



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento de Producción Vegetal

Trabajo de Graduación

Comportamiento de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) en asocio con seis cultivos prehispanicos, Ecolotes Ave María, Las Esquinas, Carazo, 2013

AUTORES

Br. Albin Francisco Cano Dávila

Br. Aritza Elieth Cárcamo Salgado

ASESORES

Ing. MSc. Moisés Blanco Navarro

Ing. Agr. Norman Cruz Vela

Ing. Agr. Marisol Baylón Duarte

Managua, Nicaragua

Julio, 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Producción Vegetal

Trabajo de Graduación

Comportamiento de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), en asocio con seis cultivos prehispanicos, Ecolotes Ave María, Las Esquinas, Carazo, 2013

AUTORES

Br. Albin Francisco Cano Dávila
Br. Aritza Elieth Cárcamo Salgado

ASESORES

Ing. MSc. Moisés Blanco Navarro
Ing. Agr. Norman Cruz Vela
Ing. Agr. Marisol Baylón Duarte

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito parcial para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Julio, 2015

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección		Página
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTOS	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iv
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
	ÍNDICE DE ANEXO	vi
	RESUMEN	vii
	ABSTRACT	viii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1	Ubicación y fecha del estudio	4
3.2	Diseño metodológico	4
3.3	Manejo del ensayo	5
3.3.1	Preparación del suelo	5
3.3.2	Siembra	5
3.3.3	Fertilización	6
3.3.4	Control de malezas	6
3.3.5	Control de plaga	6
3.3.6	Cosecha	6
3.4	Variables evaluadas	6
3.4.1	Sobrevivencia	6
3.4.2	Número de brotes	7
3.4.3	Longitud de brotes	7
3.4.4	Ancho de brotes	7
3.4.5	Número de brotes a cosecha o comerciales y rendimiento	7
3.4.6	Altura de plantas o longitud de guías de cada uno de los cultivos	7
3.4.7	Rendimiento (kg ha ⁻¹) de los cultivos prehispánicos	7
3.5	Análisis de los datos	7
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4.1	Comportamiento del Nopal	8
4.1.1	Sobrevivencia del nopal	8
4.1.2	Número de brotes	9
4.1.3	Ancho de brotes (cm)	10
4.1.4	Longitud de brotes (cm)	11
4.1.5	Rendimiento del nopal (kg ha ⁻¹)	12
4.2	Altura y longitud de guías de cultivos prehispánicos	
4.2.1	Pipián cuarenteño (<i>Cucurbita argyrosperma</i> Huber)	12
4.2.2	Amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)	13
4.2.3	Frijol blanco (<i>Phaseolus acutitifolius</i> Gray)	14
4.2.4	Chan (<i>Hyptis suaveolens</i> L.)	14
4.2.5	Batata (<i>Ipomoea batata</i> L.)	15

4.2.6	Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crant)	16
V	CONCLUSIONES	17
VI	RECOMENDACIONES	18
VII	LITERATURA CITADA	19
VIII	ANEXOS	22

DEDICATORIA

Al culminar una de mis metas propuestas en mi vida y por haber finalizado una carrera universitaria dedico este trabajo a:

Dios por darme la vida con salud, bendiciones y así haber alcanzado un logro más en la vida.

A mis padres, Dionisia Dávila Rivera y Ernesto Cano Pérez, por brindarme su ayuda durante mis estudios y así lograr culminar una carrera universitaria.

A mis hermanos Sonia Jarquín Dávila, Esmilda y Javier Cano Dávila, por todo su apoyo en todas las necesidades durante mis estudios.

A todos los docentes de Primaria, Secundaria y los de la Universidad Nacional Agraria, por haber contribuido en parte de mi formación como profesional.

Br. Albín Francisco Cano Dávila

DEDICATORIA

A Dios por regalarme el don del existir, permitirme hacer realidad mis sueños, darme salud, paciencia y sabiduría para lograr mis objetivos, porque nunca me abandonaste en los momentos difíciles, siempre escuchaste todas y cada una de mis plegarias y por todo el amor que me regalaste día a día, mil gracias Señor.

A mi mamá Candida Maritza Salgado Sevilla por darme su apoyo incondicional, sus consejos e inculcarme valores morales y espirituales desde niña y por todo el amor que me da.

A mi hija Sherly Ariana Rodríguez Cárcamo porque me ha dado un gran motivo de superación.

A mis hermanos Juener y Jarely Mendoza Salgado, a mi tía Lastenia Salgado Sevilla y a la señora Alicia Peralta por su apoyo y cariño en todo momento.

Br. Aritza Elieth Cárcamo Salgado

AGRADECIMIENTOS

Al terminar otra etapa más de nuestros estudios agradecemos a Dios por permitirnos luz en nuestro camino, sabiduría, salud y hacer posibles nuestros sueños.

A nuestros padres que por su amor, sacrificios y empeño supieron brindarnos lo necesario durante todos nuestros estudios.

A nuestra familia y amigos por su apoyo generoso que nos brindaron durante toda nuestra carrera.

A nuestros asesores: MSc. Moisés Blanco Navarro por instruirnos en la vida profesional y regalarnos nuevos conocimientos para mejorar y superar nuestro nivel intelectual y darnos la oportunidad de ser partícipe de su grupo investigativo, a la Ing. Agr. Marisol Baylón Duarte e Ing. Agr. Norman Cruz Vela, por ayudarnos en la toma, procesamiento y análisis estadístico de los datos obtenidos en campo.

A todo el personal que labora en la Universidad Nacional Agraria (UNA) y en especial a los docentes de facultad de Agronomía, que con su ardua labor y desempeño, nos impartieron el pan del saber durante toda nuestra formación profesional.

A la señora Hazell Georgetty por haber permitido que estableciéramos el ensayo en su propiedad.

Albín Cano Dávila
Aritza Cárcamo Salgado

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Descripción del experimento, nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos Ecolote Ave María, Las esquinas, San Marcos 2013	5
2	Cuadro 2: Análisis de suelo de Ecolote Ave María. Las Esquinas, San Marcos	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1 Figura 1. Porcentaje de sobrevivencia del cultivo de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013.	8
2 Figura 2. Numero de brotes por plantas, de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013	9
3 Figura 3. Ancho de brotes (cm) de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013	10
4 Figura 4. Longitud de brotes (cm) del nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013.	11
5 Figura 5. Rendimiento de nopal (kg ha-1) a los 105 dds en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013	12
6 Figura 6. Desarrollos de guías de pipián cuarenteño en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013	13
7 Figura 7. Altura de amaranto en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013	13
8 Figura 9. Altura y rendimiento de chan en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013	15
9 Figura 10. Desarrollo de las guías y rendimiento de batata en asocio con nopal; Las Esquinas San Marcos 2013	15
10 Desarrollo de las guías de Batata en asocio con nopal; Las Esquinas, San Marcos 2013	15
11 Figura 11. Altura de yuca en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013.	16

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Plano de campo, Ecolote Ave María, Las Esquina, San Marcos 2013	22
2	Precipitaciones de julio a diciembre del año 2013	23
3	Cálculos del uso equivalente de la tierra	23
4	Matriz de análisis estadísticos	24

RESUMEN

El nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), familia de las Cactáceas, es originario de América. Es una planta que se adapta muy bien en diferentes condiciones climáticas, se desarrolla exitosamente en zonas donde llueve muy poco; también tiene una gran importancia por sus diferentes usos que se le conocen. Para conocer de su comportamiento como cultivo asociado, se estableció un ensayo en la finca Ecolote Ave María, ubicada en Las Esquinas, Carazo, en el km 37 ½ carretera Managua – San Marcos, Carazo, en la época de primera 2013. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones y seis tratamientos: pipián cuarenteño (*Cucúrbita angyrosperma* J. C. Huber), amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), chan (*Hyptis suaveolens* L.), frijol blanco (*Phaseolus acutifolius*, Gray), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y batata (*Ipomoea batata* L.), con el objetivo de conocer con cuál de estos cultivos en asocio se obtienen mejores rendimientos de cladodios de nopal. El análisis de los datos obtenidos del estudio reflejan que se obtuvo una supervivencia del 100 % en todo los tratamientos, el mejor número de brotes por planta fue de 2, el mejor ancho de cladodios (3.63 cm) y el mejor rendimiento fue de (2 386.5 kg/ha), en asocio con amaranto; el mejor largo de cladodios (7.65 cm) fue con el cultivo de Yuca, respecto al comportamiento de los cultivos prehispánicos, batata con una altura de 172.8 cm ha sido el más exitoso, seguido por el chan con 131.42 cm de largo de guía y la yuca con 111.3 cm de altura, los cultivos de amaranto, frijol blanco y pipián cuarenteño no lograron adaptarse a las condiciones climáticas del ensayo.

Palabras claves: Tuna, cladodios, rendimientos, cualidades organolépticas.

ABSTRACT

Nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), family of cacti, is originally from America. It is a crop that adapts very well in different weather conditions, it was successfully developed in areas where it rains very little; also has great significance for different uses to be known. For his performance as intercropping, an essay on the farm Ecolote Ave Maria, located in the corners, Carazo, at km 37 ½ road Managua was established - San Marcos, Carazo, at the time of first 2013. It used a completely randomized design (BCA) blocks, with four replications and six treatments: Cuarenteño pipián (*Cucurbita angyrosperma* J.C, Huber), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) chan (*Hyptis suaveolens* L.), black beans (*Phaseolus acutifolius* Gray) cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and sweet potato (*Ipomoca batata* L.), with the aim of knowing which of these crops in association best yields are obtained cactus pads. The analysis of the data obtained from the study reflect a 100% survival was obtained in all treatments, the best number of outbreaks planta was 2, the best width of pads (3.63 cm) and the best performance was from (2 386.5 kg / ha), in association with amaranth; the best course of cladodes (7.65 cm) was the cultivation of yucca, regarding the behavior of pre-Hispanic cultures, sweet potato with a height of 172.8 cm was the most successful, followed by chan with 131 425 cm long guide and cassava 111.3 cm, crop amaranth, white beans and Cuarenteño pipián failed to adapt to the climatic conditions of the test.

Keywords: Tuna, cladodes, yields, organoleptic qualities.

INTRODUCCIÓN

El Nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), es una planta perenne perteneciente a la familia de las Cactáceas, sobrevive en zonas áridas o semiáridas, originario de América, se adapta a suelos pobres y requiere poca cantidad de agua para subsistir. En Nicaragua es erróneamente llamado tuna (nombre que se le da a la fruta); a pesar de tener buenas cualidades organolépticas y de alta producción de biomasa comestible, es un cultivo poco conocido en el país. Representa una alternativa como producción de verdura fresca y de bajos costos, también se puede producir como forraje para alimentación animal, especialmente en época seca como suplemento (Pimienta, 1994).

El nopal al ser un cultivo perenne y de espacios amplios entre surcos, permite establecer cultivos en sus calles, simulando un sistema de siembra indígena en policultivos.

En este trabajo se establecieron cultivos prehispánicos en asocio con el nopal con el objetivo de que la población conozca y aproveche los beneficios alimenticios y medicinales de estas plantas como también el manejo productivo con fines comerciales.

Tomando en cuenta la diversa utilidad que presentan estos cultivos, en este trabajo se implementaron muchos cultivos en un sistema mixto o asocio de siembra, uno de ellos es el pipián (*Cucúrbita angyrosperma* J. C. Huber), originario del Sur de México, pertenece a la familia de las Cucurbitáceas es una planta anual, herbácea, monoica de crecimiento prostrado, guiador que, produce frutos alargados o esféricos, liso y se consume cuando están tiernos fueron domesticadas en América, y han sido cultivadas por el hombre americano. Se ha sugerido que la domesticación de *C. angyrosperma* debió llevarse a cabo en el Sur de México hace más de 7 000 años (González, 2001).

Otra de las plantas apreciadas por los indígenas para usarse en este sistema es el amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), pertenecientes a la familia Amarantáceas, su principal centro de origen es América, es una planta de crecimiento rápido, con hojas, tallos y flores morados, rojos y dorados, Se desarrolla a una altitud entre los 1 400 y los 2 400 metros sobre el nivel del mar, esta planta no siendo tan conocida, desempeñó un papel muy importante para los incas y formaba parte de su dieta diaria de alimentación. (Lees, 1983)

La influencia de los conquistadores se cree que fue negativa y el amaranto junto con otras especies nativas, fue reemplazado por especies introducidas, que se impusieron en los campos de cultivo y en los hábitos alimenticios de la población (Hernández y Herrerías 1998)

Igualmente muypreciado era el frijol blanco (*Phaseolus acutifolius* Gray.) de la familia Fabaceae, nativo del Sureste de Estados Unidos y México, ha sido cultivado allí por los pueblos nativos desde tiempos precolombinos. Es más resistente a la sequía que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y se cultiva en condiciones desérticas y semi-desérticas. Es la leguminosa más tolerante a la sequía (FAO, 1995).

En zonas áridas otro cultivo prehispánico de gran interés es el chan (*Hyptis suaveolens* L.) es una especie vegetal altamente aromática, originaria de Centroamérica y el Sur de México, pertenece a la familia de las Lamiaceae. En Nicaragua es considerada una maleza, comúnmente se encuentra en caminos, potreros y asociada a cultivos, pero esta especie tiene propiedades alimenticias y medicinales. De la semilla de chan se hace un rico refresco con igual preparación que la chía (*Salvia hispánica* L.) pero con un mejor sabor que esta (Gómez y Galo, 2004).

También son utilizados las raíces tuberosas y los tubérculos en este sistema, así la batata (*Ipomoea batata* L), familia Convolvuláceas, originaria de América, es superior a la papa (*Solanum tuberosum* L) principalmente en el contenido de grasa, carbohidratos, fibra, azúcar, etc. Su uso principalmente es para la alimentación humana, aunque también se usa como alimento para animales principalmente su forraje, es utilizado como cobertura vegetal por su buen desarrollo foliar y reduce la erosión del suelo (Folquer, 1978),

En Nicaragua crece de forma silvestre en gran parte de la Costa Caribe, esta se adapta fácilmente en tierras marginales, sin recibir la importancia que verdaderamente merece como una de las principales hortalizas (Blanco, 1987).

Finalmente como parte del sistema tenemos a la raíz tuberosa de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), planta originaria de Brasil continente americano, pertenece a la familia de las Euphorbiaceae, existen dos tipos de yuca: la amarga, cuya materia prima para elaborar casabe y almidón, y la dulce, que se utiliza como verdura. Es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad de muchos países pobres. En América Latina, es considerado el cuarto producto básico más importante después del arroz (*Oriza sativa* L.), el trigo (*Triticum* spp) y el maíz (*Zea mays* L), su importancia radica en que es fuente de calorías y se cultiva en suelos de poca fertilidad. (Blanco, 1990)

Tomando en cuenta la gran rusticidad, amplio rango de adaptabilidad y alto potencial alimenticio o nutricional que presentan, tanto el nopal como estos seis cultivos prehispánicos que fueron sembrados en nuestro ensayo como cultivos en asocio, con el fin de contribuir con agricultores en sus sistemas de producción de pequeña escala en zonas secas, recuperando cultivos tradicionales y mejorando su dieta alimenticia.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento del cultivo de nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), en asocio con seis cultivos prehispánicos.

2.2 Objetivos específicos

- Valorar el rendimiento de cladodios del cultivo de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos.
- Determinar cuál de los cultivos prehispánicos se adapta al asociado con el cultivo del nopal.
- Generar información sobre estos siete cultivos prehispánicos en esta zona.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del estudio

El ensayo se estableció en la finca Ecolote Ave María, propiedad de la señora Hazel Georgetti, está ubicada en el municipio de Las Esquinas, en el kilómetro 37 ½ carretera Managua- San Marcos municipio de Carazo. Las coordenadas geográficas son 11° 22 '02 '' de latitud Norte y 86° 21' 03 '' de longitud Oeste, se encuentra a una altitud de 452 metros sobre el nivel del mar. Presentando temperaturas de 22° C, con precipitación promedio anual de 900 mm de acuerdo a (INETER, 2009).

3.2 Diseño Metodológico

El ensayo es un Unifactorial, se estableció en unos diseños de bloque completos al azar (BCA), con cuatro repeticiones y seis tratamientos los cuales fueron distribuidos al azar al momento de la siembra.

Se establecieron parcelas en donde se evaluó el cultivo de nopal, intercalado con cada uno de los cultivos prehispánicos: amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), frijol blanco (*Phaseolus acutitifolius* Gray), chan (*Hyptis suaveolens* L.), batata (*Ipomoea batata* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y pipián cuarenteño (*Cucurbita argyrosperma* Huber.). Así mismo se estableció una repetición de cada uno de los cultivos sembrados de forma individual como parcelas de observación.

El área experimental fue de 117 m², correspondiente a 13 metros de longitud y 9 metros de ancho. Los nopales fueron establecidos a una distancia de un metro entre surco (Gutiérrez y Hernández, 2007) y 0.5 metros entre planta, (Alonso y Cruz, 2007), logrando obtener una densidad poblacional de 234 plantas en todo el ensayo (20 000 plantas ha⁻¹), de las cuales 72 son consideradas como parcela útil en todo el ensayo quitando el efecto de bordes.

Después de establecer el ensayo se realizaron tomas de datos con una frecuencia de 15 días, durante un plazo de 9 meses correspondientes a los 270 días que duró el período del cultivo de la yuca, ya que es el cultivo con el ciclo más largo.

El nopal se estableció de forma manual sembrando una semilla por golpe, se realizó el ahoyado con piochas, los hoyos se hicieron con dimensiones de 20 cm de profundidad por 30 cm de ancho. Se plantaron 1/3 de la semilla con la finalidad de que en caso de pudriciones se pudiera disponer de 2/3 partes para replantar el resto de la planta, de esta forma queda buena superficie de la planta para su reproducción y el área que se va a sembrar corresponde a una fracción suficiente para el crecimiento de la planta (Vásquez, *et al.*, 2007). Esta semilla se recolectó en el área de la parcela Agroecológica de la Facultad de Agronomía.

Para la siembra de la yuca y batata se utilizaron esquejes con una longitud de 15 cm y un diámetro de 2 cm, en buen estado, sin daños físicos y buena respuesta a las condiciones agroclimáticas de la zona; los que se plantaron manualmente de forma inclinada con el objetivo de obtener mayor cantidad de raíces y asegurar la producción, depositando un esqueje

por golpe. El material fue suministrado por la Cooperativa de Proyectos Agropecuarios de Diriamba (COOPAD).

La siembra de todos los cultivos se hicieron de forma manual, el amaranto y el chan se hizo a chorro continuo, depositando uniformemente la semilla en el fondo del surco y teniendo la precaución de dejar caer a poca altura del suelo, ya que el viento hace desviar la semilla fuera del surco por su poco peso. La densidad de siembra empleada para el amaranto, fue de 4 a 6 kg/ha, con lo que se obtuvo de 100 000 a 150 000 plantas por hectárea, muy cerca a la población recomendada por Henderson (1993), de 173 000 plantas por hectárea. La semilla de amaranto utilizada fue orgánica certificada, de la marca Handy Pantry Organic Amaranth Seeds, y la de chan fue proporcionada por productores de la zona de Rosita.

Igualmente la semilla de frijol blanco y pipián cuarenteño, se sembraron depositando dos o tres semillas por golpe. Las semillas fueron facilitadas por productores de la zona de Carazo y de Estelí respectivamente.

A continuación se presenta el cuadro 1, con la descripción de los tratamientos y distancias entre surco de nopal y los cultivos prehispánicos

Cuadro 1. Descripción del experimento, nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos Ecolote Ave María, Las esquinas, San Marcos 2013

Claves	Cultivos	Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)
T	Nopal	100	50
T ₁	Pipián Cuarenteño	10	30
T ₂	Amaranto	10	A chorro continuo
T ₃	Frijol	30	20
T ₄	Chan	10	A chorro continuo
T ₅	Batata	10	30
T ₆	Yuca	10	30

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Preparación del suelo: las actividades de preparación del terreno se inició con una chapia y seguidamente se rastillo bien el terreno eliminando troncos y malezas con machetes, rastillos y azadones. El área en que se estableció el ensayo tenía una cobertura de maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapov. &W.C.Greg).

3.3.2 Siembra: la siembra se llevó a cabo en el mes de julio del 2013, sembrado el nopal, a una distancia de 1 metro entre surcos y 0.5 metros entre plantas, para sembrar todo el ensayo se utilizaron 234 esquejes de nopal, los cultivos prehispánicos utilizados como tratamientos fueron sembrados entre los surcos del nopal, en el caso del amaranto y del chan se sembraron a chorrillo y el pipián, el frijol, batata y yuca se sembraron al golpe utilizando 3 semillas por golpe. En el Cuadro 1 se describen los tratamientos.

3.3.3 Fertilización: no se aplicó ningún fertilizante, ya que se trata de ver el grado de rusticidad de estos cultivos, que es la capacidad o habilidad de una planta a sobrevivir a condiciones adversas de crecimiento.

También se tomó en cuenta algunos parámetros de la fertilidad de los suelos de la finca, que se determinaron en el año 2010 por el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria.

Cuadro 2: Análisis de suelo de Ecolote Ave María. Las Esquinas, San Marcos

pH (H ₂ O)	MO %	N %	P ppm	K (meq/100g de suelo)	Ca (meq/100g de suelo)	Mg (meq/100g de suelo)
6.11	9.4	0.47	ND	0.57	14.85	3.03

Fuente: Cruz, 2010

El suelo se clasifica texturalmente como franco arenoso, pH: ligeramente ácido, materia orgánica (MO): Alta, nitrógeno (N): Alto, fósforo (P): Bajo, potasio (K): Alto, calcio (Ca): alto, magnesio (Mg): alto, estos es según los rangos propuestos por Quintana *et al*, (1983), citado por (Jarquín y Lagos, 2010).

3.3.4 Manejo de malezas: se realizó de forma manual utilizando machetes, azadones, rastrillos, etc. Se realizaron limpiezas todos los viernes correspondientes a cada toma de datos durante el desarrollo del ensayo.

3.3.5 Manejo de plagas: el control de plagas y enfermedades se hizo de forma biológica utilizando productos naturales como extracto de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), aplicándose una sola vez al momento que se inició una pequeña afectación de malla (*Diabrotica* sp) en hojas de batata, para evitar la defoliación de la planta y que así pudiera prosperar hasta llegar a cosecharla.

3.3.6 Cosecha: se realizó de forma manual al terminar el ciclo de cada cultivo en estudio. En el caso del nopal se cosechó a los 105 dds, cuando los brotes tiernos miden 3 cm de ancho y 15 cm de largo, en los cultivos de pipián cuarenteño, amaranto, frijol blanco y yuca no tuvieron éxito y se le tomó datos hasta que cada uno de estos no sobrevivió por diversos factores que se presentaron, el chan se cosechó a los 225 días e igualmente la batata, esta se cosechó a los 240 días.

3.4 Variables evaluadas

Se tomaron como variables en el nopal: la sobrevivencia, el número de brotes, el ancho de brotes, la longitud de brotes, los brotes totales y el rendimiento. Para los seis cultivos prehispánicos: la sobrevivencia ó porcentaje de germinación, la altura de planta o longitud de guía en caso de la batata y el frijol blanco. Esta evaluación se realizó a los 15 dds, las variables evaluadas se detallan a continuación.

3.4.1 Sobrevivencia: Se observó la adaptabilidad a los factores climáticos que tiene el cultivo del nopal en la zona, calculando el número total de individuos muertos expresados en

porcentaje con respecto a la población inicial de 72 plantas dentro de la parcela útil, a los 15 días después de la siembra.

3.4.2 Número de brotes: el número de brotes representa la productividad del cultivo y representa la capacidad de brotación. En este caso se eligieron 3 plantas de nopal como parcela útil por cada tratamiento a los que se les tomó el número de brotes por planta con la frecuencia de 15 días

3.4.3 Longitud de brotes: Crecimiento de brotes que se realiza mediante las yemas vegetativas existentes en las aureolas, órgano característico de las Cactáceas, una vez que estos alcanzan su máxima longitud se lignifican y dan lugar a nuevos cladodios. Conforme al número de brotes, así mismo se tomó su longitud utilizando regla o cinta métrica, desde la base hasta al ápice del brote. Dato tomado cada 15 días en centímetros.

3.4.4 Ancho de brotes: El ancho determina el área fotosintética activa, lo cual contribuye a un aumento en el rendimiento, para la toma del ancho se utilizó vernier y regla milimetrada (García, *et al.*, 2000). Información recolectada cada 15 días en centímetros.

3.4.5 Número de brotes a cosecha o comerciales y rendimiento (kg ha^{-1}): Se tomaron aquellos cladodios con una longitud entre 10 a 20 cm y entre 5 a 15 cm de ancho, puesto que Gibson y Nobel (1986), afirman que son los más aptos para la comercialización. Según Fernández y Saiz (1990), el comportamiento del rendimiento depende del manejo agronómico, de las condiciones edafoclimáticas y de la disponibilidad de nutrientes. Medido en rendimiento en kg ha^{-1} los 120 días.

3.4.6 Altura de planta o longitud de guías de cada uno de los cultivos prehispánicos: en los cultivos de amaranto se tomaron 10 plantas como muestra por tratamiento, igualmente en chan, en yuca se tomaron 2 plantas como muestra y en frijol blanco se tomaron 10 plantas por tratamiento, en el caso de longitud de guías se realizó en los cultivos de batata y pipián cuarenteño tomándole dato a 2 plantas, se midió desde la superficie del suelo hasta la lígula superior mediante el uso de una cinta métrica, para poder ver en cual se obtuvo mejor crecimiento en el asocio con nopal. Información recopilada cada 15 días en centímetros.

3.4.7 Rendimiento (kg ha^{-1}) de cultivos prehispánicos: La cosecha se realizó de forma manual los únicos cultivos que se lograron cosechar fue el nopal para lo cual se utilizaron tijeras y balanza, el chan se cortó de la parcela útil se dejó secar y se procedió a extraer los granos en saco, la Batata se cosecharon los tubérculos y se pesaron. El rendimiento se midió en kg ha^{-1} .

3.5 Análisis de los datos

Los resultados obtenidos de los tratamientos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias que se realizó por el método Diferencia Mínima Estadística (DMS) de Fisher con un 95% de confianza. En las variables número de brotes, ancho de brotes, largo de brotes, brotes totales, brotes comerciales y rendimiento, así como longitud de guías y altura de planta, se analizaron de forma Unifactorial mediante el software Infostat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento del nopal

4.1.1 Supervivencia del nopal en asociación con seis cultivos prehispánicos

El interés por el cultivo del nopal se debe a su alto porcentaje de supervivencia, resistencia a la sequía, a las altas temperaturas, adaptabilidad a suelos poco fértiles y su alta productividad, lo cual se debe a su alta eficiencia en cuanto al uso del agua (Melgarejo, 2000, citado por Jarquín y Lagos, 2010).

El número de plantas vivas encontradas en el ensayo refleja la adaptación del cultivo a la zona, permitiendo determinar si esta es apta para el cultivo.

En el caso del nopal la supervivencia mostrada fue de un 100%, no encontramos plantas muertas en ninguno de los tratamientos, por lo que estadísticamente no hubo diferencia significativa en ninguno de los tratamientos como se representa en el siguiente gráfico.

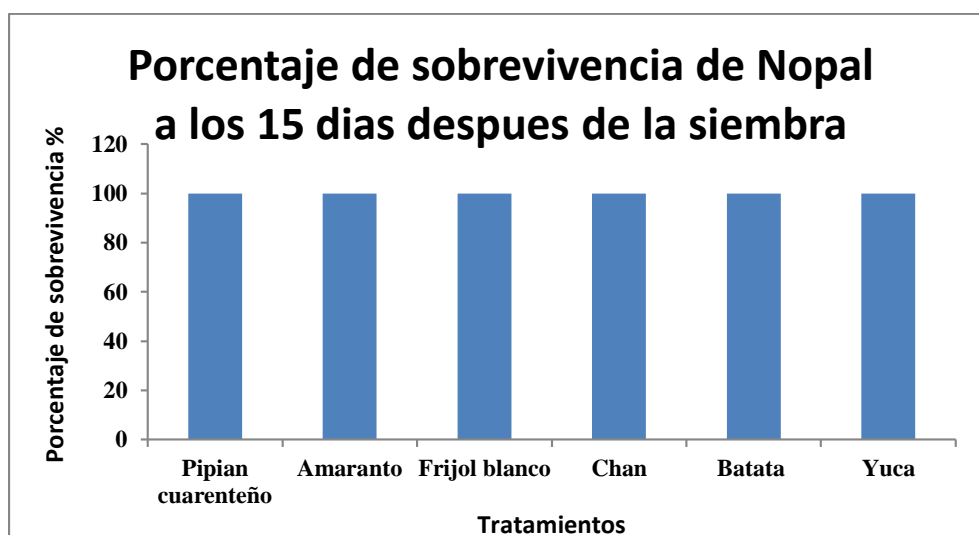


Figura 1. Porcentaje de supervivencia del cultivo de nopal en asociación con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013.

Este resultado confirma que dentro de los diversos usos de las Cactáceas, despierta interés el género *Opuntia*, ya que su importancia radica en el éxito para producir donde otros cultivos no pueden, esto se debe al potencial que tienen las *Opuntias* para adaptarse a zonas áridas y semiáridas por su gran eficiencia en el uso del agua (Mondragón y Pimienta, 1990).

Jarquín y Lagos (2010), en su trabajo de investigación observaron la adaptabilidad a los factores climáticos que tiene el cultivo del nopal en la zona de Las Esquinas, Carazo, durante el año 2010, permitiendo así determinar que la supervivencia obtenida en el ensayo fue entre un 94 y 99 %; lo que nos confirma su alto potencial de supervivencia.

4.1.2 Número de brotes del nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos

Con esta variable permite proyectar la producción de la plantación debido a que cada brote representa un cladodio más a la cosecha y constituye la cantidad de material alimenticio disponible o material de consumo. “También refleja la capacidad de brotación y la formación de nuevos órganos vegetativos de la planta (Fernández y Saiz, 1990, Citado por Jarquín y Lagos, 2010)

En cuanto al incremento de número de brotes por planta la cantidad de cladodios aumenta considerablemente a los 60 días después del establecimiento del ensayo, manteniéndose estable para todos los tratamientos hasta los 105 días.

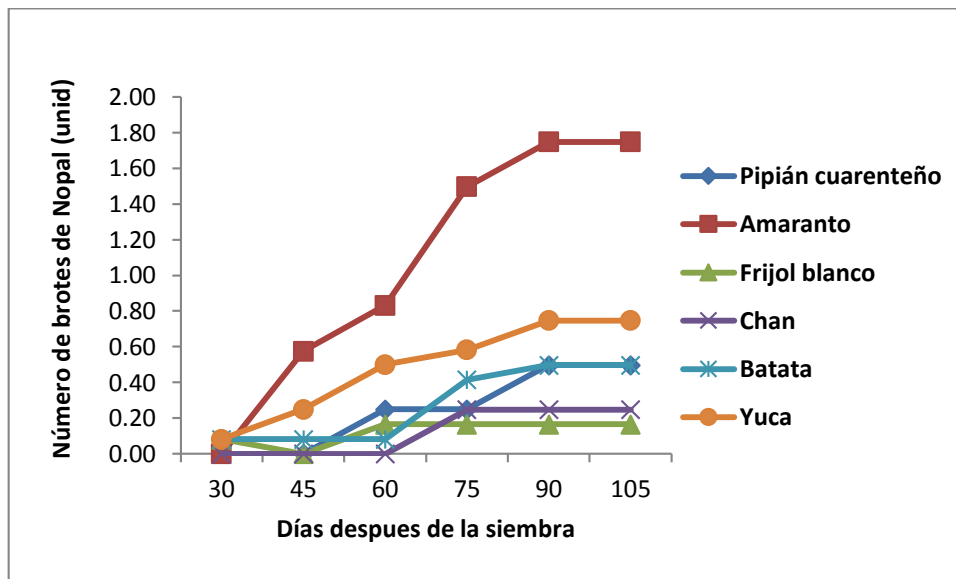


Figura 2. Numero de brotes por plantas, de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013

Esta figura nos muestra que el número de brotes presentó una tendencia de crecimiento a los 75 días después de la siembra, manteniéndose estable para todos los tratamientos hasta los 105 días. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento dos (asocio con Amaranto) debido a que dicho cultivo no pudo completar su ciclo vegetativo ya que a los 45 días después de la siembra fue atacado por un gusano (*Feltia spp*) lo que permitió mayor desarrollo de brotes de nopal. El tratamiento seis también permitió un buen desarrollo de brotes ya que el desarrollo del cultivo de yuca es lento hasta los 120 dds periodo en el cual el nopal ha completado su ciclo que es de 105 dds.

El establecimiento del asocio del nopal con los seis cultivos prehispánicos demuestra que estadísticamente a partir de los noventa días después de la siembra hubo diferencia significativa (ver anexo 4), teniendo como primera categoría al tratamiento dos el cual está asociado con amaranto. ($p= 1.1722$). Rodríguez, 2014 a pesar de no tener el cultivo en asocio obtuvo 15 t (ha año)¹ cosechado cada 90 días.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente por Jarquín y Lagos (2010), en su estudio realizado en Las Esquinas, no generó significancia estadística en cuanto al número de brotes en ninguno de los tratamientos del ensayo mostrando ($p = 0.07$).

El tratamiento de nopal en asocio con amaranto a los 105 días, mostró una mayor diferencia numérica en el número de brotes por planta, obteniendo un promedio de 2 brotes por planta en comparación con los otros de 1 brote y 0 brotes por planta en asocio con los otros cultivos.

4.1.3 Ancho de brotes (cm) del nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos

El ancho de brotes es una parte del cladodio que determina el área de absorción, de manera que al aumentar el ancho de los cladodios será mayor el área foliar y producirá más cantidad de biomasa por lo que habrá mayor rendimiento (Orue y Rojas, 2008).

El ancho de los cladodios se ve influenciado por la competencia de espacio y la necesidad de captar de manera eficiente la energía solar y nutrientes del suelo, en plantaciones con densidades pequeñas de 0.5 a 1.0 m de distancias entre surcos existe una menor competitividad por nutrientes y energía con las malezas (Landeroy Cruz, 2005).

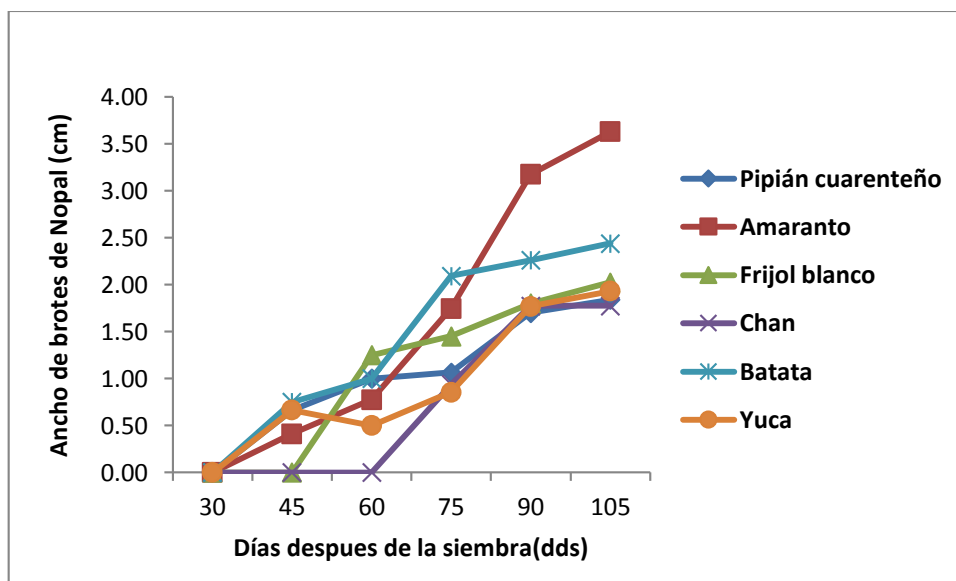


Figura 3. Ancho de brotes (cm) de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013

El establecimiento del asocio del nopal con los 6 cultivos prehispánicos no generó significancia estadística (ver anexo 4), en la variable ancho de brotes en ninguno de los tratamientos ($p=0.5053$). La figura 3 nos muestra que el ancho de brotes tuvo un crecimiento casi uniforme hasta los 90 dds donde en el tratamiento con Amaranto se incrementaron más rápido que los otros.

En el estudio realizado en Las Esquinas por Jarquín y Lagos en el 2010, el ancho de brote no superó los 3.5 cm de ancho. Este ensayo superó este ancho a los 105 días ya que obtuvieron datos de 3.63 cm.

4.1.4 Longitud de brotes (cm) del nopal en asocio con seis cultivos prehispanicos

La longitud de los brotes representa uno de los índices característicos de cada especie de las Opuntias, se hace necesario el conocimiento de estos índices para tomar en cuenta en los períodos de cosecha o tiempo a cosechar de los nopalitas y así aprovechar al máximo la suavidad (terneza) de los mismos. (Gutiérrez y Hernández, 2007).

El crecimiento de brotes se realiza por medio de las yemas vegetativas, cuando los brotes alcanzan su máxima longitud se lignifican dando lugar a nuevos cladodios lo que permite la ramificación (Jarquín y Lagos, 2010).

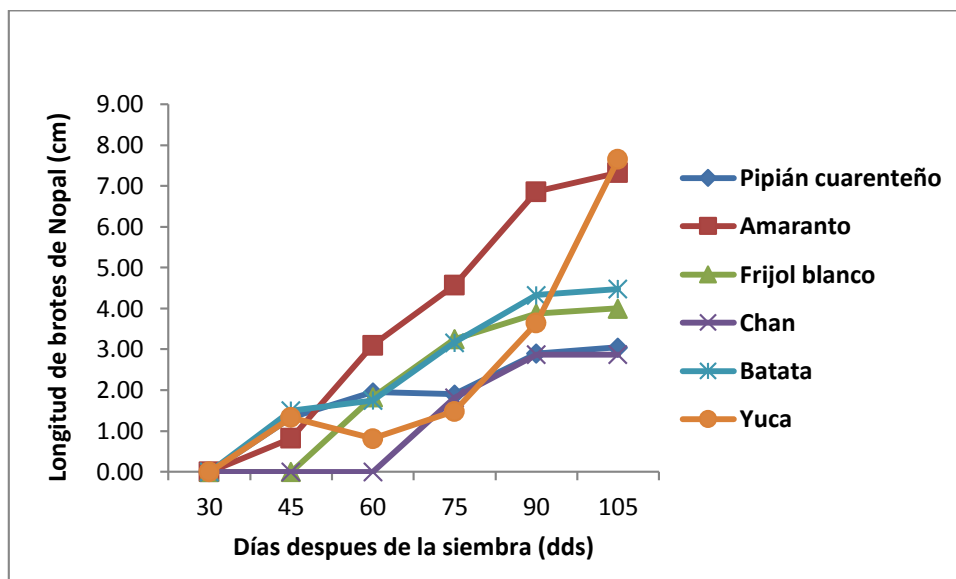


Figura 4. Longitud de brotes (cm) del nopal en asocio con seis cultivos prehispanicos, Las Esquinas, San Marcos 2013.

La figura cuatro nos muestra que en este caso el tratamiento de yuca es el que sobre sale de los demás tratamientos obteniéndose en este una mayor longitud de brotes. El establecimiento del asocio del cultivo del nopal con los 6 cultivos prehispanicos, no genero significancia estadística (ver anexo 4), en la variable longitud de brotes en ninguno de los tratamientos asociados al nopal ($p= 0.5238$).

De igual manera, Jarquín y Lagos (2010), encontraron que la aplicación de las diferentes dosis de compost no genera significancia estadística para la longitud de brotes en ninguno de los tratamientos aplicados a la siembra ($p = 0.27$).

Según García *et al.*, (2000), la nutrición edáfica no tiene efecto significativo en cuanto a la longitud del cladodio, ya que el largo es directamente proporcional al área fotosintéticamente activa, compuesta por el largo y el ancho, la nutrición edáfica tampoco tiene efecto sobre este, obteniendo datos que no superan los 7.5 cm de longitud. Sin embargo en este ensayo se alcanzaron datos de 7.65 cm de longitud a los 105 dds.

4.1.5 Rendimiento (kg ha⁻¹) del nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos

Esta variable nos permite saber el número de brotes que están listos para cosechar a los 120 días después de la siembra, que estén frescos de buena calidad, delgados, turgentes y de un color verde brillante, los cuales se deben cosechar de 30-60 días después de brotar cuando alcanzan un peso entre 80 y 120 gramos y entre 10 y 20 cm de longitud. Esto también depende del destino final del producto (Chavarría, 2009).

Si observamos los datos logrados en la Figura 5, el tratamiento de nopal asociado con amaranto alcanza un mayor rendimiento con 2 386.5 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento en asocio con pipián cuarenteño con 966 kg ha⁻¹

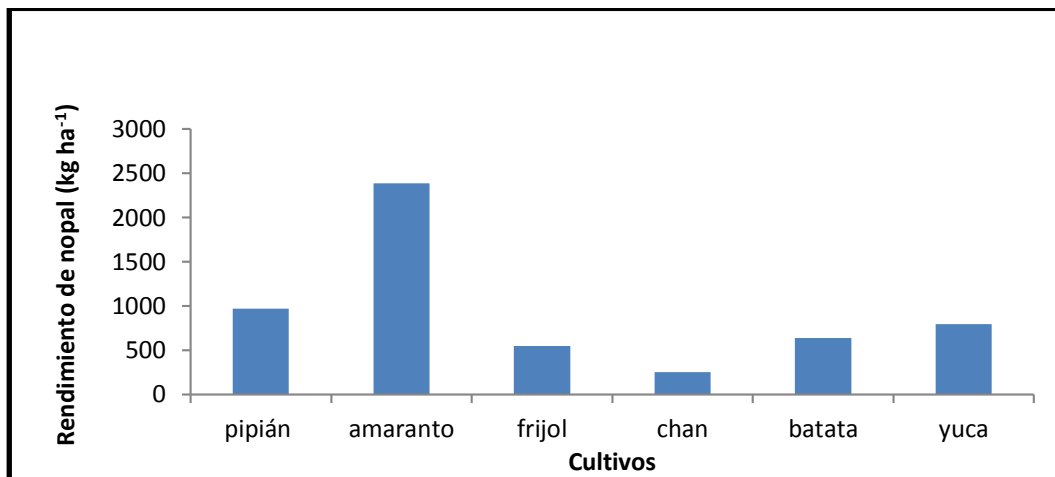


Figura 5. Rendimiento de nopal (kg ha⁻¹) a los 105 dds en asocio con seis cultivos prehispánicos, Las Esquinas, San Marcos 2013

En cuanto al rendimiento obtenido el análisis de infostat al 95% de confianza reflejó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (P= 0.9366).

Si comparamos los resultados de producción obtenidos de este ensayo que van de 250 kg ha⁻¹ a 2 386.5 kg ha⁻¹ y con el promedio obtenido por Gutiérrez y Hernández en el 2008 en Diriamba de 1500 kg ha⁻¹, cuando evaluaban las distancias de siembra entre surco podremos notar que hay resultado superiores en el nopal con asocio con la misma distancia de siembra (1 m entre surco).

4.2 Altura de planta y longitud de guía de los cultivos prehispánicos

4.2.1 Pipián cuarenteño (*Cucurbita argyrosperma* Huber), en asocio con nopal

El pipián es una sub especie cultivada en climas cálidos y secos se caracteriza por ser una especie herbácea de ciclo corto, la longitud de las guías de la planta es importante, ya que al tener mayor longitud va presentando mayor cantidad de flores y de esta manera van aumentar los rendimientos (Velásquez, 2011).

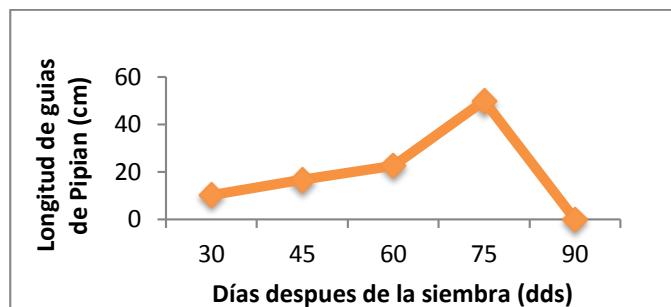


Figura 6. Desarrollos de guías de piñan cuarenteño en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013

Según ANDEVA realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas. Según la Tabla de separación de medias de Fisher, agrupa la longitud de las guías del piñan después de la siembra en dos categorías diferentes: categoría a 15 y 45 días después de la siembra y ab a los 30 días después de la siembra (ver Anexo 4). El piñan no completó su ciclo vegetativo debido a las altas precipitaciones que hubo en el mes de octubre del 2013 lo que provoco que este se pudriera cuando ya estaba en su etapa de floración por lo que no pudimos obtener rendimientos. Según Velásquez el piñan es una planta susceptible a las altas precipitaciones, las máximas son de 700 mm anuales y en los meses de agosto, septiembre y octubre se tuvieron precipitaciones de hasta 1200 mm en Las Esquinas. (INETER, 2013). Ver Anexo 2.

4.2.2 Amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) en asocio con nopal, las Esquinas, San Marco, 2013

El amaranto es resistente a la sequía por ser eficiente en la fijación de CO₂, no presenta fotorespiración y requiere menor cantidad de agua para producir la misma cantidad de biomasa, ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. (Montero, *et al.*, 1994)

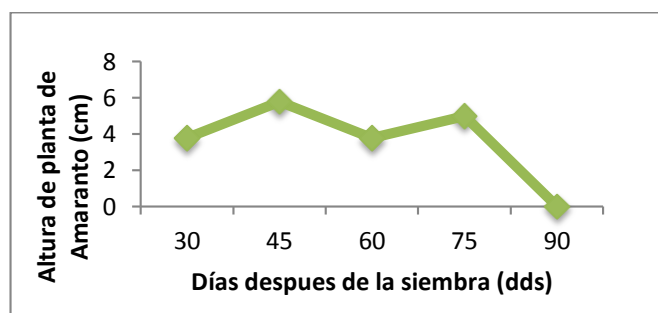


Figura 7. Altura de amaranto en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013

Según ANDEVA realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas. Según la Tabla de separación de medias de Fisher, agrupa la longitud de la altura del amaranto en tres categorías diferentes: a 15 días después de la siembra, b a los 30 días después de la siembra y c a los 45 días después de la siembra (ver Anexo 4).

El amaranto no logro completar su ciclo vegetativo debido a que a los 45 días después de la siembra cuando tenía 3.77 cm fue atacado por un insecto (*Feltia* spp), este es un gusano cortador, mastica el tallo hasta cortar la planta y consume el follaje y brotes tiernos.

4.2.3 Frijol blanco (*Phaseolus acutitifolius* Gray) en asocio con nopal

Es una leguminosa comestible, tiene una gran capacidad de desarrollarse en condiciones hostiles con alta concentración de sales y deficiencia de agua. El producto principal es la semilla, que se consume debido a su rico contenido de proteínas y carbohidratos; también se utiliza como follaje después de su cosecha (Blanco, 1996).

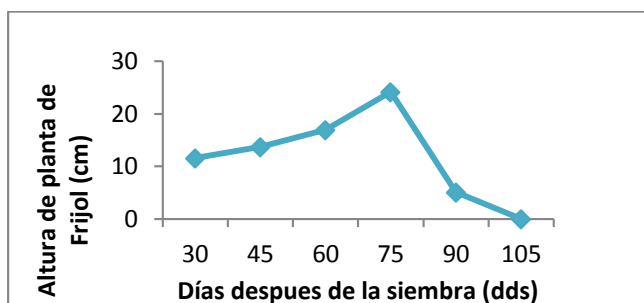


Figura 8. Altura de frijol blanco en asocio con nopal, Las Esquinas San Marco 2013

El Análisis de Varianza realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas. Según la Tabla de separación de medias de Fisher, agrupa a la longitud de guía en tres categorías a 15 y 30 días después de la siembra, ab 45 días después de la siembra y bc a los 60 y 75 días después de la siembra (ver Anexo 4).

El frijol no completó su ciclo vegetativo debido a las altas precipitaciones que hubieron en el mes de septiembre provoco pudrición de las plantas a los 75 días después de la siembra. Las necesidades de agua son bajas, crece en zonas donde la precipitación anual es inferior a 400 mm. El exceso de agua inhibe la producción de frijol y provoca que este se pudra según Docsetools (2015).

4.2.4 Chan (*Hyptis suaveolens* L) en asocio con nopal

Las plantas de chan simulan el tipo de crecimiento sigmoideoa través del tiempo. Entre los 45 a 50 días después de la siembra el crecimiento es tardado y luego el crecimiento es más acelerado hasta los 105 días después de la siembra. (Gomes y Galo, 2004).

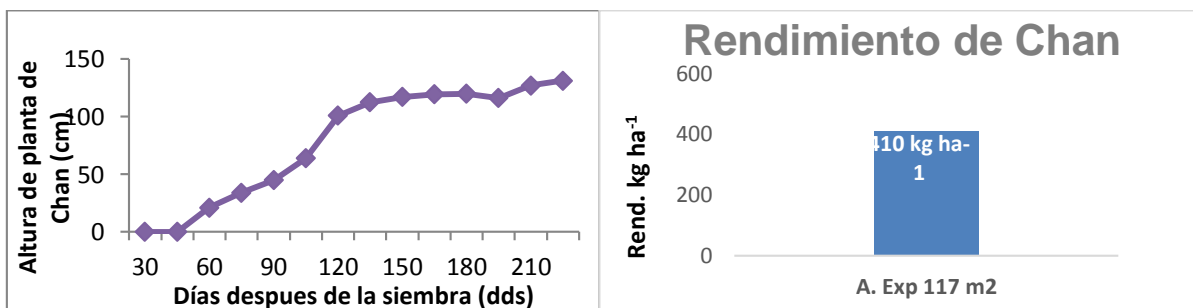


Figura 9. Altura y rendimiento de chan en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013

Según ANDEVA realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas en el crecimiento de las plantas de chan. Fisher, agrupa la altura de las plantas en cuatro categorías estadísticamente diferentes a 15, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 y 180 días después de la siembra. b 45, 210 y 225 días después de la siembra. ab 60 y 195 días después de la siembra y c a los 30 días después de la siembra (ver Anexo 4).

A pesar que el desarrollo de altura fue aceptable la Figura 9 muestra que el rendimiento más alto obtenido fue de 410 kg/ ha (1.8 qq ha⁻¹), están por debajo de los rendimientos promedios que son 590 kg ha⁻¹. La forma en que sembramos el cultivo (chorrío) incidió en los bajos rendimientos ya que después del raleo que se realizó las plantas quedaron a una distancia de 10 cm/planta y la distancias adecuadas según (Gómez, 2010) para que haya una mejor ramificación y un mayor número de espiga son de 40 a 60 cm y así los rendimientos sean altos.

4.2.5 Batata (*Ipomea batata* L.) en asocio con nopal

La batata es cultivada para la alimentación humana y animal en todos los países tropicales y subtropicales del mundo, representa el tubérculo más importante en el Tercer Mundo después de la papa (*Solanum tuberosum* L). Es una planta rústica tolerante a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas, lo que la hace importante desde el punto de vista agrícola, industrial y alimenticio. (Chávez, *et al.*, 2001).

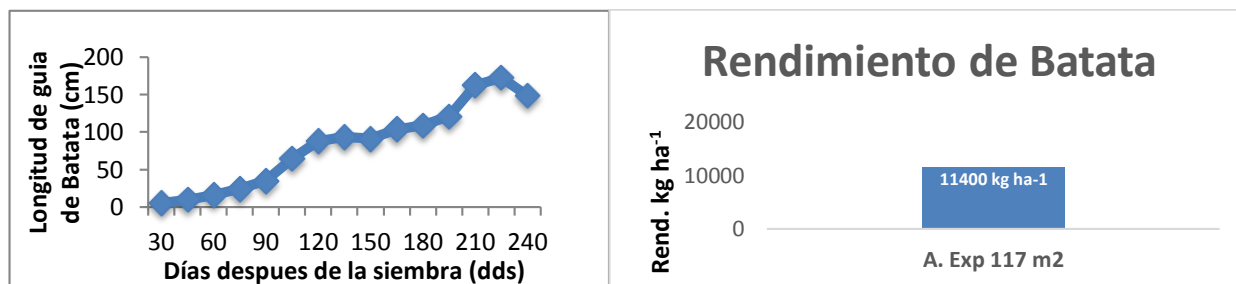


Figura 10. Desarrollo de las guías y rendimiento de batata en asocio con nopal; Las Esquinas San Marcos 2013

El ANDEVA realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas en el crecimiento de las guías de batata. Fisher, agrupa la longitud de las guías en cuatro categorías a 15, 5, 105, 120, 135, 165, 180, 195, 210, 225, 240. b 45 días después de la siembra. ab 60, 90, 150 días después de la siembra. bc 30 días después de la siembra (ver anexo 4).

El rendimiento más alto que se obtuvo fué de 11 400 kg ha⁻¹, comparado con los rendimientos medios los cuales varían entre las 27 270 kg ha⁻¹ y una producción media por pie de 2 a 4 tubérculos con un peso que oscila entre los 200-400 gramos cada uno.

4.2.6 Yuca (*Manihot esculenta* Crant) en asocio con nopal

La altura de la planta no tiene ningún efecto sobre el rendimiento, por lo que no tiene ninguna influencia sobre el interés del productor, que en este caso es producción de raíces tuberosas. (Chavarría, 2009)

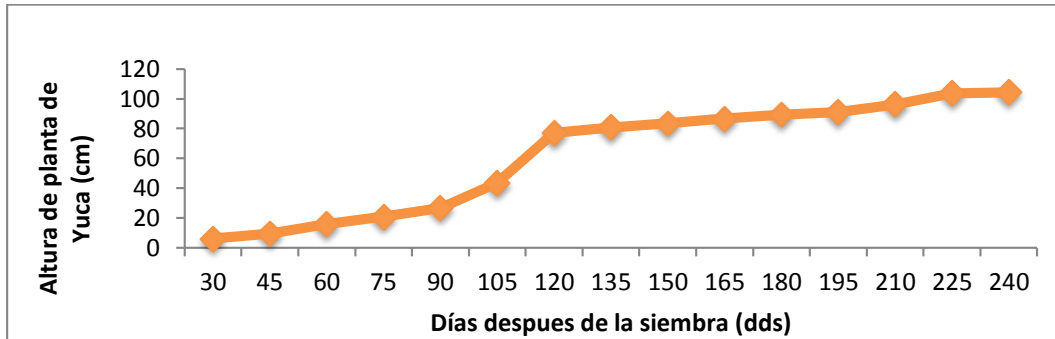


Figura 11. Altura de yuca en asocio con nopal, Las Esquinas, San Marcos 2013

Según ANDEVA realizado con 95% de confianza, demuestra que existen diferencias significativas en el crecimiento de las plantas de yuca. Fisher, agrupa la altura de las plantas en cuatro categorías. a 15, 120, 135, 255, 270, 285, 300 días después de la siembra. b 45, 60, 90, 105, 150, 165, 180, 195, 210, 225, 240. ab y cd (ver Anexo 4).

A pesar que logro completar su ciclo vegetativo no obtuvimos rendimientos ya que la raíz comestible no logro desarrollarse de forma productiva, solo se desarrolló como sostén de la planta debido a que el suelo es demasiado pesado lo que impide que se desarrolle como verdura.

V. CONCLUSIONES

El Nopal presenta buena adaptabilidad al sembrarlo en asocio ya que presento sobrevivencia del 100%. Se obtuvo mayor número y ancho en el tratamiento dos con amaranto y la mayor longitud de brotes se obtuvo en el asocio con yuca. La cosecha de nopal se realizó a los 105 dds, obteniendo rendimiento de 2 386.5 kg/ha, mostrando máximo rendimiento en asocio con amaranto.

Los cultivos mejor adaptados al asocio con nopal fueron batata y chan ya que completaron su ciclo productivo. El frijol blanco, pipián y amaranto no son aptos para cultivarse en la zona de San Marcos.

Según resultados obtenidos del comportamiento de nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos, logramos brindar una información más amplia y detallada a los productores de la zona considerando las variables de altura, desarrollo y rendimiento, para de esta manera presentar una opción de como puedan diversificar su producción en pequeñas parcelas productivas.

VI. RECOMENDACIONES

Los agricultores del municipio las esquinas deberían tomar la iniciativa de establecer el asocio del cultivo de nopal en asocio con batata y chan.

Realizar futuras investigaciones con diferente manejo agronómico, principalmente tomando en cuenta la fertilización de acuerdo a la necesidad de cada cultivo.

VII. LITERATURA CITADA

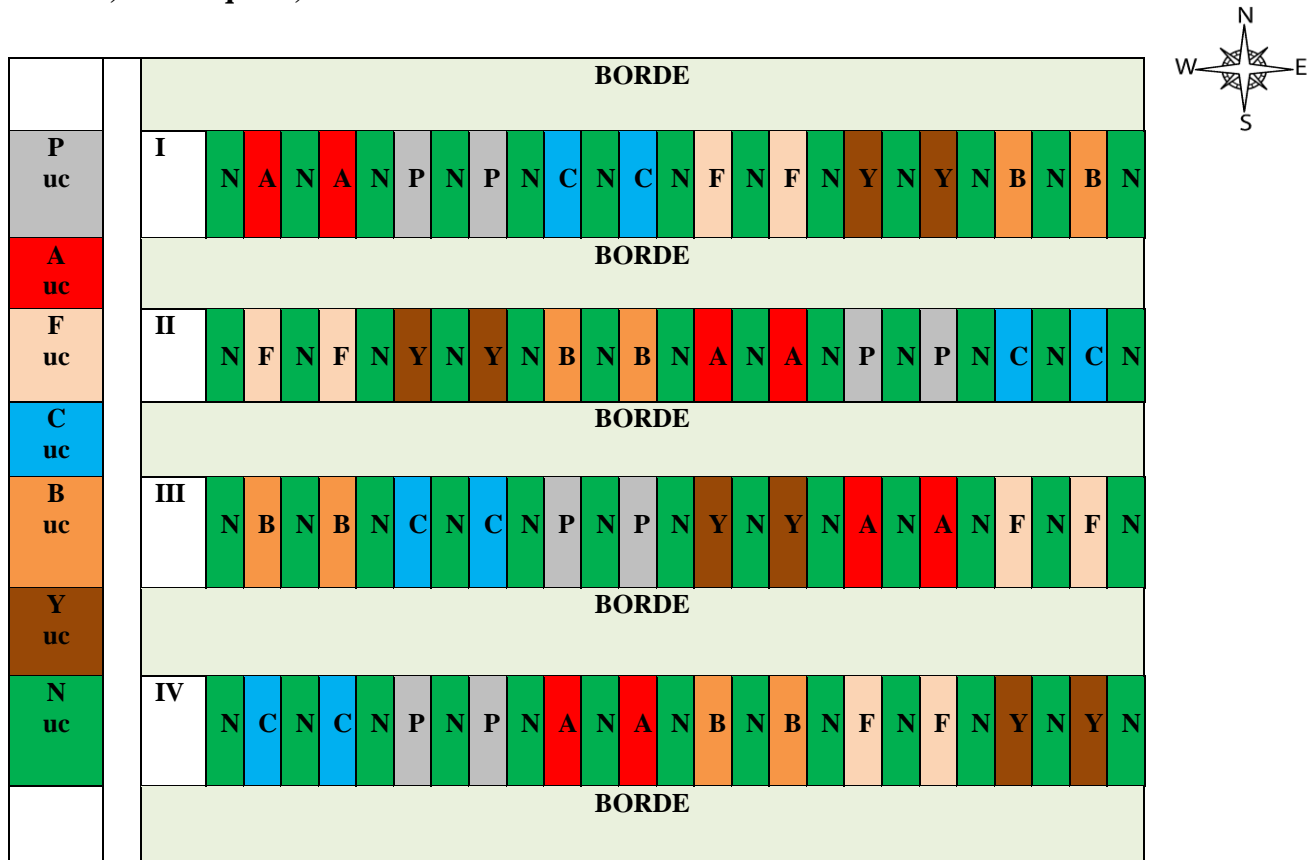
- Alonso E. B. y Cruz R. O. 2007. Evaluación de 4 densidades de siembra de nopal (*Opuntia ficus indica* L.), en la comunidad de Buena Vista del Sur, Diriamba, Nicaragua. Tesis UNA, Ing. Agr. Managua, NI. 27 p.
- Blanco Moises. 1987. Raíces y tubérculos. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 1987. p 1-9.
- Blanco, M. 1990. Raíces y tubérculos. Universidad Nacional Agraria-Facultad de Agronomía. EPV. 2do. Managua, NI. 200 p.
- Blanco Moises. 1996. Cultivos precolombinos de Nicaragua, recurso olvidado. Reunión Anual del PCCMCA, Departamento de producción vegetal, UNA. Managua NI. p 1- 4.
- Chavarría M. E. 2009. Evaluación del crecimiento, rendimiento, mortalidad y rentabilidad utilizando seis dosis de compost en nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) Diriamba, Carazo, 2009. Diriamba Nicaragua. Tesis UNA, Ing. Agr. Managua, NI. 25 p.
- Chávez R, Gallo, P, Rossel, G, Reynoso, D, Leva, H, Vera, N. 2001. Caracterización morfológica y molecular de genotipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para ecosistemas áridos-salino-bóricos. Ciencia & desarrollo, PE. 85 p.
- Cruz N. 2010. Análisis de suelo Ecolote Ave María, Las Esquinas San Marcos. Tesis de Maestría aun no presentada. LABSA UNA.
- Docsetools. 2015. Phaseolus acutifolius (en línea). Disponible en: http://docsetools.com/articulos-informativos/article_71824.html
- Folquer, F. 1978. La batata (camote) estudio de la planta y su producción comercial. Ed. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). San José, CR. 122 p.
- Fernández, J; Saiz, M. 1990. La Chumbera como cultivo de zonas áridas. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. Santiago, MD. 23 p.
- FAO. 1995. Frijol Tepari resistente a las enfermedades. EDN, Hecho Notas de Desarrollo. North-USA. Ejemplar 48. Marzo 2005.
- García, V; Teresa, V; Espinoza, M. 2000. Efecto de bioabonos sobre el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de Nen en el cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L) en el primer año post-plantación. Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, CL. 96 p.
- Gibson, A.; Nobel, P. 1986. The cactus pears, Harvard University Press, Cambridge. 48 p.
- González, S. 2001. El cultivo de Pipián (*Cucúrbita pepo* L). Managua, NI. P 1-5.

- Gómez Modesto; Galo Gustavo. 2004. Evaluación agronómica del chan (*Hyptis suaveolens* L. Poit) como un cultivo alternativo para la producción de alimentos y fármacos en cuatro municipios del departamento de León. UNAG – León, NI. Septiembre 2004. p 1-4.
- Gutiérrez, C.; Hernández, H. 2007. Estudio de 4 distancia entre surco y su influencia en el crecimiento y desarrollo del cultivo del nopal (*Opuntia ficus- indica* L.) en Diriamba. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 18 p.
- Henderson 1993. “Amaranto: planta latinoamericana con fuerzas colosales”. Disponible en: http://www.infoagro.net/archivos_Infoagro/Infotec/biblioteca/central/ArticuloChan.pdf
- Hernández G. R y Herrerías G. G. 1998. Amaranto: Historia y promesa. Tehuacán: Horizonte del tiempo Vol. 1. Patrimonio histórico de Tehuacán A. C. México. 529p (En línea) Disponible en: <http://www.quali.com.mx/Amaranto.pdf>
- INETER. (Instituto Nicaragüense de estudios territoriales, NI).2009. Departamento de agrometeorología. Comportamiento de las Principales Variable Climatológicas. Managua, NI. s. p
- INETER. (Instituto Nicaragüense de estudios territoriales, NI).2013. Departamento de agrometeorología. Comportamiento de las Principales Variable Climatológicas de San Marcos, Carazo. Managua, NI. s. p
- Jarquín, Y. y Lagos, O. 2010. Dosis de compost y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo del nopal (*Opuntia Ficus-Indica* L), Las Esquinas, Carazo. Revista científica de la Universidad Nacional Agraria- volumen 12- N°. 19, Diciembre 2012. Managua, NI. P. 91 – 95.
- Landero, F. y Cruz, E. 2005. Adaptación del nopal (*Opuntia ficus indica* L.) en la zona de Diriamba, Carazo, para la producción de nopal verdura. Diriamba Nicaragua. Tesis UNA, Ing. Agr. Managua, NI.17 p.
- Lees, P. 1983. Amaranto ¿El Súper cultivo del Futuro? .En Agricultura de las Américas. Kansa USA. p.16-33.
- Melgarejo, P. 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. 1ra ed. Mundiprensa. Madrid, Es. p. 297-360.
- Mondragón, 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 p.
- Montero, V; Oscar, A; Muñiz, E; González, M. 1994. Citado 19 marzo del 2015. Disponible en. <http://es.scribd.com/doc/141923847/Amaranto-ciencia-y-Tecnologia>
- Orúe, G. R. y Rojas, S. E. 2008. Efecto de enmiendas nutricionales sobre el rendimiento del nopal (*Opuntia ficus-indica* L.) en Diriamba, Carazo 2007. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Managua, NI.

- Pimienta, E.1994. Prickly pear (*Opuntia* pp): a valuable fruit crop for the semiarid lands of México. J. Arid Environments. In press. p: 1-15.
- Quintana, J; Blandón, J; Flores, A; Mayorga, E. 1983. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-consultora profesional indígena (INDOCONSUL S.A). Managua, NI. 54 p.
- Rodríguez, H. 2014. Evaluación agronómica con enfoque agroecológico en un sistema diversificado de guayaba (*Psidium guajava* L.), nopal (*Opuntia ficus-indica* L.), piña (*Ananas comosus* L.) y papaya (*Carica papaya* L.) utilizando vermicompost, Managua, Nicaragua, 2009-2011. Tesis MSc. Agroec. Des. Sost. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 48 p.
- Velásquez Aner. 2011. Evaluación de bicarbonato de sodio, caldo vizosa y caldo bórdele en el control de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC) en el cultivo del pipián (*Cucúrbita pepo* L) Apacunca, Chinandega. UNA, Managua NI. Diciembre 2011. p 1-2.
- Vázquez, V; Zúñiga, T; Orona, C; Murillo, A; Salazar, S; Vázquez, A; García, H y Troyo, D. 2007. Análisis del crecimiento radical en cuatro variedades de nopal (*Opuntia ficus indica* L.).Universidad Juárez del estado de Durango. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, MX. 86p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo, nopal en asocio con seis cultivos prehispánicos Ecolote Ave María, Las Esquina, San Marcos 2013



N=Nopal P=Pipián A=Amaranto F= Frijol C= Chan B=Batata Y= Yuca

Anexo 2. Precipitaciones de Julio a Diciembre del año 2013

Mes	Precipitación (mm)
Julio	987.32
Agosto	1047.52
Septiembre	1200
Octubre	1278.24
Noviembre	823
Diciembre	659.61

INETER 2013

Anexo 3. Calculo del uso equivalente de la tierra

Calculo del uso equivalente de la tierra en el cultivo de chan.	Calculo del uso equivalente de la tierra en el cultivo de batata.
$UET = RCA/RCU$	$UET = RBA/RBU$
$UET = 410/270$	$UET = 11400/4500$
$UET = 1.51$	$UET = 2.53$

UET: uso equivalente de la tierra

RCA: rendimiento chan asocio

RCU: rendimiento chan unicultivo

RBA: rendimiento batata asocio

RBU: rendimiento batata unicultivo

< 1	Significa que el policultivo no produjo más que los monocultivos en cuanto a unidad por área
= 1	Significa que la unidad por área es igual en ambos sistemas de producción
> 1	Significa que el policultivo es más productivo que cualquier monocultivo.

Anexo 4. Matriz de análisis estadístico

Número de brotes

DDS Trata- miento.	15	30	45	60	75	90	105	120
Pipián			0,00 A	0,20 A	0,20 A	0,27 B	0,46 AB	0,46 AB
Amaranto			0,00 A	0,46 A	0,67 A	1,46 AB	1,53 A	1,53 A
Frijol. Blanco			0,07 A	0,00 A	0,13 A	0,13 B	0,13 B	0,13 B
Chan			0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,20 B	0,20 B	0,20 B
Batata			0,07 A	0,07 A	0,07 A	0,33 AB	0,40 AB	0,40 AB
Yuca			0,07 A	0,20 A	0,40 A	0,47 AB	0,60 AB	0,60 AB
ANDEVA			NS	NS	NS	DS	DS	DS
CV %			331,66	336,70	293,69	181,73	155,85	155,85
P -valor			0,7398	0,7244	0,7005	0,1927	0,1722	0,1722

Ancho de Brotes

DDS Trata- miento	15	30	45	60	75	90	105
Pipián			0,53 A	0,80 A	1,25 A	1,88 A	2,11 A
Amaranto			0,33 A	1,42 A	2,20 A	3,46 A	4,04 A
Frijol. Blanco			0,00 A	1,00 A	1,16 A	1,44 A	1,62 A
Chan			0,00 A	0,00 A	0,75 A	1,42 A	1,42 A
Batata			0,60 A	0,80 A	1,27 A	1,81 A	1,95 A
Yuca			0,53 A	0,40 A	0,68 A	1,42 A	1,54 A
ANDEVA			NS	NS	NS	NS	NS
CV %			298,73	195,56	146,49	115,92	109,64
P -valor			0,8575	0,7160	0,8010	0,6733	0,5053

Longitud de Brotes

DDS Trata- miento	15	30	45	60	75	90	105
Pipián			1,07 A	1,56 A	2,32 A	3,32 A	3,68 A
Amaranto			0,66 A	2,48 A	4,86 A	6,89 A	7,44 A
Frijol. Blanco			0,00 A	1,46 A	2,60 A	3,10 A	3,20 A
Chan			0,00 A	0,00 A	1,45 A	2,30 A	2,30 A
Batata			1,20 A	1,40 A	2,52 A	3,46 A	3,57 A
Yuca			1,07A	0,65 A	1,18 A	2,91 A	3,16 A
ANDEVA			NS	NS	NS	NS	NS
CV %			298,74	201,3	139,36	113,79	111,81
P -valor			0,8575	0,7305	0,6291	0,5857	0,5238

Altura de planta y longitud de guías

Tratamiento altura y longitud	Pipián	Amaranto	Frijol. Blanco	Chan	Batata	Yuca	ANDEV A	CV%	P - valor
15	86,00 A	56,80 A	78,60 A	69,60 A	81,20 A	78,80 A	NS	45,64	0,7978
30	10,60 AB	3,02 D	11,32 A	6,70 C	7,20 BC	6,20 CD	DS	35,11	0,0008
45	19,40 A	2,32 C	13,40A B	11,36 B	11,36 B	10,06 B	DS	40,31	0,0005
60	0,00 C	1,80 C	14,66B C	21,30A B	19,48 AB	15,40 B	DS	56,72	0,0048
75	0,00 C	0,00 C	10,70B C	32,24 A	29,50 A	21,80 AB	DS	68,13	<0,000 1
90	0,00 C	0,00 C	0,00 C	49,26 A	44,49 AB	30,20 B	DS	59,91	<0,000 1
105	0,00 C	0,00 C	0,00 C	65,10 A	59,60 A	44,30 B	DS	43,13	<0,000 1
120	0,00 B	0,00 B	0,00 B	110,82 A	107,80 A	89,10 A	DS	44,31	<0,000 1
135	0,00 B	0,00 B	0,00 B	120,48 A	113,30 A	95,10 A	DS	43,60	<0,000 1
150	0,00 C	0,00 C	0,00 C	127,10 A	113,10 AB	85,20 B	DS	38,47	<0,000 1
165	0,00 C	0,00 C	0,00 C	129,20 A	124,70 A	96,00 B	DS	35,86	<0,000 1
180	0,00 C	0,00 C	0,00 C	129,84 A	129,20 A	98,50 B	DS	34,26	<0,000 1
195	0,00 C	0,00 C	0,00 C	126,70 AB	145,50 A	101,10 B	DS	38,57	<0,000 1
210	0,00 C	0,00 C	0,00 C	135,10 B	193,50 A	105,90 B	DS	44,60	<0,000 1
225	0,00 C	0,00 C	0,00 C	139,56 B	170,74 A	112,80 B	DS	32,92	<0,000 1
240	0,00 C	0,00 C	0,00 C	0,00 C	172,10 A	114,50 B	DS	45,63	<0,000 1
255	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	116,30 A	DS	61,46	<0,000 1
270	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	118,00 A	DS	61,30	<0,000 1
285	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	0,00 B	120,44 A	DS	59,27	<0,000 1

