

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua
Facultada Regional Multidisciplinaria Matagalpa
UNAN-FAREM Matagalpa



Monografía para optar al título de Ingeniería agronómica

Validación de cinco especies de leguminosas establecidas a diferentes niveles de luminosidad en condiciones climáticas de la Finca Buena Vista, UNAN FAREM Matagalpa, durante el segundo semestre del 2014.

Autores

Br. Leyser Fanor Chavarría Huerta

Br. Elton Bismarck Dávila Herrera

Tutor

MSc. Francisco Javier Chavarría Arauz

Asesor:

MSc. Juan Duley Castellón

Matagalpa, Agosto del 2015

Dedicatoria

A Dios Por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A nuestros maestros y asesores MSc. Francisco Javier Chavarría Arauz por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a la Lic. Juan Duley Castellón por su apoyo ofrecido en este trabajo; por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional, a la Ing. Rosa Duarte por apoyarnos en su momento.

Br: Leyser Fanor Chavarría Huerta

Br. Elton Bismarck Dávila Herrera

Agradecimiento

Le agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes y experiencias, nuestros padres quienes con mucho sacrificio y esmero nos apoyaron incondicionalmente en toda nuestra trayectoria.

A nuestro tutor MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz que con mucho cariño nos ha orientado y encaminado en esta larga lucha para lograr con éxito esta tesis y nuestra carrera en su totalidad, a Bioversity internacional que a través del profesor de la UNAN León Juan Duley Castellón por haber sido el impulsor de nuestra temática de estudio y apoyarnos en los materiales necesarios para llevar a cabo nuestro trabajo.

A los trabajadores de la Finca Buena Vista de la FAREM Matagalpa Donald y Félix que estuvieron día a día apoyándonos en las labores realizadas para llevar a cabo nuestro estudio.

Br: Leyser Fanor Chavarría Huerta

Br. Elton Bismarck Dávila Herrera

OPINION DEL TUTOR

Luego de revisar informe de tesis monográfica presentada por los egresados Leyser Fanor Chavarría Huerta, Número de Carnet 09062779 y Elton Bismarck Dávila Herrera, con Número de Carnet 10062986, bajo el título **“Validación de cinco especies de leguminosas establecidas a diferentes niveles de luminosidad en condiciones climáticas de la Finca Buena Vista, UNAN FAREM Matagalpa, durante II Semestre del 2014”**. De la cual soy tutor y considerando que el mismo cumple con la coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones. Por este medio **Avalo la entrega** del mismo para su debida defensa ante Tribunal Examinador que se designe para ello.

Para la realización del estudio realizado por los colegas Chavarría y Dávila, se contó con el apoyo financiero y asesoría técnica de Bioersivity International a través de la UNAN León, en las personas del Maestro Juan Duley Castellón y la Ingeniera Rosa Duarte, a quienes les agradecemos su inestimable colaboración.

El presente trabajo de investigación es un valioso aporte a las medidas de adaptación ante el cambio climático en nuestros sistemas de producción agroforestal.

Bendiciones para los colegas Chavarría y Dávila, para que sigan cosechando éxitos.

Msc. Francisco Javier Chavarría Aráuz
Tutor

Resumen

La investigación se llevó a cabo en la Finca Buena Vista que se encuentra en la comarca La Estrellita, Yasica Norte, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa. Contando con la participación y apoyo de Bioversity International a través de la UNAN León y la FAREM Matagalpa. Las variables de estudio fueron altura de la planta (centímetros), grosor del tallo (centímetros) y número de hojas. El objetivo de estudio ´´Evaluar los requerimientos óptimos y mínimos de luminosidad de cinco especies de leguminosas con base al comportamiento fisiológico establecidos a diferentes niveles de sombra en condiciones climáticas´´. El estudio se justifica por la importancia de leguminosas en la implementación como sombra relacionado con el cultivo de café y la preservación de la biodiversidad, así como el incremento en los rendimientos productivos y la calidad de la producción. Es de tipo experimental con un diseño DCA. El tratamiento uno consiste en un 100% de luminosidad; el tratamiento dos radica en un 60% de luminosidad utilizando una capa de sarán; el tratamiento tres con un 40% de luminosidad utilizando dos capas de sarán, donde cada uno de los tratamientos tiene una población de 80 plantas con cinco especies diferentes con 16 repeticiones cada una. La principal conclusión de la investigación, por cuanto los diferentes tratamientos de luminosidad no influyen en la altura, grosor del tallo y número de hojas emitidas de las plantas de leguminosa, las que al ser evaluadas no presentan diferencia estadística significativa, se acepta la hipótesis nula.

Palabras claves: luminosidad, leguminosas, sarán, biodiversidad y sistemas agroforestales.

INDICE

| | |
|--|-----|
| Contenido | |
| Dedicatoria | II |
| Agradecimiento | III |
| Resumen | IV |
| I.INTRODUCCIÓN | 9 |
| II.ANTECEDENTES | 11 |
| III.JUSTIFICACIÓN | 13 |
| IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 4.1. Problema de investigación | 14 |
| 4.2. Pregunta general..... | 15 |
| 4.3. Preguntas específica..... | 15 |
| V. OBJETIVOS..... | 16 |
| 5.1. Objetivo general | 16 |
| 5.2. Objetivos especificos | 16 |
| VI. HIPÓTESIS..... | 17 |
| Hipótesis general: | 17 |
| Hipótesis específicas:..... | 17 |
| VII. MARCO TEÓRICO | 18 |
| 7.1. Especies comunes utilizadas como sombra | 18 |
| 7.2. Descripción de las especies utilizadas..... | 19 |
| 7.2.1. Genero Ingas | 19 |
| 7.2.2. Genero Erythrina..... | 20 |
| 7.3. Características ecológicas | 21 |
| 7.3.1. Reacción a la temperatura..... | 21 |
| 7.3.2. Reacción a la humedad | 21 |
| 7.3.3. Reacción a la luz..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 7.3.4. Reacción a los tipos de suelo | 22 |
| 7.4. Generalidades de Erythrina e Inga utilizadas como sombra en sistemas agroforestales | 23 |
| 7.4.1. Inga jinicuil (machete o paterno)..... | 23 |
| 7.4.2. Inga punctata (guaba negra)..... | 23 |
| 7.4.3. Inga laurina | 24 |
| 7.4.4. Inga edulis (cola de mono)..... | 24 |
| 7.4.5. Erythrina coffra (coralillo) | 25 |
| 7.5. Ciclaje de nutrientes..... | 25 |
| VIII. DISEÑO METODOLÓGICO..... | 27 |
| 8.1. Ubicación del estudio | 27 |
| 8.2. Tipo de investigación | 28 |
| 8.3. Tratamientos evaluados..... | 28 |
| 8.4. Descripción del experimento..... | 28 |
| 8.5. Diseño experimental | 29 |
| 8.6. Plano de campo | 30 |
| 8.7. Operacionalización de variables | 31 |
| 8.8. Metodología para la evaluación de variables | 32 |
| 8.8.1. Altura de la planta..... | 32 |
| 8.8.2. Área foliar | 32 |
| 8.8.3. Diámetro del tallo..... | 32 |
| 8.9. Manejo del experimento..... | 32 |
| IX. Análisis estadísticos y procesamiento de la información | 33 |
| X. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 34 |
| 10.1. Altura promedio bajo tres niveles de luminosidad | 34 |
| <u>10.2. Promedio del grosor de tallo en los tres tratamientos del estudio</u> | <u>36</u> |
| 10.3. Promedio del número de hojas emitidas por las plantas en los tres tratamientos del estudio | 38 |

| | |
|---------------------------|----|
| XI. CONCLUSIONES | 41 |
| XII. RECOMENDACIONES..... | 42 |
| XIII. Bibliografía | 43 |
| XIV. Anexos..... | 45 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Características generales de los tratamientos..... | 8 |
| Tabla2. Altura (centímetros)..... | 36 |
| Tabla 3. Diámetro (centímetros)..... | 38 |
| Tabla 4.promedio de hojas..... | 40 |

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

| | |
|---|-----------|
| Fig.1. Micro localización del área de estudio en la finca Buena Vista..... | 27 |
| Gráfico 1. Altura promedio de las cinco especies de leguminosas en tres niveles de luminosidad..... | 34 |
| Gráficoó 2. Promedio del grosor del tallo de las plantas en los tres tratamientos del estudio..... | 36 |
| Gráfico 3. Promedio del número de hojas | 39 |
| Gráfico 4. Comparación entre tratamientos en cuanto a Altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas..... | 41 |

I. INTRODUCCIÓN

Los árboles en sistemas agroforestales con café proveen a la sociedad y a los productores una variedad de bienes y servicios, tales como la conservación y enriquecimiento del suelo, conservación de la calidad del agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad; así como una producción más diversificada (Barrance, 2003). Beer, (2000) afirma que las plantaciones de cultivos perennes como café o cacao en Centroamérica generalmente se manejan con sombra, con algunas excepciones en sitios óptimos donde el café es manejado de forma intensiva, con altas aplicaciones de agroquímicos.

Mayormente, los aspectos positivos de introducir árboles en los cafetales se relaciona con la capacidad de éstos para fijar nitrógeno; de esta forma las especies leguminosas del género *Inga* y *Erythrina* son consideradas como especies que mejoran la fertilidad del suelo. Varios estudios sugieren que la sombra con estas especies proporciona la hojarasca con contenido equilibrado de nutrientes, aumenta la densidad de lombrices de tierra y aumenta el reciclaje de los nutrientes del subsuelo (Mendoca y Stott 2003).

Sin embargo, en sistemas agroforestales, los árboles del género *Inga* o *Erythrina* son plantados bajo la sombra de árboles más altos como maderables. En la actualidad los sistemas agroforestales con café, cacao y otros sistemas multi-estratos utilizan los géneros *Inga* y *Erythrina* donde los árboles leguminosos se encuentran en diferentes condiciones lumínicas (en rangos de pleno sol a completamente sombreados). La fisiología de estos géneros ha sido poco estudiada a pesar de tener gran importancia en el agro-ecosistema, donde surgen diferentes preguntas sobre adaptación a la sombra, eficiencia de uso de agua, fijación de Nitrógeno en diferentes condiciones y capacidad de crecimiento. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar los requerimientos óptimos y mínimos de luminosidad de cinco especies de leguminosas con base al comportamiento fisiológico establecido a diferentes niveles de sombra en condiciones climáticas de la Finca Buena Vista FAREM-

Matagalpa II Semestre 2014, la cual se encuentra ubicada a 23 Km de la ciudad de Matagalpa.

La temática de investigación es de mucho interés por que tiene proyecciones futuras para mitigar la problemática ante cambio climático y las bajas producción del café y como futuros profesionales con los resultados del experimento podemos llegar a definir qué tipo de especies soportaran las condiciones climáticas de la zona o que especies se recomendaran a futuro para mantener la caficultura en el país, de manera que estamos involucrados para aportar nuevas prácticas y conocimientos a los productores y sociedad en general.

Mediante la realización del estudio se evaluó el crecimiento de las plantas, utilizando diferentes niveles de luminosidad con sarán, se ubicó un tratamiento a pleno sol, con sarán simple y sarán doble. El experimento tuvo un lapso de 17 semanas, donde se dividió en tres etapas; crecimiento que tuvo un periodo de 4 semanas bajo las condiciones de un micro túnel para permitirle a la semilla una efectiva germinación, a climatización tres semanas que consiste en sacar a las plantas del micro túnel expuestas al sol con el objetivo de que lignifiquen sus tallos, se adapten a las radiaciones solares y el establecimiento de las especies bajo diferentes niveles de sombra durante un periodo de 10 semanas donde se midieron las variables de estudio cada dos semanas después de establecido el experimento.

Los datos obtenidos de la investigación fueron procesados en el programa **SPSS versión 19** y Excel (Office 2010), donde se obtuvieron promedios y gráficos reflejando el comportamiento de las cinco especies de leguminosas bajo diferentes niveles de luminosidad.

II. ANTECEDENTES

Las leguminosas están presentes en nuestra alimentación desde la aparición de la agricultura. Se trata de uno de los cultivos más antiguos del mundo, ya que existen testimonios de su domesticación en el periodo Neolítico 6,000 años a.C.

Las leguminosas tiene como característica su gran aporte de hojarasca viejas que aportan suelo con altos contenidos de proteínas por tener hojas de buen tamaño son capaces de cubrir el suelo en sus primeros ciclos fisiológicos de la caída de su follaje. Ayudando a mantener la humedad del suelo y así mismo aportando nutrientes y mejorando la estructura del suelo.

La fundación hondureña de investigación (Agrícola, 2005) evaluó el efecto sobre la producción de cacao, del laurel negro (*Cordiamegalantha*) y cedro (*Cedrelaodorata*) como especies forestales y el rambután (*Nepheliumlappaceun*) como frutal versus la sombra tradicional de una mezcla de leguminosas (*Inga sp.*, *Erythrina sp.* y *Albizia sp.*) como testigo. Además se evaluó el aprovechamiento de los arboles maderables a cinco años contrastando los ingresos de los productores en el sistema tradicional y el asocio del cultivo de cacao con otras especies forestales. Los análisis de suelo y de biomasa incorporada al suelo en los distintos sistemas, muestran que estos socios contribuyen a la sostenibilidad del recurso suelo al reciclar cantidades apreciables de nutrientes, principalmente N, P, y Ca.

La Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco Estelí (Pineda, 2008), evaluó comportamiento fisiológico de cuatro especies de *Ingas* y una especie del género de *Erythrina* bajo diferentes niveles de luminosidad en UCATSE Estelí (2012). El estudio fue emprendido con el apoyo de Bioversity International, como parte del proyecto “Mejorando la producción y mercadeo de bananos en cafetales con árboles de pequeños productores: Utilización de los recursos, vida de los suelos, selección de cultivares y estrategias de mercado”

y el proyecto “Caracterización de sistemas de fincas cafetaleras de tres zonas de Madriz, Nueva Segovia y Estelí, con énfasis en las condiciones de suelos para el cultivo del café”, desarrollado por la Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco (UCATSE), Cooperativa Multisectorial de Productores de Café Orgánico Certificado (PROCOCER), Asociación Pueblos en Acción Comunitaria (PAC), Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos Filial Madriz (UNAG-Madriz) y la Cooperativa de Servicios Múltiples Santiago R.L. (Coop. Santiago) con el apoyo técnico y financiero de la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA).

En este estudio se evaluó el crecimiento de las cinco especies de leguminosas bajo diferentes niveles de luminosidad como tratamiento.

III. JUSTIFICACIÓN

Los árboles en sistemas agroforestales con café proveen a la sociedad y a los productores una variedad de bienes y servicios, tales como la conservación y enriquecimiento del suelo, conservación de la calidad del agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad; así como una producción más diversificada (Espinales, 2012).

Mayormente, los aspectos positivos de introducir árboles en los cafetales se relaciona con la capacidad de éstos para fijar nitrógeno; de esta forma las especies leguminosas del género *Inga* y *Erythrina* son consideradas como especies que mejoran la fertilidad del suelo. Varios estudios sugieren que la sombra con estas especies proporciona la hojarasca con contenido equilibrado de nutrientes, aumenta la densidad de lombrices de tierra y aumenta el reciclaje de los nutrientes del subsuelo (Espinales, 2012).

Su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico aumentando sus reservas en el suelo, además de posibilitar un manejo adecuado de malas hierbas y plagas, hace que las leguminosas sean un compañero excelente en las rotaciones con otros cultivos, mejorando las producciones de éstos.

El planteamiento de soluciones corresponde a quienes están vinculados con el agro, para buscar alternativas de producción y que sean sostenibles con la finalidad de obtener rendimientos altos y de calidad.

El presente estudio de investigación servirá como fuente de información a quienes estén interesados en indagar sobre la implementación de leguminosas como sombra relacionado con el cultivo de café; sean instituciones, investigadores, docentes, productores, profesionales y estudiantes. Permitiendo así una respuesta a inquietudes sobre las especies de leguminosas que se pueden asociar con el cultivo de café.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Problema de investigación

Vidal (2008), afirma que la producción agropecuaria es uno de los sectores productivos más importantes de la actualidad, ya que aprovecha los recursos del ecosistema y el funcionamiento ecológico del mismo, para proveer de alimentos y de recursos económicos al ser humano. Sin embargo, la evolución de la agricultura, ha llevado a la ampliación de la frontera agrícola y por ende el agotamiento de los recursos naturales (agua, suelo, bosques).

La humanidad debe considerar las limitaciones que representa el entorno físico como proveedor de insumos y como sumidero de desechos, protegiendo la diversidad biológica al encontrar las formas que permitan contar con agua potable, aire puro y suelos fértiles (Thirakul, 1992).

Las leguminosas son un orden de plantas cuyo fruto es una vaina, al inferir sobre las leguminosas estas han sido muy relevantes desde el momento de su domesticación al obtener de ellas un producto alimenticio con valores nutritivos, además por generar a los productores mejora en sus ingresos económicos por su comercialización tanto de sus semillas, frutos y leña. Las leguminosas se han vuelto una de las especies más importantes utilizadas en sistemas SAF(sistemas agroforestales) por muchos beneficios a los cultivos con los cuales hoy en día se ha venido asociando en las pequeñas fincas y por los aportes que estas brindan a los suelos. Debido a los efectos que ha ocasionado el cambio climático en cuanto a los requerimientos óptimos y mínimos de luminosidad de leguminosas con base al comportamiento fisiológico establecido a diferentes niveles de sombra, a partir del planteamiento anterior se establecen las siguientes interrogantes.

4.2. Pregunta general

¿Qué efecto presentan las especies de leguminosas del género: Ingas y Erythrina con base al comportamiento fisiológico establecida bajo diferentes niveles de luminosidad?

4.3. Preguntas específica

¿Cómo la sombra artificial afecta los parámetros de crecimiento de las cinco especies de leguminosa?

¿Cuáles son los rasgos o características distintivas de las especies que se relacionan con la capacidad de crecimiento bajo diferentes niveles de sombra?

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar los requerimientos óptimos y mínimos de luminosidad de cinco especies de leguminosas con base al comportamiento fisiológico establecidos a diferentes niveles de luminosidad en condiciones climáticas de la Finca Buena Vista FAREM-Matagalpa II Semestre 2014.

5.2. Objetivo específico

1. Determinar el crecimiento de cinco especies de leguminosas bajo condiciones contrastantes de luminosidad.
2. Identificar los rasgos o características de las especies estudiadas que se relacionan con la capacidad de crecimiento bajo diferentes niveles de sombra.

VI. HIPÓTESIS

Hipótesis general:

6.1.1. **Ha:** Existe diferencia significativa en el crecimiento y adaptabilidad de las especies al menos en uno de los tratamientos de luminosidad.

6.1.2. **Ho:** No existe diferencia significativa en el crecimiento y adaptabilidad de las especies bajo los diferentes tratamientos de luminosidad.

Hipótesis específica:

6.1.3. **Ha:** Existe diferencia significativa en el crecimiento de al menos una de las especies bajo condiciones contrastantes de luminosidad.

6.1.4. **Ho:** No existe diferencia significativa en el crecimiento de al menos una de las especies bajo condiciones contrastantes de luminosidad.

6.1.5. **Ha:** existe diferencia significativa en los rasgos o características en al menos una de las especies relacionadas con la capacidad de crecimiento bajo diferentes niveles de sombra.

6.1.6. **Ho:** No existe diferencia significativa en los rasgos o características en al menos una de las especies relacionadas con la capacidad de crecimiento bajo diferentes niveles de sombra.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. *Especies comunes utilizadas como sombra*

Existen muchos argumentos del uso de la sombra en sistemas agroforestales con café respecto a sus servicios eco sistémicos (conservación de la biodiversidad, secuestro y reducción de gases de invernadero, mejoramiento de la fertilidad de suelos y preservación de los recursos hídricos) y de diversificación de ingresos (Lambot and Bouharmont, 2004).

En general, las especies de *Ingas*, son aptas y ampliamente usadas en sistemas de finca, donde se requieren árboles de sombra. Principalmente se usan como sombra para café, también en diversos sistemas agroforestales debido a su fácil germinación por semilla, rápido crecimiento, capacidad de fijar nitrógeno, adaptabilidad a una amplia variedad de suelos incluyendo ácidos, producción de mulch de lenta descomposición (control de malezas, liberación lenta de nutrientes y conservación de la humedad del suelo), y la posibilidad de ser combinada con otras especies del género para producir diversidad (Pennington, 1998).

Las Erythrina, en América Central son especies más importantes para sombra en café, cacao y plantaciones de pimienta. También es valorada por la producción de abono verde y mulch, su capacidad de fijar nitrógeno y su gran tolerancia a podas frecuentes durante largo tiempo que permite ajustar la sombra del cultivo principal (Russo, 1984).

En la zona norte de Nicaragua los caficultores utilizan en sus sistemas agroforestales los géneros *Ingas* y *Erythrina* porque son de fácil reproducción, manejo y rápido crecimiento debido a su ligera formación de tejidos y especialmente por lo que son especies que suelen adaptarse a las condiciones climáticas de la zona sin alterar su comportamiento fisiológico.

7.2. Descripción de las especies utilizadas

7.2.1. Genero Ingas

Todas las especies de *Inga* tienen un fruto comestible, que es la sarcotesta dulce que rodea las semillas. En la mayoría de los casos esta es delgada y tiene poca cantidad que ofrecer. Sin embargo, algunas especies tienen más pulpa comestible o en casos como *Inga jinicuil* también son comestibles las semillas.

Algunas especies son aptas para mejoramiento de pastos degradados o viejos y control de malezas, en particular las Ingas que crecen vigorosamente y tienen una copa densa con abundantes hojas (por ejemplo *I. marginata*, *I. oerstediana* *Edulis*). Estas especies destacan por su vigor, competitividad y adaptabilidad a una variedad de condiciones ecológicas y amplio rango altitudinal (Férnadez, 1997).

Todas las especies ingas en su mayoría poseen frutos comestibles que pueden ser aprovechados por el hombre y que a su vez llegan a generar ingresos mediante la comercialización de sus vainas y también por ser arboles maderables se comercializa como leña. Las ingas son muy utilizadas como árboles para sombra ya que no pierden su biomasa foliar y a la vez por su hojarasca que aportan al suelo muchos nutrientes mediante su descomposición.

En la actualidad las ingas se han convertido en una de las mejores sombras utilizadas en sistemas SAF por productores cafetaleros de Nicaragua por ser árboles capaces de asociarse con otros cultivos y a su vez contribuir en el aporte de nutrientes que otros cultivos necesitan y en su mayoría los suelos carecen de ellos como lo es la incorporación de nitrógeno el cual es una de sus principales características y razón por la cual la mayoría de los productores de

café de Nicaragua se están inclinando a su uso por tantos beneficios que esta leguminosa le puede generar.

7.2.2. Genero Erythrina

El género Erythrina comprende 115 especies distribuidas en todo el mundo que se ubican especialmente en las zonas tropicales.

Las especies de Erythrina son árboles leguminosos que se encuentran en Colombia ubicados en diferentes zonas agroecológicas (entre 1000 y 3600 m.s.n.m.). El crecimiento y desarrollo de las especies de este género, es rápido y su reproducción tanto por semilla como asexual facilitan el manejo y su preservación. Los árboles de las Erythrina se siembran, como árboles protectores de suelos, de cuencas hidrográficas y por la calidad de su forraje son utilizados como alimento para animales domésticos. Solo hay una Erythrina cuyas semillas se utilizan en la alimentación humana la Erythrina edulis. Esta se distribuye en América del Sur, desde Mérida (Venezuela) hasta Bolivia. De las demás hay reportes de utilización de las flores en alimentación humana, en Colombia (Norte de Santander) y México.

Por lo general la mayoría de las especies crecen a orillas de ríos y quebradas en bosques ribereños y en áreas de influencias cercanas, desde las partes bajas e inundables hasta las partes altas y de laderas, siempre asociado a otras especies sobre las que son dominantes o codominantes en alturas y ocupan el estrato superior del bosque; prefieren suelos franco arenosos, franco arcillosos, y en algunos casos hasta ligeramente calcáreos, pero siempre húmedos. Las especies cultivadas crecen en zonas claras, pero también pueden estar en el bosque (Zuluaga, 2012).

De la misma manera las leguminosas de los géneros eritrina son muy utilizadas en sistemas SAF por su rápido desarrollo y reproducción tanto sexual como asexual, también por poseer características que pueden beneficiar a otros cultivos por lo que puede establecerse en asocio ya que no presenta

alelopatía como otras especies y a su vez aporta en mejorar la producción y las propiedades físicas y químicas de los suelos en los que se establece.

Según lo establecido por Zuluaga esta especie ha tenido un gran impacto por su adaptabilidad y capacidad de lograr asociarla con otros cultivos los cuales aprovechan de esta los nutrientes y demás beneficios que suele generar. En lo que hoy en día sigue siendo un reto contra el cambio climático estas leguminosas son catalogadas como las posibles especies futuras utilizadas por los productores para sus sistemas SAF por sus beneficios tanto para sus cultivos como para el medio ambiente y su economía.

7.3. Características ecológicas

7.3.1. Reacción a la temperatura

Todas las leguminosas tropicales y subtropicales se distinguen por exigir mucho calor para su desarrollo. Cuando más calor exigen es en las fases de floración y maduración. En este periodo las temperaturas inferiores a 15°C repercuten negativamente en el rendimiento de las leguminosas.

Las temperaturas óptimas para la vegetación oscilan entre los 25 y 30°C, con excepción de *Lens culinaris* (lenteja), *Pisum sativum* (arveja) y Vicia faba que se cultivan en estaciones más frías o en alturas mayores.

7.3.2. Reacción a la humedad

Las leguminosas requieren más agua que los cereales. Sobre todo necesitan mucha humedad en la época de germinación (2-3 veces más que los cereales) y en la fase de floración y fructificación. El coeficiente de transpiración varía desde 400 hasta 900. Muchas leguminosas son relativamente resistentes a la sequía por su sistema radicular pivotante y profundo que les permite explorar un volumen grande de suelo y resistir periodos alargados de sequía. Las

leguminosas tropicales reaccionan negativamente al exceso de humedad en el suelo y a la proximidad del nivel freático.

7.3.3. Reacción a la luz

La mayoría de las leguminosas tropicales pertenecen a las plantas de día corto, o sea son sensibles al fotoperiodo.

La floración y la producción de semillas exigen una alta iluminación.

La actividad fijadora de los nódulos está directamente ligada a la fotosíntesis. Además, las leguminosas son escasas en las asociaciones vegetales compactas, densas, bajo el follaje de otras plantas y en ambiente con poca luz.

7.3.4. Reacción a los tipos de suelo

Las leguminosas tropicales crecen bien en suelos neutros o ligeramente ácidos. Muchas leguminosas tropicales prosperan también en suelos ácidos, como por ejemplo en variedades de soya, cowpea, Canavalia y muchas especies forrajeras. En suelos pesados de textura arcillosa, la mayoría no prosperan.

Por su simbiosis con las bacterias *Rhizobium* las leguminosas son capaces de fijar nitrógeno molecular. Por lo tanto a pesar del elevado nivel de extracción de nitrógeno el requerimiento de este elemento para las leguminosas es pequeño debido a que gran parte del nitrógeno necesario lo reciben como resultado de la actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno.

El crecimiento y desarrollo de las leguminosas están ligados al buen funcionamiento de la simbiosis con *Rhizobium*.

Las leguminosas también consumen mucho fósforo y potasio en comparación con los cereales. Las raíces de las leguminosas disuelven y absorben mejor al ácido fosfórico, o sea que aprovechan mejor el contenido de P del suelo, sin embargo la aplicación de fertilizantes fosfatados en las leguminosas tropicales aumenta el rendimiento y reduce el periodo de maduración, lo que es importante al cultivar en estación lluviosa (Thirakul, 1992).

7.4. Generalidades de *Erythrina* e *Inga* utilizadas como sombra en sistemas agroforestales

7.4.1. *Inga jinicuil* (machete o paterno)

Se distribuye de México a Costa Rica y la Costa Pacífico de Ecuador. En Costa Rica ampliamente distribuida, principalmente en climas muy húmedos, con una abundancia de escasa a rara. Se encuentra en elevaciones de 0 a 1400 msnm. Flores observadas en enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre, y diciembre. Frutos en enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio; son vivíparos es decir la semilla germinan cuando los frutos a un están en el árbol.

Se observan en áreas abiertas, orillas de caminos, ríos, vegetación secundaria y primaria, en climas de húmedos a muy húmedos. Fue una de las primeras especies utilizadas en Centroamérica para sombra de café, pero esta práctica fue abandonada debido a su gran susceptibilidad a la enfermedad escoba de bruja (León 1966). En la actualidad se siembra y se vende en los mercados por sus frutos de gran tamaño, los cuales contienen grandes semillas envueltas por un jugoso y exquisito arilo. Podría ser importante manejar su producción controlada con fines económicos (Espinales, 2012).

7.4.2. *Inga puctata* (guaba negra)

Su distribución abarca desde México a Suramérica y Cuba. En Costa Rica ampliamente distribuida, pero más frecuente en el Valle Central. Elevación 0-2000 m pero más frecuente en elevaciones de intermedias a altas. Flores y frutos observados la mayor parte del año. Se observan en caminos, cafetales, ríos, potreros, bordes de bosques y vegetación secundaria. Es una de las especies más comunes en los cafetales del Valle Central como árbol de sombra, se utiliza para leña por el alto poder calorífico de su madera (Espinales, 2012).

7.4.3. Inga laurina

De México a Suramérica y las Antillas Mayores. Está ampliamente difundida a lo largo de la vertiente del pacífico seco, pero también es conocida de la zona norte (Refugio Nacional de vida silvestre caño negro y región de los chiles). Elevación 0 – 1200 m. Flores y frutos observados la mayor parte del año.

Inga laurina prefiere climas secos o climas con estación seca marcada, al menos de cuatro o más secos pero es principalmente raparúa. Para leña, podría además ser una especie recomendable para la reforestación en márgenes de ríos en sitios secos (Espinales, 2012).

7.4.4. Inga edulis (cola de mono)

Esta especie es originaria de la amazonia y se distribuye desde los 26°S en Brasil y Ecuador hasta los 10°N en Honduras en América central. La distribución altitudinal varía de 0 a 1800msnm, con precipitaciones de 800 a 1200mm por año, en una estación seca hasta de cuatro meses y temperaturas de 20°C a 26°C. Es común encontrarla a orillas de caminos y ríos en formaciones de bosques secundarios. Tolerancia suelos semipermeables y con alto contenido de aluminio.

La especie posee una alta viabilidad (95%), la cual se pierde rápidamente al menos que la semilla sea conservada a bajas temperaturas (5°C) y alto contenido de humedad (25%). Se ha logrado mantener una viabilidad de hasta un 70% durante cuatro meses a 5°C (Novoa, 1992).

7.4.5. Erythrina coffra (coralillo)

Es un árbol nativo del sudeste de África, el cual es cultivado y ha sido introducido en la India. Es el árbol oficial de Los Ángeles, California Estados Unidos, alcanza de 3,5 a 7.18 m de altura; con las ramas con espinas. Se encuentra en los bosques costeros hasta una altura de 200 metros en Sudáfrica. Este árbol no es muy tolerante a las heladas con daños punta que ocurre incluso en temperaturas de corta duración muy por debajo de 28 °C (www.tropicos.org, 1986).

7.5. Ciclaje de nutrientes

La concentración de los distintos compuestos en hoja de leguminosa son alrededor de 21% de proteína, 15% en celulosa, 8% de hemicelulosa y 5% de lignina, mientras que para la raíz de leguminosa sus valores son de 22% de celulosa 13% de proteína, 11% de hemicelulosa y 8% de lignina.

Estos compuestos tienden a descomponerse bajo el siguiente orden: primeros los almidones y proteínas, seguido de la celulosa y lignina que tiende a descomponerse más lentamente debido a su estructura química. Las hojas caídas juegan un papel importante al proveer cobertura al suelo modificando el ambiente edáfico, conforme se descompone, esta hojarasca se convierte en fuente importante de materia orgánica y activando el ciclo biogeoquímico. Los árboles permiten una captura más eficiente de la energía solar y favorecen la retención o captura de carbono y nitrógeno sobre y bajo el suelo (Gracia, 2005).

Además, reciclan nutrientes y mantienen el sistema en un estado de equilibrio dinámico, al reducir la dependencia del sistema sobre insumos externos (Gracia, 2005).

Las leguminosas tiene como característica su gran aporte de hojarasca viejas que aportan suelo con altos contenidos de proteínas por tener hojas de un buen tamaño son capaces de cubrir el suelo en sus primeros ciclos fisiológicos

de la caída de su follaje. Ayudando a mantener la humedad del suelo y así mismo aportando nutrientes y mejorando la estructura de la tierra.

Los caficultores del norte de Nicaragua manejan las plantaciones bajo sombra ocupando diferentes especies con la idea de que no les de la luz solar directamente y mantenerle una adecuada luminosidad para lograr obtener una buena cosecha en su ciclo productivo, por ende algunos desconocen los beneficios que estos árboles con su hojarasca proporciona al suelo, además de mantener la humedad en el mismo y en control de arvenses que con el peso de las hojas viejas que caen cubren las malezas y no permiten que estas logren tomar luz solar e impiden su crecimiento.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Ubicación del estudio

La finca Buena Vista de la UNAN-FAREM Matagalpa, se encuentra ubicada a 23 Km de la ciudad de Matagalpa, a 13° minutos, 23.85 norte; 85°, 50 min, 2.15 oeste; en la carretera Tuma La Dalia y cuenta con un área total de 21 manzanas. Políticamente se encuentra en la comarca Yasica Norte, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa. Las comunidades cercanas de la finca son “la Estrellita y el Tepeyac”(Tinoco & Aguilar, 2010).

Las temperaturas medias máximas son de 27.7 °C, las temperaturas medias de 23.2 °C y las medias mínimas de 19.3 °C. Las precipitaciones medias están en el orden de los 1,619 mm/año. La evaporación media es de 90.2 mm. El brillo solar medio es de 5.6 h/dec. La dirección predominante de los vientos en todos los meses del año es hacia el norte y su velocidad media es 2.9 m/seg. La humedad relativa media es de 80.6 % (Tinoco & Aguilar, 2010).

Los suelos presentan una textura franco-arcillo-arenoso, con suelos ligeramente ácido (pH 6-6,4), es profundo (40 cm), la pedregosidad no es importante (menos de 5 %). El drenaje es moderado, las pendientes alcanzan el 30 % (Tinoco & Aguilar, 2010).

Figura.1.Micro localización del área de estudio en la finca Buena Vista.



Fuente: Elaboración propia, programa Paint, a partir de Google Maps

8.2. Tipo de investigación

Según Hernández, Fernández y Batista (2003), la presente investigación es de carácter descriptivo, analítico, transversal ya que revela el comportamiento de cinco especies de leguminosas bajo diferentes niveles de luminosidad en la finca Buena Vista FAREM-Matagalpa; siendo a la vez transversal porque el estudio se encuentra delimitado en un tiempo establecido (segundo semestre del año 2014) para su análisis. El enfoque que sigue el estudio es de índole cuantitativo y cualitativo, debido a que se analiza el efecto de sombra en la biomasa de estas leguminosas en base a parámetros numéricos (cuantitativo) y experimental.

8.3. Tratamientos evaluados

Se evaluó el crecimiento de las plantas, utilizando diferentes niveles de luminosidad con sarán, donde tendremos un tratamiento a pleno sol, con sarán simple y sarán doble.

Tabla 1. Características generales de los tratamientos

| Nº | Tipos de sombra | Niveles de radiación |
|----|-----------------|----------------------|
| 1 | A pleno sol | 100% |
| 2 | Sarán simple | 60% |
| 3 | Sarán doble | 40% |

Fuente: Elaboración propia

8.4. Descripción del experimento

El experimento tiene un espacio de 17 semanas, donde se dividió en tres etapas; crecimiento que tuvo un periodo de 4 semanas bajo las condiciones de un micro túnel para permitirle a la semilla una efectiva germinación, a climatización 3 semanas que consiste en sacar las plantas del micro túnel a un área donde estas estén expuestas al sol con el objetivo de que lignifiquen sus

tallos y obtengan una buena adaptabilidad a las radiaciones solares y un buen desarrollo fisiológico y el establecimiento de las especies bajo diferentes niveles de luminosidad durante un periodo de 10 semanas donde se midieron las variables de estudio cada dos semanas después de establecido el experimento.

8.5. Diseño experimental

Para la selección de las plantas se realizó de forma azarizada, de forma que al momento de toma de datos estos no sean homogéneos y así se pueda obtener una varianza significativa.

Se manejó un DCA (Diseño Completamente al Azar), que consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales, compuesto de tres tratamientos separados a un metro de distancia entre cada uno, cada diseño tiene un área de 10X10m, en cada tratamiento están las cinco especies estudiadas, cada una cuenta con 16 repeticiones, donde las planta cuentan con una separación de 0.80m e igual entre cada una de las 10 filas con 8 plantas por hilera. Este diseño es apropiado por las condiciones ambientales que rodean el experimento.

8.6. Plano de campo

Área: Pleno sol

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| IJ27 | E47 | IL15 | IP64 | IE70 | IL8 | IJ19 | IL14 | IE76 | E42 |
| IE77 | E36 | E43 | IJ29 | E25 | IL5 | IP51 | IE68 | IE74 | IL3 |
| IP50 | IL1 | E45 | IJ26 | IP49 | E37 | IJ28 | IP55 | IE75 | E33 |
| E44 | IL9 | IJ31 | IP61 | IE80 | IJ21 | IL4 | IE73 | IJ24 | IL2 |
| IP60 | IP53 | IE71 | IL16 | IP56 | IE78 | E39 | E40 | IJ17 | E38 |
| E34 | IL6 | IE65 | IP52 | IL10 | IJ25 | IL12 | IE69 | IJ22 | IP59 |
| IL11 | E46 | IL7 | IP63 | IL13 | IP54 | E41 | IE72 | IE66 | IJ23 |
| E48 | IJ18 | IJ30 | IE79 | IJ32 | IJ20 | IP57 | IP58 | IE67 | IP62 |

| | |
|--------------------------|--|
| 1) Erythrina poeppigiana | |
| 2) Inga laurina | |
| 3) Inga jinicuil | |
| 4) Inga edulis | |
| 5) Inga punctata | |

Área: sarán simple

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| E38 | IL2 | IL10 | IJ27 | IP53 | IL12 | IJ19 | IJ23 | IJ24 | IJ26 |
| E45 | IE66 | IJ28 | IP52 | IE80 | E39 | IP58 | IL11 | IJ18 | IE73 |
| IJ21 | IE71 | E25 | IE74 | IE69 | IP50 | IL4 | IJ30 | IJ25 | E33 |
| IJ17 | E41 | IE75 | IE76 | IE77 | IL14 | E48 | IJ22 | IE65 | IP64 |
| IJ32 | IJ31 | IL5 | IP54 | IE72 | IE70 | IL9 | E36 | E42 | IL1 |
| E44 | IL16 | IP63 | IE79 | IL3 | IE78 | IP60 | IP62 | E43 | IJ20 |
| IL15 | IL7 | IP57 | IP55 | E40 | IE68 | E37 | IP56 | E47 | IL8 |
| IP51 | IP59 | IE67 | IJ29 | IL6 | E46 | IL13 | E34 | IP61 | IP49 |

Área: sarán doble

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| IE77 | IJ29 | IJ19 | IP64 | IJ26 | IP56 | E36 | IL7 | IL4 | E47 |
| IP52 | IL2 | IE79 | IJ27 | E45 | IL11 | IP54 | IL9 | IJ18 | IJ30 |
| IE78 | IE74 | IE68 | E25 | IJ28 | IE80 | E36 | IJ22 | IL16 | IL6 |
| IE70 | IP49 | IE67 | E44 | IL3 | E38 | IJ21 | IP59 | IJ25 | IL13 |
| IL14 | IP61 | IP50 | IE71 | E34 | IL12 | IL15 | IE73 | IL8 | IP51 |
| E42 | IE66 | E43 | IL1 | IE76 | IP53 | IJ17 | IL10 | IP60 | IL5 |
| IJ31 | E40 | IP62 | IJ24 | E48 | IE72 | IE69 | IE75 | E37 | E46 |
| IP55 | E33 | IJ23 | IP58 | IJ20 | IP57 | IP63 | IE65 | E41 | IJ32 |

8.7. Operacionalización de variables

| Variable | Sub – Variable | Indicadores | Instrumento |
|---|---------------------|------------------|---|
| Evaluar los requerimientos óptimos y mínimos de luminosidad de cinco especies de leguminosas con base al comportamiento fisiológico establecidos a diferentes niveles de sombra en condiciones climáticas | Altura de la planta | Centímetros (cm) | Hoja de campo Lápiz Regla milimetrada |
| | Grosor del tallo | Centímetros(cm) | Hoja de campo lápiz regla milimetrada |
| | Numero de hojas | Unidades | Hoja de campo lápiz |

8.8. Metodología para la evaluación de variables

8.8.1. Altura de la planta

Se mide desde la base del tallo hasta la hoja apical, la primera toma de datos se realizó a los 15 días después del establecimiento del experimento.

8.8.2. Área foliar

Se mide desde el ápice de la hoja hasta la parte terminal en esta se usó una cinta métrica.

8.8.3. Diámetro del tallo

Esto se hizo por el método práctico utilizando una regla milimetrada posterior a esto se hace la conversión mediante ecuaciones.

8.9. Manejo del experimento.

Para la elaboración del experimento se utilizó tubos pvc de ocho pulgadas los cuales se colocó a una altura de cincuenta centímetros a los que luego se colocó un tapón de plástico y se relleno con el sustrato de tierra y granza de arroz que disponemos, pero antes de ello se preparó el terreno en donde se establecerían los tratamientos, se utilizaron postes de madera con una altura de 10.5 metros por lo que los 0.5 metros quedaban enterrados quedando los 10 metros superficiales que era la altura adecuada para el experimento y la manipulación del sarán al momento de cubrir las áreas.

Luego de establecido el experimento le daba el mantenimiento adecuado por lo que se estaba en época de verano donde este necesito de riego continuo lo cual hacíamos mecánicamente acarreando el agua en baldes y proyectando por planta un litro de agua diario, además de la desmaleza que se realizó para

evitar la competencia entre las especies en estudio por espacio nutrientes y luz solar.

IX. Análisis estadísticos y procesamiento de la información

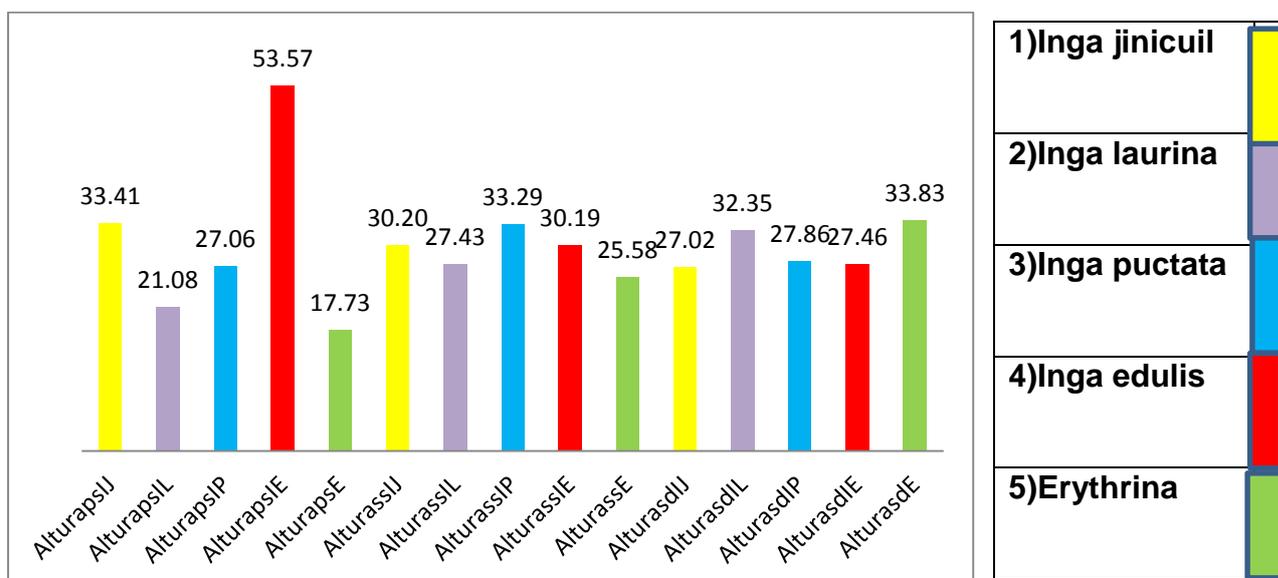
Los datos obtenidos de la investigación fueron procesados en el programa **SPSS versión 19** y Excel (Office 2010), donde se obtendrán promedios y gráficos reflejando el comportamiento de las cinco especies de leguminosas bajo diferentes niveles de luminosidad. Cada variable fue procesada y analizada por separado, contrastando los resultados con la bibliografía disponible. Para ello fueron necesario los siguientes materiales: computadora, lápiz, programa **spss** y paquete de office 2010, fondos monetarios para gastos varios, cámara fotográfica, etc.

X. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las variables estudiadas para este análisis fueron: altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas emitidas de las plantas en cinco especies de leguminosas, bajo tres niveles de luminosidad: pleno sol (100%), sombra simple (60%) y sombra doble (40%)

10.1. Altura promedio bajo tres niveles de luminosidad

Gráfico 1. Altura promedio de las cinco especies de leguminosas en tres niveles de luminosidad



Fuente: Resultados de la investigación

Según Castellón (2011), el efecto de la sombra debajo de un cultivo es un componente de la interferencia entre malezas y cultivos, y el efecto de la calidad de la radiación producida por la sombra sobre la altura de las plantas.

En los resultados del presente estudio el gráfico uno representa la altura de las plantas en los tres tratamientos evaluados, en los cuales la especie que alcanzó mayor altura en pleno sol es la *Inga edulis* con un promedio de 53.57 cm, con respecto a las demás especies establecidas en los tres tratamientos

seguido de la *Inga jinicuil* bajo el mismo tratamiento, por lo tanto en el segundo tratamiento la especie con mayor altura es *Inga puctata* con 33,29cm, en cambio el tratamiento de sarán doble la *Eritrina* es la especie que obtuvo mayor altura presentando 33.83 cm, diferente a los resultados obtenidos de los demás tratamientos donde resulto ser la que obtuvo menos crecimiento en cuanto a esta variable en estudio.

Por lo antes expuesto se logró determinar que el tratamiento donde mejor se comportaron las especies en estudio es el doble sarán debido a que los rangos de altura no tienen mucha variabilidad.

Tabla 2: Altura (Centímetros)

| | Suma de cuadrados | Gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Inter-grupos | ,006 | 2 | ,003 | ,169 | ,846 |
| Intra-grupos | ,214 | 12 | ,018 | | |
| Total | ,220 | 14 | | | |

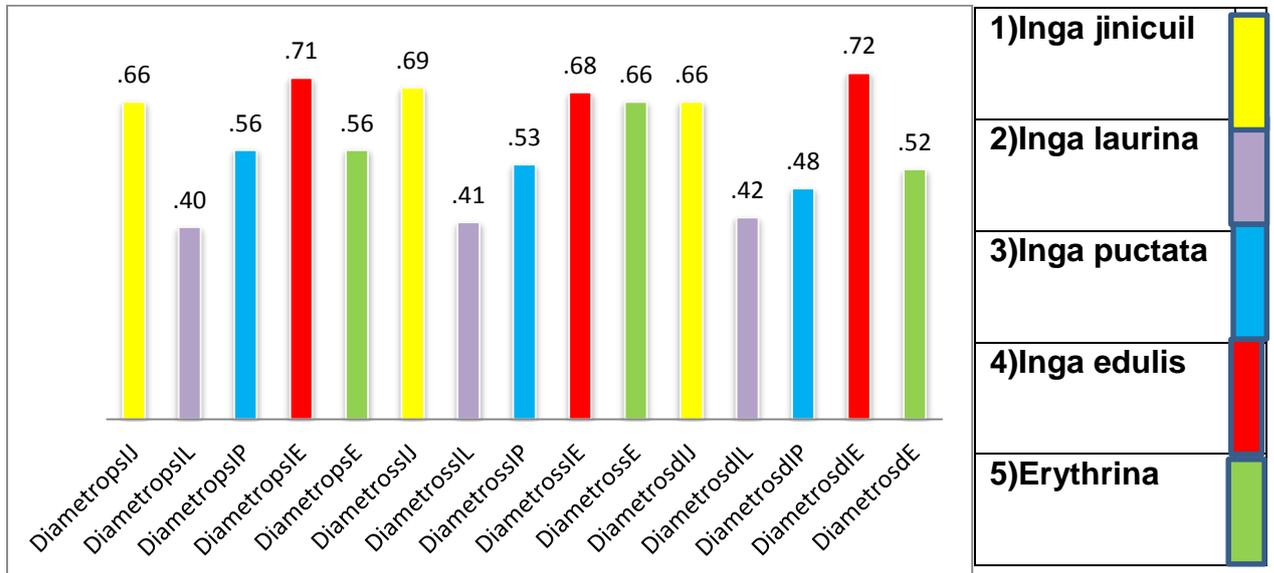
NS (no significativo).

Fuente: Resultados de la investigación, SPSS versión 19

El análisis de varianza, al 95% de confianza demuestra que los tratamientos evaluados no presentan diferencia significativa en cuanto a la altura de las plantas ($0,5 < 0,8$).

10.2. Promedio del grosor de tallo en los tres tratamientos del estudio

Grafico 2. Promedio del grosor del tallo de las plantas en los tres tratamientos del estudio



Fuente: resultados de la investigación

El diámetro de las plantas de las leguminosas es importante a considerar, ya que el tallo es el que sostiene la planta, además sirve para el transporte para la sabia bruta y elaborada (xilema y floema). El gráfico dos demuestra que la especie que alcanzó mayor grosor de tallo es la *Inga edulis* sobresaliendo en los tres tratamientos con un rango de 0.68 a 0.72 cm y la que obtuvo menor grosor de tallo en cada tratamiento es la *Inga laurina* con un promedio de 0.41 cm.

Tabla 3: Diámetro (Centímetros)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Inter-grupos | 11,866 | 2 | 5,933 | ,080 | ,923 |
| Intra-grupos | 888,252 | 12 | 74,021 | | |
| Total | 900,117 | 14 | | | |

NS (no significativa)

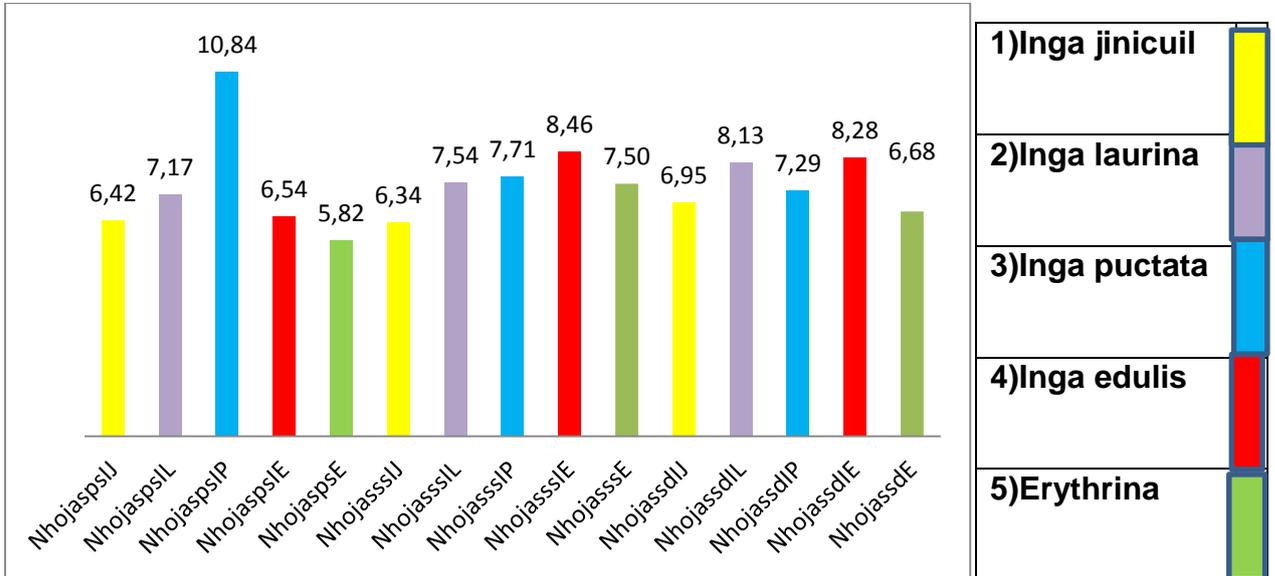
Fuente: resultados de la investigación, SPSS versión 19.

Molina (2004), citados por Gonzales (2008) señalan que el tallo es una variable muy importante que puede ser afectado por altas densidades de siembra, competencia por luz y agua con frecuencia elongación del tallo, favoreciendo el acame producto del viento.

Los resultados del análisis de varianza al 95% demuestran que los tratamientos evaluados no presentan diferencia estadística significativa respecto al grosor del tallo de las plantas.

10.3. Promedio del número de hojas emitidas por las plantas en los tres tratamientos del estudio

Gráfico 3. Promedio del número de hojas



Fuente: Resultados de investigación

Las hojas son los órganos principales de las plantas ya que sintetizan el alimento de los vegetales. El número de hojas en las *Ingas* y *Erythrina* son importantes porque determinan el aporte de nutrientes mediante la incorporación de materia orgánica que brindan estas al suelo en su descomposición y también a la calidad de sombra en los sistemas agroforestales.

En el gráfico tres se aprecia que la *Inga punctata* es la especie que obtiene mayor número de hojas en el tratamiento a pleno sol con un promedio de 10.84 hojas, mientras que en los otros tratamientos la que posee mayor número de hojas es la *Inga edulis* con un promedio de 8 hojas. El número de hojas es de suma importancia ya que influye en la capacidad fotosintética y así mismo en la capacidad de sombra en un SAF.

Tabla 4: Promedio de hojas

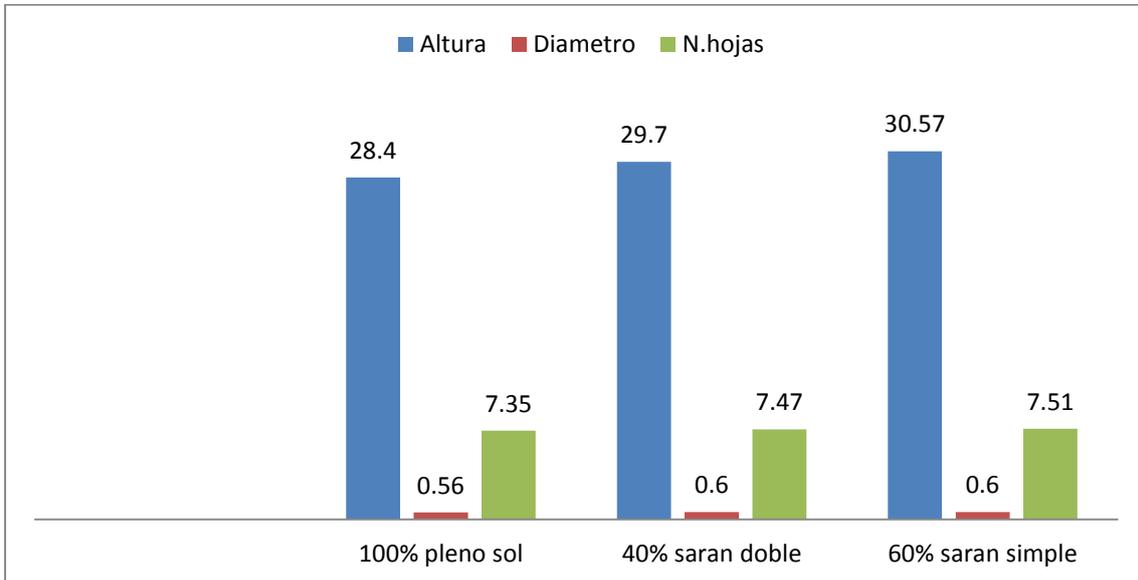
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|------|------|
| Inter-grupos | ,066 | 2 | ,033 | ,019 | ,981 |
| Intra-grupos | 20,402 | 12 | 1,700 | | |
| Total | 20,468 | 14 | | | |

NS (No significativo)

Fuente: Resultados de la investigación

Cayon (2001), plantea que el incremento y desarrollo de la producción de un cultivo depende fundamentalmente de su área foliar lo que permite utilizar eficientemente la energía solar en el proceso fotosintético, según el análisis de varianza al 95% de confianza demuestra que los tratamientos evaluados no presentan diferencia estadísticas significativa correspondientes al número de hojas.

Gráfico 4. Comparación entre tratamientos en cuanto a Altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas



Fuente: Resultados de la investigación

En el gráfico cuatro se observa que el tratamiento que alcanzó mayor altura, grosor de tallo y mayor emisión de hojas comparado con los porcentajes de luminosidad (pleno sol, saran simple y saran doble), obteniendo una altura de 30.57 cm, 0.6 cm en grosor de tallo y 7.5 hojas emitidas es el tratamiento saran simple.

XI. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis nula, por cuanto los diferentes tratamientos de luminosidad no influyen en la altura de las plantas de leguminosa, las que al ser evaluadas no presentan diferencia estadística significativa.

Los diferentes tratamientos de luminosidad no influyen en cuanto al grosor del tallo en las especies de leguminosas utilizadas en el experimento ya que las plantas que fueron evaluadas no presentaron una variabilidad del diámetro de los tallos.

Los diferentes niveles de sombreamiento utilizados, no influyen de forma significativa en el número de hoja emitida por las plantas de leguminosas.

XII. RECOMENDACIONES

Que la universidad UNAN Managua, FAREM Matagalpa, de seguimiento a la investigación, dada la importancia de las leguminosas como componente de los sistemas agroforestales.

Utilizar la especie *Inga edulis* en los sistemas agroforestales en condiciones edafoclimáticas similares a la zona de estudio, por cuanto esta especie resultó aritméticamente superior en dos indicadores evaluados.

Implementar el uso de *Inga puctata* en sistemas agroforestales por su aporte en el secuestro y captura de dióxido de carbono, así como en el ciclaje de nutrientes y la protección de suelos, con la incorporación de hojarasca.

XIII. Bibliografía

- Agricola, F. H. (2005). Efecto sobre la producción de cacao. Tegucigalpa, Honduras.
- Abanto, V. A. (2010). *estudio taxonomico e histologico de seis especies del genero de erythrina L. colombia.*
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee.
- Beer. (2000). *Comportamiento agronomico y fenologico del cafeto, EUNED San Jose Costa Rica, 186p.*
- Barrance. (2003). *Manejo sostenible de especies de leguminosas en SAF, CORPOICA, Corporacion Colombiana de investigacion agropecuaria.* Colombia.
- Barrance, AJ; Flores, L; Padilla, E; Gordon, JE; Schreckenber, K. (2003). Trees and farming in the dry zone of southern Honduras I: campesino tree husbandry *Agroforestry Systems* 59: 97-106.
- Cayon, G. (2001). *Evolucion de la fotosintesis, transpiracion y clorofila. Revista internacional INFOMUSA V.Francia.*
- Castellon, J. (2011). *Proyecto mejorando la producción y mercadeo en cafetales con arboles de pequenos productores.*
- Espinales, H. M. (2012). *comportamiento fisiologico de cuatro especies de ingas y una especie de erythrina bajo diferentes niveles de luminosidad.* UCATSE, Esteli, Esteli.
- Hernández, R; Fernández, C y Batista, P (1997). Metodología de la investigación. MC Graw_Hill. México.
- Fernandez, P. y. (1997). *Especies ingas.* OFI-CATIE, Buenos aires.
- Gracia, E. J. (2005). *Efecto del aporte de nutrientes de la biomasa de tres tipos de arboles de sombra en sistema de manejo de cafe organico y convencional.* CATIE, Costa Rica, Turrialba.
- Gonzales H, J. (2008). *Encarnacion Itapu Paraguay, en linea contacto@sectorproductivo.com.py.*
- Lambot, C.andBouharmont. 2004. Soil Protection, p. 27-284. In: J. Wintgens (ed.). Coffee: growing, processing, sustainable production : A guidebook

for growers, processors, traders, and researchers. Wiley-VCH, Corseaux, Switzerland.

Leon, J. 1998b. Inga as shade for coffee, cacao and tea: historical aspects and present day utilization. The genus Inga utilization. TD Pennington & ECM Fernández (Eds). Kew (RU). Royal Botanic Gardens. pp. 101-115.

Mendonça, E.S. & Stott, D.E 2003. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. Agrofor. Syst., 57:117-125, cacao plantations. Agroforestry Systems 38: 139-164.

Molina, J. y. (2004). *Comportamiento agronomico y fenologico de los cultivos*.

Novoa, O. (1992). *Crecimiento inicial de guaba caite (inga densiflora benth), guaba chillillo(inga edulis mart) y guaba machete (inga spectabilisen dos sitios en costa rica* . CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Russo, R.O. 1984. Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 14 p.

Pennington, T. 1998. Growth and biomass of Inga species, p. 15-28. In: T. Pennington and E. Fernández (eds.). The genus Inga: Utilization. Royal BotanicGardens, Kew, UK.

Pineda, L. E. (2008). *Comportamiento fisiologico de cuatro especies de ingas y una de Erythrina*. Biodiversity International, Esteli, Esteli.

Tinoco, a., & Aguilar, j. a. (2010). *Evaluacion de tres leguminosas en diferentes tipos de suelo*. matagalpa.

Thirakul. (1992). *Manual de dendrologia del bosque latifoliado*. ACDI/COHDEFOR, La ceiba.

Tinoco, E. L., & Aguilar Arceda, M. M. (2012). *Influencia de la suplementacion con harina malanga en el incremento de peso y crecimiento de ternero en la finca buena vista*. UNAN, Matagalpa, Matagalpa.

Vidal, A. (2008). *Cadena agroindustria de comercio*. Managua.

www.tropicos.org. (1986, Marzo 3). Retrieved Septiembre 26, 2014, from www.tropicos.org: www.tropicos.org

Zuluaga, A. G. (2012). *Caracterización con marcadores moleculares Rams de algunas especies de erythrina*. Universidad nacional de colombia facultad de ciencias agropecuarias, Cali.

XIV. Anexos

Foto 1. Traslado de postes



Fuente:Elaboración propia

Foto 2: Corte de tubos



Fuente: Elaboración propia

Foto 3: Casas de sarán



Fuente: Elaboración propia

Foto 4: Elaboración de sustrato para llena de tubos



Fuente: Elaboración propia

Foto 5: Llena e instalación de tubos

Foto 6: riego de plantas



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Foto 7: Toma de datos en plantas

Foto8: Mantenimiento del experimento



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia