



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
Y DEL AMBIENTE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Recuperación de áreas degradadas en el río
Santa Elena, Universidad Nacional Agraria**

AUTOR:

**Bra. Maria José Hernández Hernández
Bra. Heysi Lilieth Rodríguez**

ASESORES:

**Ing. Francisco Reyes Flores, MSc.
Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Benigno González Rivas**

**Managua, Nicaragua
Mayo, 2016**



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Recuperación de áreas degradadas en el río Santa Elena, Universidad Nacional Agraria, 2015

AUTOR:

**Br. María José Hernández Hernández
Br. Heysi Lilieth Rodríguez**

ASESORES:

**Ing. Francisco Reyes Flores, MSc.
Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Benigno González Rivas**

**Managua, Nicaragua
Mayo, 2016**

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área del estudio	5
3.2 Diseño metodológico	5
3.3 Etapa 1: Preliminar	5
3.3.1 Selección y reconocimiento del área de estudio	5
3.3.2 Búsqueda de la información secundaria	6
3.4 Etapa 2 : Actividades	6
3.4.1 Ubicación de los sitio	6
3.4.2 Establecimiento de las plántulas y especies utilizadas	7
3.4.3 Variables colectadas y período de medición	7
3.4.4 Determinación del incremento en diámetro basal y altura	12
3.5 Etapa 3. Análisis de la información	13
3.5.1 Ordenamiento de la base de datos	13
3.5.2 Procesamiento y análisis de datos	13
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. Sobrevivencia general de las especies utilizada en el Rio Santa Elena de la UNA	14
4.2 Sobrevivencia por especie	15
4.2.1 Guapinol (<i>Hymenaea courbaril</i>)	15
4.2.2 Brasil blanco (<i>Caesalpinia violácea</i>)	16
4.2.3 Tempisque (<i>Syderoxylon capiri</i>)	17
4.2.4 Cedro real (<i>Cedrela odorata</i>)	18
4.2.5 Cortez (<i>Tabebuia chrysantha</i>)	19
4.2.6 Caoba (<i>Swietenia humilis</i>) y caña fístula (<i>Casia fistula</i>)	20
4.3 Incremento en altura total y diámetro basal de las especies	22
4.3.1 Incremento en altura total	22

4.3.2	Incremento en diámetro basal	23
4.4	Comportamiento de dos variables silviculturales para siete especies	24
4.4.1	Iluminación	24
4.4.2	Vigorosidad	25
4.5	Incidencia de la iluminación y vigorosidad por especie	25
4.5.1	Brasil blanco (<i>Caesalpinia violácea</i>)	25
4.5.2	Cedro real (<i>Cedrela odorata</i>)	26
4.5.3	Cortez (<i>Tabebuia chrysantha</i>)	27
4.5.4	Guapinol (<i>Hymenaea courbaril</i>)	29
4.5.5	Tempisque(<i>Syderoxylon capiri</i>)	30
4.6	Recomendaciones técnicas para recuperar el área de bosque de galería del Rio Santa Elena	32
V	CONCLUSIONES	33
VI	RECOMENDACIONES	34
VII	LITERATURA CITADAS	35
VIII	ANEXOS	39

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Número inicial de plántulas por especies utilizadas en los sitios del bosque de galería del río Santa Elena.	7
2	Clasificación de una plantación forestal en relación al porcentaje de sobrevivencia.	9
3	Categorías de iluminación utilizadas en la evaluación de las especies plantadas a la orilla del Río Santa Elena.	10
4	Categorización de la vigorosidad de las plantas forestales.	12
5	Proceso en el cálculo de incremento del diámetro basal y altura total.	13
6	Sobrevivencia de siete especies forestales en el río Santa Elena en un periodo de cuatro meses de establecida en la Universidad Nacional Agraria, 2015.	15
7	Comportamiento de la incidencia de la iluminación y vigorosidad de las especies establecidas en el bosque de galería del Río Santa Elena, UNA, 2015.	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación del área de estudio en el Río Santa Elena, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2014, (Peña, 2013).	4
2	Metodología implementada en el bosque de galería en el Río Santa Elena, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015.	5
3	Ubicación de los sitios de estudio en el Río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015 (Fuente: Peña, 2013).	6
4	La posición de copa se evalúa según los criterios Dawkins, (1958) modificada por Hutchinson (1993) y Quirós (1993).	11
5	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Hymenaea courbaril</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	16
6	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Caesalpinia violacea</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	17
7	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Sideroxylon capiri</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	18
8	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Cedrela odorata</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	19
9	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Tabebuia chrysantha</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	20
10	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Swietenia humilis</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	21
11	Comportamiento de la sobrevivencia de <i>Casia fistula</i> considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.	21

12	Incremento medio mensual en altura total de siete especies forestales en un ensayo de recuperación de áreas degradadas del bosque de galería del Rio Santa Elena de la UNA, 2015.	22
13	Incremento medio mensual en diámetro basal de siete especies forestales en un ensayo de recuperación de áreas degradadas del bosque de galería del Rio Santa Elena de la UNA, 2015.	23
14	Comportamiento de la Iluminación en <i>Caesalpinia violácea</i> , UNA 2015.	25
15	Estado de la vigorosidad en <i>Caesalpinia violácea</i> , UNA 2015.	26
16	Comportamiento de la iluminación en <i>Cedrela odorata</i> , UNA 2015.	27
17	Estado de la vigorosidad en <i>Cedrela odorata</i> 2015.	27
18	Comportamiento de la Iluminación en <i>Tabebuia chrysantha</i> , UNA 2015.	28
19	Estado de la vigorosidad para la especie <i>Tabebuia chrysantha</i> UNA 2015.	29
20	Comportamiento de la Iluminación en <i>Hymenaea courbaril</i> , UNA 2015.	29
21	Estado de la vigorosidad de la <i>Hymenaea courbaril</i> UNA 2015.	30
22	Comportamiento de la Iluminación en <i>Sideroxylon capiri</i> , UNA 2015.	31
23	Estado de la vigorosidad de <i>Sideroxylon capiri</i> , UNA 2015.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Formulario para la recuperación de datos de la plantación forestal, UNA, 2015.	39
2	Formato para el levantamiento de datos de las variables iluminación y vigorosidad en los sitios de restauración en el bosque de galería (Río Santa Elena, UNA), Managua, 2015.	39
3	Distribución y ecología de las 7 especies forestales utilizadas como enriquecimiento en la recuperación de área degradadas del río Santa Elena, UNA.	40

DEDICATORIA

Gracias a Dios por la experiencia, ayuda y sabiduría adquirida en lo largo del camino y por haberme permitido culminar mi carrera.

A mi padre, José Francisco Hernández Picado (q.e.p.d.) y a mi madre Sita Liliam Hernández Vanegas por apoyarme en todo en estos años de mi carrera y a mi hermana Oneyda Mercedes Hernández Hernández

María José Hernández Hernández

Primero a Dios por haberme permitido culminar mi carrera y llegar a esta etapa.

A mi madre Blanca Oralía Rodríguez por ayudarme y apoyarme en estos años de mi carrera.

Heysi Lilieth Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darnos la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, el cual será muy importante en nuestra formación profesional.

Al Ing. MSc. Francisco Reyes Flores, asesor de esta tesis por guiarnos en la ejecución y culminación exitosa de esta investigación.

Al Dr. Benigno González por su valioso aporte a nuestro trabajo de investigación.

Al Ing. Álvaro Noguera por su apoyo y aportes de conocimientos técnicos en la elaboración y análisis del trabajo investigativo realizado.

Al Ing. Claudio Arsenio Calero por apoyarnos en todo lo necesario sobre silvicultura.

Resumen

Este estudio se realizó en el bosque de galería del río Santa Elena, ubicado en el sector Norte propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Su objetivo fue “evaluar el establecimiento y crecimiento de especies forestales para la recuperación del área. La metodología utilizada consistió en el establecimiento de especies nativas propias de la zona a través de la plantación de enriquecimiento. Se seleccionaron sitio de tamaño variable considerándolas áreas en recuperación y al momento de implementar el enriquecimiento se definió un distanciamiento de siembra de un metro entre plantas y las hileras siguieron la forma del sitio, ya que cada uno de ellos tenía formas irregulares. Las especies utilizadas fueron siete, siendo el criterio de selección que fuera típicas de bosque seco. Durante el período de Julio 2014 a Abril 2015, se hizo la medición de las variables, tales como: Supervivencia, incremento en altura total y diámetro basal de cada una de las especie, igualmente las variables silviculturales iluminación y vigorosidad. La especie *Cedrela odorata* obtuvo un 78 % de supervivencia y la especie *Sideroxylon capiri* fue de 73 %, considerando a Centeno (1993), está comprendida en el rango de bueno. En el incremento en altura total sobresalieron las especies *Caesalpinia violacea* con 12.55 cm/mes y *Cedrela odorata* con 10.22 cm/mes. Los mayores incrementos en diámetro basal lo obtuvieron la especies *Cedrela odorata* con 2.2 mm/mes, la *Swietenia humilis* con 1.8 mm/mes y el *Caesalpinia violacea* con 1.5 mm/mes. En el caso de iluminación, *Caesalpinia violacea* presentó 42 planta con iluminación oblicua o lateral, igual también para *Sideroxylon capiri* con 19 plantas e *Hymenaea courbaril* con 15 planta respectivamente. En el caso de la vigorosidad, el *Caesalpinia violacea* presenta 38 planta vigorosas, *Sideroxylon capiri* con 18 plantas e *Hymenaea courbaril* con 12 planta con un estado de vigorosidad media.

Palabras claves: Recuperación de área, Bosque de galería, Enriquecimiento, Altura total, Diámetro basal, Iluminación, Vigorosidad, Supervivencia.

Abstract

This study was conducted in Gallery of the river Santa Elena, located in the northern sector forest owned by the National Agrarian University. Its aim was to "evaluate the establishment and growth of forest species for the recovery of the area." The methodology used consisted in the establishment of native species in the area through enrichment planting. Site of variable size were selected considering them areas in recovery and deploying the enrichment was defined a move away from planting of one metre between plants and rows followed the shape of the site, since each one of them had irregular shapes. The species used were seven, being the criterion of selection that was typical of dry forest. During the period of July 2014 in April 2015, became the measurement of variables, such as: survival, increase in overall height and basal diameter of each of the species, also the silvicultural variables lighting and vigor. The species *Cedrela odorata* won 78% of survival and the species *Sideroxylon capiri* was 73%, whereas Centeno (1993), are included in the range of good. In the total height increment excelled species *Caesalpinia violacea* with 1255 cm/month and *Cedrela odorata* with 10.22 cm/month. The largest increases in basal diameter were obtained by the species *Cedrela odorata* with 2.2 mm/month, the *Swietenia humilis* with 1.8 mm/month and the *Caesalpinia violacea* with 1.5 mm/month. In the case of lighting, *Caesalpinia violacea* presented 42 plant with oblique or side lighting, as also for *Sideroxylon capiri* with 19 plants and *Hymenaea courbaril* with 15 plant respectively. In the case of the vigor, the *Caesalpinia violacea* presents 38 vigorous plant, *Sideroxylon capiri* with 18 plants and *Hymenaea courbaril* with 12 plant with a State of vigorous media.

Keywords: Recovery of the area, forest Gallery, enrichment, total height, basal diameter, lighting, vigor, survival.

I. INTRODUCCIÓN

El concepto de fragmentación puede ser definido como la transformación de un bosque continuo en unidades más pequeñas y aisladas entre sí, cuya área resultante es mucho menor a la del bosque original (Andrén, 1992; Bustamante y Grez, 1995; citados por Bizama ,*et al*, 2011). La fragmentación consiste en tres fenómenos que se producen paralelamente: i) división de hábitat en porciones menores y discontinuas, ii) disminución del tamaño de los hábitats remanentes y iii) aislamiento progresivo de los parches dentro de una matriz generalmente hostil (Pauchard *et al.*, 2006, citados por Bizama, *et al*, 2011).

La fragmentación resulta del rompimiento de la continuidad de los ecosistemas o hábitat, convirtiéndolos en parches aislados y pequeños, el grado de degradación puede llegar a varios niveles que pueden dificultar la recuperación de tales áreas degradadas, esta recuperación tiene como objetivo retornar la utilidad de un ecosistema, en ésta se reemplaza un ecosistema degradado por otro productivo, pero estas acciones no llevan al ecosistema original (Chávez, 2010).

Los bosques de galería son ecosistemas estratégicos para la humanidad por ser corredores biológicos y de flujo genético que conectan pequeñas zonas. Estos son de gran importancia pues albergan flora y fauna silvestre y desempeñan funciones de sustento y hábitat para una gran cantidad de animales, además puede ser utilizado como recreación para la población (Chávez, 2010).

Actualmente gran parte de la vegetación natural corre el riesgo de extinción debido a la destrucción de sus hábitats, lo cual ha despertado una polémica y preocupación mundial, en este contexto, el bosque de galería se establece como una formación forestal a ser conservada y recuperada al constituir una función de protección de los recursos hídricos, edáficos, de la vegetación y de la fauna (Chávez, 2010).

Según Guariguata (1999), la recuperación implica el conocimiento de los principios básicos que rigen la asociación vegetal y la biología reproductiva de las especies nativas, que permita ofrecer la mejor solución a cada caso y la evaluación periódica de los factores de eficiencia en la

recuperación; así como, la seguridad y costos de recuperación en las etapas de post-restauración., uno de los paradigmas de la restauración de áreas degradadas es que tal práctica debe ser llevada a cabo de manera que se acelere el proceso de sucesión vegetal, a fin de recobrar sus atributos funcionales y estructurales previos a la perturbación, pero a la vez, minimizando el capital económico y humano, Pessón (1998), considera que las principales barreras que causan un retardo en la velocidad del proceso sucesional con respecto a condiciones de menos perturbación son: física (poca agua, poca luz, compactación del suelo, fuego); y biológicas (falta de semillas dispersadas naturalmente, defoliación por insectos).

La importancia de este estudio es generar información básica indispensable sobre la recuperación de áreas degradadas. En el país no se cuenta con la información suficiente por lo que este tipo de estudios son pionero en recuperación científica de áreas sobre utilizada o sobre explotadas y convertirlas en sistemas de producción sostenible.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el establecimiento de siete especies arbóreas como parte de la recuperación de la vegetación del río Santa Elena en el sector Norte de la Universidad Nacional Agraria.

Objetivos específicos

Determinar la sobrevivencia de cada una de las especies utilizadas en el área de bosque de galería ubicado en el río Santa Elena.

Evaluar el incremento de diámetro basal y altura total de las especies utilizadas la ribera del río Santa Elena.

Brindar recomendaciones técnicas para el manejo de las especies introducidas en el bosque del río Santa Elena.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se desarrolló en la parte alta del río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, se encuentra ubicado en el km 12 carretera Norte, Managua, a los $12^{\circ} 08' 36''$ latitud Norte y a los $86^{\circ} 09' 49''$ longitud Oeste a 56 m.s.n.m. Rivers (2007). Según INETER (2004), la temperatura anual promedio es de 26°C , con una humedad relativa promedio del 70% y precipitaciones de 1000-1300 mm al año (figura 1).

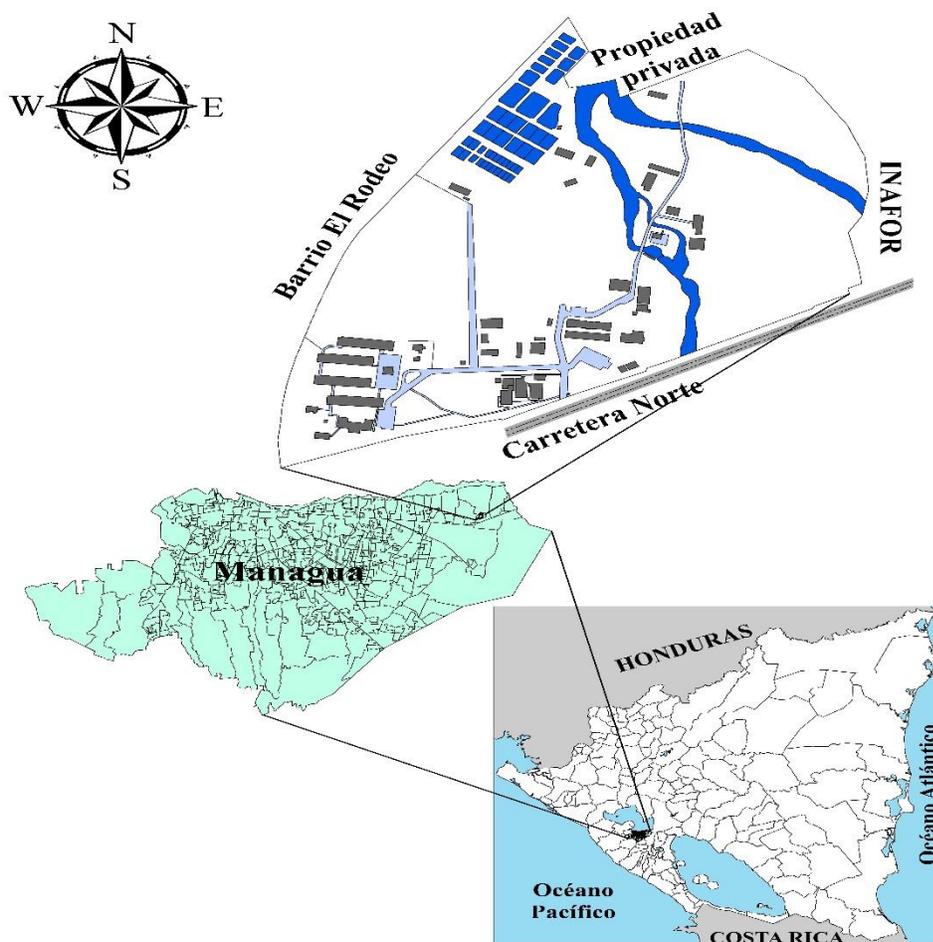


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el río Santa Elena, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015, (Peña, 2013).

3.2. Diseño Metodológico

Esta se llevó a cabo mediante tres etapas metodológicas, con las cuales se abordan de forma conjunta los objetivos planteados en el estudio (figura 2).

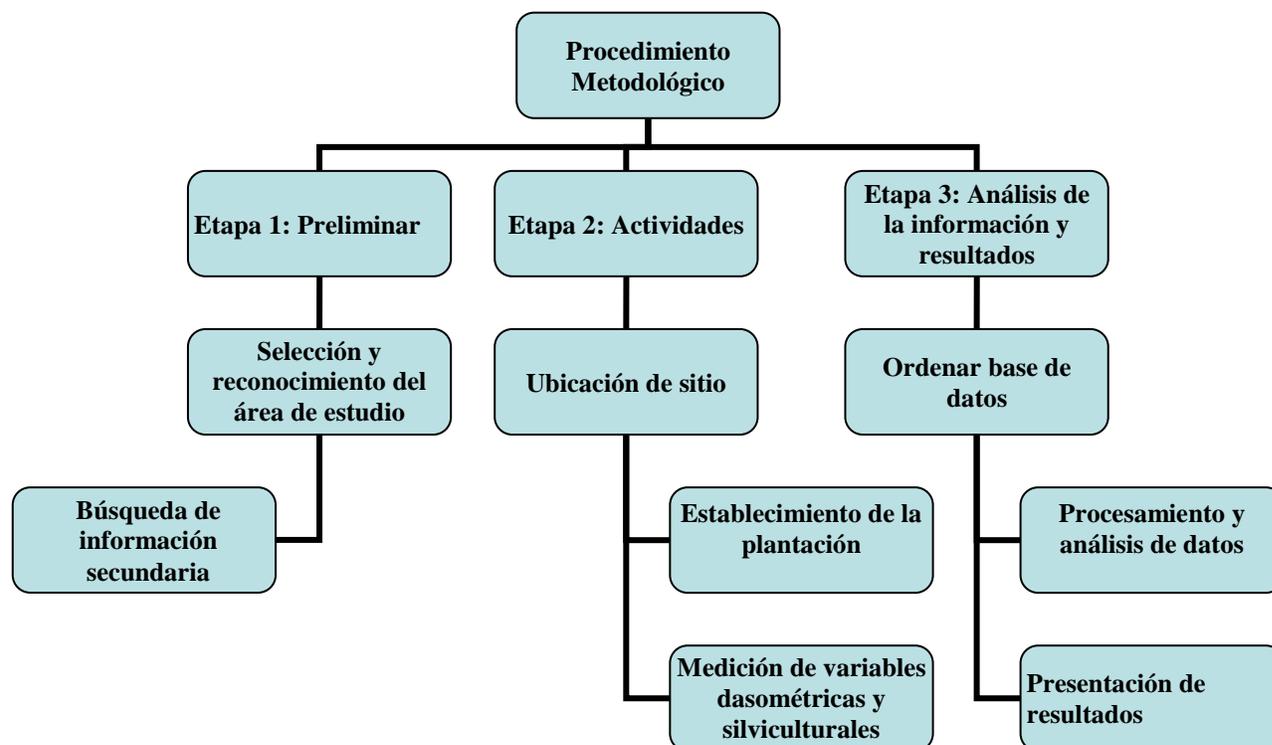


Figura 2. Metodología implementada en el bosque de galería del río Santa Elena, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015.

3.3. Etapa 1: Preliminar

3.3.1. Selección y reconocimiento del área de estudio

La primera etapa consistió en realizar un recorrido dentro del área de estudio seleccionado que bordea el río Santa Elena, con el fin de ubicar los puntos de establecimiento de los sitios de estudios, el criterio para la selección de estos sitios es que reunieran las características de poca cobertura forestal o que estuvieran sin cobertura y que requirieran ser rehabilitada e incrementar la cobertura con especies forestales utilizando enriquecimiento forestal.

3.3.2. Búsqueda de la información secundaria

Se recopiló información utilizando fuentes bibliográficas relacionadas con el estudio sobre la recuperación de áreas degradadas mediante el establecimiento de especies propias de la zona, las fuentes que se consideraron fueron: Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), biblioteca del INAFOR, y páginas electrónicas.

3.4. Etapa 2: Actividades

3.4.1. Ubicación de los sitios

La segunda radicó en la georreferenciación de los puntos de ubicación de los sitios, con los cuales se obtuvieron las poligonales que delimitan a tres sitios de estudio. Para determinar el área de cada sitio, se utilizó un GPSmap64st, un software de ArcGIS 10.1 para el procesamiento de las poligonales; en total se delimitaron tres sitios ubicándolas en las riberas del río (figura 3).

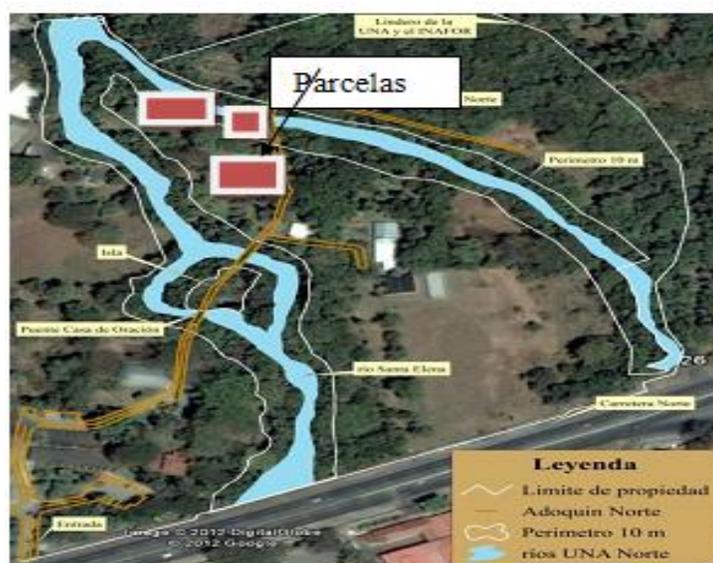


Figura 3. Ubicación de los sitio de estudio en el río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, Managua, 2015 (Peña, 2013).

3.4.2. Establecimiento de las plántulas y especies utilizadas

Las plántulas utilizadas fueron obtenidas en el vivero del INAFOR (Instituto Nacional Forestal) ubicado en el km 12 ½ carretera Norte, Managua; en los sitios seleccionados fueron establecidas a una distancia de un metro entre una planta y otra, la forma de los sitios son diferentes tomadas de acuerdo al tamaño de área degradada existente en el lugar seleccionado, por lo tanto las hileras de las plantas siguieron la forma del sitio.

Las especies utilizadas en el área fueron siete, entre las especies típicas de bosque de galería o áreas ribereñas están el tempisque y guapinol, de las especies que crecen en áreas abiertas por ser heliófitas se usaron caoba, cedro, caña fistula y cortez y las adaptadas a áreas degradadas como Brasil blanco (Anexo 3).

Cuadro 1. Número inicial de plántulas por especies utilizadas en los sitios del bosque de galería del río Santa Elena.

ESPECIES	JULIO 2014
<i>Caesalpinia violácea</i> (Mill), Standl. Publ.	104
<i>Cedrela odorata</i> L.	9
<i>Cassia fistula</i> L.	1
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Cham.) Standl.	14
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	46
<i>Sideroxylon capiri</i> (A.D.C.) Pitier	30
TOTAL	205

3.4.3. Variables colectadas y periodo de medición

Las plantas de cada especie establecidas se midieron cada mes iniciando en julio 2014 a abril 2015. En cada momento de medición se registraron los datos del diámetro basal en milímetro y la altura total en centímetro de todas las plantas establecidas, también se realizaron 13 mediciones y el conteo de todas las plantas vivas.

En la evaluación de las plantas se consideraron las variables siguientes:

a) Altura total

La medición de la altura total se realizó considerando, la distancia vertical, desde la base de la planta hasta el ápice de la copa de la misma. La altura total se expresó en centímetro y fue medida con una regla graduada en centímetro (López, 2011).

b) Diámetro basal

El diámetro basal se midió en la base o cuello de la planta establecida. El diámetro basal se expresa en milímetros. Esta variable fue medida con un vernier (López, 2011).

c) Supervivencia

Esta variable se determina realizando la relación entre plantas vivas y muertas, empleando la fórmula de López, (2000):

$$PM = (NIM/TI) * 100$$

Donde:

PM: Porcentaje de Mortalidad,

NIM. Número de individuos muertos

TI. Total de individuos al inicio de la plantación

Donde:

$$PS = N - \% mortalidad$$

PS: Porcentaje de Supervivencia

N: Porcentaje total al inicio de la plantación, es decir el 100%.

Para analizar y clasificar la calidad de supervivencia se utilizaron los rangos de calificación de, Centeno, (1993).

Cuadro 2. Clasificación de una plantación forestal en relación al porcentaje de supervivencia.

Porcentaje de sobrevivencia	Calidad en cuanto a sobrevivencia.
80 a 100	Excelente
70 a 80	Muy Bueno
40 a 70	Regular
Menos 40	Mala calidad

Fuente: (Centeno, 1993)

Para el caso de la sobrevivencia, se hace una relación entre los porcentajes registrados por cada especie y los valores de precipitación mensual en el periodo de evaluación, pretendiendo así inferir en cierto efecto de la precipitación sobre el grado de establecimiento de las plantas.

d) Variables silviculturales Iluminación y Vigorosis

Para tener un criterio de la condición silvicultural del bosque se tomaron en cuenta las variables cualitativas, iluminación y vigorosis.

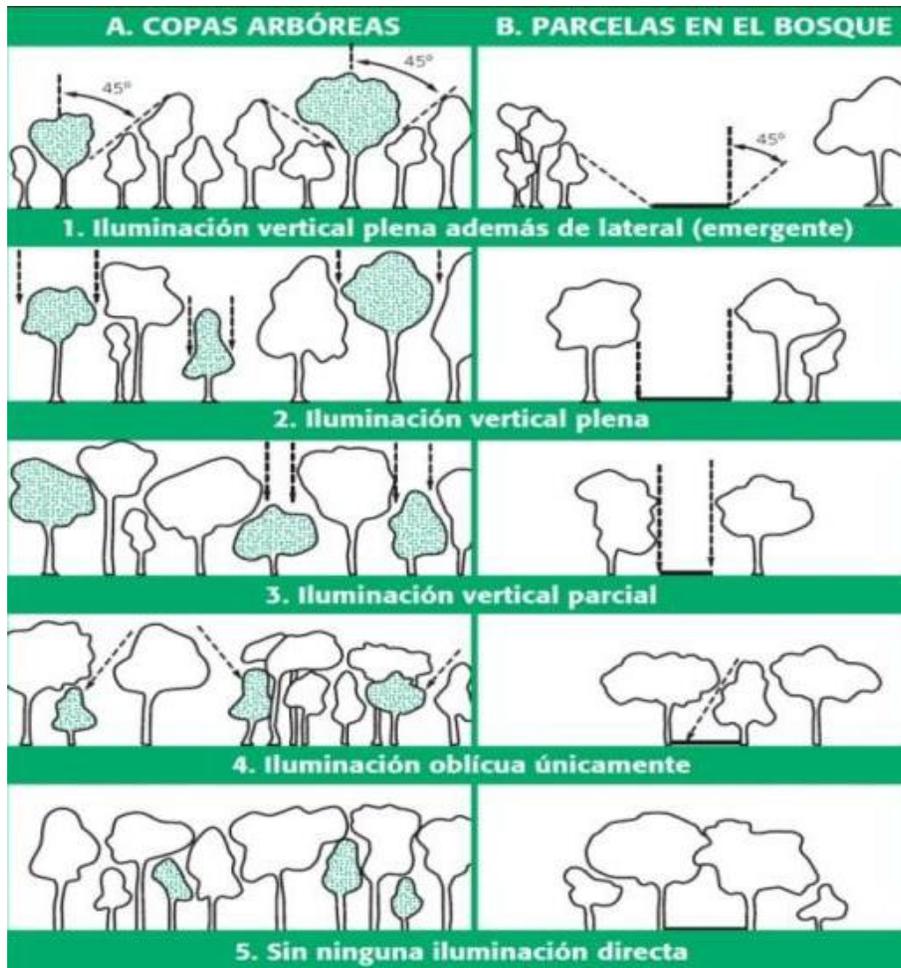
Iluminación: La iluminación es la influencia de la luz solar en los diferentes estratos del bosque (Serrano y Toledo, 2003).

La posición y forma de copa son factores que son decisivos en las direcciones de penetración de la iluminación o incidencia de luz dentro de un bosque (Cuadro 3 y figura 4). Considerando la incidencia de la iluminación, ésta se evaluó según los criterios de Dawkins, (1958), modificada por Hutchinson (1993).

Cuadro 3. Categorías de iluminación utilizadas en la evaluación de las especies plantadas a la orilla del río Santa Elena.

Código	Categoría	Descripción de la variable
1	Iluminación vertical plena además de lateral (emergente).	La copa está totalmente expuesta y libre de competencia lateral, al menos dentro del cono invertido de 90° formado desde la base de la copa.
2	Iluminación vertical plena y parcial.	Individuos en los que la parte superior de la copa está totalmente expuesta a la luz vertical, pero se encuentran adyacentes a otras de igual o mayor altura que impiden la luz lateral. Incluye individuos, cuya copa recibe luz superior en forma parcial ya que son sombreados parcialmente por otras copas ubicadas al lado.
3	Iluminación oblicua únicamente	La copa se encuentra totalmente sombreada verticalmente, pero expuesta a alguna luz directa debido a claros o discontinuidad del dosel superior.
4	Sin ninguna iluminación directa	La copa se encuentra totalmente sombreada tanto vertical como lateralmente.

Fuente: Dawkins, (1958) modificada por Hutchinson (1993).



Fuente: Adaptado de Hutchinson (1993) y Quirós (1993).

Figura 4. La posición de copa se evalúa según los criterios Dawkins, (1958) modificada por Hutchinson (1993) y Quirós (1993).

Vigorosidad: Es una característica particular que presentan las plantaciones arbóreas durante su desarrollo, en el proceso de crecimiento se pueden obtener plantas con problemas que se manifiestan en la vigorosidad o estado de vitalidad del árbol. Barchuk y Díaz, (2000), afirman que Independientemente de la etapa de crecimiento en el que se encuentre, el árbol presenta un ritmo metabólico que lo mantiene dentro de márgenes vegetativos indispensables para la supervivencia.

La vigorosidad se puede valorar utilizando la vitalidad, la cual designa cualitativamente la capacidad de producción estacional del árbol, bien sea de tallos, hojas, flores o frutos, así como

la intensidad del verde del follaje, que son formas de respuestas a los factores ecológicos, tales como, la luz solar, competencia, uso de nutrientes y otros.

También se puede valorar utilizando el vigor vegetativo, el cual describe cuantitativamente la producción estacional, sobre todo en el número y la longitud de los nuevos tallos, tamaño y número de flores y frutos, cantidad de hojas u otras características medibles. La información de la vigorosidad se tomó observando la vitalidad de la planta, calificándola de acuerdo al cuadro 3. Se puede considerar las siguientes categorías:

Cuadro 4. Categorización de la vigorosidad de las plantas forestales

Código	Descripción de la variable
1	Plantas con vitalidad evidente (vigoroso).
2	Plantas con vitalidad media, es decir existe Problemas en el desarrollo.
3	Plantas con la vigorosidad que declina hacia un debilitamiento y muerte de la planta.

Fuente: Barchuk y Díaz, (2000)

3.4.4. Determinación del incremento en diámetro basal y altura

Con el procesamiento de los datos se determinaron los incrementos medio periódico mensual del diámetro basal y altura. El cálculo se realizó mediante la relación del valor del incremento periódico registrado (IP) dividido entre el tiempo de evaluación, es decir 10 meses, como se muestra en la siguiente fórmula (cuadro 4):

Para calcular el incremento diamétrico basal y la altura se utilizó la relación que aplica Yepes, (2008), (cuadro 4).

Cuadro 5. Proceso en el cálculo de incremento del diámetro basal y altura total

Según	Fórmula	Descripción
Yepes, (2008)	$I = (DB_1 - DB_0)/\text{tiempo}$	<p>Donde:</p> <p>I: Incremento del diámetro basal, expresado en milímetro por período dado</p> <p>DB₁: Es el diámetro en la última medición en milímetro.</p> <p>DB₀: Es el diámetro basal en la medición inicial.</p> <p>T = Tiempo (meses)</p>
Yepes, (2008)	$I = (H_1 - H_0)/\text{tiempo}$	<p>Donde:</p> <p>IM: Incremento de la altura total, expresado en centímetro por período dado</p> <p>H₁: Es la altura total en la última medición en centímetros.</p> <p>H₀: Es la altura total en la medición inicial en centímetros.</p> <p>T = Tiempo</p>

3.5. Etapa 3: Análisis de la información

3.5.1. Ordenamiento de la base de datos

La tercera etapa se basó en el ordenamiento de los datos recopilados durante la medición de las plantas se elaboró la base de datos y a partir de ahí realizar los cálculos y análisis respectivos.

El ordenamiento de la información resultante de los análisis se hizo utilizando Microsoft Word y siguiendo la guía de redacción de trabajos de investigación de la UNA.

3.5.2. Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron procesados utilizando Microsoft Excel para realizar los cálculos requeridos según los objetivos utilizando las variables descritas. Con el que se hizo la determinación de los resultados.

El establecimiento de la plantación en los sitios no siguió el modelo de un diseño experimental, sino, área o sitios considerado como parcelas con el de obtener información básica sobre la recuperación de áreas degradadas.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Supervivencia general de las especies utilizadas en el río Santa Elena de la UNA

El cuadro 5, se muestran los cambios que ocurren en la supervivencia en el periodo de observación, en el transcurso del tiempo los valores de supervivencia disminuyen, encontrando que el mes de abril el Guapinol (*Hymenaea courbaril*) y el Cortez (*Tabebuia chrysantha*) presentan los porcentajes más bajos. Las especies cedro real (*Cedrela odorata*) presenta una supervivencia del 78 % y el tempisque (*Sideroxylon capiri*) con el 73 %, los cuales constituyen los valores más altos considerando y según Centeno (1993) está comprendida en el rango de bueno. Globalmente se obtuvo una supervivencia del 61 % para todas las especies plantadas.

Los cambios en la supervivencia se debe sobre todo al trato o manejo que se le dio a las plantas y las condiciones ecológicas del sitio, tales como: sequía, alteración antropogénica debido a las actividades de limpieza y labores agrícolas que se realizan cercano al río y bosque de galería, inclusive desde antes de establecer la plantación.

Entre el conjunto de plantas establecidas la *Cassia fistula* y *Swietenia humilis*, se sembraron solo una planta por especie, las cuales sobrevivieron durante todo el período de evaluación.

Según Filomeno (2007), generalmente las plantas que son movidas o plantadas en el sitio de establecimiento inicial, sufren maltrato durante los movimientos, la deficiencia de precipitación, el cambio de requerimiento para las especies.

Cuadro 6. Sobrevivencia de siete especies forestales en el bosque de galería del río Santa Elena de la Universidad Nacional Agraria, 2015

ESPECIES	JULIO 2014	ABRIL 2015	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA
<i>Caesalpinia violácea</i> (Mill), Standl. Publ.	104	64	62
<i>Cedrela odorata</i> L.	9	7	78
<i>Cassia fistula</i> L.	1	1	100
<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	1	1	100
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Cham.) Standl.	14	8	57
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	46	23	50
<i>Sideroxylon capiri</i> (A.D.C.) Pitier	30	22	73
TOTAL	205	126	61

4.2. Sobrevivencia por especie

4.2.1. Guapinol (*Hymenaea courbaril*)

El comportamiento de la sobrevivencia de *Hymenaea courbaril* se reduce durante el transcurso del período evaluado, en ese período ocurren tres meses con precipitación abundante (figura 5) (INETER, 2015). De acuerdo a la sobrevivencia durante el período de Julio a Abril se observa que la especie tiene un comportamiento tendiente a una reducción llegando al final del período al 50 % e indica que la precipitación no es una limitante, según (Centeno, 1993) la calidad de sobrevivencia es considerada regular.

Pueden existir otros factores ambientales que afectan la sobrevivencia de la especie, tales como, la sombra, el mantenimiento de limpieza que realiza el personal de áreas verdes de la UNA.

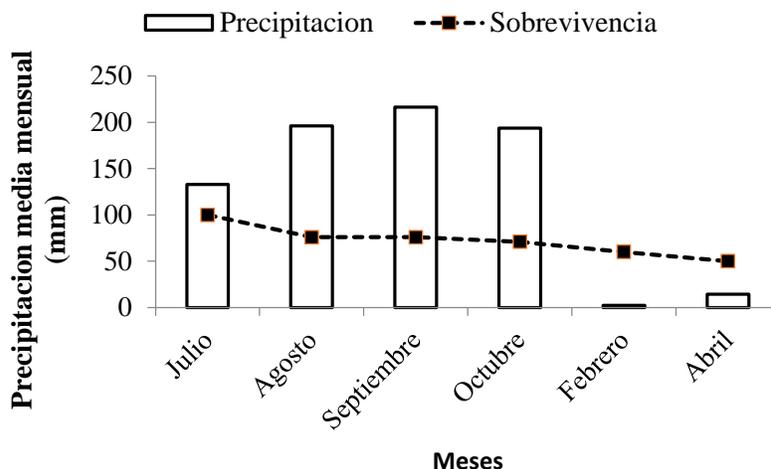


Figura 5. Comportamiento de la sobrevivencia de *Hymenaea courbaril* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015

4.2.2. Brasil blanco (*Caesalpinia violacea*)

De acuerdo a la sobrevivencia durante el período de Julio a Abril se observa que la especie tiene un comportamiento tendiente a una reducción llegando al final del período con 62 % (figura 6), y según Centeno, (1993), la sobrevivencia es considerada como regular.

Esta especie es heliófita y requiere de mucha iluminación para su crecimiento inicial y responde bien a la iluminación lateral incidiendo en la sobrevivencia de las plantas, la precipitación es la misma que en la especie anterior, sin embargo, siempre ocurren pérdidas de plantas que disminuyen la sobrevivencia de las plantas de esta especies en este sitio (INETER, 2015).

La pérdida de planta de esta especie en este bosque de galería se pueda deber a efectos antropogénicos, tales como la caída de ramas cortadas y la quema de residuos que provocan las labores que se realizan durante el mantenimiento de áreas verde por los encargados de este tipo de actividad.

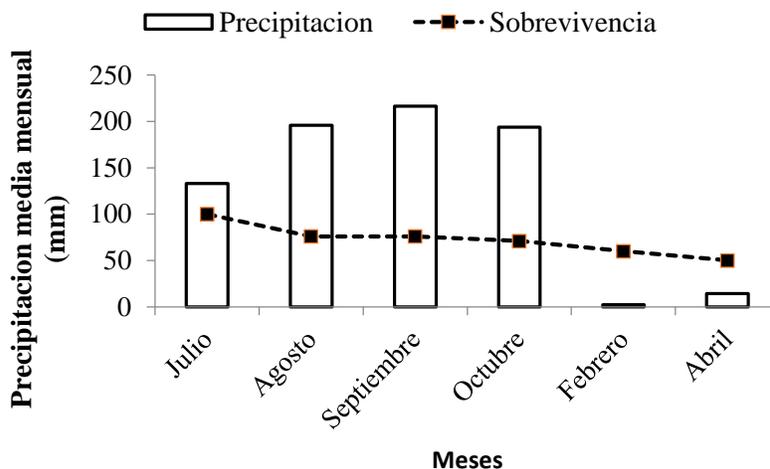


Figura 6: Comportamiento de la supervivencia de *Caesalpinia violacea* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.

4.2.3. Tempisque (*Sideroxylon capiri*)

En la figura 7, se observa que la especie tiene un comportamiento de supervivencia del 73 %.

La precipitación (INETER, 2015) crea condiciones favorables sobre las plantas establecidas en el sitio, esto indica que los requerimientos de la especie en cuanto a precipitación está bien para el crecimiento normal de ésta (figura 7).

Según Paguaga y soto (2010) es una especie heliófita y requiere de la incidencia de iluminación moderada en sus etapas de crecimiento y la cobertura arbórea existente en el bosque de galería no es una limitante para su establecimiento. Según Centeno, (1993), supervivencia está en el rango de Bueno.

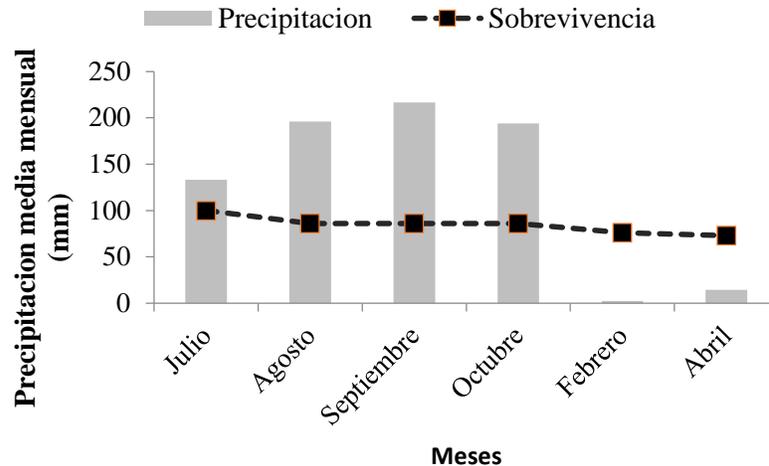


Figura 7. Comportamiento de la supervivencia de *Sideroxylon capiri* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.

4.2.4. Cedro real (*Cedrela odorata*)

Es una especie que puede crecer bajo condiciones de humedad y sequedad, tanto en el Pacífico, como en el Atlántico. En el sitio de estudio, durante el período de evaluación se dieron 3 meses de precipitación lo que dio lugar a la supervivencia de las plantas de ésta especie.

Esto indica que los requerimientos de la especie en cuanto a precipitación es buena para lograr la supervivencia de las plantas. La última medición tuvo el 78 % de supervivencia (figura 8).

El suelo del sector norte de la Universidad Nacional Agraria pertenece a la serie La Calera, que son suelos pobremente drenados, negros, superficiales, calcáreos que contienen sales y son altos en sodio intercambiable (Rodríguez, 2014).

El cedro real no es muy exigente en cuanto a algún tipo de suelo, pero sí, requiere de iluminación suficiente para la supervivencia y desarrollo. La supervivencia está en el rango de bueno según la clasificación de Centeno, (1993).

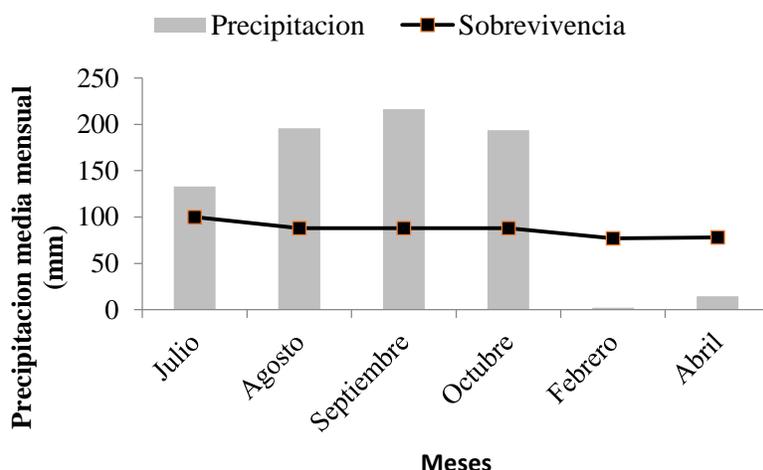


Figura 8: Comportamiento de la sobrevivencia de *Cedrela odorata* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del Rio Santa Elena, UNA, 2015.

4.2.5. Cortez (*Tabebuia chrysantha*)

En la figura 9, se observa que la especie tiene un comportamiento de sobrevivencia del 57 % y esta sobrevivencia está en el rango de regular según Centeno, (1993).

Esta especie, también estuvo bajo el régimen de tres meses de precipitación al igual que las otras especies del estudio, sin embargo la lluvia no incidió en el comportamiento de reducción de la sobrevivencia.

Existen condiciones ambientales que son desfavorables para sobrevivencia de las plantas de esta especies, tales como, la sombra, y la iluminación ya que es un especie heliófita y las plantas estuvieron bajo sombra oblicua o lateral difusa (figura 9)

La presencia constante de personas en el sitio donde está establecida esta especie es un factor que dificulta la sobrevivencia debido a que las actividades de mantenimiento de áreas verdes de la Universidad Nacional Agraria provocó la desaparición de plantitas del cortez por chapia de las hierbas indeseables que se establecen a la orilla de cauce natural del río y durante la época de lluvia la nueva regeneración natural que se genera es eliminada por las labores de limpieza que se realizan con el objetivo de mantener limpio a lo largo de la ribera del río.

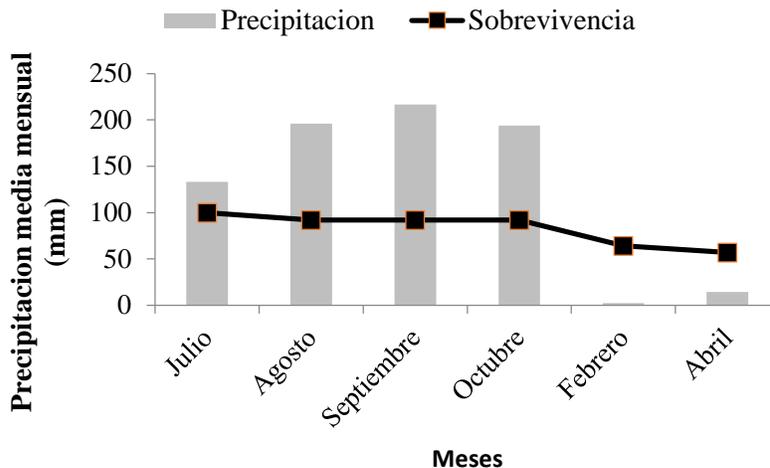


Figura 9: Comportamiento de la supervivencia de *Tabebuia chrysantha* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del Río Santa Elena, UNA, 2015.

4.2.6. Caoba (*Swietenia humilis*) y Caña fístula (*Casia fistula*)

En la figura 10, se observa que estas dos especie tienen un comportamiento de supervivencia del 100 % y esta supervivencia está en el rango de excelente según Centeno, (1993).

Como parte del tratamiento de enriquecimiento aplicado estas especies fueron representados por una sola planta cada una, Sin embargo sobrevivieron todo el período del estudio, considerándose así como muy bueno.

Las dos especies son heliófitas y en el establecimiento de la plantación fueron pues en puntos donde la iluminación penetraba completamente, siendo aprovechados estos factores por las plantas esto ayudó a mantener la supervivencia (figura 10 y 11).

Según Salas (1993), estas dos especies se desarrollan en un rango de precipitación mínima 1000 mm/años y máxima de 1450 mm/años, este requerimiento corresponde a las presente en el sitio de estudio que es de 1140 mm., esto según INETER (2012), citado por Mendoza y Moreno (2014).

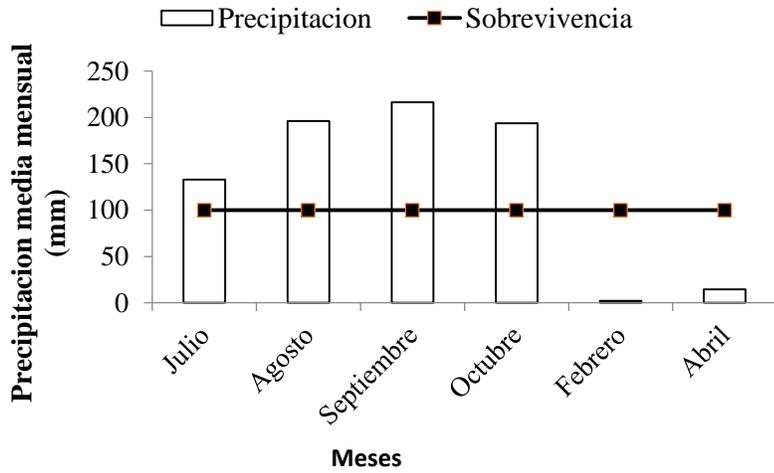


Figura 10. Comportamiento de la sobrevivencia de *Swietenia humilis* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.

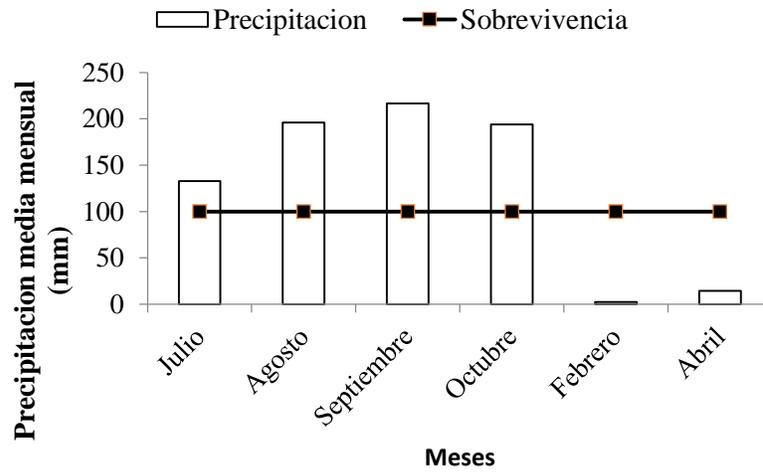


Figura 11. Comportamiento de la sobrevivencia de *Casia fistula* considerando la precipitación del período en la restauración de áreas degradadas en la ribera del río Santa Elena, UNA, 2015.

4.3. Incremento en altura total y diámetro basal de las especies

4.3.1. Incremento en altura total

Especies heliófitas típicas de sitios abiertos o intervenidos, crecen fuera del bosque, tales como: Brasil blanco y Cedro real y son las que experimentaron los mayores incrementos en altura (12.55 y 10.22 cm/mes respectivamente). Contrario a especies típicas de bosques de galería como Guapinol y Tempisque que fueron las de menores incrementos en altura obtenidos en este ensayo, todas las demás especies tuvieron también incrementos menores (Figura 12).

El comportamiento del *Hymenaea courbaril* en el de bosque de galería del río Santa Elena en cuanto a la tasa de incremento fue de 1.79 cm/mes (para el período de medición), si se hace un análisis en el cual comparamos el incremento bajo dosel en el río Santa Elena y bajo pleno sol en el Plantel, esta especie tuvo un menor incremento en altura de 1.26 cm/mes, una de las condiciones favorables para la especie en el bosque de galería es que existe sombre difusa que favorece el desarrollo de las plantas (Martínez y Castillo, 2013).

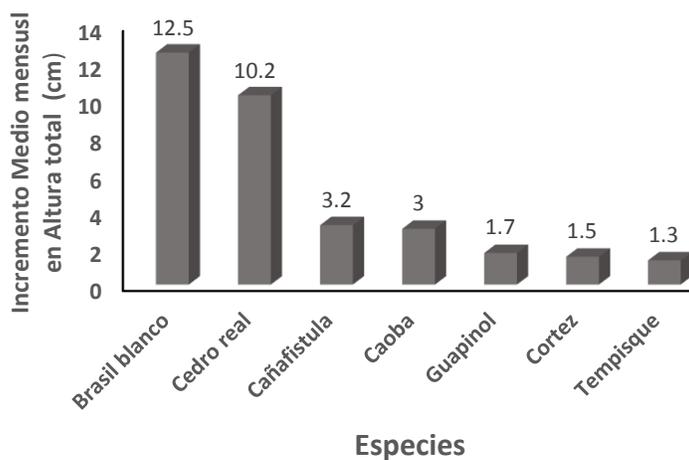


Figura 12. Incremento medio mensual en altura de siete especies forestales en un ensayo de recuperación de áreas degradadas del bosque de galería de río Santa Elena, UNA, 2015.

4.3.2. Incremento en diámetro basal

Las especies registran un alto incremento medio mensual en diámetro basal. El Cedro real, la Caoba del pacifico y Brasil blanco son las especies con el mejor desempeño en cuanto al incremento medio mensual en diámetro (2.2 mm/mes, 1.8 mm/mes y 1.5 mm/mes respectivamente) (figura 13).

Las otras especies presentan incremento de diámetro basal menores que las anteriores. El Guapinol presenta el incremento dimétrico más bajo, esto lo utiliza la especie como estrategia para superar las condiciones de sitios, es decir, es una forma de referencia para lograr el desarrollo.

Según Martínez y Castillo, (2013) *Hymenaea courbaril* tuvo un incremento durante el periodo (5 meses) de 4.43 mm *Caesalpinia violacea* su incremento fue de 2.29 mm., y *Tabebuia ochracea* el incrementando fue de 1.79 mm. En general, en el caso del río Santa Elena se encontró un incremento medio mensual menores que las del Plantel, esto indica que las condiciones ecológicas de sitio son menos favorable para estas especies que las del Plantel.

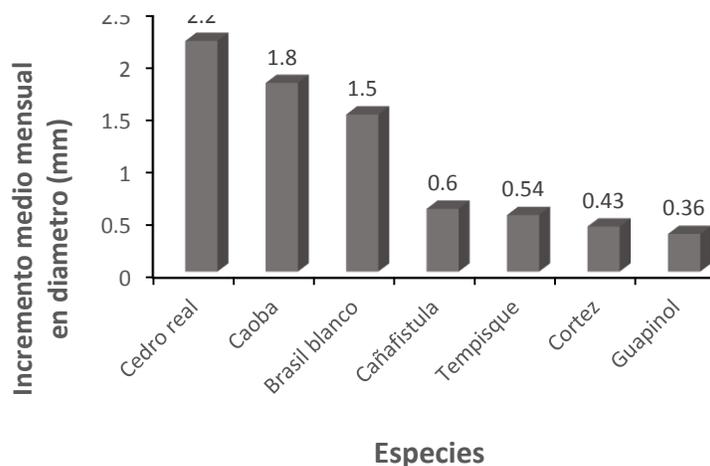


Figura 13. Incremento medio mensual en diámetro basal de siete especies forestales en un ensayo de recuperación de áreas degradadas del bosque de galería del río Santa Elena, UNA, 2015.

4.4. Comportamiento de dos variables silviculturales para siete especies

4.4.1. Iluminación

Existe más incidencia de iluminación oblicua o lateral para las 7 especies plantadas en el área de la ribera del río y las especies que reciben más iluminación son: Brasil blanco (*Caesalpinia violacea*), tempisque (*Sideroxylon capiri*) y guapinol (*Hymenaea courbaril*), esto significa que disponen de luz solar que les permite desarrollarse bajo un dosel superior alto y que tiene acceso vertical de la iluminación solar (cuadro 6).

La especie *Cassia fistula* solo presenta una planta en la clase de iluminación plena, igualmente *Swietenia humilis*, lo que favorece el crecimiento de estas especies.

Cuadro 7. Comportamiento de la incidencia de la iluminación y vigorosidad de las especies establecidas en el bosque de galería del río Santa Elena, UNA, 2015.

Especies	Iluminación (N° árbol)				Vigorosidad (N° árbol)		
	1	2	3	4	1	2	3
Brasil blanco (<i>Caesalpinia violacea</i>)	11	9	42	4	38	21	7
Cañafístula (<i>Cassia fistula</i>)	1	-	-	-	-	1	-
Caoba (<i>Swietenia humilis</i>)	-	1	-	-	1	-	-
Cedro real (<i>Cedrela odorata</i>)	5	2	1	-	3	5	-
Cortez (<i>Tabebuia caryanthea</i>)	1	2	5	-	1	3	4
Guapinol (<i>Hymenaea courbaril</i>)	1	8	15	1	5	12	8
Tempisque (<i>Sideroxylon capiri</i>)	1	2	19	-	2	18	2
TOTAL	20	24	82	5	50	60	21

4.4.2. Vigorosidad

Para las siete especies plantadas la vigorosidad que predomina es de vitalidad media. Las especies que están en esta categoría son tres; Brasil blanco (*Caesalpinia violacea*), tempisque (*Sideroxylon capiri*) y guapinol (*Hymenaea courbaril*), dichas especies responden satisfactoriamente a los factores ecológicos presentes en el sitio, incluyendo la precipitación, esto significa que les permite desarrollarse satisfactoriamente (cuadro 6).

La especie *Cassia fistula* presenta una planta con vigorosidad media, es decir que se puede recuperar biológicamente durante su crecimiento y *Swietenia humilis* presenta una planta vigorosa, lo que responde bien a las condiciones ecológicas del área en recuperación (cuadro 6).

4.5. Incidencia de la iluminación y vigorosidad por especies

4.5.1. Brasil blanco *Caesalpinia violacea*

Se puede observar en la figura 14, que las plantas de *Caesalpinia violácea* tienen mayor incidencia de iluminación oblicua (lateral), es decir 42 plantas, las plantas reciben luz solar por la mañana o bien por la tarde, lo que les permite disponer de luz para realizar sus funciones vitales de crecimiento (cuadro 6).

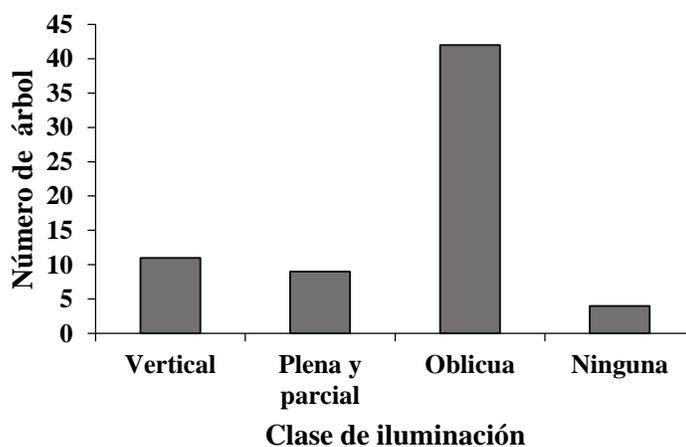


Figura 14. Comportamiento de la Iluminación en *Caesalpinia violácea*, UNA 2015.

Se puede observar en la figura 15, que las plantas de *Caesalpinia violácea* presentan un estado de vigorosidad satisfactorio (38 plantas) en el cual se detecta que las plantas están bien establecidas y responden bien a las condiciones ecológicas del sitio, incluyendo la precipitación y la incidencia de luz solar (cuadro 6); sin embargo, existe otro grupo de plantas de esta especie que manifiestan cierto efecto negativo en su relación con la iluminación (28 plantas sumadas las categorías 2 y 3 de vigorosidad).

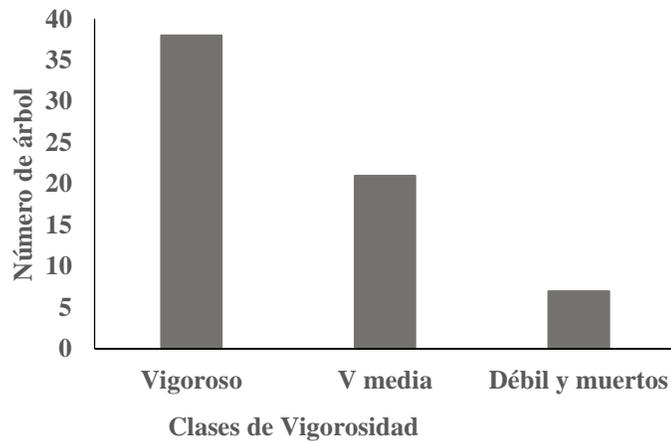


Figura 15. Estado de la vigorosidad para la especie *Caesalpinia violácea*, UNA, 2015.

4.5.2. Cedro real *Cedrela odorata*

Se puede observar en la figura 16, que las plantas de *Cedrela odorata* tienen incidencia de iluminación plena (5 plantas) en toda la copa de las plantas, es decir que reciben luz solar todo el día, lo que les permite disponer de energía para realizar sus funciones vitales de fotosíntesis y crecimiento.

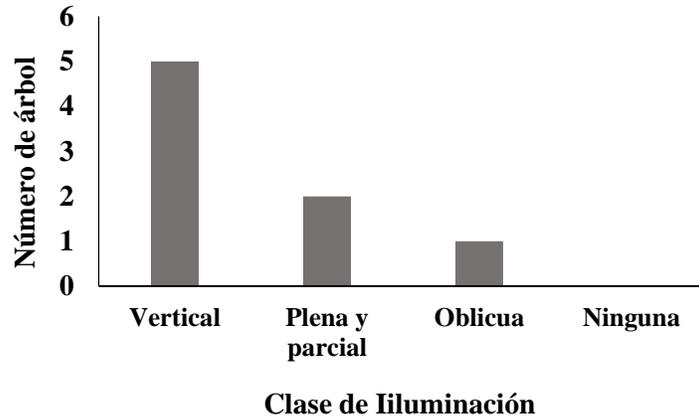


Figura 16. Comportamiento de la Iluminación en *Cedrela odorata*, UNA, 2015.

En la figura 17, las plantas de *Cedrela odorata* presentan un estado de vigorosidad media (5 plantas), esto quiere decir que, se puede establecer bien y responder bien a las condiciones ecológicas del lugar, ya que se obtienen plantas vigorosas y medianamente vigorosas (cuadro 6).

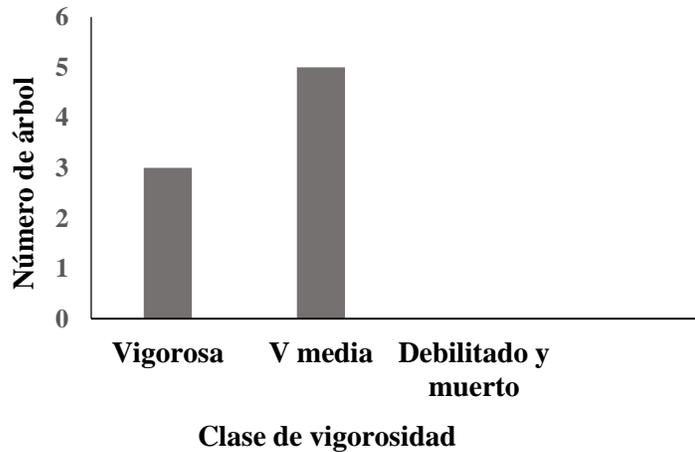


Figura 17. Estado de la vigorosidad para la especie, *Cedrela odorata*, UNA, 2015.

4.5.3. Cortez *Tabebuia chrysantha*

Las plantas de *Tabebuia chrysantha* (figura 18), obtienen más incidencia de iluminación en forma oblicua (lateral) (5 plantas) en la copa del arbolito, es decir que reciben luz solar por la

mañana o bien por la tarde, lo que les permite disponer de energía para realizar sus funciones vitales de fotosíntesis y crecimiento (cuadro 6).

En el estudio realizado por Cárdenas y Castro (2002), el cortez presentó una iluminación oblicua del 11 % y el río Santa Elena ésta categoría de iluminación estuvo representada por 5 árboles que corresponde al 62.5 % del total, esta diferencia incide en la vigorosidad y sobrevivencia de las plantas de esta especie y por lo tanto afecta al crecimiento de ésta, ya que es una especie que no tolera mucha sombra.

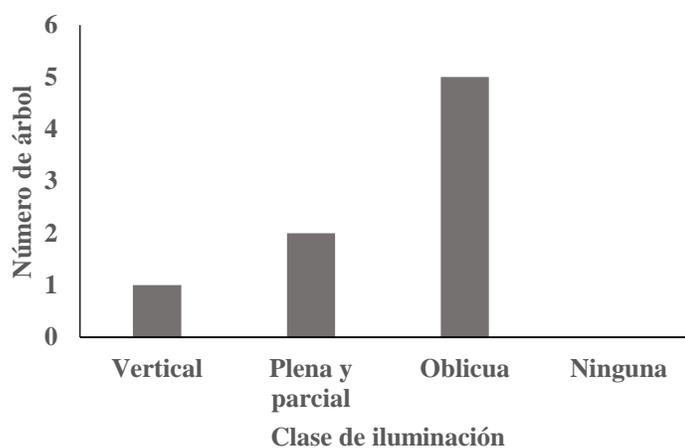


Figura 18. Comportamiento de la Iluminación en *Tabebuia chrysantha*, UNA ,2015.

Las plantas de *Tabebuia chrysantha* (figura 19) presentan un estado de vigorosidad que pone en peligro su establecimiento (4 plantas) y provoca una tendencia de desvitalizarse y morir, no responden satisfactoriamente a las condiciones ecológicas del sitio (cuadro 6).

En el estudio que realizaron Cárdenas y Castro, (2002) encontraron que esta especie presentó un buen estado de crecimiento, ya que un 88 % de sus plantas presentaron vigorosidad uno, un 11 % con vigorosidad 2 y sólo 1 % presentan baja vigorosidad. Esto resultado pueden indicar que la especie responde más satisfactoriamente en sitio más secos que en el bosque de galería.

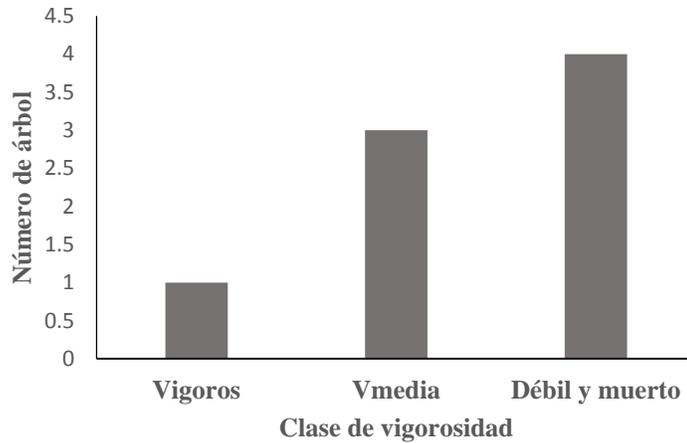


Figura 19. Estado de la vigorosidad para la especie, *Tabebuia crhysantha*, UNA, 2015.

4.5.4. Guapinol *Hymenaea courbaril*

En la figura 20, las plantas de *Hymenaea courbaril* tienen más incidencia de iluminación de forma oblicua o lateral en la copa de las plantas (15 individuos), los que significa que las plantas reciben luz solar por la mañana o bien por la tarde, este tipo de ocurrencia de luz les permite realizar sus funciones vitales de fotosíntesis y crecimiento, aunque con algunas limitaciones (cuadro 6).

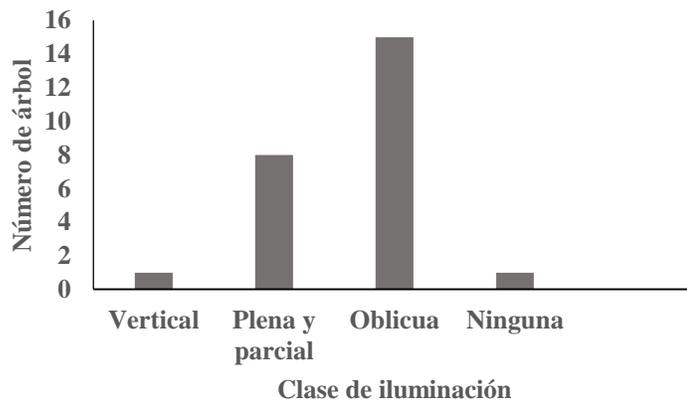


Figura 20. Comportamiento de la Iluminación en, *Hymenaea courbaril*, UNA, 2015.

En la figura 21, las plantas de *Hymenaea courbaril* presentan un estado de vigorosidad media (12 plantas) que permite el establecimiento de la especie en la ribera del río, sin embargo tiene cierta tendencia a desvitalizarse, es decir que no responden satisfactoriamente a las condiciones sombra del sitio (cuadro 6).

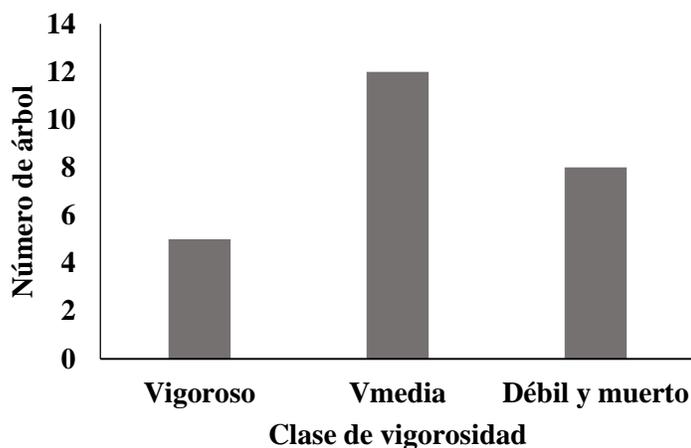


Figura 21. Estado de la vigorosidad para la especie *Hymenaea courbaril*, UNA, 2015.

4.5.5. Tempisque *Sideroxylon capiri*

En la figura 22, se observa que *Sideroxylon capiri* está bajo la incidencia de iluminación lateral en la copa de las plantas (19 individuos), es decir que, las plantas reciben luz solar por la mañana o bien por la tarde, lo que les permite disponer de luz para realizar la fotosíntesis y su crecimiento, aunque con alguna limitaciones de iluminación (cuadro 6).

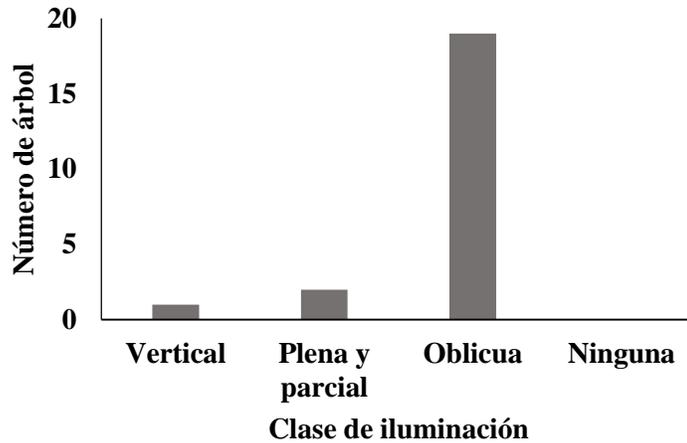


Figura 22. Comportamiento de la Iluminación en *Sideroxylon capiri*, UNA ,2015.

La figura 23, que las plantas de *Sideroxylon capiri* presentan un estado de vigorosidad media (18 plantas), pero de acuerdo a las condiciones ecológicas del sitio también presentan una tendencia de que, su vigorosidad va disminuyendo y con tendencia a morir (cuadro 6), lo que indica la necesidad de manejar la cobertura para disminuir el efecto sobre el crecimiento de las plantas de esta especie.

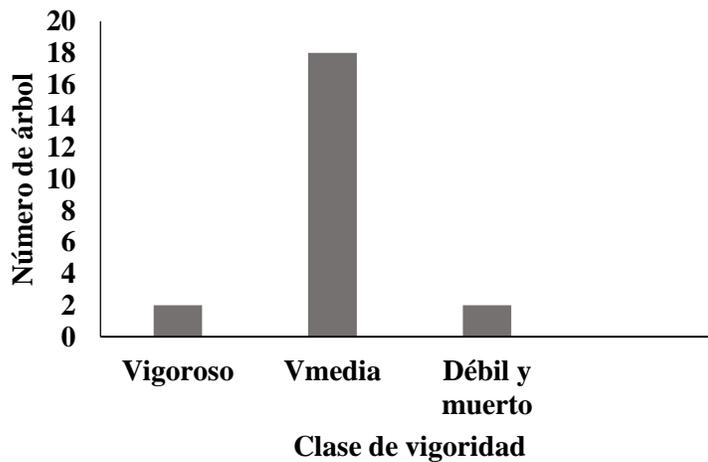


Figura 23. Estado de la vigorosidad para la especie *Sideroxylon capiri*, UNA, 2015.

4.6. Recomendaciones técnicas para recuperar el área de bosque de galería del Río Santa Elena

Para lograr el mantenimiento de la sobrevivencia de las especies plantadas se tiene que regular la competencia con las otras especies existentes, tales como herbáceas, arbóreas y arbustivas mediante de limpieza y poda permanente.

Realizar un registro continuo de las variables medidas mediante evaluaciones anuales.

Utilizar parcelas permanentes de 50 por 50 metros con el fin de determinar la dinámica de desarrollo, utilizando las especies que resultaron con mejor sobrevivencia y con mayores incrementos en altura total y diámetro basal.

Aplicar tratamientos silviculturales a las especies cuyas semillas han germinados en el bosque de galería, tales como, limpieza con fin de regular la competencia con otras hierbas e incentivar su crecimiento.

V. CONCLUSIONES

La sobrevivencia es regular de acuerdo a los análisis realizados y si, se considera un mejor manejo de la quema de residuos se obtendría excelentes resultado. En este estudio se obtuvieron con mejor sobrevivencia las especies *Cedrela odorata* y *Sideroxylon capiri*.

La determinación de los incrementos en altura y diámetro basal de las plantas son necesarios para conocer la dinámica de crecimiento de las plantas arbóreas, en este estudio resultaron con mayores incrementos *Cedrela odorata* y *Caesalpinia violacea* y *Swietenia humilis* respectivamente

Es necesario que para el éxito de recuperación de áreas degradadas se realicen las labores de mantenimiento y limpieza que juegan un papel fundamental en la sobrevivencia y dinámica de la plantación.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar la recuperación a lo largo del río Santa Elena que comprende dentro de la propiedad de la Universidad Nacional Agraria, utilizando especies que tengan mayor sobrevivencia e incrementos en altura total diámetros basales, tales como: *Cedrela odorata*, *Caesalpinia violacea* y *Swietenia humilis*.

Regular la competencia con otras especies herbáceas y arbóreas mediante limpiezas permanentes, en esta aspecto se debe considerar la regulación del Neem (*Azadiractha indica*), por considerarse invasora.

Realizar trabajos silviculturales, tales como, poda aérea con el propósito de mejorar la penetración de la iluminación en el dosel del arbolado.

VII. LITERATURA CITADA

- Andren, H. 1992.** Corvid density and nest predation in relation to forest fragmentation: a landscape perspective. *Revista Ecology* 73: 794 - 804.
- Barchuk, A. H. y Díaz, M. P. 2000.** Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma* quebracho blanco y *Prosopischilensis* en el Chaco Árido. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*. 8: 17 - 29.
- Bizama G.; Torrejón F.; Aguayo M.; Muñoz M. D.; Echeverría C. y Urrutia R. 2011.** Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XXI. EN: *Revista de Geografía Norte Grande*, 49: 125-138 (2011). Concepción, Chile.
- Bustamante, R. y Grez, A. 1995.** Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 11 (2): 58-63.
- Cárdenas V., C. Y. y Castro G., A. 2002.** Evaluación del comportamiento actual de la regeneración natural no establecida de tres especies forestales (*Lonchocarpus minimiflorus*, *Tabebuia chrysantrha*, *Lysiloma seemannii*) en el bosque seco tropical de Nandarola, Granada. Managua, NI. Ingeniera, Universidad Nacional Agraria. 38 p.
- Centeno, M. 1993.** Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Tesis. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Nicaragua pàg.79.
- Chaves k. H. 2010.** “Elementos Prácticos y Aplicaciones: Restauración de ecosistemas degradados”.”Curso sub regional presencial en manejo integrado de aguas y áreas marino-costeras”. Ciudad de Panamá. 32 p.
- Dawkins, H. C. 1958.** The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. UG.155 p.
- Filomeno Alves-Milho, S. 2007.** Inventario y diagnóstico de plantaciones forestales en la región de Occidente durante la campaña forestal 2007, 2008, 2009, 2010 (Informe final). Cuenta Reto del Milenio, Nicaragua. Managua, NI. 110 p.
- Guariguata, M. 1999.** Bases Ecológicas Generales para el Seguimiento de Proyectos de Restauración de Bosques. En: *Restauración ecológica y reforestación: Bogotá*. (Eugenia Ponce de León, ed.), 83-95. Fundación Alejandro Escobar, Bogotá.
- Hutchinson, ID. 1993.** Punto de partida y Muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica, informe técnico No 204. Colección Silvicultura y Manejo de bosque naturales No. 7. 32

- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2004.** Resumen meteorológico anual: Base de datos nacional. Formato HTML. Managua, Nicaragua.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2012.** Comportamiento temporal de las principales variables climatológicas, Dirección General de meteorología. Consultado el 17 septiembre de 2013
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2015.** Boletín climático, Managua, Nicaragua, Dirección General de Meteorología, 2010 – 2015.
- López, D. 2000.** Estudio de tratamientos pre germinativos, crecimiento y rendimiento de Managua, NI, UNA. 32 p.
- López G. A. J. 2011.** Evaluación inicial del crecimiento y producción del tempate (*Jatropha Curcas*) en la finca El Plantel, Nindirí, Masaya. Ingeniera 45 p.
- Martínez L. F. I. y Castillo M. M. A. 2013.** Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya. Ingeniera. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 45p.
- Mendoza M. D. M., Moreno Z. E. M. 2014.** Rendimiento y análisis económico en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.) utilizando tres dosis de vermicompost. Managua, NI, 2012. Ingeniera. Universidad Nacional Agraria. 37 p.
- Pauchard et al. 2006.** Cuantificando la fragmentación del paisaje: las métricas y los significados ecológicos. En Grez et al. (eds.): Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas. pp: 41-67.
- Peña Ortiz, J. A. 2013.** Estado actual del bosque de galería de la parte alta del río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, Managua. Ingeniero. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 37 p.
- Paguaga D. y Soto A. 2010.** Árboles y arbustos de la ciudad de León. Primera edición. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). San José, Costa Ricas. 67 p.
- Pessón, P. 1998.** Ecología Forestal. Edic. Mundi-Prensa, Madrid. 393 p.
- Quirós, D. 1993.** Ejecución de muestreo diagnóstico en bosques naturales húmedos latifoliados; Guía de campo; Manejo forestal tropical. 4 p.
- Rivers, E. 2007.** Incidencia del virus del mosaico del dasheen (dsmv) y producción de plantas libres del virus en malanga (*Colocasia* spp.), Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Agr.
- Rodríguez G., H. R. 2014.** Evaluación agronómica con enfoque agroecológico en un sistema diversificado de guayaba (*Psidium guajava* L.), nopal (*Opuntia ficus* L.), piña (*Ananas*

comosus L.) y papaya (*Carica papaya* L.) utilizando vermicompost, Managua, Nicaragua, 2009-2011. Ingeniero. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 100 p.

Salas E. J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, NI. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del ambiente, IRENA. 390 P.

Serrano, J., Toledo, K. 2003. Estado estructural y silvicultural de la especie endémica *Ocotea astrigosa* van der Werf (Arrayan), circundante a la laguna Miraflores. RN Miraflores. Estelí, Nicaragua. Ingeniero Managua, NI: UNA. 43 p.

Yepes, A. 2008. Dinámica de un Bosque Primario Premontano de los Andes Colombianos. Tesis de Posgrado en Bosques y Conservación Ambiental. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Medellín – Colombia.

ANEXO

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formulario para la recuperación de datos de la plantación forestal, UNA, 2015

N° Árbol	Especies	Diámetro Basal (mm)	Altura Total (m)	N° De Placa

Anexo 2: Formato para el levantamiento de datos de las variables iluminación y vigorosidad en los sitios de restauración en el bosque de galería (Río Santa Elena, UNA), Managua, 2015

N° Árbol	Especies	Iluminación	Vigorosidad

Anexo 3. Distribución y ecología de las 7 especies forestales utilizadas como enriquecimiento en la recuperación de área degradadas del río Santa Elena, UNA.

Especie	Nombre científico	Ecología	Distribución
Caoba del Pacífico	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	Se encuentra en sitios con precipitaciones que oscilan entre 1,100 a 1,400 mm. anuales. Se desarrolla en climas con temperaturas medias anuales de 24 °C a mayores. Crece mejor en suelos profundos, ricos en materia orgánica y bien drenada, y en alturas desde 5 a 500 msnm	Se encuentra desde México hasta Costa Rica, principalmente en la costa del Pacífico. Según la clasificación ecológica de Salas, la Caoba del Pacífico es natural de la región ecológica I, sector del Pacífico, específicamente de las formaciones forestales zonales: bosques bajos o medianos caducifolios de zonas cálidas y secas; y bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas. (NATIVO)
Cañafístula, Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i> L.	Los requerimientos en precipitación son desde 800 a 1,500 mm., temperatura media anual entre 24 y 29°C; altura desde el nivel del mar hasta 500 msnm.. Prefiere suelos francos a francos arcillosos, no prospera bien en suelos arcillosos muy plásticos (Vérticos y Vertisoles).	De amplia distribución en el país, en bosques secos tropicales, encontrándose a orillas de los caminos, parques y avenidas. Es un árbol originario de Asia tropical y se encuentra por toda la América tropical. Se cultiva para fines medicinales desde hace miles de años. Los españoles lo introdujeron en América y durante los primeros siglos de la Colonia se exportaba Cañafístula de Santo Domingo. (INTRODUCIDO)
Cedro Real, Cedro Amargo	<i>Cedrela odorata</i> L.	Es una especie ambientada en casi todo el país, se adapta a climas secos a muy	Esta especie es originaria de América, donde se extiende desde México hasta

	<p>Sinonimia: <i>Cedrela mexicana</i> M: Roem;</p>	<p>húmedos con precipitaciones que oscilan entre 1,200 y 3,000 mm. anuales. Se desarrolla en sitios con temperatura media anual de 24 °C o mayores. En elevaciones bajas, desde el nivel del mar hasta 800 msnm. Se adapta a una gran variedad de suelos, principalmente bien drenados. Es una especie del trópico que se desarrolla en zonas de vidas de bosque tropical seco a bosque tropical húmedo y tiene una gran capacidad de adaptación a los climas calurosos y secos debido a un mecanismo de adaptación al medio ambiente, que consiste en la caída de las hojas.</p>	<p>Argentina, encontrándose también en las Antillas. En Nicaragua se encuentra por todo el país alcanzando sus mayores dimensiones en el bosque húmedo tropical del Caribe (NATIVA)</p>
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L	<p>Hymenaea courbaril se desarrolla en un amplio rango de hábitat. Ha sido reportada en el bosque tropical seco, transición a bosque húmedo premontano a bosques tropicales húmedos, como también en bosque subtropical húmedo. Tolera suelos pobres y cuatro meses de sequía o más. Soporta grandes temperaturas entre 24 y 29°C y oscilaciones diarias de casi ocho grados centígrados. Necesita precipitaciones bien distribuidas en la época lluviosa. Esta especie se desarrolla bien en las partes altas y pendientes suaves, también a orillas de los ríos.</p>	<p>Se extiende desde México hasta Perú, también en las Antillas. En Nicaragua se encuentra en todo el territorio nacional, en zonas secas como en húmedas, especialmente a bajas elevaciones. En el territorio nacional abarca las cuatro regiones ecológicas y 16 formaciones forestales zonales de las 21 que existen. Es frecuente a orillas de los ríos en bosques de galería. (NATIVAS)</p>

Tempisque	<i>Mastichodendron Capiri</i> var. <i>Tempisque</i> (Pittier) Cronquist. Sinonimia: Sideroxilon tempisque Pittier.	Requiere de precipitaciones de entre 800 a 2,000 mm. De lluvia promedio por año. La temperaturas óptimas son desde 22 a 28 °C como promedio anual. Se encuentra en altitudes desde el nivel del mar hasta 1,000 msnm. Prefiere los suelos francos a franco arcillosos, aunque se puede observar creciendo bien en suelos pesados como son los vérticos y vertisoles	En América se extiende desde México hasta Panamá, por la costa del Pacífico principalmente. En Nicaragua crece mayormente en la región ecológica I, sector Pacífico. En la región ecológica II, sector norcentro. Se desarrolla en todo tipo de tierras, tanto en zonas secas como en húmedas, en climas calientes o frescos (NATIVA)
Cortez	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichol	Encontrada en los valles de tierras bajas hacia las zonas de los pies de montañas, con climas húmedos y elevaciones desde el nivel del mar hasta los 900 msnm, con precipitaciones anuales de 1800 a 3500 mm y temperaturas de 18 a 23°C. Especie común en bosques húmedos, y fácilmente reconocible desde larga distancia cuando está en floración, por su color amarillo.	Es originaria de la América Tropical desde México a través de América Central hasta Colombia y Venezuela. Como ornamental puede plantarse a altitudes mayores.(NATIVA)
Brasil blanco	<i>Caesalpinia violacea</i> (P. Miller) Standl.	En Nicaragua crece mayormente en zonas secas algo calientes entre 200 y 500 m de altitud en la Región del Pacífico. Se propaga fácilmente por semillas y crece muy bien en plantaciones.	En América se extiende desde el sur de México hasta Nicaragua. También se encuentra en Jamaica y Cuba (NATIVA)

Fuente: Salas, 1993.