

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA AGRONOMÍA TROPICAL



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de Densidades de Plantación y Arreglos Espaciales de Especies Forestales para Bosque de Ribera en Nueva Concepción, Escuintla.

POR:

EZEQUIEL RIQUIAC LOPRETO

201240385

MAZATENANGO, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
CARRERA AGRONOMÍA TROPICAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

POR:
EZEQUIEL RIQUIAC LOPRETO
Carné: 201240385

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO DE LICENCIADO

Dr. MILTON LEONEL CHAN SANTISTEBAN
ASESOR

MAZATENANGO, NOVIEMBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

MSc. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Mauricio Cajas Loarca
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Rodrigo Almengor Posadas
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador Área Social Humanista

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por darme sabiduría, entendimiento e inteligencia para cada momento de mi vida, por cuidar de mí como lo ha prometido y llenarme de felicidad permitiéndome llegar a una etapa más de este escalón profesional.

Mis Padres: Pedro Riquiac Chaclán y María Elena Lopreto Velásquez por el apoyo incondicional, por los consejos que me han guiado por el buen camino y por su inalcanzable esfuerzo para contribuir a este logro más de mi carrera profesional.

Mis Hermanos: Ingrid Yaneth, Victoria (†), Isaias, Sefora Azucena y Dorcas Rubí, por estar conmigo siempre, por su apoyo incondicional dentro y fuera del ámbito profesional y por formar parte de mis alegrías y tristezas, los amo mucho.

Mis Sobrinos: Estafani, Obed, Ester, Aracely y Jeremías por enseñarme el amor puro y verdadero.

Familiares: Gracias por los consejos y por el apoyo económico, social y espiritual que en su momento me brindaron, los aprecio bastante.

Amigos: Gracias por formar parte de esta etapa profesional, han sido los mejores.

AGRADECIMIENTOS

AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por ser mi casa de estudio,

A mis catedráticos

Por compartir sus valiosos conocimientos

Al Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC)

Por abrirme las puertas y haber permitido culminar una etapa más en mi formación académica, en especial al programa Manejo Integrado de Cuencas Ing. Juan Andrés Nelson, Inga. Marie Andrée Liere, Inga. Alma Santos, Lic. Gabriel Rivas y el Ing. Brayan Cujcuj.

A Ingenio Pantaleón S.A.

Especialmente al departamento de Ingeniería agrícola: al Ing. Víctor Medina y personal de finca Zulia por el apoyo en campo.

Al Dr. Milton Leonel Chan

Por el apoyo brindado en la elaboración de este documento.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2. 1.	Marco Conceptual	2
2.1.1	Comunidad vegetal	2
2.1.2	Zona de ribera.....	2
2.1.3	Servicios y beneficios ambientales.....	4
2.1.4	Especies que se utilizan en las zonas de ribera.....	5
2.1.5	Aripin <i>Caesalpinia velutina</i> (Caesalpiniodideae)	7
2.1.6	Cenicero <i>Albizia saman</i> (Jacq.) (Mimosaceae)	12
2.1.7	Laurel <i>Cordia alliodora</i> Boraginaceae	13
2.1.8	Cushin <i>Inga sp</i> Mimosaceae.....	15
2. 2.	Marco Referencial	18
2.2.1	Aspectos biofísicos del área	18
2.2.2	Clima	19
2.2.3	Hidrología en el área de estudio.....	19
2.2.4	Suelos del área de estudio.	20
2.2.5	Protección de los bosques.....	20
III.	OBJETIVOS.....	24
IV.	HIPÓTESIS.....	25
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
5.1.	Localización del experimento	26

5.2. Material Experimental.....	26
5.3. Análisis Estadístico	26
5.3.1. Diseño Experimental Bi-factorial con bloques al azar con arreglo en franjas divididas	26
5.3.2. Unidad Experimental.....	27
5.3.3. Tratamiento y aleatorización.....	29
5.3.4. Croquis del experimento	31
5.3.5. Medición de variables	32
5.3.5.1. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia y su crecimiento.....	32
5.3.5.2. Procedimiento para la evaluación del valor de importancia para una comunidad vegetal (Cottam).....	33
5.3.5.3. Procedimiento para la evaluación de la entomofauna en campo y en laboratorio (Moericke).....	34
5.3.5.4. Determinación de costos y beneficios por tratamientos	35
5.3.6. Análisis de la información	36
5.4. Manejo de la Investigación.....	37
5.4.1. Procedencia de las plantas.....	37
5.4.2. Establecimiento de la investigación.....	37
5.4.3. Actividades sobre el manejo agronómico	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
6.1. Porcentaje de sobrevivencia	39
6.2. Variable Altura	45
6.2.1 Primera evaluación para la Variable Altura	45
6.2.2 Segunda evaluación para la Variable Altura	48
6.3. Variable Diámetro.....	51
6.3.1 Primera evaluación para la Variable Diámetro	51

6.4. Determinación del valor de importancia para una comunidad vegetal por el Método de Cottam.....	58
6.5. Identificación del orden de los insectos	62
6.6. Cuadro de costos	65
VII. CONCLUSIONES.....	68
VIII.RECOMENDACIONES	69
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
X. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Especificaciones de adaptabilidad de la especie de Aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>)	11
2	Monto de incentivo para la modalidad de restauración de tierras degradadas	22
3	Arreglos de especies y densidades de plantación a utilizar en la investigación	29
4	Tratamientos detallados de acuerdo a los factores utilizados	30
5	Actividades sobre el manejo agronómico.....	38
6	Análisis de varianza para la variable porcentaje de sobrevivencia.....	39
7	Promedio de altura de las plantas a los 35 días de plantación.....	46
8	Análisis de varianza de la primera evaluación para la variable altura	47
9	Promedio de altura de las plantas a los 5 meses de plantación	48
10	Análisis de varianza de la segunda evaluación para la variable altura.....	49
11	Comparador de Tukey al 5% para la variable altura del factor “B” (densidades de plantación)	50
12	Promedio del diámetro de las plantas a los 35 días de plantación	52
13	Análisis de varianza de la primera evaluación para la variable diámetro	53
14	Promedio del diámetro de las plantas a los 5 meses de plantación	54
15	Análisis de varianza de la segunda evaluación para la variable diámetro	55
16	Comparador de Tukey al 5% para la variable diámetro del factor “A” arreglos espaciales.....	56
17	Determinación del valor de importancia en la comunidad vegetal.....	58
18	Resultados del muestreo del orden taxonómico de insectos.....	62
19	Clasificación de la entomofauna encontrada de acuerdo a cada orden taxonómico	63

20	Costos de los tratamientos y beneficios de los incentivos forestales	65
21	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	77
22	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>)	77
23	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de cenicero (<i>Albizia saman</i>)	77
24	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de cushin (<i>Inga sp</i>)	78
25	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de laurel (<i>Cordia alliodora</i>).....	78
26	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>).....	78
27	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de cenicero (<i>Albizia saman</i>).....	79
28	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de cushin (<i>Inga sp</i>).....	79
29	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de laurel (<i>Cordia alliodora</i>).....	79
30	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>).....	80
31	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de cenicero (<i>Albizia saman</i>).....	80
32	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de cushin (<i>Inga sp</i>).....	80
33	Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	81

34	Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>)	81
35	Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de cenicero (<i>Albizia saman</i>)	81
36	Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de cushin (<i>Inga sp</i>)	82
37	Datos recolectados de la segunda medición de la variable porcentaje de sobrevivencia	84
38	Especies encontradas en el muestreo para la evaluación del valor de importancia por el método de Cottam	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Localización de reforestaciones de bosques de ribera del ICC	6
2	Distribución geográfica potencial de la especie de Aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>)	8
3	Distribución geográfica potencial de la especie de cenicero (<i>Albizia saman</i>)	12
4	Ubicación geográfica del experimento	19
5	Precipitación anual de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 tomada de la estación meteorológica Puyumate	20
6	Medición de la unidad experimental	27
7	Diseño topológico de los arreglos de especies a evaluar	28
8	Parcela neta y parcela bruta de la unidad experimental	28
9	Medición de los tratamientos de acuerdo a las diferentes densidades de plantación y el número de árboles a muestrear	29
10	Croquis del experimento	31
11	Promedio del porcentaje de sobrevivencia de <i>Cordia alliodora</i> de la primera y segunda evaluación	40
12	Promedio del porcentaje de sobrevivencia de <i>Caesalpinia velutina</i> de la primera y segunda evaluación	42
13	Promedio del porcentaje de sobrevivencia de <i>Albizia saman</i> de la primera y segunda evaluación	43
14	Promedio del porcentaje de sobrevivencia de las especies de la primera y segunda	44
15	Comportamiento del valor de importancia de la comunidad vegetal	60
16	Localización de los corredores biológicos del ICC	76
17	Colocación de trampas Moericke durante el experimento	82
18	Manejo de las muestras recolectadas	83
19	Separación de especímenes	83

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en finca Zulia del Ingenio Pantaleón, Nueva Concepción, Escuintla y tuvo como objetivo evaluar el establecimiento de tres densidades de plantación y dos arreglos espaciales de cuatro especies forestales en asocio en bosque de ribera.

Las especies utilizadas fueron *Cordia alliodora*, *Caesalpineia velutina*, *Albizia saman* e *Inga* sp., y densidades de plantación de 722, 1283 y 1666 árboles por hectarea con un diseño experimental bi-factorial con bloques al azar con arreglo en franjas divididas, donde se midieron las variables; sobrevivencia y crecimiento de las especies forestales, la identificación de la comunidad vegetal con el método Cottman, entomofauna con el método de Moericke y la determinación de los costos de los tratamientos.

En la variable altura la especie *C. alliodora* presentó diferencias estadísticamente significativas y en las densidades de plantación que registró mayor altura fue la de 1666 árboles por hectárea y 1283 árboles por hectárea.

En cuanto a la variable diámetro, la especie *C. alliodora* presentó diferencias estadísticamente significativas y el arreglo de especies en el que se registró mayor diámetro fue el de cuatro especies.

De acuerdo al índice de Cottam las especies dominantes fueron *Cynodon dactilon*, *Digitaria decumbens* y *Mollugo verticilata* y con la metodología Moericke se identificaron siete órdenes de insectos.

Se determinó que el tratamiento de menor costo, fue en el que se evaluaron cuatro especies a una densidad de 722 árboles por hectárea.

Se recomienda darle seguimiento a la investigación con las evaluaciones anuales y así determinar el comportamiento de las especies.

SUMMARY

The present investigation was carried out in Zulia farm of Ingenio Pantaleón, Nueva Concepción, Escuintla and had as objective to evaluate the establishment of three densities of plantation and two spatial arrangements of four forest species in association in riparian forest.

The species used were *Cordia alliodora*, *Caesalpinea velutina*, *Albizia saman* and *Inga* sp., And planting densities of 722, 1283 and 1666 trees per hectare with a bi-factorial experimental design with random blocks arranged in divided strips, where they were measured variables; survival and growth of forest species, the identification of the plant community with the Cottman method, entomofauna with the Moericke method and the determination of the costs of the treatments.

In the height variable, the species *C. alliodora* presented statistically significant differences and in the planting densities that registered the highest height was 1666 trees per hectare and 1283 trees per hectare.

Regarding the variable diameter, the species *C. alliodora* presented statistically significant differences and the arrangement of species in which the largest diameter was recorded was that of four species.

According to the Cottam index, the dominant species were *Cynodon dactilon*, *Digitaria decumbens* and *Mollugo verticilata* and with the Moericke methodology, seven orders of insects were identified.

It was determined that the lowest cost treatment was in which four species were evaluated at a density of 722 trees per hectare.

It is recommended to follow up the research with annual evaluations and thus determine the behavior of the species.

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas de ribera constituyen espacios estratégicos ya que son áreas que se encuentran como frontera entre las zonas acuática y terrestre. Los bosques de ribera proveen de beneficios a nivel económico, social y ambiental como la preservación de ecosistemas y sus relaciones con la flora y la fauna influyen en el paisaje en términos de riqueza y belleza natural, a la vez que suministran bienes y servicios para la biota y el bienestar humano (Celis, 2008).

Sin embargo, a pesar de su importancia estratégica, estos han sufrido degradación debido a perturbaciones como la remoción por el cambio de uso de la tierra. Lo cual ha aumentado el nivel de vulnerabilidad de inundaciones en la época lluviosa, pérdida de cultivos (huertos familiares), muertes de animales y los impactos son aún mayores al no existir áreas que los reduzcan o minimicen.

El estudio de los bosques de ribera es un tema de investigación a largo plazo, por lo que la presente investigación constituye la fase inicial que consiste en *el establecimiento de la plantación*. El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) por el programa Manejo Integrado de Cuencas (MIC) como tal, lo que busca es generar información sobre densidades de plantación, asocio de especies, ya que esta información permitiría al programa ampliar su conocimiento sobre bosques de ribera específicamente en temas antes mencionados.

El experimento está ubicado en finca Zulía, localizado en Nueva Concepción Escuintla, a orillas del río Madre Vieja, lugar ideal para el establecimiento de bosque de ribera porque es un río permanente donde fluye agua durante todo el año.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2. 1. Marco Conceptual

2.1.1 Comunidad vegetal

La mayor distinción de las comunidades vegetales puede ser realizada sobre la base de la fisonomía o su forma de crecimiento, por ejemplo, los bosques se distinguen de los matorrales y de las praderas. Estas unidades representan las mayores divisiones del paisaje. Obviamente existen diferencias entre las unidades con la misma fisonomía y estas se encuentran relacionadas con la composición específica y el estado de desarrollo (Kent & Coker 1992).

La comunidad vegetal puede ser definida como el conjunto de especies que crecen juntas en una localidad particular, la cuales presentan una asociación o afinidad entre ellas. La idea de asociación es muy importante e implica que ciertas especies crecen juntas en determinados lugares y ecosistemas, en una probabilidad que es mayor a la esperada por el azar (Kent & Coker 1992).

La razón por la cual ciertas especies crecen juntas en un ambiente particular se debe a que presentan similares requerimientos en términos ambientales como la luz, el agua, el drenaje, tipo de suelo y temperatura (Kent & Coker 1992).

2.1.2 Zona de ribera

La palabra Ribera se deriva del latín *riparios* cuyo significado es perteneciente a un banco de un río. Se refiere a una comunidad biótica que se desarrolla en las orillas de riachuelos, ríos, lagos, estanques y algunas tierras húmedas (Bren, 1993).

Las zonas de ribera, son ecosistemas dependientes de cursos o cuerpos de agua con una matriz variable de vegetación, inmersos en cuencas hidrográficas. Estas zonas cumplen funciones esenciales para la preservación de ecosistemas y sus relaciones territoriales, influyendo en el paisaje en términos de riqueza y

belleza natural, a la vez que suministran bienes y servicios para la biota y el bienestar humano (Celis, 2008).

La zona de ribera es un área muy próxima a un arroyo o río, cuyo ambiente es distintivamente influenciado por dicha proximidad (Bren, 1993; Lowrance et al., 1998).

Entendida desde una sección transversal ideal del cauce, la zona de ribera se define como el área entre el nivel de flujo bajo del curso de agua y el punto más alto de transición entre el cauce y la llanura de inundación (Lovett y Huggan, 1998). Malanson (1993) indica que la zona de ribera es tanto un ecotono entre las zonas terrestre y acuática, como corredores a través de regiones.

Según Naiman, Decamps y McClain (2005) las zonas de ribera son sistemas multidimensionales que se forman de acuerdo con los siguientes principios básicos: a) los gradientes de saturación hídrica determinados por la topografía, la geología y la hidrodinámica; b) los procesos biofísicos determinados por los gradientes dinámicos de energía y saturación hídrica; c) sus componentes superficiales y sub-superficiales que controlan los flujos de materia y energía; d) sus comunidades bióticas estructuradas u ordenadas en espacio y tiempo a lo largo de gradientes en tres dimensiones longitudinal, lateral y vertical.

Bren (1993) considera que es un estado estacionario, definiendo la zona de ribera como el área adyacente al cauce fluvial con inundaciones periódicas. Mientras que un enfoque más acorde con la ingeniería hidráulica señala que hasta es el área cubierta por una inundación en un período de retorno particular (Brookes y Shields, 2001).

2.1.3 Servicios y beneficios ambientales

Los bosques y los árboles proporcionan servicios ambientales invaluableles, que contribuyen a la producción agrícola. Estos incluyen servicios de polinización, control de plagas y enfermedades, regulación (y calidad) del agua, regulación climática, entre otros (Sunderland, 2017).

En Guatemala no se ha establecido cuáles y cuántos son los bienes y servicios reales que presentan sus bosques, y además los estudios del impacto que tienen en la prestación de servicios ambientales son muy escasos y dispersos; sin embargo, los pocos que hay sí reflejan su relevancia e importancia (Urquijo, 2003).

Urquijo (2003) menciona que las cuencas hidrográficas cubiertas de bosques son sistemas hidrológicos excepcionalmente estables. Los bosques juegan un papel muy importante y beneficioso para este efecto debido a:

- Influyen en el volumen de agua obtenida de las cuencas hidrográficas;
- Descargan agua de máxima calidad;
- Permiten reducir el volumen máximo y total del caudal de las aguas resultantes de las precipitaciones;
- Moderan la variación entre los caudales máximos y mínimos a lo largo del año; garantizan la mayor estabilidad del suelo y frenan su desplazamiento y la erosión en cárcavas y superficial;
- Exportan el menor volumen de sedimentos aguas abajo.

El código de salud (Batlle & González, 2010) hacen mención que las áreas que se encuentran dentro de los 25 metros a la ribera de los ríos se encuentran protegidos, a continuación, se presenta el artículo 84 de la sección II, como también el artículo 226 del capítulo II del código de salud de la sección I donde hace énfasis lo dicho anteriormente:

ARTÍCULO 84. Tala de árboles. Se prohíbe terminantemente la tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.

ARTICULO 226. Casos especiales. Constituyen casos especiales de infracciones contra la prevención, de la salud, las acciones siguientes:

9. Talar árboles dentro de los veinticinco metros contiguos a las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas, manantiales y fuentes de agua.
10. Autorizar o permitir la tala de árboles dentro de los veinticinco metros contiguos a las riberas de nos, riachuelos, lagos, lagunas, manantiales y fuentes de agua.

2.1.4 Especies que se utilizan en las zonas de ribera

Entre las especies que el ICC ha utilizado en bosques de ribera de la costa sur se encuentran: Plumillo (*Schizolobium parahyba*), Matilisguate (*Tabebuia pentaphylla*), Sauce (*Salix* sp), Madre cacao (*Gliciridia sepium Jacquin*), Melina (*Gmelina arborea*) Cedro (*Cedrella odorata*) Caoba (*Swietenia macrophylla*) Cenicero (*Pithecellobium saman*) Palo blanco (*Cybustax donnell smithii*) Jaboncillo (*Sapindus saponaria*) Volador (*Terminalia oblonga*) entre otros.

El ICC ha contribuido a la restauración de 13 corredores biológicos desde el año 2012 hasta 2016.

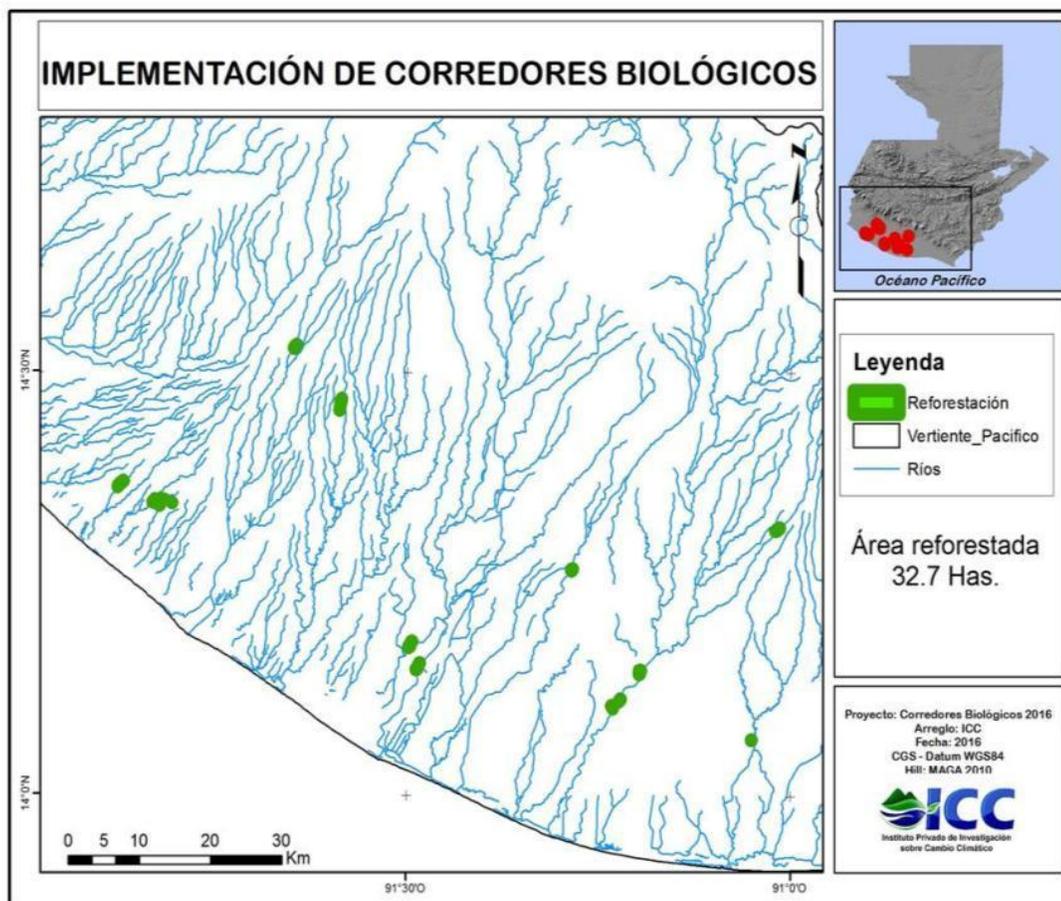


Figura 1: Localización de reforestaciones de bosques de ribera del ICC

Fuente: ICC, 2016

La figura 1 muestra la ubicación de los corredores biológicos los cuales no solamente han sido implementados, si no que al año siguiente de haberse efectuado estos se evalúan, conociendo el estado actual de cada corredor biológico como lo muestra en los anexos en la figura 16, donde especifica los corredores plantados por el ICC.

La introducción de árboles nativos es una herramienta muy común dentro de las estrategias de restauración. (Urquijo, 2003)

Puede realizarse a partir de:

- Plantas recolectadas de fragmentos remanentes
- Siembra directa de semillas recolectadas

- Planta producida en viveros
- Propagación vegetativa (estacas)
- Limpieza y mantenimiento de plantas existentes

Pero es importante saber que existen especies exóticas que se adaptan bien a suelos arenosos o inundables que se presentan en los bosques de ribera, como lo puede ser teca (*Tectona grandis*), puntero (*Sickingia salvadorensis*), eucalipto (*Eucalypto sp*), melina (*Gmelina arborea*), volador (*Terminalia oblonga*).

Principalmente lo que se desea de las especies a sembrar en los bosques de ribera es que:

- Sean fijadoras de nitrógeno.
- Que tengan la capacidad para rebrotar.
- Que el crecimiento sea rápido.
- Que resistan a condiciones limitantes.
- Que aporten en la flora como en la fauna, y sean dispersores de semillas.

A continuación, se presenta la descripción de alguna de las especies utilizadas por ICC para la restauración de bosques de ribera en el área de la costa sur de Guatemala. Estas especies son las que serán utilizadas en la presente investigación (laurel, aripin, cenicero y cushin).

2.1.5 Aripin *Caesalpinia velutina* (Caesalpiniodideae)

- Nombres Comunes:

aripín (CR, GU); brasilito (NI); chaltecoco (GU); chaperno blanco (GU); mandagual (NI); palo colorado (GU); totoposte (GU). (CATIE, 1992)

- Ecología

Crece en las zonas secas de América Central en laderas con suelos rocosos, en asociación con vegetación arbustiva y espinosa o en bosques poco densos. Especies frecuentemente asociadas son *Gliricidia sepium*, *Guaicum sanctum* y

Leucaena spp. Los rodales naturales se localizan normalmente en suelos calcáreos y suelos derivados de serpentín, aunque también tolera suelos salinos (CATIE, 1992)

Coloniza tierra agrícola abandonada por campesinos de agricultura migratoria. Es un árbol que enraíza profundo, con una fuerte raíz pivotante y raíces secundarias superficiales. Enraíza bien incluso en suelos rocosos, y si hay una capa endurecida, desarrolla un sistema radical superficial (CATIE, 1992).

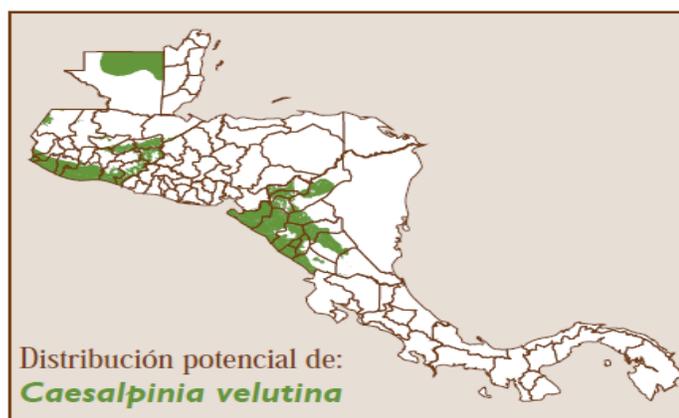


Figura 2: Distribución geográfica potencial de la especie de Aripín (*Caesalpinia velutina*)

Fuente: CATIE, 1992

– **Natural**

12°-16°N: Sur de México, Guatemala y posiblemente Nicaragua (aunque aquí podría ser introducida). Aunque es localmente muy abundante en el valle de Motagua, Guatemala, es infrecuente en otros lugares de modo natural (CATIE, 1992).

– **Plantada**

Ha habido plantaciones en la mayoría de países centroamericanos. Desde los años 80 se ha usado en programas de reforestación, especialmente en Guatemala, debido a su éxito inicial en algunos ensayos. Más tarde, sin embargo, otros ensayos mostraron un comportamiento mucho más variable. (CATIE, 1992)

– **Semilla**

La especie tiene una buena capacidad para la regeneración natural. Produce gran cantidad de semilla al final de la estación lluviosa, la cual permanece en el árbol por 7 meses. Comienzan a caer al inicio de la siguiente estación lluviosa, lo cual incrementa su supervivencia. Sin embargo, siempre hay una voraz predación de la semilla lo cual limita la capacidad de la especie de formar rodales naturales. (CATIE, 1992)

El momento de recolección no es crítico, ya que las vainas aguantan en el árbol por varios meses, pero lo habitual es de noviembre a enero, cuando las vainas están maduras. Las vainas no se abren solas y necesitan ser estrujadas manualmente para extraer las semillas. (CATIE, 1992)

Cada kilogramo contiene de 5000- 9000 semillas. Las semillas recién recolectadas no necesitan tratamiento pre-germinativo y pueden germinar más de un 90%, pero la semilla almacenada por un año o más debe ser tratada remojándola o en agua fría (20°-25° C) por 24-48 horas o en agua caliente (80° C) por 3 minutos. La escarificación manual rajando la cáscara también es efectiva. Las semillas frescas si se almacena en un lugar frío con insecticida contra los gorgojos, puede aún germinar en un 80% al cabo de dos años. (CATIE, 1992)

– **Propagación**

Las plantitas son fáciles de cuidar en el vivero, pues es una especie rústica. Puede sembrarse en almácigos y luego repicarse a bolsas. Sin embargo, por su alta germinación es mejor sembrar directamente en bolsas, dos semillas en cada bolsa a 2 cm de profundidad. La germinación comienza a los 3-4 días y dura 2 semanas. Las plántulas deberían alcanzar los 40-50 cm en las primeras 15 semanas desde la germinación. No es necesario sombra, y se riega 3 veces por semana, menos en el último mes, para endurecer las plantas, y se debe suprimir

8 días antes de plantar. La plantación con pseudoestacas o a raíz desnuda es posible, pero da peores resultados que las bolsas. (CATIE, 1992)

– **Plantación**

El suelo debe aflojarse hasta una profundidad de al menos 20 cm, aunque se recomiendan hoyos de 40 cm. Los rastrojos de la limpieza deberían incorporarse al suelo para mejorar el reciclaje de nutrientes. La preparación mecanizada (arado/gradeo/sub-soleo) puede ser necesaria si el suelo es compactado o con una capa endurecida. La plantación se hace al inicio de la estación lluviosa. (CATIE, 1992).

El control de malas hierbas es esencial en las primeras fases del desarrollo por el lento crecimiento inicial y su sensibilidad a la competencia con las malezas. Alrededor de cada planta se debe limpiar un área de al menos 50 cm en los dos primeros años y repetir 2 a 3 veces por año. Los costes de establecimiento se reducen sembrando directamente en asociación con cultivos agrícolas o hierbas forrajeras (2-3 semillas por hoyo), a espaciamientos de 2x2 m (2500 árboles/ha), de modo que los árboles se benefician de las limpiezas de malezas al cultivo. Este sistema ahorra dinero al eliminar la fase de vivero, y será más exitoso cuando el terreno cultivable no es muy abundante. (CATIE, 1992)

Bajo este sistema pueden producirse hasta 2 cosechas de maíz o frijol antes de que los árboles entren en competencia con los cultivos. Este espaciamiento es bueno para plantaciones energéticas, pero para madera se necesitan mayores espaciamientos, al menos 3x3 m. Las cercas vivas deben plantarse a espaciamientos de 2-3 m (CATIE, 1992).

– **Manejo**

El manejo dependerá siempre de los productos finales esperados. Para leña y postes los troncos deben cortarse limpiamente, a un ángulo, no más de 10 cm sobre el suelo para promover el rebrote. La especie rebrota bien, y se debería

dejar crecer hasta 3 rebrotes por tocón, eliminando el resto. Los mejores rebrotes son las más cercas del suelo (CATIE, 1992).

Para madera se necesitan 1 o 2 raleos, según la densidad inicial. La calidad de la madera puede mejorarse podando la mitad inferior del árbol en el año 3 o 4 para concentrar el crecimiento en una o dos ramas principales, aunque esto solo se justifica en árboles de buena forma en áreas donde hay un mercado provechoso para postes o madera de construcción (CATIE, 1992).

La supervivencia en plantaciones normalmente alta (por encima del 80%). El crecimiento en diámetro y altura es moderadamente rápido. En buenos sitios se puede esperar 1 m de altura de crecimiento y más de un centímetro de diámetro por año. Tres ensayos en Guatemala dieron una producción media de leña de 3.2 tm/ha/año a los 22 meses y 6.1 tm/ha/año a los 33 meses, en sitios con lluvias variando desde 512 mm a 1163 mm por año. El ciclo de corta es de 5 años para leña y 7 años para postes pequeños. Después de la corta, la especie mantiene una moderada capacidad para rebrotar de nuevo (3 a 5 tallos por árbol). El ciclo de corta para madera debe ser más largo (CATIE, 1992).

Cuadro 1. Especificaciones de adaptabilidad de la especie de Aripin (*Caesalpinia velutina*)

Clima y Suelo en condiciones naturales				¿Dónde crece mejor?	Factores limitantes
Pluviometría	600-1200 mm/año	Suelos	Tolera una amplia gama de suelos incluyendo alcalinos y salinos, pero prefiere Alfisoles, Molisoles, Entisoles e Inceptisoles	Zonas con más de 600 mm/año, por debajo de los 500 m de altitud. Suelos no muy arcillosos	No tolera: heladas, encharcamientos o compactación por ganado. Crecimiento muy lento en Vertisoles o en suelos muy arcillosos
Estación seca	5-7 meses				
Altitud	50-1000 msnm	Textura	Ligera, franco arenosa o franca		
T min. Media meses más frío		pH	> 5.5		
T media anual	26-28°C	Drenaje	Bien drenados		

Fuente: CATIE, 1992

2.1.6 Cenicero *Albizia saman* (Jacq.) (Mimosaceae)

– Nombres comunes

Carreto, carretón y genízaro. (Alfaro, 2015)

– Objetivo de restauración forestal

Conservación de bosques de ribera. (Alfaro, 2015)

Sistemas agroforestales. (Alfaro, 2015)

– Distribución y ecología

Forma parte de bosques perennifolios y estacionalmente secos, pero en particular de aquellos abiertos de sabana. Muchos de los árboles que se encuentran en pastos pueden ser remanentes de bosques pasados. Es una especie pionera, que coloniza claros y campos abandonados. Se distribuye por toda América Central, desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del Sur (Colombia y Venezuela). (CATIE, 2003)

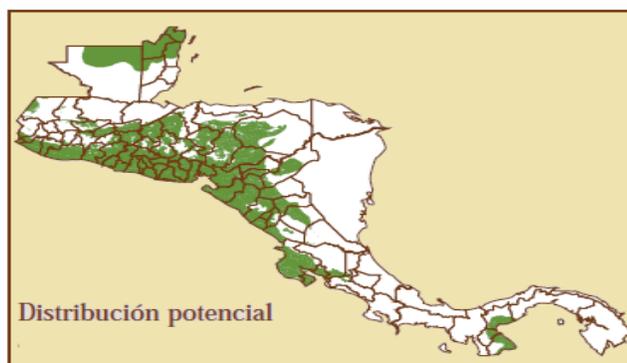


Figura 3: Distribución geográfica potencial de la especie de cenicero (*Albizia saman*).

Fuente: CATIE, 2003.

– Fenología

El período de floración y de fructificación se da durante todo el año. (CATIE, 2003)

- **Requerimientos ambientales**

Altitud: desde los 0 hasta los 1,500 msnm.

Temperatura: de 15 a 35° C.

Precipitación: Desde los 600 hasta los 2,500 mm.

- **Propagación**

Las plántulas crecen mejor en bolsas grandes (10x20 cm), y deberían mantenerse bajo sombra parcial por 2-4 semanas después de la germinación.

Normalmente necesitan 3 a 5 semanas para producir plántulas de 20 a 30 cm de alto. No requieren inoculación con *Rhizobium* para fijación de nitrógeno y muestran una nodulación efectiva. (CATIE, 2003)

- **Plantación**

Los árboles se plantan normalmente a espaciamientos amplios para que las densidades de siembra sean de 10 a 20 árboles por hectárea. Esto promueve un rápido crecimiento en diámetro y el desarrollo de una copa extensa para maximizar la sombra y la producción de vainas. (CATIE, 2003)

2.1.7 Laurel *Cordia alliodora* Boraginaceae

- **Nombres Comunes**

Laurel blanco, laurel cafetero, araña caspi, Laurel macho.

- **Descripción botánica**

Árbol que crece hasta 40 m de altura, 20 m de fuste y 100 cm de diámetro, base del tronco con aletones medianos laminares, tronco recto y cilíndrico, la corteza no muy fisurada es café oscuro y copa rala que proyecta poca sombra es angosta con tendencia a cilíndrica o a sub piramidal.

Raíz en buenas condiciones edáficas desarrolla una raíz principal, profunda y fusiforme con aletones poco o medianamente restos de 40 m. de altura (Vinueza, 2012).

Hojas simples alternas, helicoidales, sin estipulas, con pelos estrellados diminutos en ambas caras, elíptico-lanceoladas a oblongas, con acumen corto, de 5 a 20cm de largo por 2 a 5cm de ancho, enteras, dispuestas en espiral, ásperas verdes oscuras y opacas por arriba y verdes más claros por debajo (Vinueza, 2012).

Flores en panículas terminales o axilares, blancas con olor dulce dispuestas en manojo vistoso, de 5 a 30 cm. de longitud. Las floraciones se han observado entre octubre a marzo y los frutos entre noviembre a abril. La recolección debe hacerse en la copa del árbol (Vinueza, 2012).

Fruto seco, con cáliz y corola persistentes, nuececilla pequeña de color café, contiene una semilla blanca de 4 a 5 mm de longitud (Vinueza, 2012).

– **Ecología y distribución de la especie**

El laurel es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Costa y Amazonia ecuatorianas. Se distribuye de México a Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil (Vinueza, 2012).

Una de las características interesantes de este árbol para los sistemas propuestos, es que presenta auto poda, aun en condiciones abiertas. Los árboles adultos pueden ser deciduos, aun en climas no estacionales, durante uno o dos meses después de la producción de la semilla (Vinueza, 2012).

– **Requerimientos climáticos.**

Altitud: 50 – 1000 msnm

Precipitación: 2000 – 4000 mm

Temperatura: 20 – 27 °C

– **Requerimientos edáficos.**

La especie tiene su óptimo desarrollo en suelos profundos, franco arenoso y franco arcilloso, bien drenados, de preferencia aluvial con ceniza volcánica reciente, sin capas endurecidas ni agua freática permanente a poca profundidad y rico en materia orgánica. Soporta suelos alcalinos, neutros y ligeramente ácidos, se comporta mejor en estos últimos (pH de 4.5 a 6.5) (Vinuesa, 2012).

– **Factores limitantes de crecimiento.**

El laurel es una especie latifoliada nativa, presenta tasas satisfactorias de crecimiento. Tiene buena adaptabilidad en diferentes localizaciones, pero no se recomienda plantarlo en asocio con pastos, debido al pisoteo de ganado, ya que restringe el crecimiento diametral del fuste. Fuera de su hábitat su rendimiento final decae, como plántula soporta la sombra, pero luego requiere total exposición por ser heliófita (Vinuesa, 2012).

No se desarrolla bien en los suelos muy ácidos y pobres con bajo contenido de calcio, son grandes limitantes para su buen desarrollo y crecimiento. No tolera el drenaje interno pobre, el encharcamiento, ni suelos compactados (Vinuesa, 2012).

2.1.8 *Cushin Inga sp* Mimosaceae

– **Nombres Comunes**

Cuanicuil, guajinicuil (México); guabo, guaba chilillo, mecate (Costa Rica), guamo, rabo de mono, guamo churimo (Colombia); guabillo (Perú). (Novoa, 1992).

– **Descripción botánica**

Árbol de copa densa, ancha, aparasolada con ramificación simpoidal desde el segundo tercio. Alcanza alturas de hasta 30 m, con diámetros de 30 a 60 cm. El fuste es recto y cilíndrico, la corteza color marrón claro lenticelada; con lenticelas

de 2 a 3 mm de largo dispuestas en hileras y aglomeradas en la base del fuste. (Novoa, 1992)

Las hojas son compuestas, paripinnadas, de 15 a 25 cm de longitud; raquis alado con glándulas en forma de cráter entre los folíolos: con 4 a 6 pares de folíolos opuestos, oblongolanceolados, ápice agudo, base obtusa, haz glabro color verde oscuro con envés pubescente y amarillento. (Novoa, 1992)

Las inflorescencias en racimos terminales de 7 a 12 cm de largo, con flores blancas, hermafroditas, de 3.5 a 4 cm de largo, cáliz y corola tubulares con 4 a 5 lóbulos; estambres numerosos con filamentos filiformes de 3 a 4 cm de largo; ovario súpero. (Novoa, 1992).

Los frutos son legumbres de 40 a 180 cm de largo, color café verduscas, profundamente estriadas, carnosas, que contienen numerosas semillas negras en su interior rodeadas por un arilo blanquecino, algodonoso y comestible. (Novoa, 1992)

La madera tiene un peso específico de 0.54 g/cm³, Es de color pardo blancuzco, textura media, grano ligeramente entrecruzado. Es difícil de trabajar. Se usa en construcciones rurales, cajas, muebles, postes y leña. (Novoa, 1992)

– **Distribución y hábitat**

Esta especie es originaria de la Amazonía y se distribuye desde los 26 °S en Brasil y Ecuador, hasta los 100N en Honduras en América Central. La distribución altitudinal varía de 0 a 1800 msnm, con precipitaciones de 800 a 1200 mm por año, con una estación seca de hasta cuatro meses y temperaturas de 20 a 26 °C. Es común encontrarla a la orilla de caminos y ríos en formaciones de bosque secundario, Tolera suelos hasta semipermeables y con altos contenidos de aluminio. (Novoa, 1992)

– **Floración y fructificación**

Floración: En la vertiente Atlántica de América Central, la floración es abundante y es cada cuatro meses. En Honduras florece de enero a mayo, en El Salvador de febrero a mayo y en Costa Rica de noviembre a abril (Novoa, 1992).

Frutos: Esta especie fructifica en la estación húmeda. En Honduras los frutos se observan de junio a agosto, en El Salvador de abril a agosto, en Costa Rica de mayo a agosto y en Perú de enero a febrero (Novoa, 1992).

Semillas: De color amarillo, lila y combinación de estos, vivíparas; con dos cotiledones carnosos, de 2 a 5 cm de largo (Novoa, 1992).

– **Recolección y rendimientos**

El período óptimo para la recolección de frutos en América Central es entre los meses de julio a agosto. Los frutos se colectan directamente del árbol o del suelo (Novoa, 1992).

– **Procesamiento de frutos y semillas**

Una vez recolectados los frutos son transportados en sacos de yute al sitio de procesamiento, donde son colocados en zarandas a la sombra por un día. Las vainas se golpean suavemente para permitir su apertura, posteriormente se procede a extraer las semillas y remover la pulpa manualmente (Novoa, 1992).

– **Calidad física y germinación**

Calidad física: La cantidad de semillas por fruto varía de 8 a 20 semillas puras y la cantidad promedio de semillas puras por kilogramo es de 330. Las semillas son recalcitrantes (Novoa, 1992).

Germinación: El porcentaje de germinación varía de 95 a 100% con semilla fresca. La germinación es epigea, se inicia a los cuatro días después de la siembra y finaliza de 15 a 25 (Novoa, 1992).

Tratamiento pre-germinativo: Las semillas no requieren tratamiento pre-germinativo. Algunas veces estas germinan dentro del fruto aún cerrado (Novoa, 1992).

– **Almacenamiento**

La especie posee una alta viabilidad (95%), la cual se pierde rápidamente a menos que la semilla sea conservada a baja temperatura (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)

– **Manejo de la especie en vivero**

Por lo general la semilla es extraída y sembrada rápidamente en el sustrato, colocando el corte transversal de los cotiledones hacia arriba. El sustrato debe tener 25% de drenaje como mínimo para evitar la presencia de hongos. (Novoa, 1992)

Con el sistema de producción en bolsas, con una semilla por bolsa a 2 cm de profundidad y semi-sombreado, al inicio las semillas germinan de dos a tres días después de la siembra (95% a 100% de germinación) y dos meses después las plántulas están listas para ser plantadas. (Novoa, 1992)

– **Problemas fitosanitarios**

En análisis fitosanitarios a lotes de semillas se reportan hongos como *Phomopsis* sp (10%). Las ramas jóvenes son atacadas por *Oncideres saga*, amazona Coleóptero de la familia *Cerambycidae*. (Novoa, 1992)

2. 2. Marco Referencial

2.2.1 Aspectos biofísicos del área

El sitio experimental está localizado en la finca Zulia la cual pertenece a la empresa Pantaleón-Concepción y se encuentra ubicada en el municipio Nueva Concepción, Escuintla a una altura de 75 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas 14°15'26.95"N Latitud Norte y 91°15'37.16"O Longitud Oeste. La finca Zulia limita al norte con las fincas Cuntán, Puyumate y Bandurria, al sur con las fincas, Caspín, San Luis, La Gloria y Los Laurales; al este con la ruta departamental y al oeste con el río Madre Vieja.



Figura 4: Ubicación geográfica del experimento

2.2.2 Clima

Según Holdridge 1982, la finca Zulia se encuentra en la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical (cálido) (bmh-S(c)).

2.2.3 Hidrología en el área de estudio

De acuerdo a la estación meteorológica Puyumate ubicada dentro de esa finca se registran temperaturas mínimas de 14.38°C y temperaturas máximas de 37.96°C teniendo una temperatura media de 26.45°C, con una humedad relativa media de 85% y una precipitación anual de 1989.88 mm.

A continuación, se presenta una gráfica que muestra la curva de la precipitación anual de los últimos cinco años.

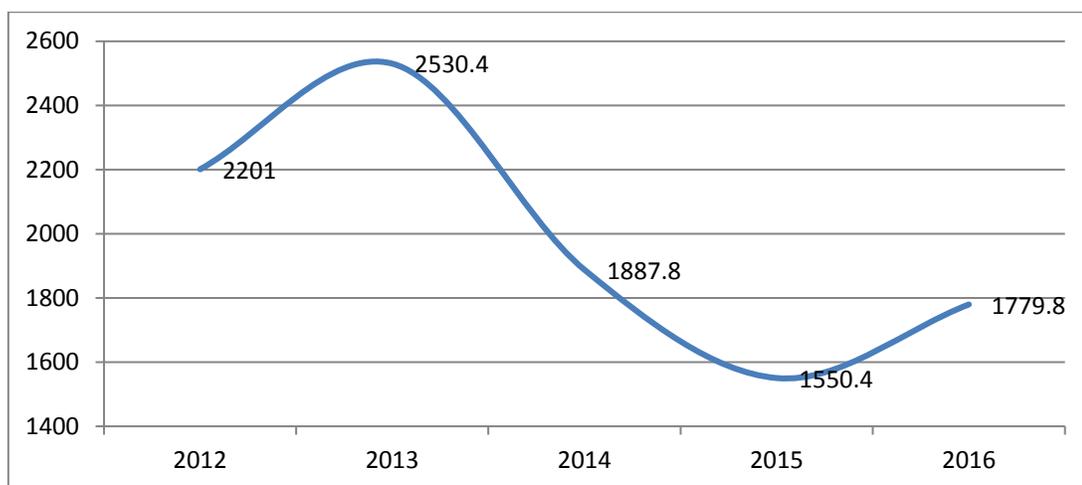


Figura 5: Precipitación anual de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 tomada de la estación meteorológica Puyumate

2.2.4 Suelos del área de estudio.

Según la clasificación semi-detallada de suelos realizado por CENGICAÑA (2015) el área donde se llevó a cabo la investigación, pertenece al Conjunto Pacífico (Fluventic hapludolis Franca Gruesa) Complejo Porvenir, plano con pendiente menor del 1%, suelos profundos, bien drenados y sin erosión, 37-70 cm: color pardo oscuro (10YR3/4); textura franca a franco arenoso; sin estructura (masivo).

El bosque de ribera Zulia tiene un suelo franco arenoso, degradado con una pendiente 1-3%, con drenajes externo e interno moderado, natural moderado y se clasifica en el subgrupo Andic Hapludolls.

2.2.5 Protección de los bosques

El Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), es el principal instrumento de política forestal del Instituto Nacional de Bosques (INAB), el cual, ha facilitado el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales en tierras que antes no tenían cobertura forestal, propiciando así un clima favorable para que los inversionistas del sector forestal inicien, con el apoyo del Estado, un camino directo hacia el desarrollo forestal de Guatemala (INAB, 2007).

Por otra parte, también se han incorporado bosques naturales a un proceso de manejo sostenible (con fines de protección y de producción) en el espacio y en el tiempo, en beneficio del país, de la sociedad en general y de quienes invierten en proyectos forestales (INAB, 2007).

La Ley Forestal (Decreto Legislativo No. 101-96), en su Título VII, Capítulo I y Artículo 71 se refiere a los Incentivos Forestales, así: Incentivos. El Estado otorgará incentivos por medio del Instituto Nacional de Bosques, INAB, en coordinación con el Ministerio de Finanzas (INAB, 2007).

Públicas conforme esta ley; a los propietarios de tierras, incluyendo a las municipalidades, que se dediquen a proyectos de reforestación y mantenimiento enterras de vocación forestal desprovistas de bosque, así como al manejo de bosques naturales; y las agrupaciones sociales con personería jurídica, que virtud a arreglo legal, ocupan terreno de propiedad de los municipios (INAB, 2007).

Estos incentivos no se aplicarán a la reforestación derivada de los compromisos contraídos según los casos indicados en esta ley. Las plantaciones derivadas de programas de incentivos forestales se conceptúan como bosques plantados voluntarios (INAB, 2007).

Las aplicaciones de los incentivos forestales se dan a:

- Los propietarios de tierras, incluyendo a las municipalidades
- Las agrupaciones sociales con personería jurídica que, en virtud de arreglo legal, ocupan terrenos propiedad de los municipios.
- Los arrendatarios de áreas de reservas de la Nación; y,
- Las cooperativas, comunidades indígenas o cualesquiera otras formas de tenencia comunal o colectiva de propiedad agraria, que históricamente les pertenecen y que tradicionalmente han administrado en forma especial, siempre que estén debidamente representadas.

- Los propietarios de bosques naturales ubicados en áreas de muy alta recarga hídrica y en la parte alta de las cuencas que abastecen a cabeceras departamentales y municipales.

De acuerdo a las diferentes modalidades de incentivos que en el programa se puede aplicar y que esta investigación tiene de interés única se encuentra: *Restauración de Tierras Forestales Degradadas*.

La Restauración de Tierras Forestales Degradadas es un proceso destinado a recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en zonas deforestadas o paisajes forestales degradados” (OIMT/UICN, 2005).

Como también es un proceso planificado que pretende recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes forestales que han sido deforestados o degradados (Maginnis, 2002).

Parte de los incentivos de la Restauración de Tierras Forestales Degradadas es conocer el monto que el beneficiario puede obtener y los años beneficiados, por lo que a continuación se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Monto de incentivo para la modalidad de restauración de tierras degradadas

Regeneración natural, Bosques riparios, Bosques secundarios y Bosques degradados	
Año	Monto/ha (Q)
1	3,500.00
2 al 10	1,500.00 c/año
Total (10 años)	17,000.00

Fuente: PROBOSQUE, 2015

En el cuadro 2 se menciona el monto a incentivar de la modalidad restauración de tierras degradadas que son únicamente en los primeros 10 años desde que se da inicio la plantación.

Para ser considerados en esta modalidad, deben cumplir con:

- a. Estar ubicados en el mapa de áreas potenciales de restauración forestal.
- b. Ser tierras forestales degradadas.

III. OBJETIVOS

1. GENERAL

Evaluar el establecimiento de tres densidades de plantación y dos arreglos espaciales de cuatro especies forestales en asocio en bosque de ribera en finca Zulia, Nueva Concepción, Escuintla.

2. ESPECÍFICO

2. 1. Determinar la sobrevivencia de las cuatro especies forestales en la etapa de establecimiento de la plantación forestal.
2. 2. Comparar el crecimiento de las especies forestales en condiciones diferentes de densidad y arreglos de plantación.
2. 3. Identificar las malezas de mayor importancia en la etapa de establecimiento de bosque de ribera conformado por un asocio de especies.
2. 4. Identificar la entomofauna en el bosque de ribera en su etapa de establecimiento.
2. 5. Comparar los costos de los tratamientos evaluados.

IV. HIPÓTESIS

Al menos una densidad de plantación y/o arreglo de plantación favorece el crecimiento de cuatro especies forestales en la etapa de establecimiento en condiciones de bosque de ribera en su sobrevivencia.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

Finca Zulia del Ingenio Pantaleón, Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala. (Ver figura 4).

5.2. Material Experimental

- Plántulas de 30 cm. de altura (aripin, cenicero, laurel y cushin)
- Machete
- Cinta métrica
- Vernier
- Pita plástica
- Estacas para el ahoyado
- Regla plástica
- Cal
- Vehículo
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo

5.3. Análisis Estadístico

5.3.1. Diseño Experimental Bi-factorial con bloques al azar con arreglo en franjas divididas

Se estableció un experimento bifactorial dispuesto en un diseño en bloques al azar con arreglo en franjas divididas, considerando el arreglo de especies (factor A) y las densidades de plantación (factor B). Se instalaron cuatro bloques (repeticiones) y estuvo conformado por seis tratamientos.

El experimento tuvo las siguientes dimensiones: 80 m de largo y 30 metros de ancho con un área total por bloque de 2400 m² que equivale a 0.24 ha/bloque por cuatro repeticiones, dejando 5 metros entre bloque llegando a tener un área total de 1.005 ha (ver figura 10).

5.3.2. Unidad Experimental

El Factor A tuvo dos niveles A_1 (*Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* y *Cordia alliodora*) y A_2 (*Caesalpinia velutina*, *Albizia saman*, *Cordia alliodora* e *Inga sp*), los tratamientos con el nivel A_1 (3 especies) tuvieron un ancho de 9 m y un largo de 34 m que equivale a un área de 306 m² y los tratamientos con el nivel A_2 (4 especies) tuvieron un ancho de 9 m y un largo de 46 m cada unidad experimental que equivale a un área de 414 m² (Ver figura 6).

Las unidades experimentales fueron ubicadas a lo largo del río Madre Vieja después de la borda o talud teniendo un ancho total de 37 m, 2 m para no desestabilizar la borda, seguido a ello los 30 m donde se planteó el establecimiento de la investigación, posteriormente a ello se dejaron 5 metros de brecha cortafuegos que sirve para evitar daños a la plantación.

En cada tratamiento se tuvo una parcela neta, donde se evaluaron 5 árboles por especie, de acuerdo al arreglo de especies se evaluó 15 árboles en la parcela con el nivel A_1 y 20 árboles en la parcela con el nivel A_2 (ver figura 8).

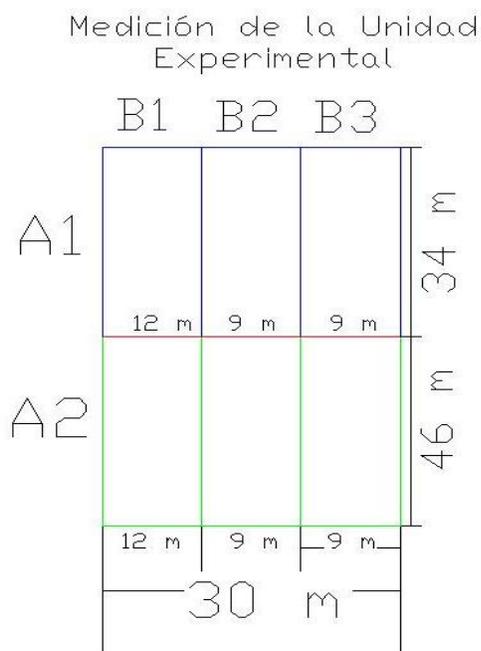


Figura 6: Medición de la unidad experimental

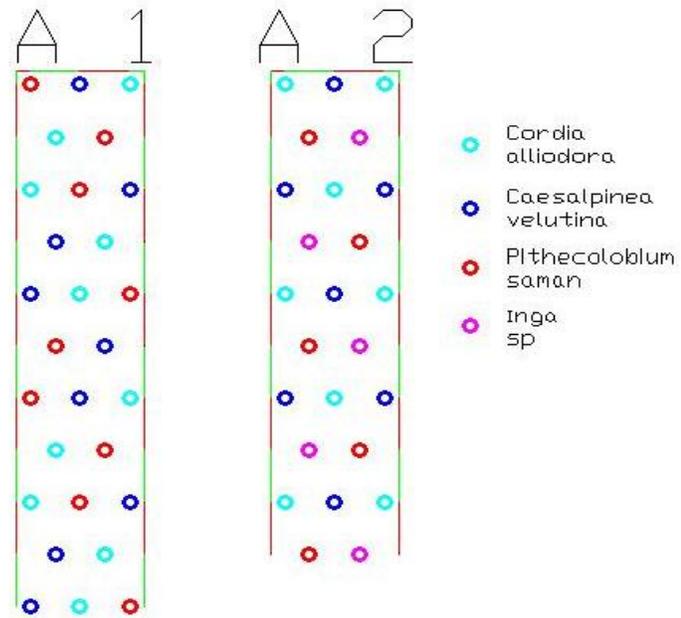


Figura 7: Diseño topológico de los arreglos de especies a evaluar

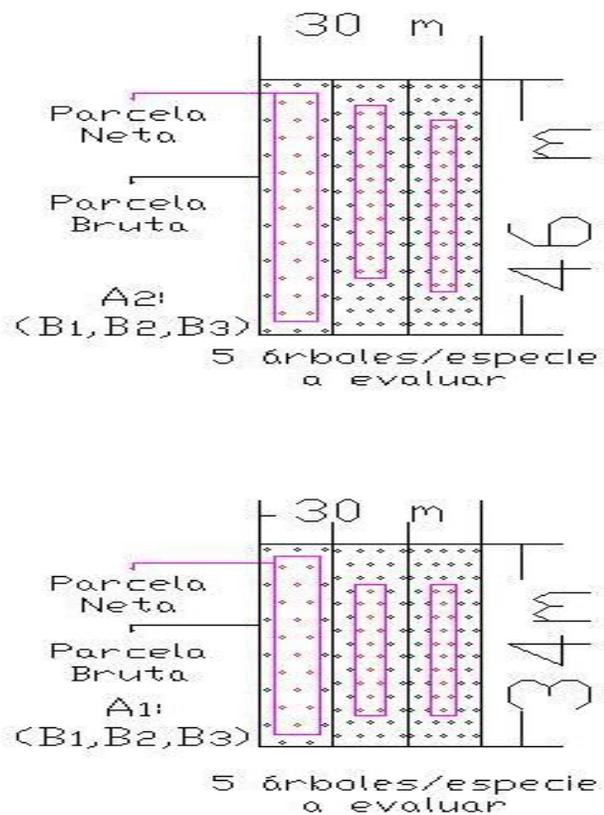


Figura 8: Parcela neta y parcela bruta de la unidad experimental.

Medición de la Unidad Experimental

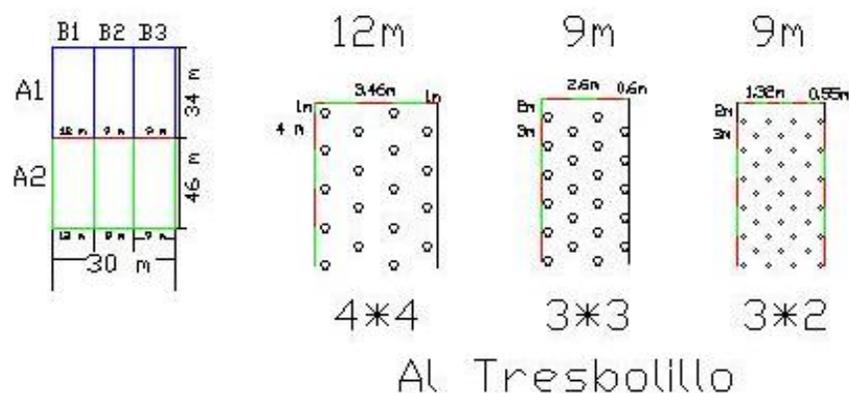


Figura 9: Medición de los tratamientos de acuerdo a las diferentes densidades de plantación y el número de árboles a muestrear

5.3.3. Tratamiento y aleatorización

Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en los diferentes bloques, teniendo el arreglo especies como factor A y las densidades de plantación como factor B, quedando distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 3: Arreglos de especies y densidades de plantación a utilizar en la investigación.

Factor	Detalle de la Unidad Experimental
	Arreglo de Especies
A ₁	Aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>), Cenicero (<i>Albizia saman</i>) y Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)
A ₂	Aripin (<i>Caesalpinia velutina</i>), Cenicero (<i>Albizia saman</i>) Laurel (<i>Cordia alliodora</i>) y Cushin (<i>Inga sp</i>)
	Densidades de Plantación
B ₁	722 árboles/ha
B ₂	1283 árboles/ha
B ₃	1666 árboles/ha

Cuadro 4: Tratamientos detallados de acuerdo a los factores utilizados

Tratamientos	Detalle de cada tratamiento
T ₁	3 especies forestales con 722 árboles por hectárea
T ₂	3 especies forestales con 1283 árboles por hectárea
T ₃	3 especies forestales con 1666 árboles por hectárea
T ₄	4 especies forestales con 722 árboles por hectárea
T ₅	4 especies forestales con 1283 árboles por hectárea
T ₆	4 especies forestales con 1666 árboles por hectárea

5.3.4. Croquis del experimento

Croquis del Experimento

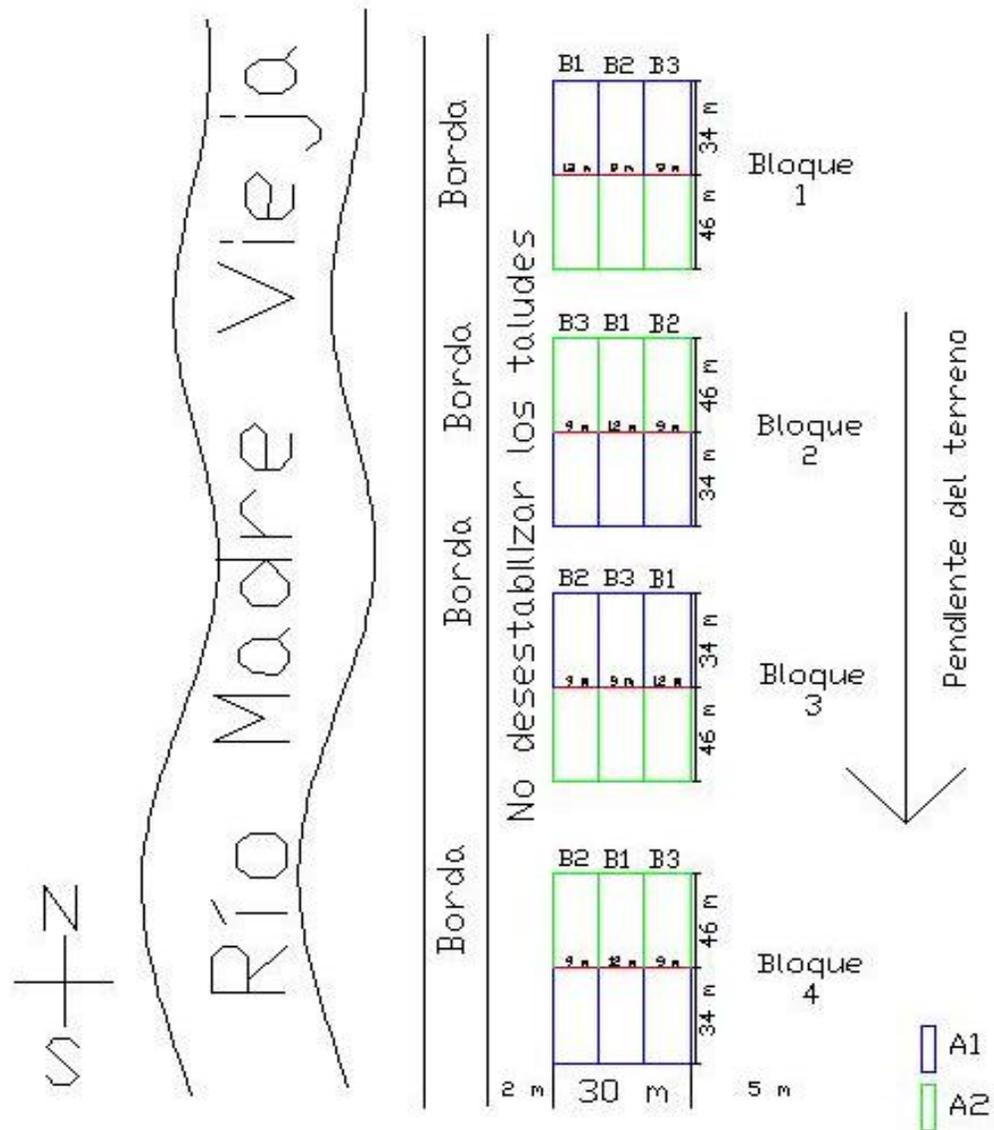


Figura 10: Croquis del experimento

5.3.5. Medición de variables

5.3.5.1. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia y su crecimiento

Porcentaje de sobrevivencia

- Se realizaron dos mediciones la primera a los 30 días después de haber plantado los árboles y la segunda a los 5 meses después de la plantación.
- Para la evaluación se contabilizaron todas las plantas tanto plantas vivas como plantas muertas, llevándose a cabo esta evaluación por especie, por tratamiento.
- Luego de la primera medición se llevó a cabo la resiembra en toda la investigación, para dejar en un 100% de sobrevivencia, por lo tanto, en la segunda medición nuevamente se evaluó sobre el 100% de plantas vivas.
- Es importante mencionar que los datos del porcentaje de sobrevivencia se transformaron utilizando la formula siguiente: $= \text{grados}(\text{aseno}(\text{"dato de la medición"}^{0.5}))$, esto para llevar a cabo el análisis de varianza y así conocer si existe significancia para cada factor.

Altura y diámetro de las plantas

Se hicieron dos mediciones de diámetro y de altura, la primera a los 35 días después de la plantación (Julio) y la segunda a los cinco meses después de la plantación al finalizar el período de lluvias (noviembre).

- Para la medición de estas variables se consideraron 5 plantas por especie y por tratamiento.
- Para la medición de las alturas se utilizó una cinta métrica y para la evaluación del diámetro de las especies se utilizó un vernier.
- La medición del diámetro de las especies, en la primera fecha se hizo a 5 cm sobre el suelo y para la segunda fecha se utilizó una medida estándar 15 cm de altura sobre el suelo, utilizando un vernier.

5.3.5.2. Procedimiento para la evaluación del valor de importancia para una comunidad vegetal (Cottam)

- Se utilizó un cuadro de 25 cm x 25 cm para tener un área mínima inicial de 0.0625 m².
- Se ubicó el sitio de muestreo y lanzó al azar el marco, posteriormente se determinó el número de especies dentro del marco y se hizo un listado.
- Luego se continuó con el movimiento del marco, realizándolo siempre a favor de las agujas del reloj, con ello se buscó duplicar el área para así volver a evaluar qué especies se encontraban dentro del área.
- Se dejó de rotar el marco hasta que ya no aparecieron especies nuevas.
- Se construyó una tabla donde especifica la especie encontrada, la especie nueva por cada rotación que se realizó, las especies acumuladas, el área del cuadro evaluado y el área acumulada.
- Una vez obtenida el área mínima de muestreo se continuó midiendo sacando el número de muestreo por bloque.
- Conociendo el área mínima de muestreo y teniendo el total de especies encontradas (identificadas en letras) se determinaron la densidad, frecuencia y cobertura de cada especie.
- Los valores de importancia se calcularon utilizando las diferentes fórmulas:

$$\text{Densidad real} = \frac{(\text{densidad 1} + \text{densidad 2} + \dots + \text{densidad n})}{\text{No. de unidades muestrales}}$$

$$\text{Cobertura real} = \frac{(\text{cobertura 1} + \text{cobertura 2} + \dots + \text{cobertura n})}{\text{No. de unidades muestrales}}$$

$$\text{Frecuencia real} = \frac{\text{No. de unidades muestrales en que aparece la especie}}{\text{No. total de unidades muestrales}}$$

- Para obtener los valores relativos de la D, C y F se calculó así:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad real}}{\sum \text{densidades reales}} * 100$$

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura real}}{\sum \text{coberturas reales}} * 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia real}}{\sum \text{frecuencias reales}} * 100$$

- Obteniendo así el valor de importancia sumando la D. relativa, C. relativa y la F. relativa haciendo un total de 300.

5.3.5.3. Procedimiento para la evaluación de la entomofauna en campo y en laboratorio (Moericke)

Se elaboraron ocho trampas de Moerike (ver figura 17 en anexos)

- Para la construcción de cada trampa se colocaron 3 varas de bambú (35 cm) en forma de trípode para sostener el plato amarillo.
- Se sembraron las varas a 5 cm de profundidad para asegurar la estabilidad del plato.
- Se colocó un plato (color amarillo como un atrayente de insecto) semi-hondo con un diámetro de 20 cm, en las varas y luego se llenó con la solución de captura (Propilenglicol).
- Se cubrió la trampa realizándole un techo con plástico para evitar la pérdida de insectos por lluvia, colocando 4 varas de bambú (70 cm, 50 cm) con una caída de agua de uno de los lados para evitar que se empozara el agua.
- Posteriormente se realizó la colecta de cada trampa luego de 3 días en campo, colocando la colecta dentro de un frasco por muestra con su respectiva identificación.

- El número de trampas fueron 2 por bloque, estas trampas se colocaron de manera estratégica una trampa al inicio y otra trampa al final de cada bloque.
- Se colocaron las muestras en recipientes plásticos y se almacenaron hasta su posterior revisión.
- Se agregó alcohol 95% a los frascos para su preservación.
- Se vertió el contenido del frasco en una bandeja blanca para facilitar su observación (figura 18 y 19 en anexos).
- Con la ayuda de una lupa se determinó a nivel taxonómico de Orden todos los especímenes observados.
- Se rotuló con lápiz una etiqueta con los datos del contenido del frasco y la fecha.
- Se realizó 1 colección para cada trampa, teniendo un total de 8 colecciones.
- Esta actividad se realizó principalmente para obtener mayor información sobre la fauna que se encuentra dentro del área de investigación.

5.3.5.4. Determinación de costos y beneficios por tratamientos

- Los costos de cada tratamiento se determinaron por la cantidad de plantas, mano de obra y materiales que se emplearon.
- También se estableció un beneficio que se da por parte del programa PROBOSQUE para el primer año de establecimiento para este tipo de área de bosques de ribera.

5.3.6. Análisis de la información

Para el análisis de la información se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) y una prueba múltiple de medias con el comparador Tukey en las ocasiones en que el análisis de varianza reveló diferencias significativas.

El modelo estadístico de este diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + (\rho\beta)_{jk} + (\alpha\rho)_{ik} + (\alpha\beta\rho)_{ijk}$$

Dónde:

- Y_{ijk} = Variable de respuesta medida en la ijk – ésima unidad experimental
- μ = Media general
- β_j = Efecto del j – ésimo bloque
- α_i = Efecto del i – ésimo nivel del factor A.
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i – ésimo nivel del factor A con el j -ésimo bloque, o sea, es el error experimental asociado al factor A, tal que $(\alpha\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma^2_1)$ e independientes, es utilizado como error (a).
- ρ_k = Efecto del k – ésimo nivel del factor B.
- $(\rho\beta)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el k -ésimo nivel de factor A con el j -ésimo bloque, o sea es el error experimental asociado al factor B, tal que $(\rho\beta)_{jk} \sim N(0, \sigma^2_2)$ e independientes, es utilizado como error (b).
- $(\alpha\rho)_{ik}$ = Efecto debido a la interacción del i - ésimo nivel del factor A con el k -ésimo nivel del factor B.
- $(\alpha\beta\rho)_{ijk}$ = Error experimental asociado a Y_{ijk} , tal que $(\alpha\beta\rho)_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$ e independientes, es utilizado como término de error o residuo.

5.4. Manejo de la Investigación

5.4.1. Procedencia de las plantas

Las plantas se obtuvieron del vivero de ICC ubicado en las instalaciones de CENGICAÑA. Se obtuvieron plántulas con una altura promedio de 0.30 m y luego se trasladaron al sitio donde se estableció el experimento.

5.4.2. Establecimiento de la investigación

El establecimiento de la investigación se llevó a cabo en la Finca Zulia, del Ingenio Pantaleón, Nueva Concepción, Escuintla (ver figura 4).

5.4.3. Actividades sobre el manejo agronómico

Durante la ejecución de la investigación se llevaron a cabo actividades para proteger a la plantación del experimento. En el cuadro 5 se detalla las actividades que se realizaron, fecha de aplicación y/o ejecución para cada actividad.

Cuadro 5. Actividades sobre el manejo agronómico

Actividad	Dosis de aplicación	Nombre Técnico	Fecha de aplicación
Aplicación de Herbicida	2.5 l/ha	Glifosato	09/ago/2017
	1 l/ha	2-4D	03/oct/2017
	0.5 m/ha	Alquil polieter	06/dic/2017
Aplicación de Fertilizante	2 g/planta	Formula Química 4.18 – 10 - 11.43 - 0.30 - 8.57 –0. 28	16/ago/2017
		Formula Química 7.73 - 7.14 - 2.86 - 0.00 - 8.57 -0.14	04/oct/2017
Plateo	No aplica	No aplica	16/ago/2017
			04/oct/2017
Aplicación para las plagas	1 mg/tronera	Ecterinente	Solo se aplicó para zompos
Aplicación de Enfermedades	28 g/planta	Imidacloprid	01/may/2017

Nota: la fórmula química del fertilizante es N-P₂O₅-K₂O-B-Mgo-Zn (Nitrogéno-Fosforo-Potasio-Boro-Manganeso-Zinc)

La práctica cultural para el control de malezas se llevó a cabo en los primeros seis meses de crecimiento de las plantas, y fue un plateo alrededor de estas. El plateo se realizó dos veces, el primero a los 77 días de la plantación y el segundo a los 50 días del primero.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Porcentaje de sobrevivencia

Esta variable permitió conocer el comportamiento de las especies en estudio, en cuanto al prendimiento, comportamiento que se dio antes y después de que iniciara y finalizara la época lluviosa.

Es importante mencionar, para que exista un establecimiento para las futuras áreas de ribera que el ICC implementa, es necesario evaluar este tipo de variable ya que con ello se busca recomendar especies que se adapten en condiciones extremas, tanto para la época seca como en época lluviosa.

En el cuadro 6 muestra el análisis de varianza de las especies en estudio que se dieron a los 30 días después de la plantación y a los 5 meses después de la plantación.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable porcentaje de sobrevivencia

% de Sobrevivencia	Factor	Descripción del Factor	30 ddp*	5 mdp**
Por tratamiento	A	Arreglos Espaciales	n.s.	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.	n.s.
<i>Cordia alliodora</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.	n.s.
<i>Caesalpinia velutina</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.	n.s.
<i>Albizia saman</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.	n.s.
<i>Inga sp</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.	n.s.

Nota: días después de la plantación (ddp)*, meses después de la plantación (mdp)**

En el cuadro anterior se observa el resultado de los análisis de varianza para la variable *porcentaje de sobrevivencia* de las diferentes especies y de acuerdo a esta evaluación se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas en los resultados por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada, para el arreglo de especies, para las densidades de plantación y para la interacción entre los dos factores.

También se evaluaron las especies en conjunto, tomando en cuenta el porcentaje de sobrevivencia por tratamiento, y luego de haber evaluado y realizado el análisis de varianza tanto en la primera evaluación como en la segunda evaluación, el resultado fue que no existió diferencias estadísticamente significativas y para ello se rechaza la hipótesis planteada, tanto para el arreglo de especies como también para las densidades de plantación y la interacción entre los dos factores.

Estos resultados se deben en parte al manejo de control de plagas y enfermedades como también los plateos que se realizaron al inicio y durante el experimento, para evitar la competencia de otras especies no evaluadas que pudieron en su momento obstaculizar el crecimiento de las especies forestales, pero también las lluvias ayudaron a que las plantas no sufrieran déficit hídrico luego de la primera medición.

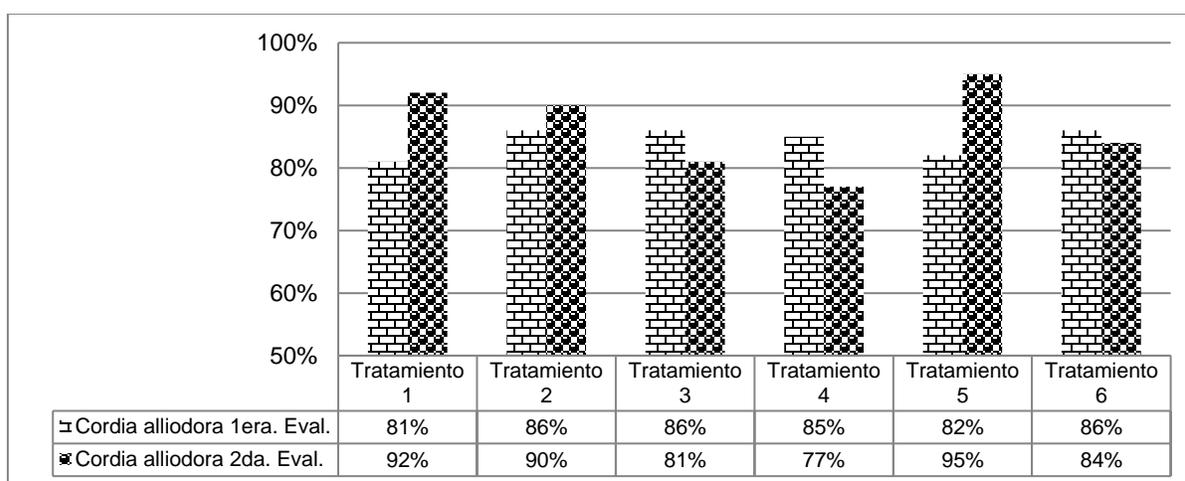


Figura 11: Promedio del porcentaje de sobrevivencia de *Cordia alliodora* de la primera y segunda evaluación

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

Para la especie de *Cordia alliodora* el comportamiento en cuanto a la primera y segunda evaluación se mantuvo una tendencia casi similar, esta especie no se vio tan afectada por la falta o presencia de lluvia, presentando características de adaptabilidad en las condiciones dadas en el área de investigación, teniendo un mejor resultado en el tratamiento 5 donde se evaluaron “las 4 especies a una densidad de 1283 árboles por hectárea” la diferencia fue mejor y más notable para la segunda evaluación.

Para la segunda medición específicamente en el tratamiento 4 donde se tiene un menor porcentaje de sobrevivencia (77%), es necesario mencionar que este fue afectado por las personas que a su paso destruían las plántulas, provocando variación en los resultados.

CONABIO (2009) indica que la especie *Cordia alliodora* se desarrolla mejor en densidades menores, de al menos, 625 árboles por hectárea, para evitar un estancamiento en su crecimiento, densidades mayores provocarían mortandad después de los dos años.

Para el ICC es importante que se conozcan especies forestales que tengan características que se adapten a condiciones secas y/o húmedas ya que esto permite saber que especies poder recomendar para establecer en las futuras áreas de ribera.

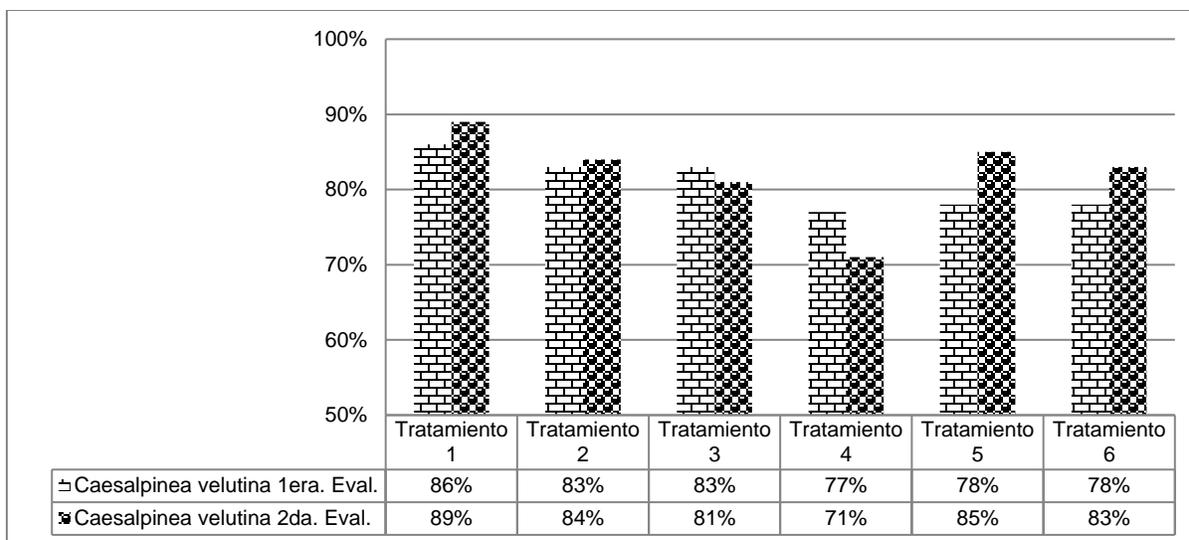


Figura 12: Promedio del porcentaje de sobrevivencia de *Caesalpinia velutina* de la primera y segunda evaluación

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

Para la especie de *Caesalpinia velutina* el comportamiento de las evaluaciones fue el mismo de la primera como de la segunda medición, con la diferencia de que en el tratamiento 4 el porcentaje de sobrevivencia para la segunda evaluación se dio una disminución bien notable. Esta especie redujo su sobrevivencia debido, que fue afectada por las personas que a su paso destruyeron las plántulas, tal como ocurrió con *Cordia alliodora* en el tratamiento 4.

Según Detlefsen (1985) menciona que el patrón de sobrevivencia se mantiene y es normal que en un inicio al menos para el primer año mueran plántulas por el tema de adaptación, aunque esta especie tiene una sobrevivencia alta en plantación (promedio de 87%).

Como se mencionó anteriormente esta especie también presentó características de adaptabilidad para la época seca y durante la época lluviosa, ya que para su desarrollo basta con una precipitación no mayor a los 600 mm anuales para su establecimiento y soporta precipitaciones hasta de 1200 mm anuales (CATIE, 1992), por esta razón es que esta especie no se vio tan afectada al momento del establecimiento como en la actividad de la resiembra, posteriormente en la segunda medición, luego de los 5 meses y esto se reflejó en la figura 12.

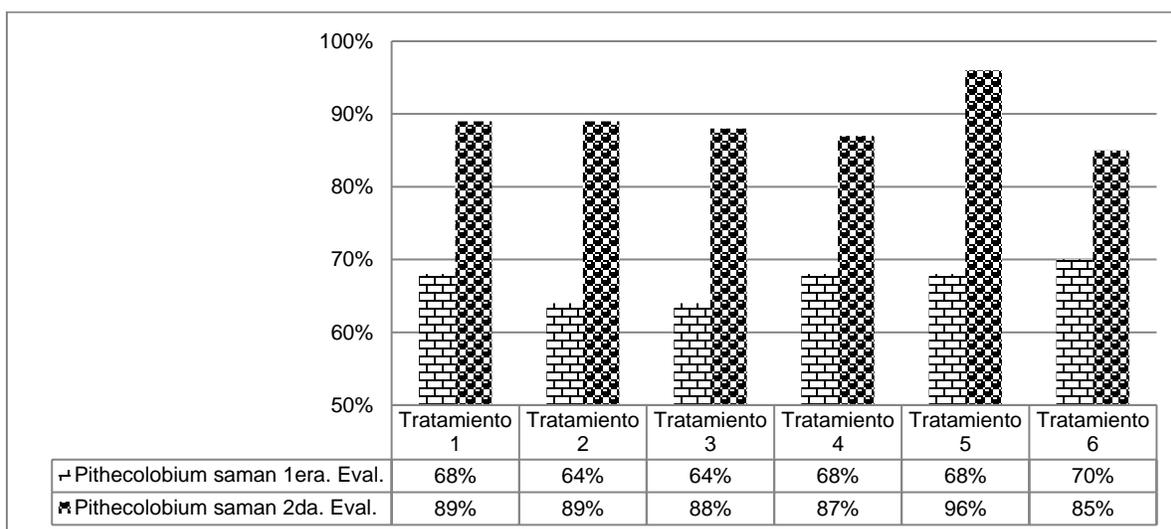


Figura 13: Promedio del porcentaje de sobrevivencia de *Albizia saman* de la primera y segunda evaluación

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

La primera medición los porcentajes de *Albizia saman* fueron resultados con bajos porcentajes de sobrevivencia en comparación con las demás especies y esto se debe a que esta especie requiere de lluvia desde un inicio, lo contrario con las

especies anteriores, y debido a la poca cantidad de lluvia que se presentó durante ese lapso de tiempo la planta fue afectada.

Albizia saman se comportó mejor para la segunda medición teniendo un alto porcentaje de sobrevivencia, en comparación con la primera medición y esto debido a la cantidad agua recibida provocada en la época lluviosa, ya que esta especie requiere de agua principalmente cuando se tiene una edad joven, siendo más resistentes a la sequía de adulto, como también es importante mencionar que la actividad de resiembra atribuyó en sus resultados sobresaliendo el tratamiento 5 en densidades de 1283 árboles por hectárea,

A pesar de ello estos resultados para el análisis de varianza no existieron diferencias significativas al menos para esta edad y en esas condiciones.

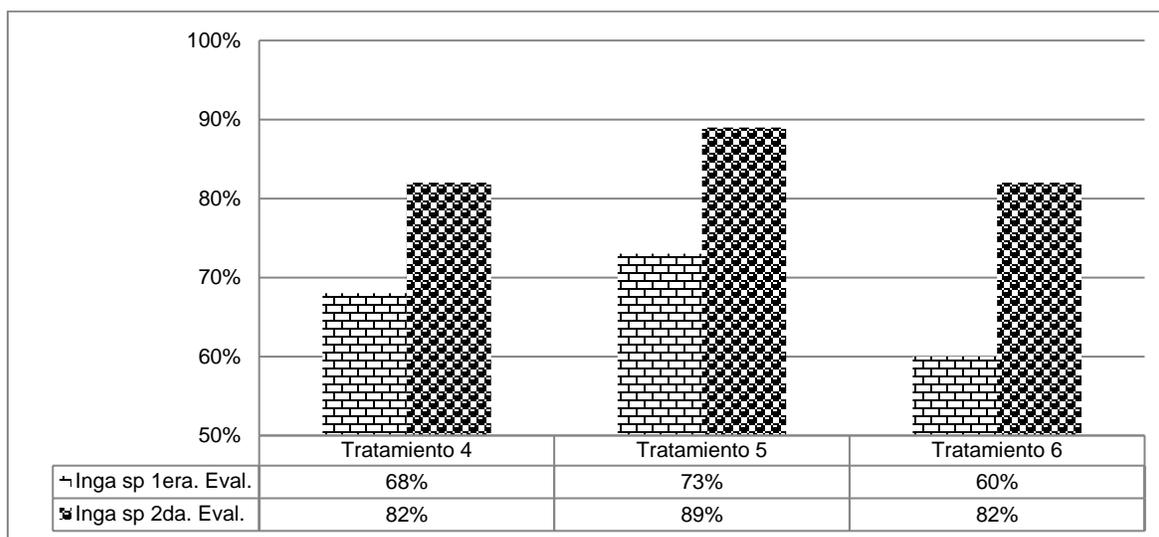


Figura 14: Promedio del porcentaje de sobrevivencia de las especies de la primera y segunda evaluación

Nota: Tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

Para la especie *Inga sp* por los factores evaluados (arreglos espaciales) solo se evaluaron en los tratamientos 4, 5 y 6, dando un porcentaje de sobrevivencia alto con una media del 84% de sobrevivencia, teniendo mayor porcentaje de sobrevivencia en el tratamiento de las 4 especies evaluadas a una densidad de 1283 árboles por hectárea (tratamiento 5).

Las cuatro especies evaluadas en la investigación, la primera medición se llevó a cabo en época seca; por ello los porcentajes de sobrevivencia fueron menores que en la segunda medición, esto puede atribuírsele al déficit hídrico en algunas plantas provocando la muerte de las mismas, pero para la segunda medición estas plantas aprovecharon la época lluviosa como también se le atribuye mayormente a la actividad de resiembra, presentando un porcentaje mayor de sobrevivencia.

Se espera que las especies evaluadas de acuerdo a esta variable mantenga un porcentaje alto de sobrevivencia (85%) ya que esto va a depender de su densidad y la competencia entre especies hará que las plantas débiles mueran y las plantas con un alto porcentaje de adaptabilidad sobrevivan al menos para los primeros tres años de crecimiento; aunque se recomienda continuar con evaluaciones anuales para determinar el comportamiento respecto a las densidades de plantación evaluadas.

6.2. Variable Altura

6.2.1 Primera evaluación para la Variable Altura

A continuación, se presenta el cuadro 7 donde muestra los resultados de la primera medición de altura de las especies evaluadas.

Cuadro 7. Promedio de altura de las plantas a los 35 días de la plantación

Medición 05/07/2017	Altura de las especies			
	<i>Cordia alliodora</i> (cm)	<i>Caesalpinia velutina</i> (cm)	<i>Albizia saman</i> (cm)	<i>Inga sp</i> (cm)
Tratamiento 1	21.27	35.25	47.42	
Tratamiento 2	22.70	26.57	43.25	
Tratamiento 3	27.45	33.80	44.10	
Tratamiento 4	27.55	31.15	52.17	32.25
Tratamiento 5	24.00	32.60	42.82	31.67
Tratamiento 6	30.25	27.80	43.77	33.32

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

En el cuadro 7 donde se puede apreciar que las mejores alturas los presenta la especie de cenicero, que aunque es una especie de rápido crecimiento las mejores alturas se dan en densidades menores, como lo indica CATIE (2003), a espaciamientos amplios la especie de cenicero (*Albizia saman*) se da bien y esto promueve un rápido crecimiento y como se puede observar en los tratamientos 4 y 1 se dan las mejores alturas con 52.17 y 47.42 cm respectivamente, siendo también los dos tratamientos que tienen menores densidades con 722 plantas por hectárea, al resto de los tratamientos de la misma especie, aunque el cenicero (*Albizia saman*) siempre presenten las mayores alturas que el resto de especies.

En cuanto a la especie de laurel (*Cordia alliodora*) su crecimiento es lento, pero las razones son porque tiene un alto porcentaje de rebrote, eso hace que la planta enfoque su metabolismo en adaptarse al tipo de suelo y no en el

crecimiento, razón por la cual esta especie presenta los menores promedios de altura siendo ellos entre 20 a 30 cm en los diferentes tratamientos.

Para las especies de aripin (*Caesalpinia velutina*) y cushin (*Inga sp*), su crecimiento es menor ya que son especies de porte bajo principalmente el *Inga sp*, es decir su crecimiento es más lento que el resto de las especies, y es por ello que su promedio se mantiene en los 30 cm de altura respectivamente.

A continuación, se presenta el análisis de varianza de la primera medición de la variable altura donde se evaluó por factor y por interacción de los factores.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la primera evaluación para la variable altura

Altura de la planta	Factor	Descripción del Factor	1era. Evaluación
<i>Cordia alliodora</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Caesalpinia velutina</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Albizia saman</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Inga sp</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.

Como se puede observar en el cuadro 8, la variable altura para la primera medición, no se presentaron diferencias significativas, lo que significa que las plantas que se utilizaron en el experimento fueron homogéneas en cuanto a altura al momento de la plantación.

6.2.2 Segunda evaluación para la Variable Altura

Para la variable altura se tuvo una segunda medición en las plantas luego de 5 meses de crecimiento y en el cuadro 9 se muestra los resultados.

Cuadro 9. Promedio de altura de las plantas a los 5 meses de plantación

Medición 14/11/2017	Altura de las especies			
	<i>Cordia alliodora</i> (cm)	<i>Caesalpinia velutina</i> (cm)	<i>Albizia saman</i> (cm)	<i>Inga sp</i> (cm)
Tratamiento 1	46.80	84.20	105.45	
Tratamiento 2	55.15	72.65	93.2	
Tratamiento 3	57.20	98.25	112.85	
Tratamiento 4	60.02	85.92	110.00	57.40
Tratamiento 5	60.90	82.75	96.65	47.20
Tratamiento 6	64.00	79.05	97.45	60.80

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

Observando el cuadro 9, las mayores alturas en promedio lo presentaron la especie de cenicero (*Albizia saman*) con un promedio de 102.6 cm seguido por la especie de aripin (*Caesalpinia velutina*) con un promedio de 83.80 cm, y por último las especies laurel (*Cordia alliodora*) y cushin (*Inga sp*) con promedios de 57.345 y 55.13 cm respectivamente.

Aunque existan diferencias de crecimiento de altura entre especies, la evaluación se realizó por especie ya que cada una se comporta diferente en su crecimiento, su metabolismo y desarrollo.

La diferencia en el crecimiento de las especies se debe principalmente en su metabolismo, el cual influye que algunas especies prefieren distanciamientos amplios para un mayor crecimiento, pero otras especies prefieren distanciamientos menores para la competencia con las demás plantas (Vinueza, 2012).

Para esta segunda medición a diferencia de la primera medición la lluvia fue un factor que ayudó al crecimiento de las plantas y que estas a su vez no sufrieran déficit hídrico, los plateos también contribuyeron a que las plantas se desarrollaran en altura sin tener competencia con otras especies. Los resultados de los análisis de varianza se observan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza de la segunda evaluación para la variable altura

Altura de la planta	Factor	Descripción del Factor	2da. Evaluación
<i>Cordia alliodora</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.
	B	Densidades de Plantación	*
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Caesalpinia velutina</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Albizia saman</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Inga sp</i>	A	Arreglos Espaciales	n.s.
	B	Densidades de Plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.

En el cuadro 10, la única especie que presenta diferencias significativas es la especie de laurel (*Cordia alliodora*) en el factor “B” (densidades de plantación), esto quiere decir que “al menos una densidad de plantación y/o arreglo de plantación favorece el crecimiento de tres especies forestales en la etapa de establecimiento en condiciones de bosque de ribera para la variable de respuesta altura de las plantas” por lo tanto se hizo una prueba de medias con el comparador de Tukey para la evaluación de medias y así poder conocer que densidad de plantación favoreció el crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*).

Como parte de los resultados se realizó una prueba de medias con el comparador de Tukey para las densidades de plantación, por lo tanto, a continuación, se muestra el comparador de Tukey de la prueba múltiple de medias.

Cuadro 11. Comparador de Tukey al 5% para la variable altura del factor “B” (densidades de plantación)

TUKEY 5%			
q =	4.5	Error Estándar	0.99728364
W=	4.49		
Densidades de Plantación	Media	Significancia	
B ₃ (1666 plantas por hectárea)	60.60	a	
B ₂ (1283 plantas por hectárea)	58.03	a	
B ₁ (722 plantas por hectárea)	53.41	b	

Para la variable altura de acuerdo a la segunda medición se tuvo diferencias significativas para el factor “densidad de plantación” y en el cuadro 11 se muestra los resultados del comparador de Tukey al 5% al evaluar dicho factor.

La interpretación de este resultado es que a mayor densidad de plantación mayor altura, por lo que esta especie responde a la competencia por luz respecto a las otras, aunque aún no se han hecho sombras entre plantas por la edad de las mismas.

En el 2000, Becker, Agostini, y Costas, evaluaron efectos de la densidad de plantación sobre el crecimiento de las plantas forestales, donde la densidad de 1000 árboles por hectárea, siendo este la mayor densidad evaluada; presentó una altura media significativamente superior a las demás densidades (400, 600 y 800 árboles por hectárea), y la densidad de 800 árboles por hectárea presentó la menor altura de las demás densidades (400, 600 y 1000 árboles por hectárea)

Es importante mencionar, que el crecimiento de la variable altura va estar influenciado de las diferentes densidades de plantación en estudio (722, 1283 y 1666 árboles por hectárea) como se mencionó anteriormente a mayor densidad las especies tienden a tener una mayor altura y a menor densidad las especies tienden a tener una menor altura, esto debido a la competencia de crecimiento que se da entre plantas.

6.3. Variable Diámetro

6.3.1 Primera evaluación para la Variable Diámetro

A continuación, se presenta los resultados del diámetro de la primera medición de las diferentes especies para conocer el efecto que tuvo al evaluar los diferentes factores (arreglo de especies y densidades de plantación).

Cuadro 12. Promedio del diámetro de las plantas a los 35 días de plantación

Medición 05/07/2017	Diámetro promedio de las especies			
	<i>Cordia alliodora</i> (mm)	<i>Caesalpinia velutina</i> (mm)	<i>Albizia saman</i> (mm)	<i>Inga sp</i> (mm)
Tratamiento 1	3.59	5.07	6.63	
Tratamiento 2	3.55	4.56	5.85	
Tratamiento 3	4.08	5.29	5.89	
Tratamiento 4	3.50	4.49	6.84	4.66
Tratamiento 5	3.45	4.68	6.30	4.29
Tratamiento 6	4.35	4.34	5.88	4.23

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

En el cuadro 12 se muestra los resultados de la primera medición del diámetro de las plantas, el cual indica un crecimiento más uniforme en el diámetro que en la altura de las plantas, pero siempre con la misma tendencia, teniendo siempre los mayores diámetros la especie de cenicero (*Albizia saman*) con un promedio de 6.23 mm seguido por el aripin (*Caesalpinia velutina*) con 4.74 mm, el cushin (*Inga sp*) con 4.39 mm y por último el menor diámetro lo presenta la especie de laurel (*Cordia alliodora*) con 3.75 mm.

A continuación, se presenta los resultados del análisis de varianza de la variable diámetro de la primera medición.

Cuadro 13. Análisis de varianza de la primera evaluación para la variable diámetro

Diámetro de la planta	Factor	Descripción del Factor	1era. Evaluación
<i>Cordia alliodora</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Caesalpinia velutina</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Albizia saman</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Inga sp</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.

En el cuadro 13 se presenta los resultados de la primera medición donde se muestra que no hay significancia en los diferentes factores evaluados para la variable diámetro, lo que significa que las plantas de la misma especie utilizadas para el experimento fueron homogéneas al momento de la plantación.

6.3.2 Segunda evaluación para la Variable Diámetro

También se llevó a cabo una segunda medición para la variable diámetro en las especies en estudios y así conocer el comportamiento de cada uno de ellos y en el cuadro 14 se puede observar los resultados.

Cuadro 14. Promedio del diámetro de las plantas a los 5 meses de plantación

Medición 14/11/2017	Diámetro de las Especies			
	<i>Cordia alliodora</i> (mm)	<i>Caesalpinia velutina</i> (mm)	<i>Albizia saman</i> (mm)	<i>Inga sp</i> (mm)
Tratamiento 1	7.200	11.600	13.950	
Tratamiento 2	7.600	11.950	14.150	
Tratamiento 3	8.250	12.900	15.450	
Tratamiento 4	8.433	11.368	15.650	7.750
Tratamiento 5	8.800	11.450	14.000	7.750
Tratamiento 6	8.450	10.700	14.150	8.000

Nota: Tratamiento 1 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 2 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1283 árboles por hectárea), tratamiento 3 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina* y *Albizia saman* a una densidad de 1666 árboles por hectárea), tratamiento 4 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 722 árboles por hectárea), tratamiento 5 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1283 árboles por hectárea) y tratamiento 6 (*Cordia alliodora*, *Caesalpinia velutina*, *Albizia saman* e *Inga sp* a una densidad de 1666 árboles por hectárea)

En el cuadro 14 se muestra la medición del diámetro de las especies, en el que la especie de cenicero (*Albizia saman*) siempre mantiene los mayores diámetros especialmente en el tratamiento 4 con un promedio de 15.65 mm de diámetro, seguido por el tratamiento 3 con 15.45 mm, posteriormente la especie que presenta el segundo mejor diámetro es el aripin (*Caesalpinia velutina*) con un promedio de 11.66 mm.

Los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza de la segunda evaluación para la variable diámetro.

Diámetro de la planta	Factor	Descripción del Factor	2da. Evaluación
<i>Cordia alliodora</i>	A	Arreglos de especies	*
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Caesalpinia velutina</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Albizia saman</i>	A	Arreglos de especies	n.s.
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.
<i>Inga sp</i>	A	Arreglos de especies	*
	B	Densidades de plantación	n.s.
	AxB	Interacción de factores	n.s.

En el cuadro 15, se muestra el resultado del análisis de varianza de la segunda evaluación, en el que las especies de laurel (*Cordia alliodora*) y cushin (*Inga sp*) presentaron diferencias significativas para el factor arreglo de especies, por lo tanto se toma de decisión de la hipótesis planteada donde indica que “al menos una densidad de plantación y/o arreglo de plantación favorece el crecimiento de cuatro especies forestales en la etapa de establecimiento en condiciones de bosque de ribera en su diámetro”, por lo tanto se realizó una prueba de medias con el comparador de Tukey para la evaluación de medias y así saber cuál es el mejor arreglo de especies que adapta las especies.

Cuadro 16. Comparador de Tukey al 5% para la variable diámetro del factor "A" arreglos espaciales

TUKEY 5%		Laurel (arreglos espaciales)	
q =	4.5	Error Estándar	0.163389361
W=	0.74		
Arreglo de especies	Media	Significancia	
A ₁ (1er arreglo de especies, <i>Cordia alliodora</i> , <i>Caesalpinia velutina</i> y <i>Albizia saman</i>)	8.54	a	
A ₂ (2do arreglo de especies, <i>Cordia alliodora</i> , <i>Caesalpinia velutina</i> , <i>Albizia saman</i> e <i>Inga sp</i>)	7.68	b	

Luego de haber realizado el comparador de Tukey al 5%, se puede observar que el mejor arreglo de especies que se adapta es el laurel (*Cordia alliodora*), siendo el segundo arreglo de especies donde se evaluó la combinación del laurel (*Cordia alliodora*), aripin (*Caesalpinia velutina*), cenicero (*Albizia*) y cushin (*Inga sp*), que dio un diámetro promedio de 8.54 mm de diámetro, posteriormente el primer arreglo con la combinación de laurel (*Cordia alliodora*), aripin (*Caesalpinia velutina*) y cenicero (*Albizia saman*) con un crecimiento promedio de 7.68 mm de diámetro.

Una de las características del laurel (*Cordia alliodora*) es que le fue mejor asociarse con menos especies, y este es el caso en que su diámetro es influido por una mayor diversidad de plantación y responde a la competencia de luz.

CONABIO (2009) menciona que el laurel (*Cordia alliodora*) requiere de espaciamientos al menos 4 m x 4 m y asociarse con menos especies ya que esto provoca estancamiento en su crecimiento.

Para la especie de cushin (*Inga sp*) también dio diferencias estadísticamente significativas para el factor arreglo de especies, pero no es necesario realizar el análisis múltiple de medias ya que en el segundo arreglo se sembró cushin (*Inga*

sp) y en el primer arreglo no se sembró, por lo que el resultado del análisis arroja diferencias significativas.

En el 2000, Becker, Agostini y Costas, evaluaron efectos de la densidad de plantación sobre el crecimiento de las plantas forestales, donde la densidad de 400 árboles por hectárea, la cual fue la menor densidad evaluada; presentó un DAP medio significativamente superior al de las demás densidades (600, 800 y 1000 árboles por hectárea), que también resultaron ser estadísticamente diferentes entre sí, en los primeros cuatro años de crecimiento.

Por lo tanto, se espera que la menor densidad (722 árboles por hectárea) obtenga el mayor DAP en las especies evaluadas respecto a las otras densidades (1283 y 1666 árboles por hectárea), aunque se recomienda continuar con evaluaciones anuales en cuanto a la variable DAP, para determinar el comportamiento respecto a las densidades de plantación evaluadas.

6.4. Determinación del valor de importancia para una comunidad vegetal por el Método de Cottam

A continuación, se presenta el cuadro de las especies encontradas en la comunidad vegetal obteniendo la densidad, cobertura y frecuencia de cada especie.

Cuadro 17. Determinación del valor de importancia en la comunidad vegetal

N. Científico	D. Real	C. Real	F. Real	D. Rel.	C. Rel.	F. Rel.	V.I.
<i>Cynodon dactylon</i>	8.5	76.5	100	11.59	20.54	7.55	39.67
<i>Mimosa pudica</i>	2.4	9.8	75	3.22	2.62	5.66	11.50
<i>Digitaria decumbens</i>	5.3	48.0	100	7.14	12.89	7.55	27.58
<i>Borreria ocymoides</i>	1.9	5.9	75	2.54	1.59	5.66	9.79
<i>Amaranthus viridis</i>	6.8	15.8	75	9.16	4.25	5.66	19.07
<i>Phytallantus niruri</i>	2.9	11.0	75	3.90	2.95	5.66	12.52
<i>Mitracarpus hirtus</i>	4.4	18.1	75	5.94	4.87	5.66	16.46
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	3.3	19.1	75	4.41	5.13	5.66	15.21
<i>Stemodia verticillata</i>	7.3	8.8	50	9.84	2.35	3.77	15.96
<i>Mollugo verticillata</i>	9.4	29.4	75	12.72	7.89	5.66	26.27
<i>Synedrella nudiflora</i>	6.8	12.5	25	9.16	3.36	1.89	14.40
<i>Tripogandra disgrega</i>	1.9	14.4	75	2.54	3.86	5.66	12.06
<i>Postulaca oleracea</i>	1.4	14.4	75	1.87	3.86	5.66	11.39
<i>Antheophora hemaphrodita</i>	3.3	13.8	50	4.41	3.69	3.77	11.88
<i>Carex halleriana</i>	0.3	0.5	25	0.34	0.13	1.89	2.36
<i>Verbena sp</i>	1.8	7.4	50	2.38	1.98	3.77	8.13
<i>Cyperus rotundus</i>	1.0	11.0	75	1.36	2.95	5.66	9.97
<i>Sidarhom bifolia</i>	0.3	5.0	25	0.34	1.34	1.89	3.57
<i>Panicum trichoides</i>	2.3	25.6	50	3.05	6.88	3.77	13.71
<i>Tridax procumbens</i>	1.8	12.5	50	2.38	3.36	3.77	9.50
<i>Euphorbia hirta</i>	1.3	13.1	50	1.70	3.52	3.77	8.99
Total	73.7	372.5	1325	100.00	100.00	100.00	300.00

Nota: D. Real (Densidad Real), C. Real (Cobertura Real), F. Real (Frecuencia Real), D. Rel. (Densidad Relativa), C. Rel. (Cobertura Relativa), F. Rel. (Frecuencia Relativa), V.I. (Valor de Importancia)

Según Cottam (2016) la forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de la obtención de valores de importancia de cada una de las especies que componen a la comunidad. Como se puede observar en el cuadro 17 muestra los resultados de las especies encontradas, pero también muestra el valor de importancia de cada especie, en el cuadro se observa mayor valor de importancia las especies *Cynodon dactylon* (A) con 39.67, siguiéndole la especie *Digitaria decumbens* (C) con 27.58, y una tercera especie *Mollugo verticillata* (J) con 26.27.

Como se puede observar en el cuadro 17, las especies que predominan en su mayoría son parte de la familia de las gramíneas y una de las razones principales es que las gramíneas genéticamente son más resistentes a la sequía o la lluvia y sol directo (luz directa), es por ello que es importante que se evalúe en la época seca y conocer cómo sería el comportamiento de la comunidad vegetal.

El tipo de control que más se adapta para las gramíneas es el control químico como se puede observar en el cuadro 4 (donde explica los herbicidas utilizados), realizando siempre un plateo a cada planta, pero también se puede realizar el control manual pero esto involucra un mayor número de obra.

De lo contrario si no existiera algún tipo de control de malezas, estas provocarían un ahogamiento a la plantación compitiendo con luz, agua, nutrientes y espacio, afectando directamente en su desarrollo.

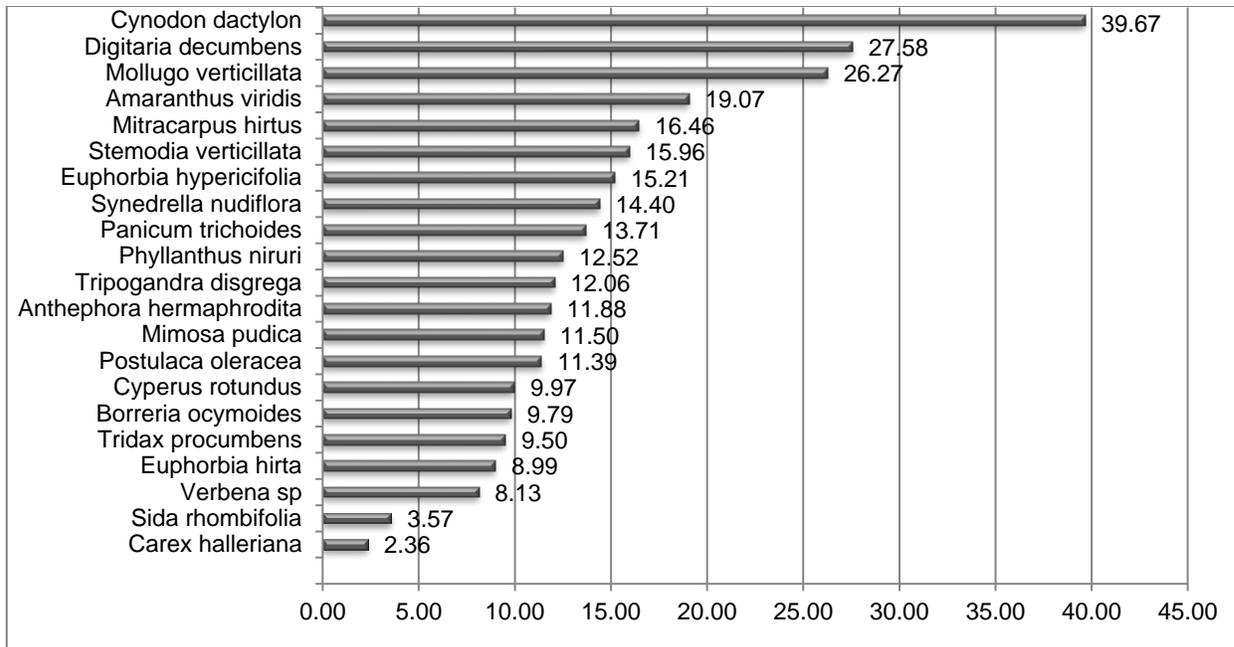


Figura 15. Comportamiento del valor de importancia de la comunidad vegetal

Anteriormente finca Zulia comprendía solamente del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) pero con este tipo de investigación se estableció el área específica para bosques de ribera, razones por la cual la presencia de las especies evaluadas en la comunidad vegetal comprende en su mayoría familias de las gramíneas.

La presencia de las gramíneas se debe principalmente al cultivo de caña (*Saccharum officinarum*), pero puede existir un cambio, ya que un futuro existirá más sombra debido al crecimiento de las plantas en estudio y eso provocará que otras especies (maleza) se desarrollen y se adaptan a las condiciones que exista.

La familia de las Poaceas son plantas de desarrollo muy rápido, extremadamente resistente a condiciones extremas de clima (sequía, exceso de humedad, viento) y suelo y para su mejor su requerimiento de luz solar son muy altos, y presenta limitaciones para su adecuado desarrollo teniendo un crecimiento mucho más lento cuando existe sombra (Corrales, 2017).

Cuando las especies forestales continúen creciendo y la copa del árbol vaya cerrando entre sí por mismo crecimiento e impida y/o disminuya la penetración de luz, es cuando desarrolla vegetación de hoja ancha o es decir una mezcla de plántulas y árboles jóvenes (Kramer, Johnson, Kiirats y Edwards, 2004).

La vegetación que se desarrolle es capaz de foto sintetizarse con la limitada cantidad de luz disponible (Kramer, Johnson, Kiirats y Edwards, 2004), y es por esa razón es que la vegetación tendrá un cambio de lo que se encuentra actualmente y dependiendo de la densidad de las especies evaluadas así será el desarrollo y evolución de la vegetación.

6.5. Identificación del orden de los insectos

Se llevó a cabo la identificación de insectos para determinar la entomofauna, del área en estudio lo que ayuda a complementar el estudio de la flora y la fauna del área de investigación.

En el cuadro 18 se puede observar el número de muestreo que se llevaron a cabo y el orden de insectos encontrados.

Cuadro 18. Resultados del muestreo del orden taxonómico de insectos

Bloques	Hymenoptera	Coleoptera	Diptera	Thysanoptera	Hemiptera	Lepidoptera	Orthoptera
Bloque 1.1	27	3	21	2	2	2	1
Bloque 1.2	12	4	16	1	8	4	0
Bloque 2.1	27	5	28	1	18	4	0
Bloque 2.2	16	9	31	1	1	5	0
Bloque 3.1	6	4	12	0	3	5	0
Bloque 3.2	0	0	4	0	0	0	0
Bloque 4.1	10	11	27	0	5	0	0
Bloque 4.2	12	2	4	0	3	2	0
Total	110	38	143	5	40	22	1

El orden que más prevaleció con el mayor número de insectos fue el orden Diptera con 143 insectos seguido por el orden Hymenoptera con 110 insectos, haciendo mención que este último orden Hymenoptera se encontraron insectos que afectan directamente a las especies forestales conocido con el nombre común “*avispa forestales*” del sub-orden Symphyta.

En el siguiente cuadro se muestra de manera detallada cada orden y la importancia que se tiene, ya sea de manera benéfica para las especies o como plaga.

Cuadro 19. Clasificación de la entomofauna encontrada de acuerdo a cada orden taxonómico.

Orden	Hymenoptera	Coleoptera	Diptera	Thysanoptera	Hemiptera	Lepidoptera	Orthoptera
Insectos	Abejas, avispas y hormigas	Escarabajo, mariquitas, luciérnagas	Moscas, mosquitos zancudos	Trips	Pulgones, cigarras	Mariposas, polillas	Grillo
Plagas	Avispa Forestal (<i>Symphyta</i>)	larvas	X	X	X	larvas	X
Benéfico	Abejas						
Polinizadoras							

En el cuadro 19, se observa la entomofauna encontrada dentro de la investigación que se clasificó taxonómicamente en órdenes, dentro del orden Hymenoptera se encontraron insectos benéficos y/o polinizadoras como las abejas, pero a la vez también se encontraron insectos que actúan como plagas principalmente del sub-orden Symphyta más conocidos como “avispa forestales”, este orden principalmente es el que más interacción tiene con las plantas, al resto de las otras órdenes encontradas que son plagas pero no afectan en el crecimiento de las plantas.

Ya que esta investigación su enfoque se concentra en conservación es importante tomar en cuenta que no existe como tal un control de plagas, ya que esto afectaría en el ecosistema de flora y fauna.

También es importante mencionar que este tipo de trampa utilizada solo logró medir insectos voladores y no insectos del suelo y este tipo de medición podría integrarse en la continuidad de la investigación.

Aunque en cierto momento este tipo de bosque de ribera puede llegar a albergar insectos benéficos, aves u otras especies que contribuyan a un control biológico de plagas en el cultivo de caña de azúcar; pero también estos insectos pueden llegar a ser depredadores de las plantas forestales.

Es relevante mencionar la importancia que se puede tener en un futuro el comportamiento del crecimiento de las poblaciones de los insectos en relación con la flora, ya que, en la naturaleza, el tamaño y el crecimiento de una población están limitados varios factores y algunos son dependientes de la densidad, mientras que otros son independientes de ella (Hilborn y Mangel, 1997).

Para este caso el crecimiento poblacional de insectos es dependiente de la densidad y la competencia que existe es por los alimentos y es por ello que se recomienda continuar con evaluaciones anuales para determinar el comportamiento de los insectos con respecto a las especies forestales evaluadas.

6.6. Cuadro de costos

Es importante conocer los costos que se dieron durante la investigación, y para ello se evaluaron estos costos por tratamiento, agregando también el beneficio de los incentivos forestales que se pueden recibir siempre y cuando cumplan con los requisitos correspondientes.

En el cuadro 20 se observa el costo por tratamiento durante el establecimiento de la plantación como también el beneficio que se recibiría como incentivo forestal para el primer año.

Cuadro 20. Costos de los tratamientos y beneficios de los incentivos forestales.

Tratamiento 1		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
136	Plántulas	204
1	Jornal plateo	90
1	Jornal (aplicación de plaguicida)	90
1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 534.00 / Q 3,272.06
Tratamiento 2		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
168	Plántulas	252
1	Jornal plateo	90
1	Jornal (aplicación de plaguicida)	90
1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 582.00 / Q 4,754.91
Tratamiento 3		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
296	Plántulas	444
1.5	Jornal plateo	135
1.5	Jornal (aplicación de plaguicida)	135

1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 864.00 / Q 7,058.82
Tratamiento 4		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
184	Plántulas	298
1	Jornal plateo	90
1	Jornal (aplicación de plaguicida)	90
1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 628.00 / Q 2,844.20
Tratamiento 5		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
232	Plántulas	376
2	Jornal plateo	90
2	Jornal (aplicación de plaguicida)	90
1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 706.00 / Q 4,263.28
Tratamiento 6		
Cantidad	Descripción	Costo (área por tratamiento) / ha
408	Plántulas	654
2	Jornal plateo	180
2	Jornal (aplicación de plaguicida)	180
1	Trampas de insectos	50
1	Técnico	100
Total		Q 1,164.00 / Q 7,028.98

Nota: * Para ser considerados para esta modalidad deben de cumplir con los requisitos de los incentivos forestales por parte del INAB (Leer PROBOSQUE)

La realización de los costos se basó para cada tratamiento la cantidad de plantas utilizadas, el jornal que se utilizó para cada actividad durante la investigación y luego se proyectó el costo para una hectárea de acuerdo al área que el programa PINFOR beneficia.

Es importante mencionar que para todos los casos tienen beneficio económico de Q 3,500.00 respecto al primer año de establecimiento (INAB, 2007).

De acuerdo al cuadro 20, el tratamiento más económico es tratamiento 4 con un costo de Q 2,844.20 seguido por el tratamiento 1 con un costo de Q 3,272.06 y el tratamiento más costoso es el tratamiento 3 con un costo de Q 7,058.82.

VII. CONCLUSIONES

1. El porcentaje de sobrevivencia de acuerdo al análisis de varianza (ANDEVA) estadísticamente es igual para densidades, arreglos e interacciones ya que no presentaron diferencias significativas para los primeros seis meses del establecimiento de la plantación.
2. La especie de laurel (*Cordia alliodora*) tuvo diferencias estadísticamente significativas en la variable altura para el factor densidades de plantación y de acuerdo a la prueba de medias utilizando el comparador de Tukey la densidad de plantación que mejor se comportó fue la de los 1666 árboles por hectárea y 1283 árboles por hectárea.
3. En la variable diámetro, la especie de laurel (*Cordia alliodora*) se observó diferencias estadísticamente significativas y de acuerdo a la prueba de medias el arreglo de especies que obtuvo mayor diámetro fue el arreglo de cuatro especies: laurel (*Cordia alliodora*), aripin (*Caesalpinia velutina*), cenicero (*Albizia saman*) y cushin (*Inga* sp).
4. De acuerdo al valor de importancia para una comunidad vegetal con el método de Cottam se encontraron 21 especies, entre las que se destacaron las especies *Cynodon dactylon*, *Digitaria decumbens* y *Mollugo verticillata*.
5. Para la evaluación de los insectos por el método de Moerike, se encontraron 7 órdenes de insectos, teniendo presente como plagas potenciales la especie *Zadiprion vallicola* del sub-orden Symphita y del Orden Hymenoptera, conocido como avispa fitófaga.
6. El tratamiento más económico fue el 4, donde evalúa cuatro especies a una densidad de 722 árboles por hectárea, seguido por el tratamiento 1 donde se evalúa 3 especies a una densidad de 722 árboles por hectárea.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Seguir evaluando para ver el comportamiento de las diferentes especies para la época seca, de acuerdo a las recomendaciones establecidas por el INAB, para que una plantación se le considere establecida.
2. De las 4 especies utilizadas en el experimento, la especie del laurel (*Cordia alliodora*) presentó una habilidad de rebrotar al momento de la resiembra, por lo que es conveniente tomar en cuenta este tipo de característica de la planta al momento de utilizarlo en campo.
3. Seguir evaluando la comunidad vegetal por el método de Cottam para la época seca para conocer el comportamiento de la vegetación con respecto a las especies evaluadas y determinar si varía la composición con el crecimiento del bosque.
4. Dar seguimiento a la evaluación de insectos y al menos realizar evaluaciones anuales a las mismas que potencialmente se pueden convertir en plagas.
5. Continuar con el muestreo de insectos para la época seca para diagnosticar que insectos se encuentran dentro de la plantación.
6. Evaluar el efecto de los agroquímicos (herbicidas) que a mediano o largo plazo pueden influenciar al ecosistema de la flora.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, V., Freites, L. y Lodeiros, C. (2000). *Densidad, crecimiento y supervivencia de juveniles de Lyropecten (Nodipecten) nodosus (Pteroida: Pectinidae) en cultivo suspendido en el golfo de Cariaco*. Venezuela. Rev. Biol. Trop., 48 (4): 799-806.
2. Alfaro, M. (2015). *Ficha técnica de especies forestales. Estrategia de Restauración Forestal*. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, GT.
3. Batlle & González. (2010). *Compendio de Legislación Ambiental, con apoyo del pueblo de Estados Unidos*. Costa Rica.
4. Bren, L. (1993). Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. *Journal of Hydrology* 150(2-4). Russia. 277-299.
5. Brookes, A. y Shields, F. (2001). *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*. John Wiley & Sons. Russia.
6. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (1992). *Aripín (Caesalpinia velutina): especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Serie Técnica. Informe Técnico 197. Costa Rica.
7. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2003). *Cenicero (Albizia saman): especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Serie Técnica. Informe Técnico. Costa Rica.
8. Celis, J. (2008). *Caracterización del Bosque de Ribera de las Subcuencas del Río Úyus, El Progreso y Río Hondo, Zacapa en la Región Semiárida del*

Valle del Motagua. (Trabajo de Graduación, Área Integrada). USAC. Agronomía, Guatemala, GT.

9. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). (2015). *Estudios de suelos de la costa sur*. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, GT.
10. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (1833). Recuperado el 05 de junio de 2018 de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/16-orag1m.pdf
11. Corrales, M. (2017). *Estudio de las condiciones edáficas y fitopatológicas que determinan el desarrollo del vetiver (Chrysopogon zizanioides) en un talud en fraijanes*. Alajuela, MX.
12. Google Earth. (2016). *Ubicación geográfica del bosque de ribera Zulia*. Nueva Concepción, Escuintla, GT.
13. Hilborn, R. & Mangel, M. (1997). *The ecological detective: confronting models with data*. Princeton, UK.
14. Holdridge, LR. (1982). *Ecología basada en zonas de vida de Guatemala*. Recuperado el 08 de marzo de 2017 de http://www.chmguatemala.gob.gt/images/zonas-de-vida_holdridge.pdf
15. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). (2016). *Avances de Informe de Laborales. Implementación de corredores biológicos*. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, GT.: Manejo Integrado de Cuencas.

16. Instituto Nacional de Bosques (INAB). (2016). *Ley de Protección de los Bosques de Guatemala*. Guatemala, GT.
17. Instituto Nacional de Bosques (INAB). (2007). *Resolución 01-01-2007. Reglamento del Programa de Incentivos Forestales*. Guatemala, GT.
18. Kramer, D.M., Johnson, G., Kiirats, O. y Edwards, E. (2004). Nuevos parámetros de fluorescencia para la determinación del estado redox Q y los flujos de energía de extensión. Distrito Federal, MX. *Fotosíntesis Research* (79): 209-218
19. Kent, M. & Coker, P. (1992). *Vegetation description and analysis*. CRC Press. Boca Raton. Florida. EE.UU.
20. López, G. y Hernández, A. (2012). *Propuesta, diseño e implementación de bosques de ribera como primer paso para la restauración de corredores biológicos en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate y Acomé en la costa sur de Guatemala*. Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, GT.
21. Lovett, S. y Huggan, H. (1998). *Riparian zones: what are they? Australia, LWRRDC*. Australia.
22. Lowrance, R., Altier, L., Williams, R., Inambar, S., Bosch, D., Sheridan, J., Thomas, D. y Hubbard, R. (1998). *The riparian ecosystem management model: simulator for ecological processes in buffer systems*. In: *Proceedings of the First Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas*. EE. UU.

23. Malanson, G. (1993). *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
24. Maginnis, S.W. (2012). *Restauración del paisaje forestal*. Actualidad Forestal Tropical (OIMT). Cambridge, UK.
25. Mori, J. (2011). *Influencia de la densidad de plantación en el crecimiento inicial y calidad de rodales de Bolaina blanca Guazuma crinita Matius en tierras forestales de colinas bajas de Macuyá Padre Abad Ucayali*. Escuela de Posgrado. (Tesis de Maestría en Bosques y Gestión de Recursos Forestales). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
26. Naiman, R., Décamps, H. y McClain, M.E. (2005). *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier, Academic Press. Elsevier, UK.
27. Niembro, R. (1983). *Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, MX.
28. Novoa, O. (1992). *Crecimiento inicial de guaba caite (Inga densiflora Benth), guaba chilillo (inga edulis Mart) y guaba machete (Inga spectabilis (Vahl) Wil1d) en dos sitios en Costa Rica*. (Tesis Mag. Sc.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR.
29. Organización Internacional de las Maderas Tropicales y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (OIMT/UICN). (2005). *Restaurando el paisaje forestal*. Yokohama, JP. (Vol. Serie Técnica no. 23).
30. Sunderland, T. (2017). *¿Si más agricultura = menos bosques ¿se puede alcanzar la seguridad alimentaria sin deforestación?*. Centro para la

Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Recuperado el 20 de julio de 2018 de <https://forestsnews.cifor.org/48375/si-mas-agricultura-menos-bosques-se-puede-alcanzar-la-seguridad-alimentaria-sin-deforestacion?fnl=es>

31. Urquijo, J. (2003). *Servicios y Beneficios Ambientales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, Esp.*
32. Vinueza, M. (2012). *Ficha técnica de especies forestales Laurel. Ecuador.* Recuperado el 10 de diciembre de 2017 de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-4-laurel/>

Vo.Bo.



Licda. Ana Teresa de Gonzalez

Biblioteca CUNSUROC



X. ANEXOS

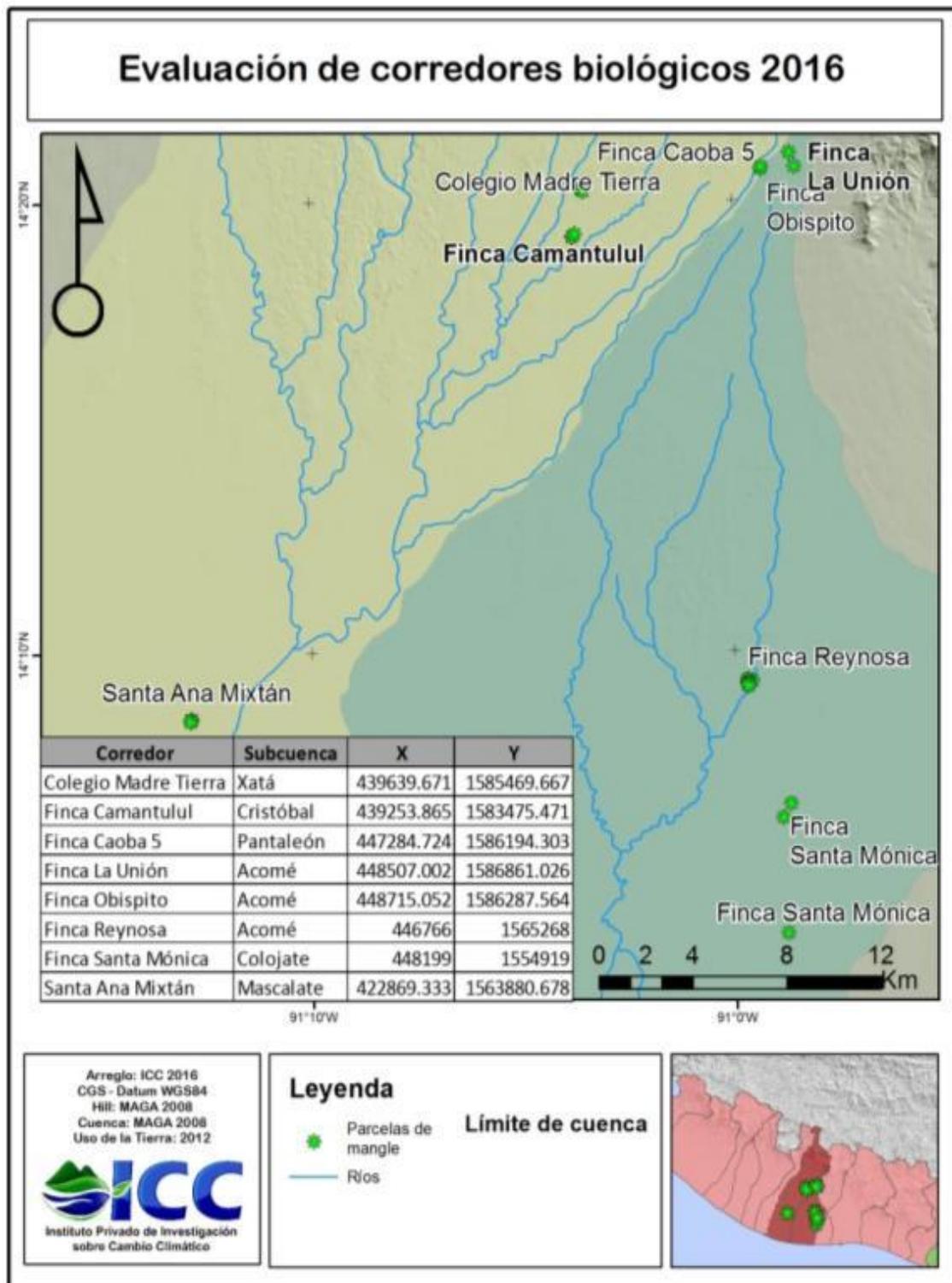


Figura 16: Localización de los corredores biológicos del ICC

Fuente: ICC, 2016

Cuadro 21. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de laurel (*Cordia alliodora*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	1619.687500	539.895813	4.5437	0.123
Factor A	1	2.281250	2.281250	0.0192	0.893
Error A	3	356.468750	118.822914		
Factor B	2	47.812500	23.906250	0.5849	0.589
Error B	6	245.218750	40.869773		
Interacción	2	118.828125	59.414063	1.6725	0.265
Error C	6	213.140625	35.523438		
Total	23	2603.437500			

Cuadro 22. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de aripin (*Caesalpinia velutina*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	1844.335938	614.778625	4.2142	0.134
Factor A	1	108.414063	108.414063	0.7432	0.545
Error A	3	437.648438	145.882813		
Factor B	2	60.250000	30.125000	0.8325	0.518
Error B	6	217.125000	36.187500		
Interacción	2	176.820313	88.410156	0.5905	0.586
Error C	6	898.296875	149.716141		
Total	23	3742.890625			

Cuadro 23. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de cenicero (*Albizia saman*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	4827.226563	1609.075562	7.3985	0.068
Factor A	1	220.039063	220.039063	1.0117	0.39
Error A	3	652.460938	217.486984		
Factor B	2	56.710938	28.355469	0.3802	0.702
Error B	6	447.453125	74.575523		
Interacción	2	44.765625	22.382813	0.4404	0.666
Error C	6	304.914063	50.819012		
Total	23	6553.570313			

Cuadro 24. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de cushin (*Inga sp*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	89.199219	29.733072	1.0000	0.500
Factor A	1	18256.857422	18256.857422	614.0253	0.000
Error A	3	89.199219	29.733072		
Factor B	2	78.677734	39.338867	4.4167	0.066
Error B	6	53.441406	8.906901		
Interacción	2	78.677734	39.338867	4.4167	0.066
Error C	6	53.441406	8.906901		
Total	23	18699.494141			

Cuadro 25. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de laurel (*Cordia alliodora*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3.00	1342.12012	447.373383	14.1037	0.028
Factor A	1.00	71.760742	71.760742	2.2623	0.229
Error A	3.00	95.161133	31.720377		
Factor B	2.00	136.186523	68.093262	1.4434	0.308
Error B	6.00	283.043945	47.173992		
Interacción	2.00	26.050781	13.025391	1.6744	0.264
Error C	6.00	46.673828	7.778971		
Total	23.00	2000.99707			

Cuadro 26. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de aripin (*Caesalpinia velutina*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	731.113281	243.704422	19.7088	0.017
Factor A	1	11.070313	11.070313	0.8953	0.584
Error A	3	37.095703	12.365234		
Factor B	2	54.080078	27.040039	2.6963	0.146
Error B	6	60.171875	10.028646		
Interaccion	2	167.150391	83.575195	1.5849	0.28
Error C	6	316.386719	52.731121		
Total	23	1377.06836			

Cuadro 27. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de cenicero (*Albizia saman*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	429.199219	143.066406	3.85	0.149
Factor A	1	10.675781	10.675781	0.2873	0.63
Error A	3	111.480469	37.160156		
Factor B	2	215.761719	107.880859	1.6466	0.269
Error B	6	393.097656	65.516273		
Interaccion	2	35.027344	17.513672	0.3369	0.729
Error C	6	311.878906	51.979816		
Total	23	1507.12109			

Cuadro 28. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable altura para la especie de cushin (*Inga sp*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	22.349609	7.44987	1	0.5
Factor A	1	6305.04053	6305.04053	846.329	0
Error A	3	22.349609	7.44987		
Factor B	2	2.807129	1.403564	0.2471	0.79
Error B	6	34.08252	5.68042		
Interacción	2	2.807129	1.403564	0.2471	0.79
Error C	6	34.08252	5.68042		
Total	23	6423.51904			

Cuadro 29. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de laurel (*Cordia alliodora*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	12.388367	4.129456	4.0266	0.142
Factor A	1	0.006653	0.006653	0.0065	0.939
Error A	3	3.07666	1.025553		
Factor B	2	2.623383	1.311691	1.4113	0.315
Error B	6	5.576569	0.929428		
Interacción	2	0.213318	0.106659	0.5106	0.627
Error C	6	1.253357	0.208893		
Total	23	25.138306			

Cuadro 30. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de aripin (*Caesalpinia velutina*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	8.263184	2.754395	29.1399	0.01
Factor A	1	1.306458	1.306458	13.8216	0.032
Error A	3	0.283569	0.094523		
Factor B	2	0.157349	0.078674	0.3373	0.729
Error B	6	1.399353	0.233226		
Interacción	2	1.19104	0.59552	0.8891	0.538
Error C	6	4.018921	0.66982		
Total	23	16.619873			

Cuadro 31. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de cenicero (*Albizia saman*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	7.381104	2.460368	8.4068	0.057
Factor A	1	0.30365	0.30365	1.0375	0.385
Error A	3	0.877991	0.292664		
Factor B	2	3.122375	1.561188	3.606	0.093
Error B	6	2.597656	0.432943		
Interacción	2	0.202576	0.101288	0.1792	0.84
Error C	6	3.39093	0.565155		
Total	23	17.876282			

Cuadro 32. Análisis de varianza de la primera evaluación de la variable diámetro para la especie de cushin (*Inga sp*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	0.404625	0.134875	1	0.5
Factor A	1	118.370377	118.370377	877.6303	0
Error A	3	0.404625	0.134875		
Factor B	2	0.135864	0.067932	1.9966	0.216
Error B	6	0.20414	0.034023		
Interacción	2	0.135864	0.067932	1.9966	0.216
Error C	6	0.20414	0.034023		
Total	23	119.859634			

Cuadro 33. Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia para la especie de laurel (*Cordia alliodora*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	838.343750	279.447906	1.6228	0.35
Factor A	1	20.757813	20.757813	0.1205	0.746
Error A	3	516.617188	172.205734		
Factor B	2	307.468750	153.734375	2.3168	0.179
Error B	6	398.140625	66.356773		
Interacción	2	342.687500	171.343750	1.1582	0.377
Error C	6	887.617188	147.936203		
Total	23	3311.632813			

Cuadro 34. Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de aripin (*Caesalpinia velutina*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	1109.062500	369.687500	13.3597	0.030
Factor A	1	151.656250	151.656250	5.4805	0.100
Error A	3	83.015625	27.671875		
Factor B	2	4.578125	2.289863	0.0198	0.982
Error B	6	695.226563	115.871094		
Interacción	2	467.164063	223.582031	4.8498	0.056
Error C	6	288.976563	48.162762		
Total	23	2799.679688			

Cuadro 35. Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de cenicero (*Albizia saman*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	155.828125	51.942707	0.2102	0.883
Factor A	1	0.093750	0.09375	0.0004	0.983
Error A	3	741.218750	247.072922		
Factor B	2	476.031250	238.015625	2.2964	0.181
Error B	6	621.890625	103.648438		
Interacción	2	224.437500	112.21875	0.5268	0.619
Error C	6	1278.140625	213.023438		
Total	23	2497.640625			

Cuadro 36. Análisis de varianza de la segunda evaluación de la variable porcentaje de sobrevivencia de la especie de cushin (*Inga sp*)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	3	557.572266	185.857422	1.0000	0.500
Factor A	1	28866.246094	28866.246094	155.3139	0.001
Error A	3	557.572266	185.857422		
Factor B	2	45.281250	22.640625	0.3472	0.723
Error B	6	391.281250	65.213539		
Interacción	2	45.281250	22.640625	0.3472	0.723
Error C	6	391.281250	65.213539		
Total	23	30854.515625			



Figura 17. Colocación de trampas Moericke durante el experimento



Figura 18. Manejo de las muestras recolectadas



Figura 19. Separación de especímenes

Cuadro 37. Datos recolectados de la segunda medición de la variable porcentaje de sobrevivencia

		B1				B2				B3					
		BLOQUE 1													
A1	L	12	100%	11	92%	L	14	100%	12	86%	L	25	100%	15	60%
	A	11	100%	9	82%	A	14	100%	12	86%	A	25	100%	15	60%
	C	11	100%	11	100%	C	14	100%	10	71%	C	24	100%	18	75%
A2	L	12	100%	8	67%	L	16	100%	16	100%	L	22	100%	21	95%
	A	12	100%	7	58%	A	14	100%	12	86%	A	23	100%	20	87%
	C	11	100%	10	91%	C	14	100%	14	100%	C	14	100%	14	100%
	Cu	11	100%	10	91%	Cu	14	100%	12	86%	Cu	14	100%	14	100%
		B3				B1				B2					
		BLOQUE 2													
A2	L	31	100%	18	58%	L	12	100%	7	58%	L	15	100%	13	87%
	A	29	100%	18	62%	A	12	100%	6	50%	A	15	100%	13	87%
	C	21	100%	17	81%	C	11	100%	10	91%	C	14	100%	14	100%
	Cu	21	100%	20	95%	Cu	11	100%	10	91%	Cu	14	100%	13	93%
A1	L	23	100%	19	83%	L	12	100%	11	92%	L	14	100%	12	86%
	A	23	100%	19	83%	A	11	100%	8	73%	A	14	100%	11	79%
	C	23	100%	22	96%	C	11	100%	8	73%	C	14	100%	14	100%
		B2				B3				B1					
		BLOQUE 3													
A1	L	16	100%	15	94%	L	28	100%	24	86%	L	12	100%	11	92%
	A	15	100%	12	80%	A	28	100%	25	89%	A	11	100%	11	100%
	C	15	100%	15	100%	C	25	100%	22	88%	C	11	100%	11	100%
A2	L	15	100%	15	100%	L	30	100%	30	100%	L	12	100%	10	83%
	A	15	100%	12	80%	A	30	100%	29	97%	A	12	100%	10	83%
	C	14	100%	12	86%	C	21	100%	18	86%	C	11	100%	9	82%
	Cu	14	100%	11	79%	Cu	21	100%	13	62%	Cu	11	100%	6	55%
		B2				B1				B3					
		BLOQUE 4													
A2	L	15	100%	14	93%	L	12	100%	12	100%	L	29	100%	24	83%
	A	15	100%	13	87%	A	12	100%	11	92%	A	31	100%	27	87%
	C	14	100%	14	100%	C	12	100%	10	83%	C	21	100%	15	71%
	Cu	14	100%	14	100%	Cu	10	100%	9	90%	Cu	21	100%	15	71%
A1	L	14	100%	13	93%	L	12	100%	11	92%	L	26	100%	25	96%
	A	14	100%	13	93%	A	11	100%	11	100%	A	24	100%	22	92%
	C	14	100%	12	86%	C	11	100%	9	82%	C	24	100%	22	92%

Cuadro 38. Especies encontradas en el muestreo para la evaluación del valor de importancia por el método de Cottam

No	Especie	Nombre Científico	Bloque I		Bloque II		Bloque III		Bloque IV	
			Densidad	Cobertura %	Densidad	Cobertura %	Densidad	Cobertura %	Densidad	Cobertura %
A	Zacate Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	8	53.0	8	86.3	7	78.0	11	88.8
B	Zarza Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	5	9.0	1	5.0	4	25.0	0	0.0
C	Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	5	40.0	5	48.8	6	57.0	5	46.3
D	Hipocacua	<i>Borreria ocymoides</i>	4	3.7	1	5.0	0	0.0	3	15.0
E	Bledo	<i>Amaranthus viridis</i>	4	15.0	22	23.3	0	0.0	1	25.0
F	Tamarindillo	<i>Phyllanthus niruri</i>	7	5.0	3	35.0	2	4.0	0	0.0
G	Chiquizacillo	<i>Mitracarpus hirtus</i>	10	27.5	5	25.0	3	20.0	0	0.0
H	Hierba de la golondrina	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	11	20.0	1	21.5	0	0.0	1	35.0
I	Stomodía	<i>Stemodia verticillata</i>	7	15.0	0	0.0	0	0.0	22	20.0
J	Culantrillo	<i>Mollugo verticillata</i>	22	42.5	12	35.0	5	40.0	0	0.0
K	Espinillo	<i>Synedrella nudiflora</i>	27	50.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
L	Camotillo	<i>Tripogandra disgrega</i>	4	25.0	2	20.0	2	12.5	0	0.0
M	Verdolaga	<i>Postulaca oleracea</i>	2	25.0	0	0.0	2	27.5	2	5.0
N	Falsa Caminadora	<i>Antheophora hermaphrodita</i>	4	30.0	9	25.0	0	0.0	0	0.0
O	Lastoncillo	<i>Carex halleriana</i>	1	2.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
P	Verbena	<i>Verbena sp</i>	0	0.0	5	26.0	2	3.5	0	0.0
Q	Coyolillo, Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	0	0.0	1	4.0	1	5.0	2	35.0
R	Escobillo	<i>Sida rhombifolia</i>	0	0.0	0	0.0	1	20.0	0	0.0
S	Pelos de Conejo	<i>Panicum trichoides</i>	0	0.0	6	47.5	3	55.0	0	0.0
T	Hierba de toro	<i>Tridax procumbens</i>	0	0.0	0	0.0	5	35.0	2	15.0
U	Golondrina	<i>Euphorbia hirta</i>	0	0.0	0	0.0	3	17.5	2	35.0



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, Suchitepéquez, Septiembre 2018

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Respetables Miembros del Consejo Directivo

De conformidad con las normas establecidas del Centro Universitario del Suroccidente y de la Carrera de Agronomía Tropical, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **"Evaluación de Densidades de Plantación y Arreglos Espaciales de Especies Forestales para Bosque de Ribera en Nueva Concepción, Escuintla"**.

Requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de licenciado.

Sin nada más que agregar, me suscribo de ustedes.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ezequiel Riquiac Lopreto
Carné: 201240385



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, Suchitepéquez, Septiembre de 2018

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero:
Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

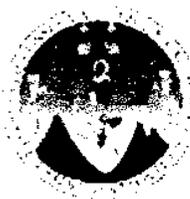
El motivo de la presente es para informarle que he concluido con la revisión del trabajo de graduación del T.P.A. EZEQUIEL RIQUIAC LOPRETO, Carné 201240385 para optar al título de Ingeniero Agrónomo, titulado: "**Evaluación de Densidades de Plantación y Arreglos Espaciales de Especies Forestales para Bosque de Ribera en Nueva Concepción, Escuintla**" el cual cumple con los requisitos establecidos en el normativo respectivo.

Atentamente:

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"



Dr. Milton Leonel Chan Santisteban
Supervisor y Revisor



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Mazatenango, Suchitepéquez, Septiembre de 2018

Dr.
Guillermo Vinicio Tello Cano
Director Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Director

Atentamente me dirijo a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

La presente es para informarle que he revisado el Informe Final de Investigación Inferencial elaborado por el estudiante T.P.A. Ezequiel Riquiac Lopreto, carné 201240385 titulado " Evaluación de Densidades de Plantación y Arreglos Espaciales de Especies Forestales para Bosque de Ribera en Nueva Concepción, Escuintla".

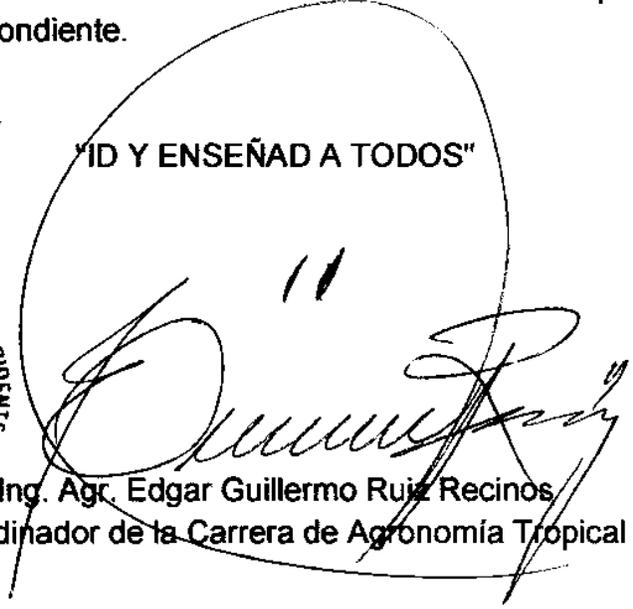
Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante Ezequiel Riquiac Lopreto ha cumplido con el normativo del trabajo de graduación, por lo cual someto a consideración el documento para que continúe con el trámite correspondiente.

Me suscribo de usted.

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

Atentamente




Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-06-2018

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, siete de noviembre de dos mil dieciocho.-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y ARREGLOS ESPACIALES DE ESPECIES FORESTALES PARA BOSQUE DE RIBERA EN NUEVA CONCEPCIÓN, ESCUINTLA", del estudiante: Ezequiel Riquiac Lopreto, carné 201240385 CUI: 2120 97407 1010 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


~~Dr. Guillermo Vinicio Fello Cal~~
Director



/gris