03	1.20	3.50	37.86
Arena Pitahaya	2.85	0.99	2.00	3.90	34.73
Compost Nopal	3.48	0.69	2.60	4.30	19.82
Compost Pitahaya	3.53	0.64	2.80	4.00	18.3
Humus Nopal	2.52	1.22	1.00	4.20	48.41
Humus Pitahaya	4.04	0.63	2.7	5	15.59
Lodo Nopal	3.50	1.97	1.0	6.0	55.14
Lodo Pitahaya	3.35	1.00	1.6	5.0	29.85

El cuadro 11, el análisis descriptivo de esta variable indica que el tratamiento humus pitahaya presentó la media más alta con 4.04 cm, con un CV bajo de 15.59, esto indica que el tratamiento humus de lombriz tuvo mayor efecto en esta especie. En la especie de nopal el tratamiento que presentó la media más alta fue lodo industrial con 3.50 cm a pesar de haber obtenido un CV alto de 55.14.

Landero y Cruz (2006), muestran datos similares en la especie de nopal donde existen diámetros máximos de 5 cm.

Con relación a la pitahaya, los tallos pueden desarrollar un ancho de 5-6 centímetros, según Gonzales y Alvarado (2004). 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 Biomasa de brotes

##### 4.4.1 Peso fresco de los brotes

Orúe y Rojas (2008) y Blanco (2008), hacen referencia a que el mayor peso del brote no obtiene el mayor rendimiento, sino aquellos tratamientos en los cuales hay más brotes por planta.

Cuadro 12. Análisis descriptivo del peso fresco (g) de los brotes de especies nopal y pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

tratamiento	media	desviación estándar	mínima	máxima	coeficiente de variación
Arena Nopal	7.36	8.03	0.10	16.00	109.1
Arena Pitahaya	23.33	16.77	4.00	34.00	71.88
Compost Nopal	46.00	29.05	16.00	74.00	63.15
Compost Pitahaya	31.33	21.93	14.00	56.00	69.99
Humus Nopal	56.66	25.48	40.00	86.00	44.96
Humus Pitahaya	41.06	66.63	2.50	118.00	162.27
Lodo Nopal	56.66	25.48	40.00	86.00	44.96
Lodo Pitahaya	51.33	50.84	20.00	110.00	99.04

El cuadro 12, el análisis estadístico del peso fresco indica que los coeficientes de variación más altos fueron arena nopal con 109.1% con una media de 7.36 y humus pitahaya con 162.27% con una media de 41.06.

En los tratamientos humus y lodo en el cultivo de nopal el análisis muestra un coeficiente de variación de 44.96% cada uno, también obtuvieron las medias más altas de 56.66. Al tener la planta madre más cladodios existió mayor captación de luz, la cual es fuente energética para reacciones fotoquímicas y como estimuladores de crecimiento, esto provoca mayor elongación de los cladodios (Landeros y Cruz, 2006).

#### 4.4.2 Peso seco de los brotes

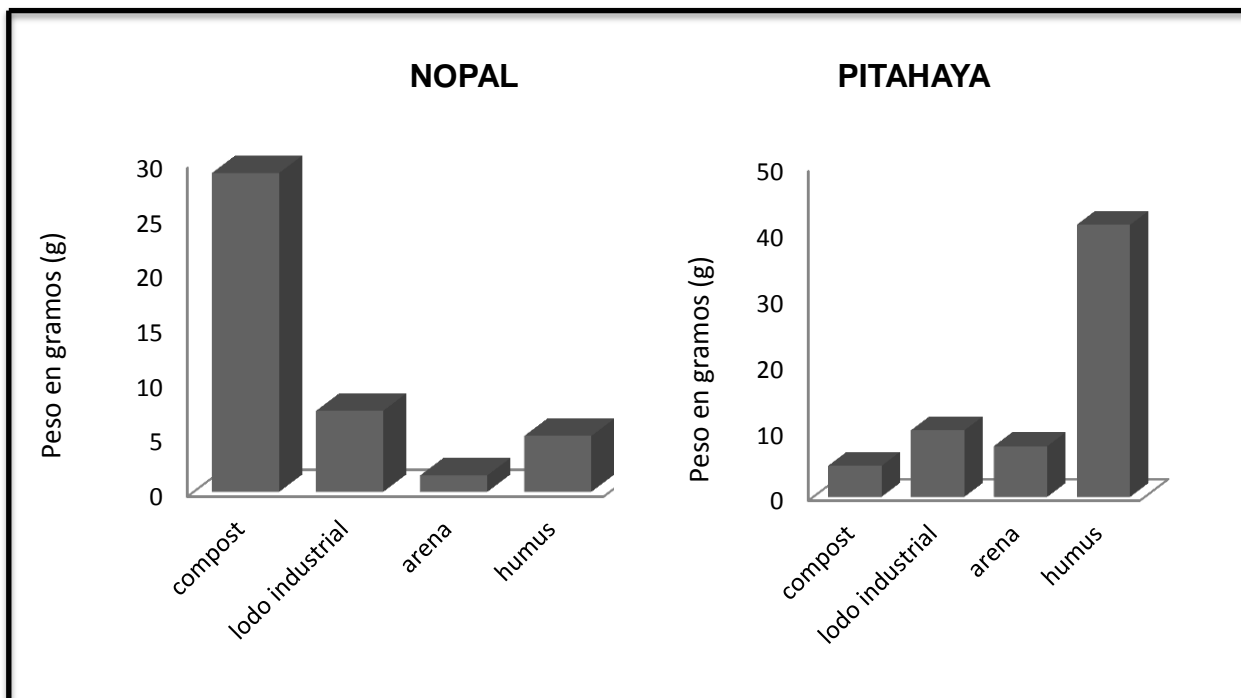


Figura 3. Análisis descriptivo del peso seco de los brotes de especies nopal y pitahaya realizada al final del estudio a los 66 días en los diferentes tratamientos.

En el tratamiento utilizando compost fue el que obtuvo mayor peso seco con 29.1 g en la especie de nopal. Se han encontrados datos que reflejan como el compost ejerce influencia en cuanto al número de brotes, cosecha y rendimiento según Gonzales y Mendieta (2010) y en la especie de pitahaya fue el que generó menor peso seco 4.7 g. El humus de lombriz con 41.3 g fue el tratamiento más alto a diferencia en nopal el cual fue uno de los más bajos; los tratamientos lodo industrial y arena para ambas especies generaron resultados similares.

#### 4.5 Longitud y ancho del sistema radical

##### 4.5.1 Longitud del sistema radical

El crecimiento es un factor fundamental para el desarrollo de las plantas; este se realiza a través de yemas vegetativas existente en la aureolas que es un órgano característico de las cactáceas (Gonzales y Mendieta, 2010).

Desde el punto de vista productivo es una variable importante, es parte uno de los elementos principales que componen el rendimiento en el nopal, estos brotes deben de haber alcanzado ciertas dimensiones, aproximadamente de 10 a 20 cm de longitud para estar aptos de cosecha, Blanco et al., (2008).

Cuadro 13. Análisis descriptivo la longitud (cm) del sistema radical de las especies nopal y pitahaya realizado al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

<b>tratamiento</b>	<b>media</b>	<b>desviación estándar</b>	<b>mínima</b>	<b>máxima</b>	<b>coeficiente de variación</b>
Arena Nopal	40.30	4.29	37.20	45.20	90.76
Arena Pitahaya	41.70	5.56	38.00	48.1	419.00
Compost Nopal	40.06	20.47	17.00	56.10	51.09
Compost Pitahaya	43.83	21.09	27.00	67.5	48.11
Humus Nopal	50.70	4.51	46.00	55.00	8.89
Humus Pitahaya	25.73	4.60	21.00	30.2	17.87
Lodo Nopal	44.06	1.67	43.00	46.00	3.79
Lodo Pitahaya	36.50	12.21	28.00	50.5	33.45

En el cuadro 13, el análisis descriptivo, indica que el tratamiento humus nopal presentó una media de 50.70 con un CV de 8.89. En la especie de pitahaya el tratamiento compost muestra una media de 43.83 con un CV de 48.11. Estos datos indican que existió homogeneidad en el experimento, ya que esta medida estadística indica que a valores más altos más heterogeneidad en los datos.

También encontraron valores similares Landero y Cruz (2006); Orúe y Rojas (2008), al sólo encontrar diferencias numéricas y longitudes de 11.71 - 7.40 cm y 12.76 -10.88 cm respectivamente en el nopal.

#### 4.5.2 Ancho del sistema radical

Cuadro 14. Análisis descriptivo del ancho (cm) de la raíz de las especies nopal y pitahaya realizada al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

tratamiento	media	desviación estándar	mínima	máxima	coeficiente de variación
Arena Nopal	13.95	3.37	11.50	17.80	24.15
Arena Pitahaya	15.00	0.86	14.00	15.50	5.73
Compost Nopal	29.43	27.46	11.00	61.00	93.30
Compost Pitahaya	13.40	1.50	12.00	15.0	11.19
Humus Nopal	13.03	2.20	10.50	14.50	16.88
Humus Pitahaya	11.33	2.30	10.00	14.0	20.30
Lodo Nopal	13.10	3.65	9.00	16.00	27.86
Lodo Pitahaya	11.66	0.57	11.00	12.0	4.88

En el cuadro 14, el análisis muestran que tanto el CV y la media son altos. En la especie de pitahaya los tratamientos con el coeficiente de variación más bajo fueron lodo industrial con 4.88% cuya media fue de 11.66 cm y arena con 5.73% cuya media fue de 15 cm.

#### 4.6 Biomasa del sistema radical

##### 4.6.1 Peso fresco del sistema radical

Según Meyer, *at al* (1972) las condiciones edáficas prevalecientes ejercen un pronunciado efecto sobre la distribución del sistema radical. Aunque la profundidad a la que pueden penetrar las raíces es una característica de cada especie ésta puede modificarse por diversos factores del suelo.

Al haber falta de nutrientes y agua en el suelo, se atrasa el crecimiento vegetativo de la planta, debido a que la parte aérea queda en espera puesto que los pocos nutrientes que son absorbidos se integran a las células de las raíces, dada la constante actividad de crecimiento que esta tiene en busca de alimento, (Tisdale y Nelson 1984).



Cuadro 15. Análisis descriptivo del peso fresco (g) del sistema radical de las especies nopal y pitahaya realizada al final del estudio a los 65 días en los diferentes tratamientos.

tratamiento	media	desviación estándar	mínima	máxima	coeficiente de variación
Arena Nopal	20.00	2.00	18.00	22.00	10.00
Arena Pitahaya	20.67	4.16	16.00	24.00	20.12
Compost Nopal	6.67	1.15	6.00	8.00	17.24
Compost Pitahaya	22.67	2.30	20.00	24.00	10.14
Humus Nopal	10.67	8.32	4.00	20.00	77.97
Humus Pitahaya	24.00	9.16	16.00	34.00	66.66
Lodo Nopal	6.00	2.00	4.00	8.00	33.33
Lodo Pitahaya	49.33	20.23	26.00	62.00	41.00

La especie de nopal presentó el coeficiente de variación mas bajo en el tratamiento arena y con una media de 20g y en la especie de pitahaya el tratamiento de compost presentó un CV de 10.14% y con una media de 22.67. (Cuadro 15)

#### 4.6.2 Peso seco del sistema radical

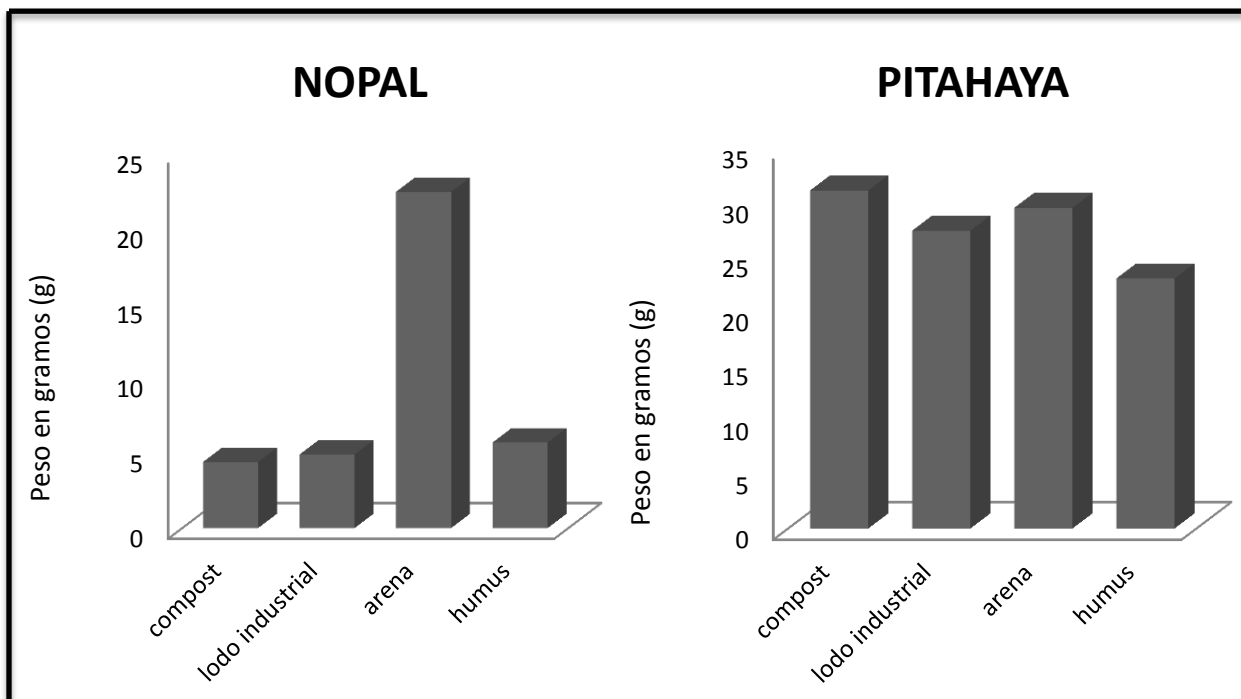


Figura 4. Análisis descriptivo del peso seco del sistema radical de las especies nopal y pitahaya realizada al final del estudio a los 66 días en los diferentes tratamientos.

En la figura 4, se muestra que el tratamiento que generó mayor peso seco en el nopal fue la arena, en este resultado puede contribuir el hecho que la arena posee espacios porosos que permite que las raíces tuvieran un mejor desarrollo. En el caso de la especie de pitahaya se refleja una similitud en todos los tratamientos sin embargo a diferencia de nopal la arena se encuentra en segundo lugar; el primer lugar es del tratamiento de compost con 31.1 g de peso seco de raíces.

El tratamiento con arena es el que tiene mejores características físicas para el desarrollo radical esto por tratarse de especies de pertenecen a la familia de las cactáceas , Dzul Chan (2010).

#### 4.7 Sobrevivencia

En esta variable se tiene que tomar mucho en cuenta, influye en la misma el manejo fitosanitario aplicado al cultivo; de ello depende si se obtendrán buenos resultados de producción con calidad y cantidad; refleja el número de estacas perdidas al final del ensayo.

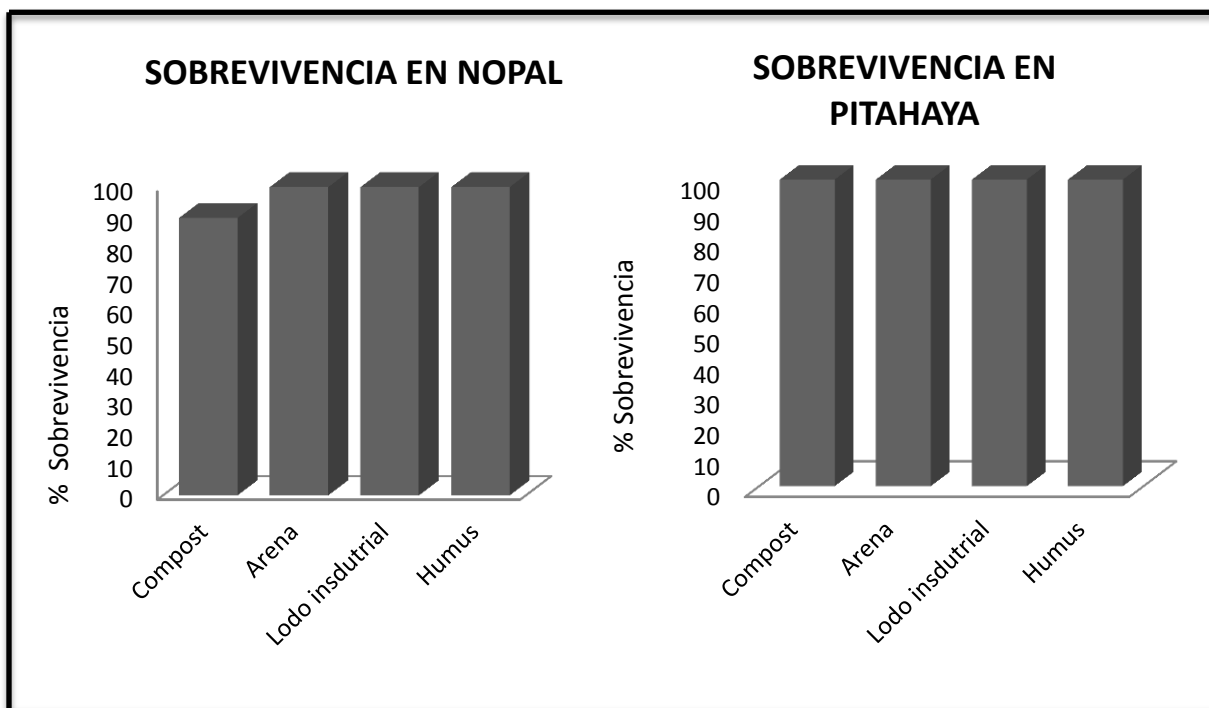


Figura 5. Análisis descriptivo del porcentaje de sobrevivencia al final del estudio a los 65 días de haber establecido el experimento.

Ambas especies tienen un alto porcentaje de sobrevivencia. En la pitahaya no hubo pérdidas durante el periodo que duró el ensayo; en la especie de nopal a las pocas semanas de haberse establecido el ensayo se produjo una reducción de la población de un 10% en el tratamiento compost, esto se debió al exceso de humedad ya que fue establecido en período de lluvias.

En ese período se produjeron precipitaciones del mes de Abril fue de 129.1mm, en Mayo de 519.4mm es posible que la sustrato compost tuvo mayor capacidad de retención de agua y que el nopal sea más susceptible que la pitahaya a este exceso hídrico.

Las mayores incidencias de mortalidad en el cultivo de nopal generalmente se presentan en la época de invierno por la presencia de enfermedades fungosas y bacterianas (FAO 1999). El nopal es una planta que posee alto grado de resistencia a la sequía, temperaturas altas y adaptabilidad a suelos poco fértiles, pero no soporta el exceso de humedad. El nopal es sensible a los suelos encharcados por lo que en zonas con este riesgo, debe establecerse un drenaje adecuado (Melgarejo, 2000).

#### 4.8 Costos de producción de los cultivos de nopal y pitahaya en la etapa de vivero

Todo sistema de producción requiere generar ganancias y la actividad viverista representa un rubro atractivo.

Cuadro 16. Costos de producción en vivero para los cultivos de pitahaya y nopal.

Tratamientos	Precio de venta unidad	Costos de producción	Ganancia bruta	Ganancia neta
pitahaya-humus	15	61.3	300	238.7
nopal-humus	10	121.3	200	78.7
pitahaya-compost	15	61.22	300	238.78
nopal-compost	10	121.22	200	78.78
pitahaya-lodo industrial	15	61.22	300	238.78
nopal-lodo industrial	10	121.22	200	78.78
pitahaya-arena	15	70.6	300	229.4
nopal-arena	10	130.6	200	69.4

En el cuadro 16, se presentan los costos de producción para 20 plantas por tratamiento. Teniendo así los gastos de establecimiento y ganancia neta. Desde el punto de vista económico es más favorable utilizar pitahaya en los diferentes sustratos ya que se generó una ganancia neta mejor.

## V. CONCLUSIÓN

En base a los objetivos planteados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los tratamientos que tuvieron mayor efecto en las diferentes variables para ambos cultivos fueron humus de lombriz, compost y lodo industrial; en las variables diámetro de la raíz para el cultivo del nopal se encontró con el valor más alto con el tratamiento humus seguido del tratamiento lodo industrial y para el cultivo de pitahaya el valor más alto lo presenta el tratamiento lodo industrial seguido del tratamiento con arena. En la variable biomasa de las raíces peso seco el mayor valor lo obtiene el tratamiento con arena en el cultivo de nopal y en el cultivo de pitahaya el valor más alto lo obtiene el tratamiento de compost, seguido del tratamiento con arena.
- El tratamiento que presentó mayores resultados en los dos cultivos de nopal y pitahaya, fue el tratamiento humus de lombriz en todas las variables evaluadas.
- Para la producción del cultivo de la pitahaya en cualquiera de los tratamientos, los costos son más bajos y se obtiene mayor ganancia neta.

## VI. BIBLIOGRAFIA

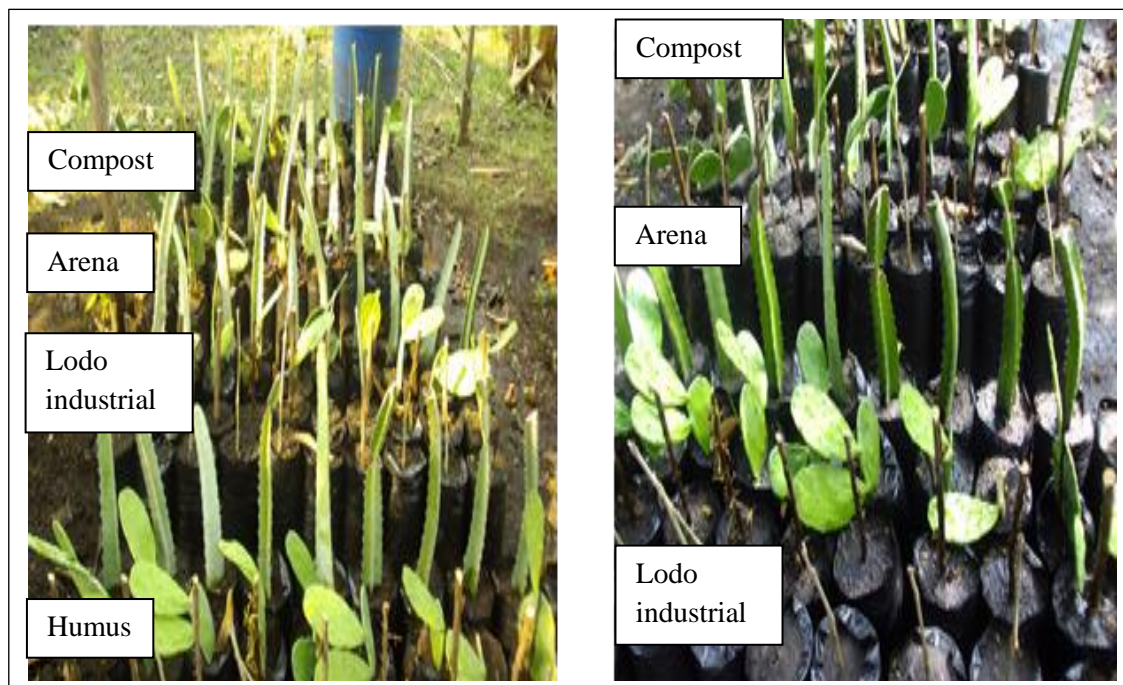
- ABAD, M. 1993. Sustratos: Características y propiedades. (ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. pp. 47-62.
- Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1991. (Fuente APENN).
- Alonzo P, JR. 2011. Como hacer compost, Guía para amantes de la jardinería y el medio ambiente. Agroguias mundi-prensa. Madrid, ES.
- Blanco, M.; Orúe, R.; Rojas, E.; Neira, A.; Cortez, N. 2008b. Efectos de enmiendas nutricionales en nopal (*Opuntia ficus indica L.*), un recurso natural no explotado en Nicaragua. LIV Reunión Anual del PCCMCA. San José, CR. 284 pp.
- Bilderback, T. 1982. Nursery crops production manual: Container soils and soilless media. North Carolina Agricultural Extension Service. NCPM No. 9. 12 p
- CONAZA (Comisión nacional de las zonas áridas) , 1981. El nopal. INIF. México.26 pp.
- Dzul Chan, M. 2010. Propagación asexual de pitahaya mediante estacas empleando enraizadores en condiciones de invernadero. Tesis Ing, agr. Michoacán,Mx.
- FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 1999. Etnobotánica. Agroecológica, cultivo y usos del nopal. 132:13-20.
- Flores, V. C. A. 2001. Producción, industrialización y comercialización de Nopalitos. CIEESTAM-UACH. Texcoco, Estado de México. 206 pp.
- Fonteno, W.; C. Harden and J. Brewster. 2000. Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU porometer. Horticultural Substrate Laboratory. North Carolina State University 26 p.
- Emison. 2010. Vermicompost. (en línea).Consultado 22 de mayo, 2013. Disponible en: <http://www.emison.com/5105.htm>
- Gonzales, G. J; Mendieta, M. E. 2010. Efecto de diferentes dosis de compost en la época seca sobre el rendimiento y rentabilidad del nopal, Diriamba, Carazo, 2009. Tesis, Ing, agr. Managua, NI, UNA. 27p.
- Gonzales, E.S, Alvarado, R. J. 2004. Utilización de caracteres cuantitativos y cualitativos determinantes en la variación fenotípica de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse), que permiten proponer una guía de descriptores. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 83p.

- INETER (Instituto nicaragüense de estudios territoriales). 2011. Dirección general de meteorología. Aeropuerto Internacional. Managua.
- Landero, F. y Cruz, E. 2006. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L. Miller) en la zona de Diriamba, Carazo, para la producción de nopal verdura en la comunidad de Buena Vista, Carazo. Diriamba Nicaragua. Tesis UNA, Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 17 pp.
- López, & Guido. 1996. Evaluación preliminar de niveles de nitrógeno y fósforo en el cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Segundo encuentro nacional sobre el cultivo de la pitahaya. Managua, NI. 23pp.
- Melgarejo, P. 2000. Tratado de fruticultura, para zonas áridas y semiáridas. 1ª ed. MADRID, ES. MUNDI-PRENSA. 298 pp.
- Molina, P. A; Rodríguez, G., E.. 2010. Efecto de niveles de compost sobre el rendimiento del nopal, Diriamba, 2008. Tesis Ing, agr. Managua, NI. UNA. 36p.
- Mongalo, G. Y; López, P.O. 1996. Evaluación de sustratos para la reproducción de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rosse), en condiciones de vivero. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 22 p.
- 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.
- Orúe, G. R; Rojas, S. E. 2008. Efecto de enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal en Diriamba, Carazo, 2007. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. UNA. 29p.
- Pimienta, E. 1988. El nopal tunero: Descripción botánica, uso e importancia económica. IN GERMEN, SOMEFI. N° 7, 1988. Texcoco, México. Pp 10-12.
- Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo. In: cactácea, suculentos mexicanos. CVS publicaciones, México. p. 22.
- Ríos S. 1998. Revista FOR EXPORT. Breve descripción de la producción y comercialización de la pitahaya en Nicaragua. P43-5.
- Saenz, 2004. La tuna (*Opuntia ficus indicus* L). Un Cultivo como Perspectivas. Alimentos. 47-49 pp.
- Sáenz, C. 2006. Utilización agroindustrial del nopal. FAO Roma, IT. Pp. 2, 12, 26.
- Tisdale, S.L ; Nelson, W.L. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Primera edición. Unión tipográfica editorial Hispanoamericana, S.A. de .C.V. 760 p.
- Zuniga, J. 1994. Técnicas de manejo de pitahaya en vivero. In Primer encuentro Nacional del cultivo de la pitahaya. (1<sup>er</sup>, del 23 al 25 de Agosto de 1994. San Marcos, Carazo)(Memoria). Managua, Ni. P80-85.

## **VII. ANEXOS**



Anexo N° 1. Establecimiento de las especies nopal y pitahaya en los diferentes tratamientos.



Anexo N° 2. Tratamientos ya establecidos.



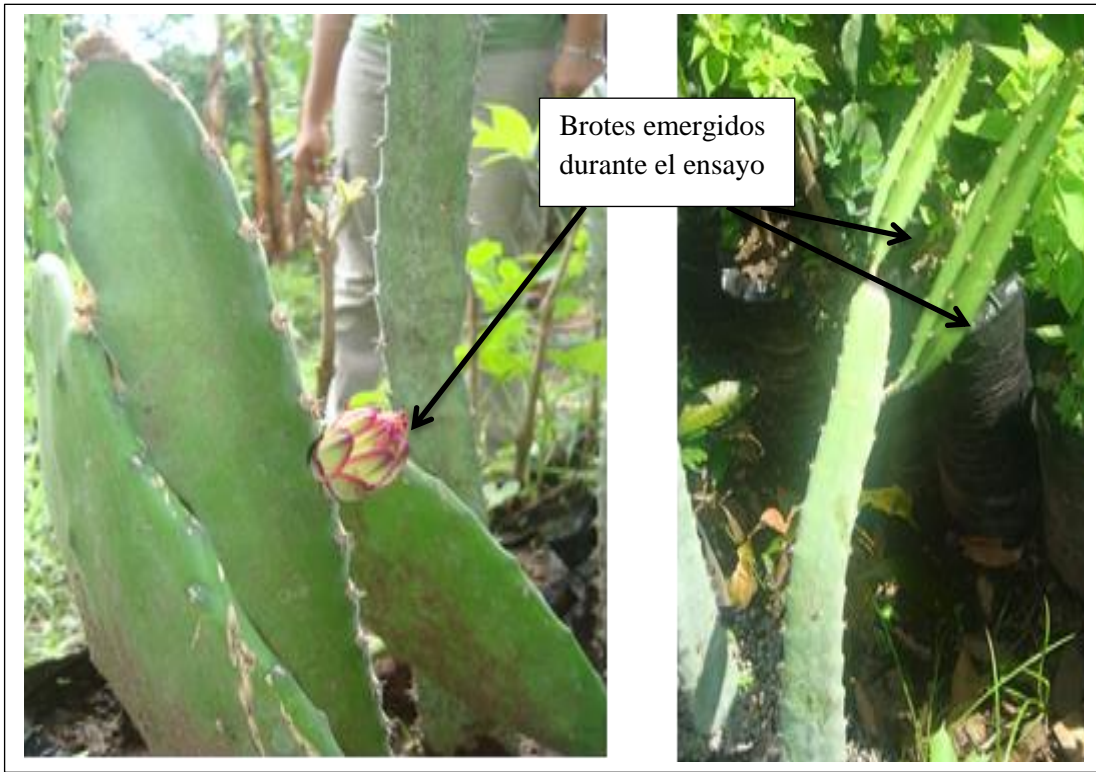
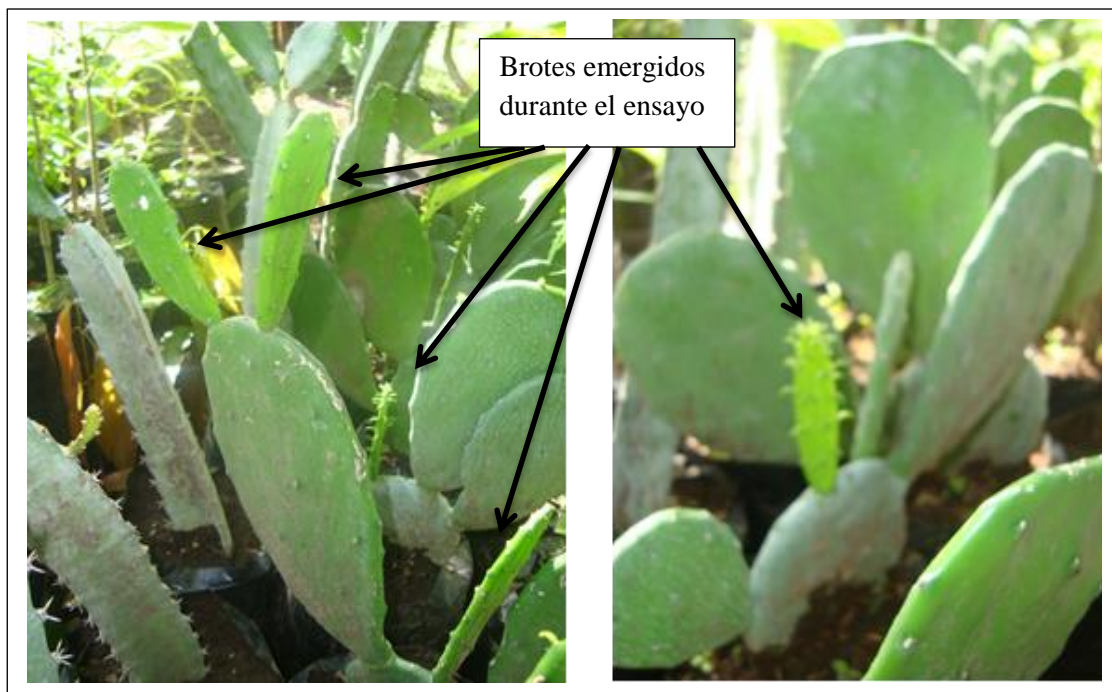


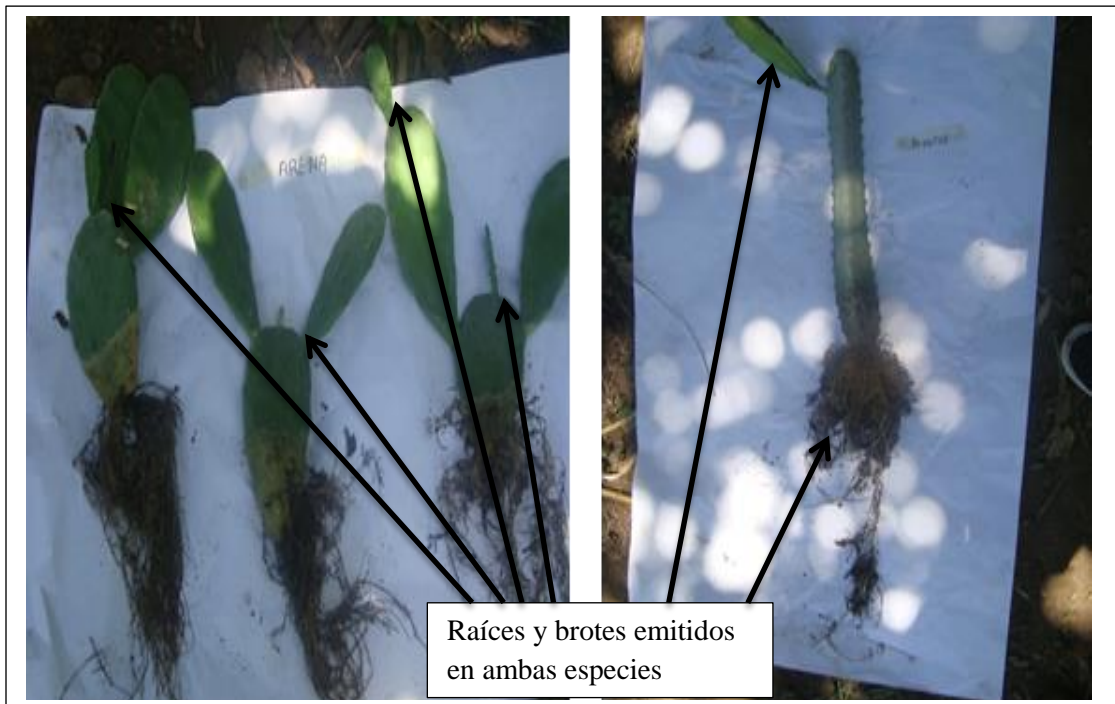
Figura N° 3. Brotos en la especie de pitahaya



Anexo N° 4. Brotos en la especie de nopal



Anexo N° 5. Enraizamiento en ambas especies



Anexo N° 6. Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya.



Anexo N° 7. Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya.



Anexo N° 8. Raíces emitidas en las especies de nopal y pitahaya

	Unitario C\$		Unitario C\$
Bolsa	0.33	Bolsa	0.33
Sustrato humus de lombriz	0.035	Sustrato compost	0.031
Cloro	0.06	Cloro	0.06
mano de obra siembra	0.32	mano de obra siembra	0.32
mano de obra acarreo suelo	0.32	mano de obra acarreo suelo	0.32
material vegetativo nopal	5	material vegetativo nopal	5
<b>Total/1 bolsa</b>	6.065	<b>Total/bolsa</b>	6.061
<b>Total /20 bolsas</b>	121.3	<b>Total /20 bolsas</b>	121.22

	Unitario C\$		Unitario C\$
Bolsa	0.33	Bolsa	0.33
Sustrato lodo industrial	0.031	Sustrato arena	0.5
Cloro	0.06	Cloro	0.06
mano de obra siembra	0.32	mano de obra siembra	0.32
mano de obra acarreo suelo	0.32	mano de obra acarreo suelo	0.32
material vegetativo nopal	5	material vegetativo nopal	5
<b>Total/bolsa</b>	6.061	<b>Total/bolsa</b>	6.53
<b>Total /20 bolsas</b>	121.22	<b>Total/20 bolsa</b>	130.6

Anexo9. Costos de producción de los cultivos de nopal en la etapa de vivero

	Unitario C\$		Unitario C\$
Bolsa	0.33	Bolsa	0.33
Sustrato humus de lombriz	0.035	Sustrato compost	0.031
Cloro	0.06	Cloro	0.06
mano de obra siembra	0.32	mano de obra siembra	0.32
mano de obra acarreo suelo	0.32	mano de obra acarreo suelo	0.32
material vegetativo pitahaya	2	material vegetativo pitahaya	2
<b>Total/bolsa</b>	<b>3.065</b>	<b>Total/bolsa</b>	<b>3.061</b>
<b>Total /20 bolsas</b>	<b>61.3</b>	<b>Total /20 bolsas</b>	<b>61.22</b>

	Unitario C\$		Unitario C\$
Bolsa	0.33	Bolsa	0.33
Sustrato lodo industrial	0.031	Sustrato arena	0.5
Cloro	0.06	Cloro	0.06
mano de obra siembra	0.32	mano de obra siembra	0.32
mano de obra acarreo suelo	0.32	mano de obra acarreo suelo	0.32
material vegetativo pitahaya	2	material vegetativo pitahaya	2
<b>Total/bolsa</b>	<b>3.061</b>	<b>Total/bolsa</b>	<b>3.53</b>
<b>Total /20 bolsas</b>	<b>61.22</b>	<b>Total /20 bolsas</b>	<b>70.6</b>

Anexo10. Costos de producción de los cultivos de pitahaya en la etapa de vivero