



“ Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible ”

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de graduación

Crecimiento y producción de semilla de *Moringa oleifera* Lam., en asocio con dos especies de *Canavalia* (*Canavalia brasiliensis* Mart. Ex Benth y *Canavalia ensiformis* (L.)

Autor:

José Gonzalo Tórrez Guillén

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Managua, Nicaragua

Julio 2016



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

**Crecimiento y producción de semilla de
Moringa oleifera Lam., en asocio con dos
especies de *Canavalia* (*Canavalia
brasiliensis* Mart. Ex Benth y *Canavalia
ensifomis* (L.)**

AUTOR

Br. Jose Gonzalo Torrez Guillen

ASESOR

Ing. Alvaro Noguera Talavera

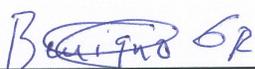
**Managua, Nicaragua
Julio, 2016**

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Miembros del tribunal examinador



Dr. Benigno González Rivas
Presidente



Ing. Claudio Calero
Secretario



PhD. Nadir Reyes Sánchez
Vocal

Managua, Nicaragua
Julio, 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADRO	iii
INDICE DE FIGURA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I.INTRODUCCIÓN	1
	2
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Especificos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Descripción del área de estudio	4
3.2. Descripción de las especies en los sistemas estudiados	5
3.2.1. Descripción de las especies leguminosa	5
3.2.1.1 <i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. Ex Benth	5
3.2.1.2 <i>Canavalia ensiformis</i> (L.)	6
3.2.2. Descripción de <i>Moringa oleifera</i> Lam	7
3.3. Metodología	8
3.3.1. Fase 1. Establecimiento del sistema de cultivos en callejón	8
3.3.2. justificación del uso de <i>Canavalia</i> en el asocio	9
3.3.3. Fase 2. <i>Diseño de las parcelas y tamaño de la muestra</i>	10
3.3.4. Fase 3. Recolección de datos	11
3.3.5. Las variables recopiladas de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Canavaliasp.</i>	11
3.3.6. Variables asociadas a la producción	12
3.3.7. Procesamiento y análisis de la información	13

IV. RESULTADO Y DISCUSION	14
4.1 Crecimiento de las especies <i>Canavalia ensiformis</i> y <i>Canavalia brasiliensis</i> en asocio con marango en sistemas de cultivos en callejones.	14
4.2. Incremento de la cobertura foliar de <i>C. ensiformis</i> y <i>C. brasiliensis</i> con el asocio de Marango como cultivo principal en el sistema de cultivos en callejones	15
4.3. Comparación de incremento de Marango por sistema de manejo	16
4.4. Valoración de la compatibilidad (interacción) del asocio <i>Moringa oleiferay</i> <i>Canavalia</i> con base al crecimiento	17
4.4.1. Valoración del crecimiento en altura por asocio	17
	18
4.4.2. Valoración del crecimiento en diámetro	19
4.5. Relación entre los sistemas de manejo de la plantación y la producción de frutos	20
	21
4.6. Relación entre los sistemas de manejo de la plantación y la producción de semillas	22
V. CONCLUSION	23
VI. RECOMENDACIONES	24
VII. BIBLIOGRAFIA	25
	26
VIII. ANEXOS	27

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme dado la sabiduría necesaria para culminar mi pregrado profesional.

A mis padres Gonzalo Tórrez Rodríguez y Petronila Guillen Jirón, por el gran apoyo, consejos, comprensión y sacrificio que me han brindado durante todos estos años. Les agradezco mucho por haberme convertido en un hombre de bien para la sociedad.

A mis hermanos Neda Tórrez y Alex Tórrez, por estar siempre presente brindándome sus consejos para seguir adelante.

A las memorias de mis abuelas Ana jirón García y Maura Rodríguez, maravillosas mujeres que me brindaron su cariño incondicional lograron marcar mi infancia con bonitos recuerdos. Mis abuelos hombres de éxito Gonzalo Torrez y William Guillen que siempre ha estado ahí brindándome su apoyo y consejos.

Mis padrinos María Elena Flores de Obando y José Manuel Obando Solano, gracias por el apoyo consejo que me han dado desde que nací.

Sin dejar de agradecerles a mis tíos y tías paternos y maternas, siempre unidos han mostrado que la unión familiar nos lleva al éxito.

Mis maestros, hombre y mujeres de éxito.

José Gonzalo Tórrez Guillen

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo a Dios que siempre está presente, acompañándome, en alegrías, tristezas, riquezas, salud, enfermedades y pobreza. Nunca me desampara.

Al proyecto Pro-Marango, por permitirme y darme la oportunidad de trabajar en este interesante proyecto. A La Universidad Nacional Agraria por haberme permitido estudiar en esta alma mater.

Ingeniero Álvaro Noguera por brindar esa mano amiga, consejos y regaños para culminar este trabajo.

Ingeniera Lucia Romero, gracias por esos consejos, confianza y por creer en mí como estudiante. Ingeniero Andrés López, por aconsejarme en aquel momento difícil que pase. Licenciado Pedro Tórrez tío y docente de esta alma mater, gracias por estar pendiente de mi desarrollo como estudiante.

Mis compañeros de clase, mi amiga Iliana Moreno. Te agradezco por esa confianza y amistad que depositaste en mí.

A Jeydi Salgado Canales que de una u otra manera participaste en la realización de este trabajo.

A mis maestros, gracias por formarme con ética y valores profesionales.

Agradezco a todos aquellos que de una u otra manera estuvieron ahí en la lucha por culminar mi carrera.

José Gonzalo Tórrez Guillen

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro	Página
1. Incremento medio mensual en diámetro, altura y crecimiento en cobertura de <i>Moringa oleifera</i> en dos sistemas de manejo de plantación.	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. Mapa de ubicación de lotes de Marango. Fuente UNA, 2015	4
2. Diseño de las parcelas y tamaño de las muestras	10
3. Crecimiento de dos leguminosas forrajeras <i>C. ensiformis</i> y <i>C. brasiliensis</i> asociadas a <i>M. oleífera</i> en un sistema de cultivos en callejones.	14
4. Porcentaje de cobertura foliar en <i>C. ensiformis</i> y <i>C. brasiliensis</i>	15
5. Crecimiento en altura de <i>M. oleífera</i> en interacción con dos leguminosas forrajeras en un sistema de cultivo en callejones.	17
6. Crecimiento en diámetro de <i>M. oleífera</i> en interacción con dos leguminosas forrajeras en un sistema de cultivos en callejones.	19
7. Frutos por plantas por sistema de manejo y variantes del cultivo intercalado en la finca Santa Rosa, UNA.	20
8. Producción de semillas por frutos en dos sistemas de manejo, y variantes de asocio de plantación de <i>M. oleífera</i> en la Universidad Nacional Agraria.	22

RESUMEN

Con objetivo de evaluar el crecimiento y producción de semilla de *Moringa oleifera* Lam., y el potencial de asocio con dos leguminosas forrajeras *Canavalia brasiliensis* y *Canavalia ensiformis*, se estableció en la finca Santa Rosa un sistema de cultivo en callejones; teniendo como sistema de comparación una plantación en monocultivo de *M. oleifera*. El estudio se realizó entre el mes de agosto del 2013 y marzo del año 2014. El sistema cultivo en callejones fue establecido con un espaciamiento de 2.5 metros entre plantas y 3 metros entre líneas, se establecieron 4 parcelas con longitud de 15 metros de ancho y 30 metros de largo. Las variables morfológicas colectadas en campo fueron, longitud del tallo, diámetro basal y cobertura foliar; mientras las variables asociadas a la producción fueron: número de frutos por árbol y número de semillas por frutos. Se registró diferencias en el crecimiento de las leguminosas, y por tanto interacción negativa de *C. brasiliensis* sobre el crecimiento en diámetro de *M. oleifera*, no así sobre el crecimiento en altura y cobertura foliar. También se determinó que dicha interacción negativa tuvo efecto sobre la producción de frutos por planta; sumado a la edad de las plantaciones comparadas; y ningún efecto sobre el número de semillas por fruto. El mayor potencial de asocio se dio entre *C. ensiformis* y *M. oleifera*; asegurando producción de semillas y obtención de beneficios alternativos al monocultivo.

Palabras clave: Agroforestería, compatibilidad, producción de semillas

ABSTRACT

In order to evaluate the growth and seed production of *Moringa oleifera* Lam., and the potential to combine with forage legumes *Canavalia brasiliensis* and *Canavalia ensiformis*; was established at Santa Rosa farm an experiment that consisted in an intercropping system, being compare with a conventional plantation of *M. oleifera*. The research was carried out between August on 2013 and March on 2014. The *M. oleifera* plants in the intercropping system were sown with spacing of 2.5 m, and the spacing between rows was 3 m; using plots of 15 m x 30 m to monitoring morphological variables as well as stem long, collar diameter, and foliage coverage; while the productive viable consider were number of pods by tree and seed number by pods. Were identified differences on the stem legumes increase causing negative interaction of *C. brasiliensis* over *M. oleifera*, associated to reduction of diameter increase, not affecting the high and foliage coverage. Also were determined differences on the pods by tree, and non effect over seeds by pods. The legume with the major potential to combine with *M. oleifera* in an intercropping system is *C. ensiformis*

Keywords: Agroforestry, compability, seeds production

I. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones para producción de semillas se constituyen en una herramienta básica para la inmediata y futura utilización de material para proyectos masivos de comercialización de semillas, reforestación, extensión e investigación. La producción de semilla requiere el conocimiento práctico de un conjunto de técnicas cuyas dificultades son muy variables según la especie o grupo de especies cuya semilla se trate de producir (Foild *et al.*, 1995).

El marango (*Moringa oleifera* Lam.), es un árbol originario del sur del Himalaya, Noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta. En América Central fue introducido en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas, se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros. Se puede reproducir por estacas o semillas (Gómez *et al.*, 1995); siendo altamente valorado por su adaptación a diferentes tipos de suelo; periodos secos prolongados y amplia variedad de usos.

Moringa en sistemas agroforestales, al no ser un árbol excluyente, es un buen soporte para especies trepadoras. Es indicado para el “cultivos en callejones” debido a su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales escasa sombra y alta productividad de biomasa. El cultivo en callejones consiste en cultivar especies herbáceas anuales o de ciclo corto entre hileras de árboles, formando “callejones” sirve de protección contra el viento, sol excesivo, mejoran el aprovechamiento del espacio y la fertilidad del suelo (ACPA, 2010).

En cuanto al uso de las leguminosas Canavalia es utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, heno y ensilaje, lo que permite ser utilizada en sistemas agroforestales para mejoramiento de las propiedades del suelo.

En agroforestería, un aspecto de interés es el estudio de la interacción entre cultivos como componentes dentro del sistema; por lo que uno de los métodos utilizados es la identificación de compatibilidad entre ellos y así definir posibles efectos como reducción o pérdida en la producción meta y por tanto obtener elementos para la planificación del periodo correcto del asocio.

En este sentido, la posibilidad de diversificación de las plantaciones de marango promovidas por el Proyecto MARANGO/UNA tienen la visión no solo de tener plantas para producir semillas si no de dar una alternativa al productor de cómo asociar el marango con otras especies, para tener sistemas más adaptados a la sequía, diversificar los productos que se obtienen, evitar la erosión del suelo y reducir el uso de agroquímicos.

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el efecto de intercalar cultivos de leguminosa en cultivos en callejones sobre el crecimiento y la producción de semillas; comparándolo con un sistema de marango en monocultivo (sin asocio).

La información que se genere puede ser utilizada por empresas, productores e instituciones con el fin utilizar estos sistemas de manejo en producción de semillas, conservando de esta manera este recurso.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Evaluar la interacción del asocio de *Moringa oleifera* y *Canavalia* (*Canavaliarasilensis* y *Canavalia ensiformis* con base en el incremento y producción de semillas de moringa.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar el crecimiento de *Canavalia brasiliensis* y *Canavalia ensiformis* asociadas a *M. oleifera* en sistema cultivo en callejones.
- ✓ Diferenciar el incremento en diámetro y altura de *M. oleifera* en asocio con sistema monocultivo.
- ✓ Estimar el efecto del asocio de *M. oleifera* con las especies *C. brasiliensis* y *C. ensiformis* sobre la producción de semilla moringa.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a 12°08'15'' latitud Norte y 86°09'36'' longitud Este; y a una altitud de 56 msnm.

Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, con un rango de precipitación histórica de 1,403 mm, temperatura media anual de 27.3°C y humedad relativa media anual de 72 %. El régimen pluviométrico de la región se caracteriza por presentar dos épocas bien definidas (INETER, 2009).

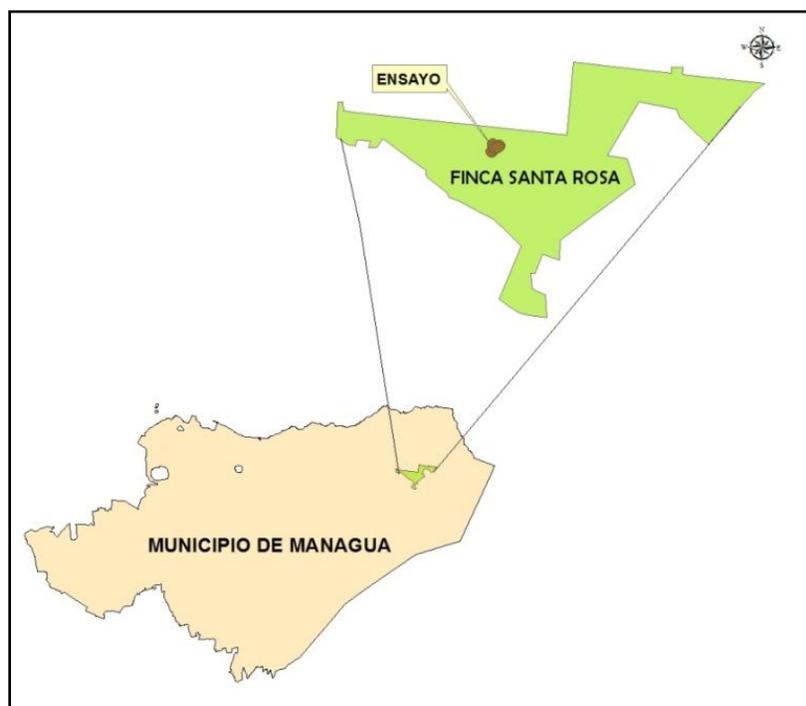


Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental. Fuente SIGMA-UNA, 2015.

3.2 Descripción de las especies utilizadas en los sistemas estudiados

3.2.1 Descripción de las especies leguminosas

3.2.1.1 *Canavalia brasiliensis* Mart. Ex Benth

La Universidad Nacional de Colombia, (2103) menciona que *C. brasiliensis* es originaria de América, se encuentra desde México hasta el norte de Argentina, se adapta a un rango amplio de clima y suelo, arcillosos como arenosos de baja fertilidad y desde ácidos hasta alcalinos con pH de 4.3 a 8.0, la producción se puede afectar por problemas de compactación.

Es tolerante a la sombra se puede soportar una precipitación de 2000 msnm a temperaturas entre los 19-28 °C.

Descripción

Es una leguminosa herbácea de ciclo anual o bianual, información sobre esta especie refiere que pueden permanecer más años, con hábitos de crecimiento voluble y rastrero. Tienen un sistema de raíces bien desarrollado, Flores vistosas de color blanco, violeta o morado.

La semilla de *Canavalia* contiene elementos antinutricionales como canavalina y con canavalina, los cuales afectan el crecimiento del hongo producido por las hormigas cortadoras de follajes, por lo que es útil como control biológico del hongo.

Uso

Es utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, heno y ensilaje, lo que permite ser utilizada en sistemas agroforestales para mejoramiento de las propiedades del suelo.

Limitación: Planta huésped de las moscas blancas.

3.2.1.2 *Canavalia ensiformis* (L.)

PROMEGA, (2008) explica que *C. ensiformis* pertenece a la familia botánica de las Fabaceas, mientras otra clasificación las incluye entre las leguminosas, puede vivir por dos años a más, es nativa de América, reporta usos en la India occidental, Panamá, Guyana, Brasil y Perú. Esta especie se comporta y desarrolla satisfactoriamente en zonas ubicadas a 1700 msnm entre los 15 y 30 °C, se adapta bien en suelos fértiles como en suelos pobres de nutrientes. Es tolerante a la sequía y a la sombra, pero no a las condiciones excesivas de humedad, lo cual la hacen más adecuada para las zonas secas.

Descripción

Tienen un crecimiento rápido, alta producción de forraje y granos con buen contenido proteicos. Esta especie puede formar guías (crecimiento voluble). Sus guías pueden llegar a medir hasta 3 metros, con hojas verdes oscuras brillantes venas bien marcadas. Las flores son de color morado y se producen en grupos de dos a tres formas colgantes. Las vainas son largas, planas, grandes y duras. Pudiendo alcanzar hasta treinta y cinco centímetros de largo y tres de ancho, cada vaina tiene de ocho a veinte semillas grandes de color blanco. Posee raíces profundas y resistente a la sequía.

Usos

Es utilizada como abono verde, cobertura, control de erosión, corte y acarreo, pastoreo, heno y ensilaje lo que permite ser utilizada en sistemas agroforestales para mejoramiento de las propiedades del suelo.

3.2.2 Descripción de Marango (*Moringa oleifera* Lam)

El Marango es un árbol miembro de la familia Moringaceae que crece en el trópico y es originario del sur de Himalaya, noreste de India, Pakistán, Bangladesh y Afganistán. En América Latina se introdujo y naturalizó desde 1920 como un árbol ornamental, fue utilizado como cercas vivas y cortinas rompevientos (Makker y Becker 1997; citados por Reyes-Sánchez, 2004).

De acuerdo a una revisión de literatura, el Marango presenta características morfológicas y fisiológicas que la hacen potencialmente útil en sistemas agroforestales, siendo algunas de estas: corona pequeña que permite entrada de luz, alta producción de biomasa, biomasa rica en nitrógeno, hojas de rápido crecimiento de rebrotes, poca competencia.

Descripción botánica

Es un árbol de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 metros hasta la corona de árbol marango, su tronco posee un diámetro de 20 a 30 cm, tiende a echar raíces fuertes y profundas, y tiene una vida relativamente corta, alcanzando un promedio de 20 años (Makker y Becker, 1997; citados por Reyes-Sánchez, 2004).

Sus hojas son compuestas alternas imparipinadas con una longitud total de 30 a 70 cm. Las flores son blancas, cremosas, con estambres amarillos y nacen en racimos. El fruto es una cápsula colgante color castaño, triangular, con 30 cm de largo y 1.8 cm de diámetro. Las semillas son de color castaño oscuro con tres alas blancas delgadas. La raíz es principalmente gruesa. El árbol florece y produce semillas durante todo el año (Fred, 1992; citado por Reyes-Sánchez, 2004).

Temperatura y humedad

Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semiáridos, semi húmedos y húmedos. El Marango crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud y prospera en temperatura altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32 °C.

El Marango necesita al menos 700 mm anuales de precipitación, aunque hay reportes de lugares del pacífico de Nicaragua, donde, con 300 mm crece muy bien. Se ha observado un buen comportamiento en lugares con precipitación anuales de 2000 mm.

Suelo

El Marango puede crecer en todo tipo de suelo, desde suelos ácidos hasta alcalinos (pH 4.5-8), aunque la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados. (Duke, 1983; citado por Reyes-Sánchez, 2004).

3.3 Metodología

3.3.1 Fase 1. Establecimiento del sistema cultivos en callejones

El sistema cultivos en callejones se estableció en el mes de Agosto del 2013 dentro de una plantación de moringa establecida en Junio del 2013 (edad de establecimiento: 2 meses). La plantación fue establecida con un espaciamiento de 2.5 metros entre plantas, y 3 metros entre líneas. El resto del espacio fue ocupado con el establecimiento de (*C. ensiformis*, *C. brasiliensis*) entre las líneas de plantación; definiéndose un distanciamiento de 0.5 metros entre líneas y plantas, ocupando así de 2 a 3 líneas por callejón.

Previo a la siembra de Canavalia se realizó la poda de Marango para facilitar la disponibilidad de luz para favorecer el crecimiento de Canavalia. Posterior a la poda (2 semanas) se dio la siembra de Canavalia.

Las prácticas asociadas al establecimiento del cultivo en callejón consistieron en siembra sin labores de mecanización (ahoyado con azadón o labranza mínima) para preparación del suelo, desmalezado y ahoyado manual.

3.3.2 Justificación del uso de *Canavalia* en el asocio

La especie canavalia fue seleccionada como parte de los socios del sistema cultivos en callejones con base en los siguientes criterios:

- a. Tolerancia a la sequia
- b. Tolerante a la sombra
- c. Adaptada a suelos con poco en nutrientes (CEIAT, sf)
- d. Crece bien en suelos con bajo contenido de fósforo (Binder, 1997; citado por Morales, 2006) (Anexo 1).
- e. Alto potencial de supresión de plagas como hormigas defoliadoras (Universidad Nacional de Colombia, 2013), y enfermedades provocadas por nematodos (Saavedra, 1998; citada por Morales, 2006)

El manejo del cultivo en callejón se caracterizó por una baja dependencia de insumos a partir de prácticas como cultivo de cobertura ejercido por la *Canavalia* para supresión de plagas de insectos y malezas ya que la alta producción de biomasa y crecimiento de esta especie forma una especie de colchón que cubre todo el suelo no dando espacio al crecimiento de arvenses, y a la vez reducción de hábitat de insectos; fertilización orgánica (compost a razón de 33 kg/ha).

El monocultivo o sistema convencional, que se utilizó como testigo para comparar con el cultivo en callejón establecido en 2012 y cuya meta es la producción de semilla; por lo que el espaciamiento fue de 2.5 metros entre plantas y entre filas de plantación. Este sistema presenta como características el haberse establecido a partir de un conjunto de prácticas convencionales como preparación mecanizada del suelo (eliminación de malezas con chapadora incorporada a un tractor), gradeo que consistió en tres pases de gradas, y roturación del suelo a 20 a 30 cm de profundidad para elaboración de surcos con subsolador mecánico.

Así mismo, como parte de las medidas de establecimiento y manejo de la plantación se dio fertilización inorgánica al momento de la siembra y después de un año de establecida la

misma, riego, control de plagas a través de químicos inorgánicos (Engeo y Cipermetrina 60); y control de maleza con químicos (Glifosato y 2-4-D) y desbrozadora, con una frecuencia de 2 a 3 por estación.

3.3.3 Fase 2. Diseño de las parcelas y tamaño de la muestra

Se establecieron cuatro parcelas rectangulares en cada sistema de manejo. Cada parcela con dimensiones de 15 metros de ancho y 30 metros de largo. En el caso del sistema cultivo en callejones, la muestra corresponde a 2 parcelas con *C. ensiformis*, y 2 parcelas con *C. brasiliensis*.

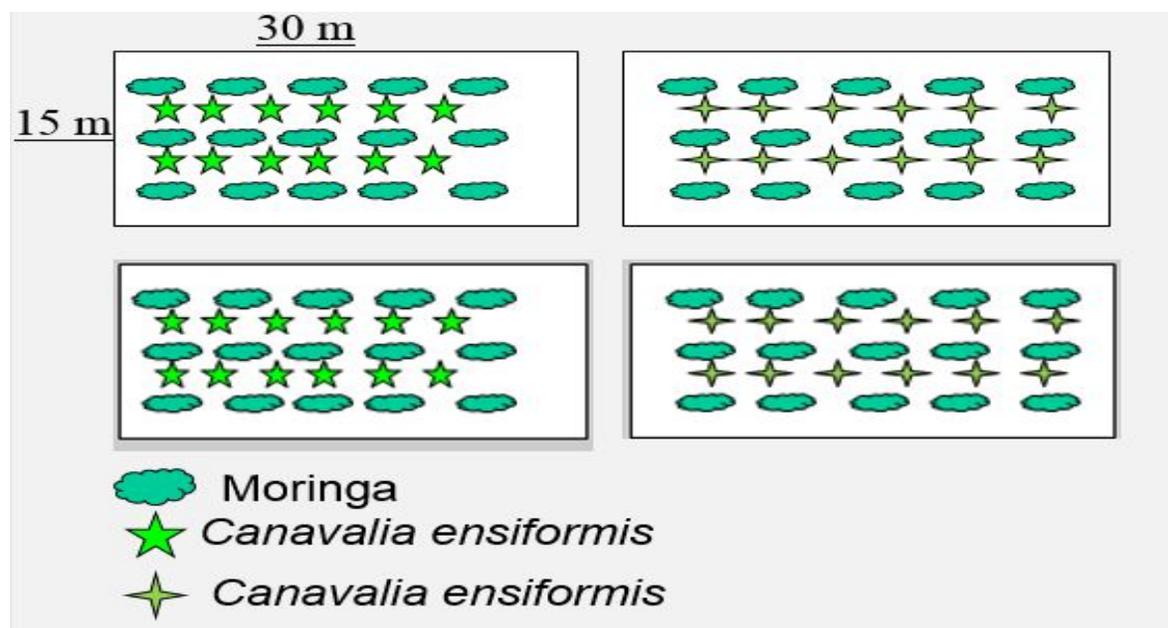


Figura 2. Diseño de las parcelas y tamaño de la muestra

Las mediciones fueron realizadas a 20 plantas de *M. oleifera* de manera aleatoria a través de sorteo en donde a cada planta se le asignó un número y de una bolsa se extrajeron aquellas que formaron parte de la muestra. En cada parcela fue igual en número de plantas seleccionadas, obteniendo una muestra de 80 plantas en el sistema de cultivo en callejón, e igual número de plantas (80) en el sistema de monocultivo.

La muestra para el análisis de crecimiento y cobertura de Canavalia fue de 20 plantas por parcelas para un total de 80 plantas.

3.3.4 Fase 3. Recolección de datos

La recolección de datos se realizó en un periodo de 4 meses, iniciándose después de dos meses de haberse realizado la siembra de las leguminosas. Las visitas se realizaron de manera quincenal, durante el periodo de crecimiento vegetativo de Canavalia y parte de la fase reproductiva, tanto de Marango como de Canavalia.

La toma de datos se realizó de manera diferente para cada especie en el sistema de cultivos en callejones, producto de las características de crecimiento mostradas por las especies:

En el caso de canavalia las primeras mediciones se realizaron cada 15 días, mientras las dos últimas fueron hechas de manera mensual. La toma de datos del crecimiento de canavalia se dejó de hacer una vez que las especies entraron en floración, ya que fisiológicamente el crecimiento se detiene para emplear la energía en la producción de flores y frutos.

La toma de datos de marango fue realizada con intervalos aproximados de 15 días hasta el inicio de la fase reproductiva de la planta.

3.3.5 Variables recopiladas en *M. oleifera* y *Canavalia sp.*

- ✓ Diámetro basal: Fue medido con Vernier, tomando como punto de referencia una altura de 10 centímetros sobre el suelo. Esta variable es expresada en centímetros, permitiendo llevar un control de incremento tanto en el sistema convencional en donde marango se presenta como monocultivo; así como en el sistema de cultivo en callejón en donde la especie fue asociada con Canavalia; siendo este uno de los factores útiles para determinar la compatibilidad entre cultivos.
- ✓ Altura total: Fue medida con una cinta métrica, tomándose desde el suelo hasta la parte más alta de la planta. Esta medición se realizó en ambos sistemas y para ambas especies en estudio.

- ✓ Cobertura foliar: Fue cuantificada con base en el área foliar que ocupa la proyección de hojas y ramas en marango y hojas en canavalia. En campo se documentó a través de la medición de la longitud del área cubierta por las ramas. Esta fue tomada en forma de cruz, siendo expresada en metros cuadrados como unidad de medida. Esta variable fue medida tanto para Marango como para la especie Canavalia.

$$\text{Área foliar} = \pi (d^2)$$

$$\text{Cobertura foliar} = 100\% - \text{Área foliar}$$

- ✓ Incremento en diámetro basal, altura de la especie Marango: Este parámetro fue determinado a partir de la comparación entre los valores de cada variable entre medición; utilizando para ello las siguientes formulas:

$$ID = (\text{Diámetro final} - \text{Diámetro inicial}) / \text{Tiempo}$$

$$IAlt = (\text{Altura final} - \text{Altura inicial}) / \text{Tiempo}$$

Longitud del tallo y cobertura foliar de las dos especies de Canavalia a partir de la medición quincenal de estas variables, graficando posteriormente los valores medios por fecha de medición.

3.3.6 Variables asociadas a la producción de *M. oleifera*

Frutos por planta: Esta variable fue evaluada mediante un conteo del número total de frutos para una muestra de 20 plantas por sistema de cultivo (convencional y cultivos en callejones); para estimar el efecto del asocio sobre la producción de semillas.

Semillas por frutos: Consistió en un conteo realizado a 10 frutos por planta, para determinar el grado de productividad de las plantas en cada sistema de cultivo.

La interacción para determinar la compatibilidad de asociar *M. oleifera* con las 2 leguminosas fue estimada de manera cuantitativa a partir de los valores de producción de frutos por planta, semillas por frutos; y crecimiento en diámetro y altura.

3.3.7 Procesamiento y análisis de la información

Los datos recolectados en campo fueron organizados y procesados en una hoja de Excel, para luego ser exportada al programa estadístico INFOSTAT. El procesamiento de la información consistió en la aplicación de estadística de descriptiva que usa como parámetro principal la media en los valores de crecimiento en altura, diámetro y cobertura foliar; es decir, para cada sistema se obtuvieron los valores medios de altura, diámetro y cobertura foliar de marango, y altura y cobertura foliar de canavalia permitiendo estos valores hacer comparaciones de dichos valores e inferir en el efecto del asocio de especies leguminosas con marango.

Las diferencias en cuanto a los valores de crecimiento, y producción de semillas determinados a partir de los valores medios mencionados en el párrafo anterior, permitieron realizar una comparación estadística por medio de análisis de t-student entre sistemas de manejo, pudiendo inferir en el efecto de la asociación de marango con otras especies como potencial para sistemas de policultivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Crecimiento de las especies *Canavalia ensiformis* y *Canavalia brasiliensis* en asocio con marango en sistemas de cultivos en callejones

La figura 3 muestra el crecimiento de las especies leguminosas forrajeras asociadas a la plantación de *M. oleifera* determinándose así un mayor crecimiento de *C. ensiformis* en comparación a *C. brasiliensis* por evidentes diferencias en su hábito de crecimiento.

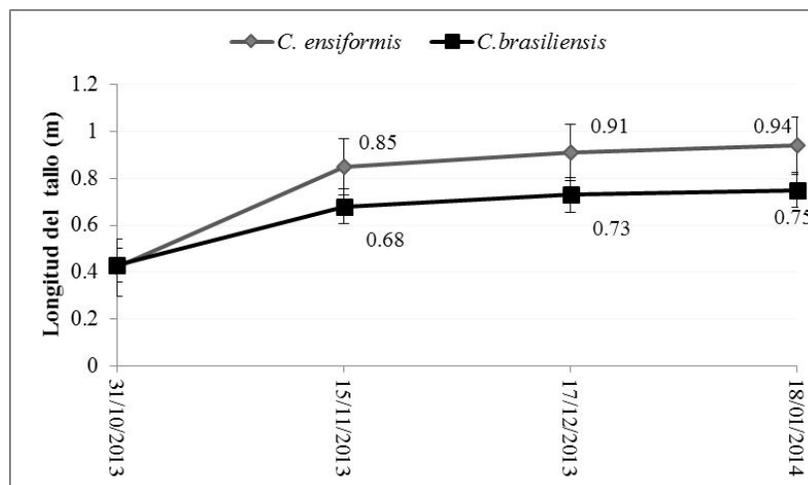


Figura 3. Crecimiento longitudinal de dos leguminosas forrajeras *C. ensiformis* y *C. brasiliensis* asociadas a *M. oleifera* en un sistema de cultivos en callejones.

El hábito de crecimiento en longitud de guías de las especies de *Canavalia* permite explicar el efecto sobre el crecimiento en diámetro y altura de marango. Al respecto, se observa que *C. ensiformis* presentó un crecimiento mayor (0.9m), en comparación a *C. brasiliensis* (0.7).

4.2 Incremento de cobertura foliar de *C. ensiformis* y *C. brasiliensis* en asocio con Marango como cultivo principal en el sistema de cultivos en callejones.

En la figura 4, se observa que la cobertura foliar de ambas leguminosas no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) durante todo el periodo.

Una reducción en la cobertura foliar fue registrada por *C. ensiformis* durante el último mes producto que entró en fase reproductiva, que trae como consecuencia una disminución de la cobertura foliar, lo que posiblemente también tuvo efecto en una disminución de la competencia con marango.

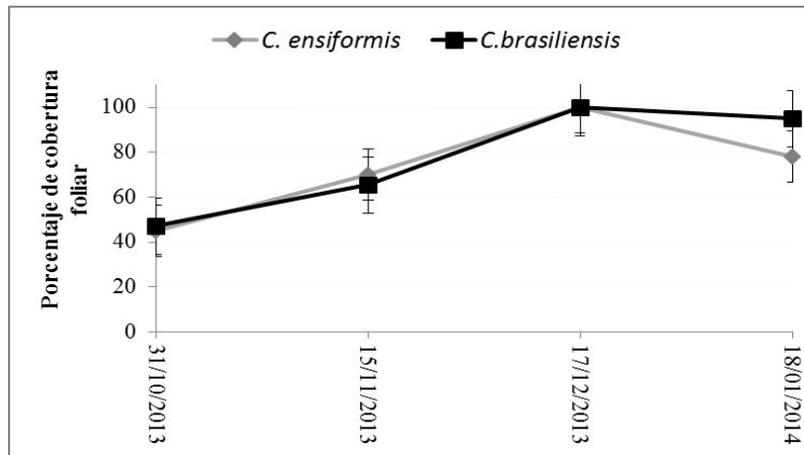


Figura 4. Porcentaje de cobertura foliar de *C. ensiformis* y *C. brasiliensis*

Contrariamente, durante la evaluación del ensayo *C. brasiliensis* no entró en fase reproductiva por lo que mantuvo el proceso de crecimiento (ciclo vegetativo más largo) longitudinal y foliar, lo que produjo una mayor competencia e incompatibilidad con marango, aspecto que fue determinado por la presencia de árboles con estrangulamiento, deformación del fuste en el crecimiento vertical; y como se reporta en el cuadro 1 menor diámetro (0.42 cm) en comparación al diámetro alcanzado en el sistema convencional (0.56 cm).

En cuanto al crecimiento de *C. ensiformis*, Puertas *et al.*, (2008) afirman que esta especie detiene su crecimiento 60 días después de la siembra, que significa rápido crecimiento en comparación con otras especies leguminosas; reportando como beneficio por su rápido crecimiento mayor cobertura al suelo en menor tiempo logrando reducir el crecimiento de vegetación espontánea (arvenses) y por tanto un eficiente control de arvenses, protección al suelo y reducción de la lixiviación de nutrientes en el suelo.

Los resultados obtenidos por *C. ensiformis* en este trabajo son similares a los reportados por Puertas et al., (2008), lo que sugiere un patrón de crecimiento de esta especie, que a la vez es útil para definir el tiempo correcto para incluir y manejar esta planta en sistemas agroforestales.

4.3 Comparación del incremento de Marango por sistema de manejo

Cuadro 1. Muestra los parámetros de incrementos por tipo de sistema de manejo. Al respecto, el análisis de t student no determinó diferencias significativas ($p > 0.05$) en incremento en la altura, lo que significa que el asocio de *M. oleifera* con las leguminosas no tuvo efecto notable sobre el crecimiento en altura de moringa.

Cuadro 1. Incremento medio mensual en diámetro, altura y crecimiento en cobertura de *Moringa oleifera* en dos sistemas de manejo de plantación.

Parámetros	Altura (m)	Diámetro basal (cm)	Cobertura (m ²)
Monocultivo	0.35a	0.56a	0.20a
Cultivo en callejones	0.32a	0.42b	0.16a

*Letras diferentes en los valores de las columnas indican diferencias significativas

Los valores del incremento medio mensual en diámetro fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$) entre sistemas; registrando un valor más alto (0.56 cm) en monocultivo, en comparación al sistema cultivos en callejones (0.42 cm); lo que a la vez indica efecto negativo del asocio sobre esta variable. El análisis por especie de canavalia sugiere que el crecimiento vertical de *C. ensiformis* ejerció menor interacción negativa (mecánica) sobre el crecimiento de marango, mientras la especie *C. brasiliensis* por su crecimiento más voluble (rastrero) ejerció un mayor interacción negativa (mecánica) sobre marango, reduciendo su crecimiento en diámetro.

En cuanto a la variable cobertura de la corona del follaje de moringa fue posible determinar valores que no son estadísticamente significativos ($p>0.05$) y que sugieren bajo efecto del asocio sobre el incremento de la cobertura foliar que experimenta la planta de Moringa.

4.4 Valoración de la compatibilidad del asocio *Moringa oleifera* y *Canavalia* con base el crecimiento.

4.4.1 Valoración del crecimiento en altura por asocio

La figura 5, muestra el comportamiento de la especie Marango en asocio con especies leguminosas forrajeras. Al respecto cabe resaltar, que al inicio de la evaluación, el Marango creció en altura al mismo ritmo en los socios, observándose poca diferencia durante los primeros 55 días del ensayo; posterior a este periodo, se observó un mayor crecimiento del marango en el asocio con *C. ensiformis*, mientras que marango en asocio con *C. brasiliensis* presentó un menor crecimiento producto al hábito de crecimiento, debido a que el crecimiento rastroso de esta especie limitó el crecimiento de Moringa.

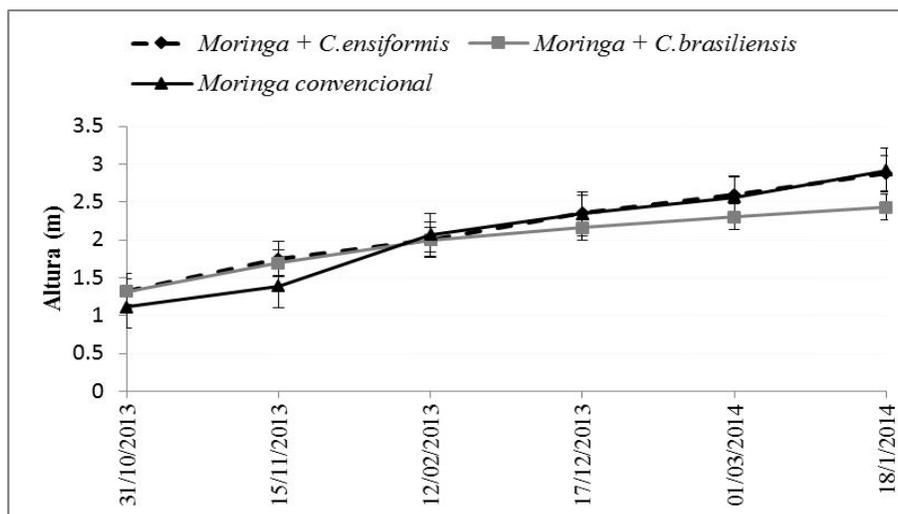


Figura 5. Crecimiento en altura de *M. oleifera* en interacción con dos leguminosas forrajeras en un sistema de cultivos en callejones.

En cuanto a la interacción de Marango con *C. brasiliensis* el efecto mecánico consistió en que las plantas de canavalia por tener crecimiento trepador envolvieron a Moringa; provocando estrangulamiento y deformación en el crecimiento vertical, lo que tuvo efecto negativo en su crecimiento. En relación a *C. ensiformis*, la interacción no fue negativa en vista de su crecimiento erecto y por tanto menor interferencia en el crecimiento en altura de Moringa, complementado con su ciclo corto.

Meléndez, (2011), expone que para asociar Moringa con otra especie el espaciamiento recomendado es de 2 a 4 metros entre plantas, para evitar la disminución del crecimiento de Moringa, ya que de lo contrario se daría una competencia con la especie asociada.

Según un estudio realizado por Edward *et al.*, (2012) en un asocio de Moringa con cultivo intercalado de maíz, Moringa presentó menor crecimiento en altura del esperado 2.1 m, en comparación a parcelas monocultivo (3.8 m) ; producto, tanto del espaciamiento utilizado (2 m x 2 m) entre plantas, como por la competencia generada por el cultivo maíz.; dicho estudio menciona que el espaciamiento usado solamente es posible en la primera época de cosecha ya que el efecto de competencia retarda la producción de maíz y disminuye el crecimiento de Moringa.

El estudio realizado por Valdés *et al.*, (2014) muestra que Moringa en asocio con Ricinus (*Ricinus communis*, Euphorbiaceae) a un distanciamiento de 2 m entre plantas y 6 m entre hilera, experimentó crecimiento similar a Ricinus durante los primeros de 250 días; para posterior a este periodo mejoró su tasa de crecimiento y registrar una media de 4.3 m a los doce meses de edad, indicando así, la existencia de competencia durante los primeros meses del asocio.

En el asocio de Moringa combinado con Canavalia, se demuestra que el crecimiento de ambas especies asociadas es superior al asocio de Moringa combinada con Ricinus. Observándose en la figura 3 que en los primeros 55 días de haberse establecido el asocio había mayor crecimiento de Moringa. Mientras que el asocio de Moringa más Ricinus, el crecimiento de Moringa fue notorio después de los 250 días.

El crecimiento en altura de Moringa asociado con Jatropha se observó que tiene crecimiento de 20 cm entre los 45 y 60 días evaluados, el asocio Moringa con Canavalia, en los primeros 55 días demuestra que tienen un crecimiento superior a los 20 cm. Según Valdés *et al.*, (2014) en los primeros 45 y 60 días fue notorio el crecimiento de moringa en el asocio con Jatropha. Logrando crecer la moringa a una altura de 400 cm.

4.4.2 Valoración del crecimiento en diámetro

La variable crecimiento diamétrico registró el mismo comportamiento que la variable altura, observándose un crecimiento inicial similar hasta los 55 días para luego observarse un mayor crecimiento de Moringa en el asocio con *C. ensiformis* sugiriendo esto un tipo de incompatibilidad en el crecimiento del diámetro para el caso Moringa asociado con *C. brasiliensis* (figura 6).

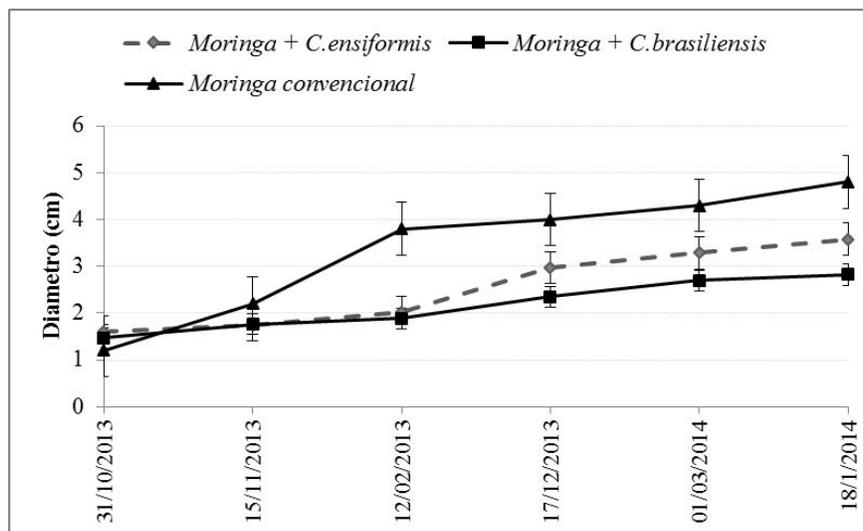


Figura 6. Crecimiento en diámetro de *M. oleifera* en interacción con dos leguminosas forrajeras en un sistema de cultivo en callejones.

El comportamiento observado en este estudio para la variable diámetro es igual al reportado por Edward *et al.*, (2012), quienes registraron crecimiento diamétrico diferente entre el sistema de cultivo intercalado (Mínimo= 1.49 m y Máximo=2.82 m) y el monocultivo (Mínimo=000 m y Máximo=7.8 m). De la misma forma que para la variable altura, se

menciona que la distancia entre plantas de Moringa tuvo un efecto positivo en el sistema de cultivo intercalado; es decir un espaciamiento de 3 metros o mayor disminuye la competencia entre Moringa y el otro cultivo.

4.5 Relación entre los sistemas de manejo de la plantación y la producción de frutos

La figura 7, muestra los valores medios de frutos por planta en cada sistema de manejo, parámetro que revela diferencia significativa ($p < 0.05$), con mayor producción en el monocultivo, que fue de 100% en comparación al sistema cultivo en callejones.

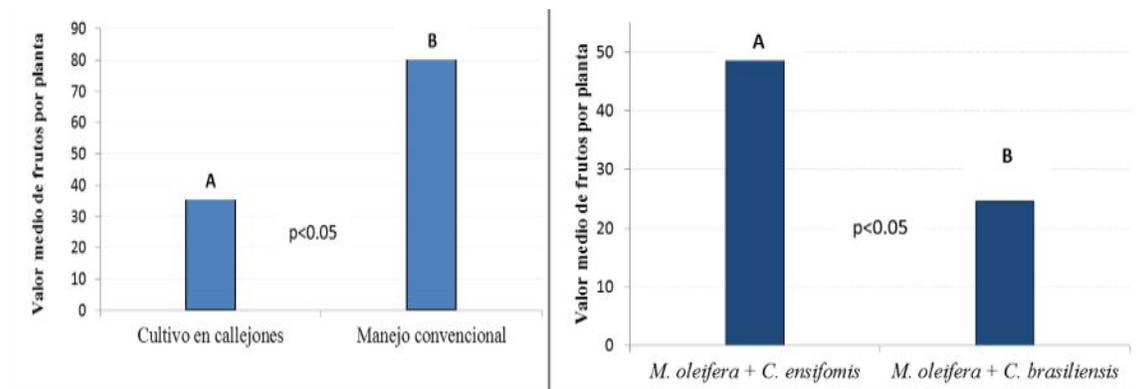


Figura 7. Frutos por plantas por sistema de manejo y variantes del cultivo intercalado en la finca Santa Rosa, UNA.

De la misma forma, diferencias significativas ($p < 0.05$) fueron determinadas al comparar los valores medios del número de frutos por árboles en las variantes en que fue asociada la especie *M. oleifera*. En este caso, la ventaja en cuanto al número de frutos por planta se dio en el asocio *M. oleifera* con *C. ensiformis*.

Este tipo de comportamiento en la producción según en la literatura es común en sistemas en fases iniciales de conversión de monocultivo a sistemas diversificados, principalmente debido a la competencia en el asocio de cultivos, que de cierto modo con lleva interacción negativa.

Según Summ, (2013) el Marango es recomendable sembrarlo a 3 metros de distancia, en hilera de 3 metros para asegurar el flujo de la luz solar y el flujo de aire suficiente. Cuando

los árboles están en sistemas de cultivos en franjas, debe haber 10 metros entre las filas; mientras el área entre los árboles debe mantenerse libre de maleza.

En el mismo sentido, Summ (2013) menciona que el Marango al ser asociado con otras especies experimenta una producción de semilla más baja que en un sistema convencional, pero asegura que el manejo con enfoque de diversificación y bajos insumos da mejores resultados en el rendimiento de semillas ya que al ser asociado con especies que brindan protección al suelo, esto mejora las condiciones del suelo y su nutrientes. El mismo autor recomienda que Moringa no debe ser asociado con Berenjena (*Solanum melongena*) y el Maíz dulce (*Zea mays*), ya que pueden reducir su rendimiento hasta en un 50%.

Valdés *et al.*, (2014), reportan que en cuanto a la producción de frutos en la combinación Moringa con Ricinus, en los primeros 12 meses solo un 50% de las plantas de Moringa registraron floración; mientras solo el 19% comenzó a madurar frutos. Dándose hasta después de 16 meses la producción y maduración completa de frutos, siendo según los autores un efecto de interacción negativa en el asocio.

Summ (2013) argumenta las ventajas del asocio en la sostenibilidad del sistema, ya que un sistema convencional implica mayores gastos de insumos y mayores daños al suelo, ya que el área de la plantación tiene que estar libre de maleza lo que ocasiona erosión al suelo, donde éste está completamente descubierto, lo que después de cierto tiempo provoca que el nivel de producción y calidad de la semilla disminuye, por falta de nutrientes y exceso de químicos, contrario al asocio, en el que una vez superado el periodo crítico de competencia incrementa la productividad por un periodo más largo.

Otro factor potencial relacionado a la diferencia de la producción de frutos por plantas es la edad de cada uno de los sistemas, ya que en el caso del manejo convencional es un año mayor la plantación en comparación al cultivo en callejones, por lo que para Marango el rápido crecimiento tiene implicaciones en la producción de frutos entre un año y otro. Es decir eventualmente la plantación con mayor madurez produce más frutos que el sistema en callejones.

Al respecto Palada y Chang (2003) han observado que la especie Marango inicia con una baja producción los primeros años de establecimiento; incrementando y estabilizándose a partir del tercer año; lo que explica la aseveración de la relación entre la edad y la producción dentro de la plantación.

4.6 Relación entre los sistemas de manejo de la plantación y la producción de semillas

La figura 8 muestra diferencias en los valores medios de semillas de Moringa por frutos, tanto entre sistemas de manejo; como entre los asociados con los que fue evaluada moringa. Aun así las diferencias a nivel de medias no fue estadísticamente diferente ($p > 0.05$) en ambos casos.

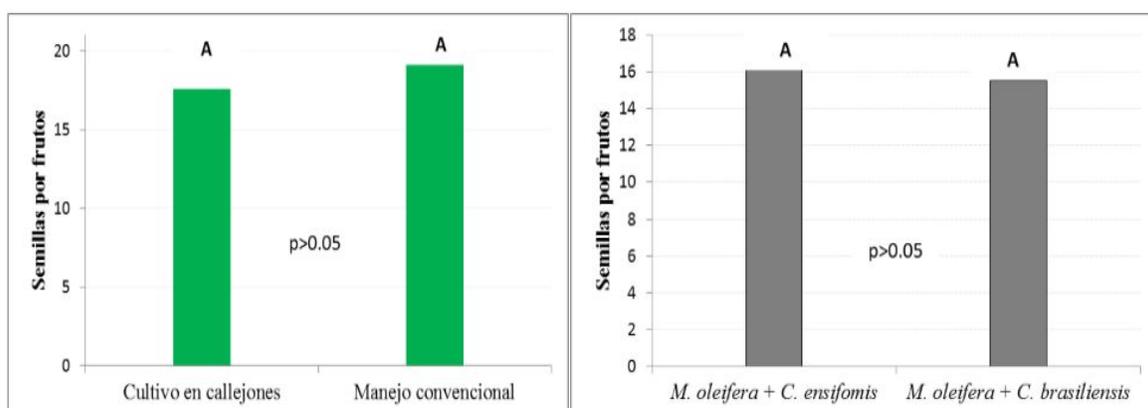


Figura 8. Producción de semillas por frutos en dos sistemas de manejo y variantes de asocio de plantación de *M. oleifera* en la Universidad Nacional Agraria.

La cuantificación del número de semillas en los asociados registró mayor cantidad en el asocio Moringa con *C. ensiformis*, posiblemente relacionado a un mayor crecimiento de las plantas y por tanto, mayor potencial para la producción.

Estudios realizados por Palada y Chang, (2003), sugieren que la alta competencia puede reducir el rendimiento de semilla; por lo que los mismos autores recomiendan distanciamiento de planta de 3 x 3 metros y hasta 5 metros entre hileras para disminuir el riesgo de interacción.

I. CONCLUSIONES

Las especies leguminosas en el sistema cultivos en callejones presentaron crecimiento diferente; siendo la especie *Canavalia enformis* la de ciclo más corto, mayor longitud del tallo (0.9 m) y cobertura foliar (89%); y por tanto la más compatible de asociarse a *M. oleifera*.

Se registró un mayor incremento de las variables altura (0.35 m), diámetro (0.56 cm) y cobertura (0.20 m²) de *M. oleifera* en el sistema convencional; por un lado debido a la edad de la plantación y por otro, a la competencia que se genera en los primeros años del asocio entre árboles y cultivos.

El efecto más marcado del asocio sobre la producción de semillas se dio a nivel del número de frutos por planta; siendo además factor incidente la edad de la plantación. Al respecto valores más altos de frutos por planta (84) fueron registrados en el sistema monocultivo; en comparación al cultivo en callejones (37); mientras dichas diferencias no se manifestaron en el número de semillas por fruto.

II. RECOMENDACIONES

Repetir estos asociados con leguminosas en ambientes similares y diferentes para determinar los potenciales que pueden tener al producir semillas, proteger el suelo.

Con base a los resultados obtenidos es recomendable asociar *Moringa oleifera* con *Canavalia ensiformis* ya que ambos tienen buena interacción.

Experimentar las especies de Marango y Canavalia con diferentes distancias de espaciamiento en los futuros asociados de cultivos en callejones.

V. LITERATURA CITADA

ACPA.; 2010. (en línea). Asociación cubana de producción animal. CU. 50-51p.

<http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2010/REVISTA%2002/22%20MORINGA.pdf>

CEIAT (Centro de enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen). Sf. Universidadde Panamá. (en línea). <http://www.promega.org.pa> revisado el 20 de mayo del 2016.

Contrera, E.;Marin, D.; Viera, J.; 1989. Evaluación ecofisiologica de cultivos asociadosII. Canavalia-Maiz. Universidad Central de Venezuela. Facultad de agronomía. VZ. 45-61p.

Edward,E.; Shabani, A.; chanshara.; yonika, M.; Ngaga.; Mndolwa,A.; 2012. Efecto del espaciamento y la poda en la sobrevivencia crecimiento y producción de biomasa de moringa oleífera. Intercalada con maíz en una finca en Gairo Inlandia, plateau, Morogoro en Tanzania. Greener journal of agricultural. V.2 (8). 398-405p.

Foidl, S.; Sánchez.; 1995. MARANGO, Moringaoleífera. MORINGACEAE especies para reforestación en Nicaragua. MARENA, ministerio del ambiente y los recursos naturales, servicio forestal nacional. 52 p.

GOMEZ, M.E; RODRIGUEZ, L; MURGUEITIO, E; RIOS, C.I; MOLINA, C.H;MOLINA, C.H; MOLINA, E; MOLINA J.P. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali, Colombia CIPAV. 85P.

INETER (Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales, NI). 2009. Informe demeteorología. Managua.

Meléndez, A. 2011. Crecimiento y procesamiento de hojas de Marango . ghana. Guia2.5p

- Morales, M.R.** 2006. Manejo de Nemátodos fitoparasíticos utilizando productos naturales y biológicos. Tesis de maestría. Universidad Puerto Rico. 87PP.
- Palada, M.;** Chang, L.; 2003. Prácticas culturales sugeridas para marango. Guía internacional Np.
- PROMEGA** (Instituto Pro Mejoramiento de la Ganadería). 2008, *Canavalia ensiformis*. PA. 2P.
- Puertas, F.;** Arevalos, E.; Zuñiga, L.; Alegre, J.; Loli, O.; Sopin, H.; 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura en un suelo de trópico húmedo en la amazonia peruana. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima PE. NP.
- Reyes, N.** 2004. MARANGO cultivo y utilización en la alimentación animal. NI. Universidad Nacional Agraria. Guía N° 5. 23P.
- Sala de Información Geográfica y Ambiental (SIGMA).** Universidad Nacional Agraria (UNA). 2015. Mapa de plantaciones de marango en la finca Santa Rosa.
- Summ, D.;** 2013. Moringa oleifera manual de sistema de siembra, cuidados, uso y aplicaciones, CO, 13P.
- Universidad Nacional de Colombia.;** 2013, *Canavalia brailiensis*. SIDF. CO. NP.
- Valdez, O.;** Palacio, M.; Ruiz, R.; Pérez, A.; 2014. Potencial de la asociación moringa y ricinus en subtropico veracruzano. Colegio de postgrados en ciencias agrícolas. Mx. 1673-1686 p.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Formato de Recolección de datos para las especies *Canavalia*

Recolección de datos para las especies <i>Canavalia ensiformis</i> y <i>Canavalia brasiliensis</i>				
Nº de planta	Día	Altura (m)	Longitud 1	Longitud 2

Anexo 2. Formato de Recolección de datos para las especies Marango

Recolección de datos para las especie Marango					
Nº de planta	Día	Diámetro (cm)	Altura (m)	Longitud 1	Longitud 2

Anexo 3. Propiedades químicas y física del suelo en dos sistemas de manejo de *M. oleifera* Lam., en la finca Santa Rosa, UNA.

Propiedades del suelo	Manejo convencional	Cultivo en callejón
pH	6.54 (ligeramente ácido)	6.58 (ligeramente ácido)
M.O (%)	3.11 (medio)	4.40 (alto)
N (%)	0.16 (alto)	0.22 (alto)
P (ppm)	35.70 (alto)	ND
Clase textural	Franco Arenoso	Franco Arcilloso Arenoso

ND: No fue Detectado