



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

**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**Trabajo de Graduación**

**Regeneración Natural y Plantaciones de  
Especies Forestales, como dos Métodos  
Restauración Pasiva y Activa en un  
Fragmento de Bosque en la Mina San  
Albino, Nueva Segovia**

**Autores:**

Br. María José López Martínez

Br. Elvin Antonio Reyes Téllez

**Asesores:**

Dr. Guillermo Castro Marín

MSc. Edwin Alonzo Serrano

Managua, Nicaragua

Junio 2022



Por un desarrollo Agrario  
y Integral Sostenible

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

### **Trabajo de Graduación**

## **Regeneración Natural y Plantaciones de Especies Forestales, como dos Métodos Restauración Pasiva y Activa en un Fragmento de Bosque en la Mina San Albino, Nueva Segovia**

### **Autores:**

Br. María José López Martínez

Br. Elvin Antonio Reyes Téllez

### **Asesores:**

Dr. Guillermo Castro Marín

MSc. Edwin Alonzo Serrano

Managua, Nicaragua

Junio 2022

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por darme la oportunidad de estar vivo, por acompañarme día a día a cada paso que doy, por darme fuerzas, sabiduría e inteligencia, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para poder realizar este trabajo.

A mis abuelos María Gertrudis Díaz Téllez y Socorro Reyes Ruiz, por ser pilares fundamentales en todo lo que soy, quienes con todo su esfuerzo, voluntad y sacrificio hicieron realidad parte de mis sueños y los suyos, personas a quienes amo y valoro con todo mi corazón, por hacerse cargo en la responsabilidad tan grande tanto en mi formación profesional como en mi vida, con quienes por siempre estaré agradecido y a los cuales le deberé una deuda impagable.

A mis padres Elvin Antonio Reyes Díaz y Coni de los Santos Téllez Ruiz personas las cuales me trajeron al mundo y gracias a ellos hoy estoy aquí, personas importantes en mi vida las cuales de una u otra manera me han apoyado en mi formación.

A mi tía Cándida Rosa Reyes Días a la cual Dios ha puesto en mi camino y de quien he recibido apoyo emocional y económico de una manera incondicional lo cual me ha permitido estar cumpliendo con una de mis metas propuestas.

De una manera muy especial a mi compañera de tesis María José López Martínez, persona la cual ha puesto todo su empeño dedicación y apoyo para la culminación de este trabajo.

**Br. Elvin Antonio Reyes Téllez**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por haberme permitido darme la vida por acompañarme día a día en cada paso que doy, por darme la fuerza, sabiduría e inteligencia para seguir adelante y poder culminar mi trabajo de graduación.

A mi padre José Gabriel López Martínez por apoyarme y ser pilar fundamental en mi crecimiento personal quien con todo su esfuerzo y sacrificio pudo sacarme adelante a pesar de las dificultades que tuvo y que hizo parte de mis sueños realidad y los suyos también, a mis abuelos paternos Ángel Gabriel Martínez y Flora Elena López a mi tía Xiomara Isabel López y a mi madre Leslie Fabiola Martínez Sosa por haberme incentivado a seguir adelante y no rendirme.

De una manera muy especial a mis amigos y excompañeros Milagros Rivas, Belia Mungia, Jeffry Vílchez y Elvin Antonio Reyes Téllez.

**Br. María José López Martínez**

## **AGRADECIMIENTO**

A la empresa Nicoz Resource S.A, por la oportunidad y el apoyo brindado económicamente para poder llevar a cabo el estudio. En especial a Carla Brenes, responsable del departamento de medio ambiente por haber depositado la confianza en nosotros. A los baquianos quienes nos apoyaron en la identificación de los árboles cuando se realizó el levantamiento de los datos.

En especial a nuestros asesores: Guillermo Castro Marín y Edwin Alonzo Serrano, por habernos dado la confianza y la oportunidad de realizar este trabajo, y por haber brindado cada una de las sugerencias que, si bien requirieron de volver a redactar varias veces una sección, sirvió para que el documento tuviera una mayor tecnicidad.

Al profesor Claudio Calero, quien estando en vida nos brindó sus valiosos aportes en etapa de campo.

*Br. María José López Martínez*

*Br. Elvin Antonio Reyes Téllez*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS .....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Objetivo General.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>III. MARCO DE REFEENCIA.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Degradación.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Rehabilitación.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Restauración pasiva.....</b>	<b>5</b>
<b>3.4 Restauración activa .....</b>	<b>5</b>
<b>3.5 Técnica de nucleación.....</b>	<b>5</b>
<b>3.6 Parcelas permanentes de muestreo .....</b>	<b>6</b>
<b>3.7 Regeneración natural .....</b>	<b>6</b>
<b>3.8 Composición florística .....</b>	<b>7</b>
<b>3.9 Dinámica poblacional .....</b>	<b>7</b>
<b>3.9.1 Mortalidad.....</b>	<b>7</b>
<b>3.9.2 Reclutamiento.....</b>	<b>8</b>
<b>3.9.3 Incremento corriente anual.....</b>	<b>8</b>
<b>3.9.4 Índice de Shannon-winner .....</b>	<b>8</b>
<b>3.10. Importancia de la rehabilitación en un bosque.....</b>	<b>9</b>

3.11 Estudios Relacionados con la rehabilitación utilizando de la restauración pasiva o activa. ....	9
3.12 Proyecto de restauración de los bosques de altura en la quebrada de Los Refugios (1997 - actualidad) .....	9
3.13 Plan integral de restauración ecológica de los bosques de quimávida.....	10
<b>IV. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>11</b>
4.1 Ubicación del sitio .....	11
4.2 Características biofísicas:.....	12
4.3. Antecedentes de uso del fragmento de bosque de la Mina San Albino.....	13
4.4 Proceso metodológico desarrollado para la elaboración de este trabajo de investigación. ....	13
4.4.1 Etapa 1: Visita de campo, reconocimiento del lugar .....	14
4.4.2 Etapa 2: Establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo y nucleación .....	14
Técnica de nucleación .....	16
4.4.3 Etapa 3: Levantamiento de datos .....	18
4.4.4 Etapa 4: Análisis de la información .....	19
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
. 5.1 Categoría de vegetación fustal .....	22
5.1.1 Riqueza y diversidad florística .....	22
5.1.2 Dinámica poblacional para la categoría de vegetación fustal.....	23
5.1.3 Incremento corriente anual de las especies .....	24
5.2 Categoría de vegetación latizal .....	24
5.2.1 Riqueza Florística .....	24
5.2.2 Diversidad de las especies arbóreas para la categoría de vegetación latizal con el índice de Shannon - Wiener. ....	25
5.2.3 Dinámica poblacional para la Categoría de vegetación latizal.....	26
5.2.4 Incremento corriente anual para la categoría de vegetación latizal .....	27
5.3 Categoría de vegetación brinzal .....	28
5.3.1 Riqueza florística .....	28

5.3.2 Diversidad de las especies arbóreas para la categoría de vegetación brinzal con el índice de diversidad. ....	28
5.4 Plantaciones de las especies forestal con el modelo de nucleación .....	30
VI. CONCLUSIONES .....	33
VII. RECOMENDACIONES .....	34
VIII. LITERATURACITADA.....	35
IX. ANEXOS.....	39



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Valores de la riqueza florística obtenidos para la categoría de vegetación fustal en función de las cuatro PPM en los dos años muestreados. ....	22
Cuadro 2. Valores del incremento corriente anual ICA (DAP) de las 5 especies en la categoría vegetación fustal de las 4 parcelas permanentes de muestreo. ....	24
Cuadro 3. Especies y familias en la categoría de vegetación latizal en el fragmento de bosque en la Mina San Albino en un área muestreada de 800 m <sup>2</sup> . ....	25
<b>Cuadro 4.</b> Valores del incremento ICA de las 10 especies en la categoría de vegetación latizal de las 8 subparcelas permanentes de muestreo en un área total de 800m <sup>2</sup> . ....	27
Cuadro 5. Valores de la riqueza florística obtenidas para la categoría de vegetación brinzal en función de las 8 subparcelas en los dos años muestreados. ....	29
Cuadro 6. Especies y familias encontradas en la categoría de vegetación brinzal en función de las 8 subparcelas permanentes en un área total de 200 m <sup>2</sup> . ....	29
<b>Cuadro 7.</b> Adaptabilidad de las especies forestales con la técnica de nucleación en forma hexagonal en el fragmento de bosque. ....	31

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación del área de estudio de las parcelas permanentes de muestreos y ensayos de nucleación. ....	11
<b>Figura 2.</b> Mapa de clasificación climática.....	12
<b>Figura 3.</b> Proceso metodológico del trabajo de estudio.....	14
<b>Figura 4.</b> Diseño de parcelas permanentes de muestreo.....	16
<b>Figura 5.</b> Diseño de arreglo de las plantaciones en forma hexagonal .....	18

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Ubicación de las parcelas permanentes de muestreo.....	39
<b>Anexo 2.</b> Ubicación de ensayos con la técnica de nucleación, en forma hexagonal.....	39
<b>Anexo 3.</b> Coordenadas de ubicación del área de estudio .....	39
<b>Anexo 4.</b> Especies registradas durante el estudio en la categoría de fustales 2019 – 2020.	41
<b>Anexo 5.</b> Especies registradas durante el estudio en la categoría de latizal 2019 – 2020....	42
<b>Anexo 6.</b> Especies registradas durante el estudio en la categoría de brinzal 2019 – 2020. .	42
<b>Anexo 7.</b> Taxonomía de las ocho especies utilizadas en la técnica de nucleación. ....	43

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en cuatro parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 25 m x 25 m y cinco ensayos de nucleación, como dos métodos de restauración ecológica, pasiva y activa respectivamente, en un fragmento de bosque de la Mina San Albino en el departamento de Nueva Segovia. El objetivo del estudio es generar información sobre la dinámica poblacional y crecimiento de las especies en las PPM durante un año y la sobrevivencia, crecimiento de ocho especies arbóreas: *Lysiloma divaricatum*, (Jacq.) J.F. Macbr. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *Brosimum alicastrum* Swartz. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, *Hymenaea courbaril* L, *Cedrela odorata* L y *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. Utilizadas en el ensayo de nucleación durante un periodo de seis meses. En las PPM la vegetación fue clasificada en Fustal, Latizal y Brinzal. En la categoría de fustal durante el año de estudio se registraron cambios en términos de número de especies y abundancia, se determinaron 5 especies y 14 individuos en 0.25 ha para el año 2019 y para el siguiente se determinaron 6 especies y 16 individuos. El incremento corriente anual (ICA) en diámetro fue de 1.7 cm/año. En la categoría de latizal, el número de especies se incrementó de 10 a 13. Igualmente, el número de individuos aumento de 30 individuos hasta 38. Durante el año evaluado desaparecieron o murieron 2 individuos lo que representa una tasa de mortalidad anual de 6.9 %. Así mismo, un total de 10 nuevos individuos fueron registrado, estimándose una tasa de reclutamiento del 30.5 %. El incremento corriente anual (ICA) en diámetro fue de 1.2 cm/año. En la categoría de Brinzal para el año 2019 se registraron 104 individuos y en el (2020) 164 individuos. En el ensayo de nucleación la sobrevivencia de los individuos de seis especies superó el 90%. Solamente el *T. rosea* Falso Roble y *C. odorata* Cedro real registraron sobrevivencias de 50 y 70% respectivamente. El incremento en diámetro durante los seis meses evaluados para las 8 especies fue de 2.2 mm. El mayor incremento lo registro la especie, *B. alicastrum* (Ojoche) con 2.6 mm y el menor el *H. courbaril* Guapinol con 2.2 mm. El incremento en altura promedio para todas las especies fue de 25.75 cm, siendo el *E. cyclocarpum* (Guanacaste Negro) el que registro mayor incremento con 34.8 cm y el Ojoche el menor con 10.7 cm.

**Palabras Claves:** Restauración, plantaciones, nucleación

## ABSTRACT

The present research work was carried out in four plots, permanent sampling (ppm) of 25m × 25m and five nucleation tests as two methods of ecological restoration, passive and active respectively, in a forest fragment of the San Alvino Mine. The department of Nueva Segovia. The objective of the study is to generate information on the population dynamics and growth in the species in ppm during one year and the survival, growth of eight tree species *Lysiloma divaricatum* B. & R, *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. *Brosimum alicastrum* Swartz. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC, *Hymenaea courbaril* L, *Cedrela odorata* L y *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. used in the nucleation test over a period of six months. In the ppm the vegetation was classified in Fustal, Latizal and Brinzal. In the Fustal category during the study year, changes were registered in terms of numbers of species and abundance, 5 species and 14 individuals were determined in 0.25 ha for the year 2019 and for the following year 2020, 6 species and 16 individuals were determined. The annual current increase (ICA) in diameter was 1.7cm/year, thus having an annual growth rate. In the Latizal category, the number of species increased from 10 to 13. Likewise, the number of individuals to 38. During the evaluated year, 2 individuals disappeared an annual mortality rate of 6.9% likewise a total of 10 new individuals were registered, estimating a recruitment rate of 30.5%. The annual current increase (ICA) in diameter was 1.2cm/year. In the Brinzal category for the year 2019. 104 individuals. In the nucleation test the survival, of the individual of six species excuded 90%, only the false oak and royal sedar registered survival of 50 and 70% respectively. The increase in diameter during the six months evaluated by the 8 species was 2.2mm. The highest increase was recorded by the Ojoche species with 2.6m and the lowest was Guapinol with 2.2m. The increase in average height for all species was 25.75cm, being the Black Guanacaste the one that registered the heighest encreast with 34.8cm and the Ojoche the lowest. With 10.7cm.

**Keywords:** Restoration, plantation, nucleation

## I. INTRODUCCION

En la actualidad, muchos paisajes rurales se caracterizan por la presencia de fragmentos de vegetación esparcidos en una matriz muy diversa de paisajes y, con frecuencia, su tamaño forma áreas de unas pocas hectáreas donde es común que el grado de alteración sea tan severo que las posibilidades naturales de recuperación sean muy limitadas (UICN,2016).

La estabilidad de los ecosistemas depende de la composición de especies, su estructura y su funcionamiento, por lo tanto, la implementación de estrategias de restauración va dirigida a recuperar la biodiversidad, la integridad ecológica y la salud ecológica. La biodiversidad es su composición de especies, la integridad ecológica comprende su estructura y función y, finalmente, la salud ecológica abarca la capacidad de recuperación después de un disturbio, lo que en conjunto garantiza su sostenibilidad (UICN,2016).

Las prácticas agrícolas, generado hace mucho tiempo por los habitantes de la comunidad San Albino ha con llevado la destrucción de la composición florística y estructura del fragmento de bosque lo que ha generado una barrera que impide la capacidad de regeneración natural o recuperación por sí solo del fragmento de bosque que afectan los procesos ecológicos de ese ecosistema.

Al adquirir esta área donde se encuentra el fragmento de bosque la empresa Nicoz Resources S.A le surgió el interés en rehabilitar el fragmento de bosque que destino estas áreas con el objetivo de conservar el fragmento de bosque a través de estudios de restauración pasiva y activa que permitan la recuperación de la composición florística y estructura del fragmento de bosque. La aplicación de estos estudios de restauración pasiva y activa cuyos resultados generara una serie de información que permitan ver el desarrollo de la regeneración natural y la capacidad de la sobrevivencia de especies forestal en un arreglo forestal diferente a lo utilizado en el país.

Este estudio va a permitir conocer si a través de las parcelas permanentes de muestreo (PMP) que es un método de restauración pasiva, es posible recuperar la riqueza de especie y la estructura del fragmento de bosque y a través de la técnica de nucleación en forma hexagonal, si es posible que

estas especies seleccionadas y plantadas en diferentes sitios del fragmento de bosque son capaces de sobrevivir bajo esas condiciones, crecer adecuadamente y en futuro sean mecanismo para estimular la regeneración natural. La empresa se comprometió a garantizar la permanencia y el monitoreo de los procesos de investigación y el seguimiento de la sucesión del área donde se está realizando el estudio.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

1. Analizar el desarrollo de la regeneración natural y plantaciones forestales bajo el método de nucleación, para brindar una base técnica y científica que contribuya a la restauración del área de estudio.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los cambios en la riqueza y diversidad de especies arbóreas que se encuentran dentro de las parcelas permanentes de muestreo.
2. Calcular la tasa de mortalidad y reclutamiento anual de las especies arbóreas que se encuentran dentro de las parcelas permanentes de muestreo.
3. Determinar el incremento corriente anual en diámetro de las especies que se encuentran dentro de las parcelas permanentes de muestreo.
4. Determinar la sobrevivencia, el incremento en diámetro y altura total de las especies plantadas en el ensayo de nucleación.



### **III. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1 Degradación**

La degradación forestal se ha definido como un proceso de reducción de la calidad de los bosques (Lund, 2009). También es considerada como un proceso de cambio que afecta negativamente a las características del bosque (Simula, 2009) y se sugiere como uno de los procesos que reduce la capacidad de un bosque para suministrar servicios ecosistémicos clave, como es el caso del almacenamiento de carbono (FAO, 2010; Thompson et al. 2013; Bustamante et al. 2015). Así, desde la perspectiva de la CMNUCC para REDD +, la degradación forestal se refiere a una pérdida de las reservas de carbono dentro de áreas boscosas que siguen siendo boscosas. Se trata de un impacto negativo causado por el hombre y que puede llegar a afectar los procesos ecológicos de los ecosistemas (IBERO REDD+, 2016).

Hay algunos factores principales que detonan la degradación de los bosques. Uno de ellos es el cambio climático: las temperaturas más altas y los impredecibles patrones climáticos aumentan el riesgo y la gravedad de los incendios forestales, la infestación de plagas y las enfermedades. Pero la principal causa de la degradación de los bosques es la tala insostenible e ilegal (Lorin, 2019).

Para poder frenar la degradación de los bosques existen estrategias que permiten la interrupción de los procesos responsables de la degradación que disminuye las barreras bióticas y abióticas que impiden la recuperación de los bosques, acelerando de esta forma los procesos de sucesión ecológica.

#### **3.2 Rehabilitación**

La rehabilitación es cualquier acto de mejoramiento del ecosistema desde un estado degradado que permita la recuperación de la estructura y funciones básicas del ecosistema. Consiste en varias acciones, que van desde las más simples e inmediatas, como la regulación de la velocidad de los procesos del ecosistema y de la entrada de energía. En este sentido, la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación (Vargas, 2007).

A través de la rehabilitación se pretende utilizar un enfoque práctico en el que se incluyeron un método y una técnica que permitieron un análisis sobre el estado actual de la riqueza, estructura y adaptabilidad de ocho especies forestales en el fragmento de bosque en la Mina San Albino.

### **3.3 Restauración pasiva**

La restauración pasiva consiste en eliminar los disturbios (factores tensionantes) que impiden la recuperación del ecosistema mediante la protección de la sucesión ecológica o regeneración natural, con el fin de aumentar los servicios ecosistémicos de un área (Lozano et al.,2017).

La sucesión natural o restauración pasiva basa su estrategia en la regeneración natural, la cual depende de diferentes factores que limitan los mecanismos naturales de regeneración, entre ellos pueden mencionarse: el estado del banco de semillas, el grado de conectividad de paisajes, la lluvia de semillas, el tamaño del área perturbada, la fuente de semillas y los agentes dispersores. En la restauración pasiva, la intervención consiste en retirar o eliminar los factores tensionantes o los disturbios que causan la degradación del sistema para que se regenere por sí solo (SER 2004). En algunos casos esta estrategia es la más adecuada, en situaciones donde la degradación no es extensa y existe una buena proporción de fragmentos de bosques residuales con buenas condiciones de biodiversidad, lo que favorecerá los procesos de colonización y sucesión natural (UICN, 2016).

### **3.4 Restauración activa**

La restauración activa se emplea cuando el ecosistema presenta una baja resiliencia o está demasiado alterado y por lo tanto no se puede recuperar por sí solo (Lozano et al.,2017).

Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, en lo que se denomina restauración activa o asistida (sucesión dirigida o asistida). La restauración activa implica, que, con intervención humana, se ayude el ecosistema para superar tensionantes que impiden la regeneración y garantizar el desarrollo de procesos de recuperación (Vargas, 2011).

### **3.5 Técnica de nucleación.**

Los núcleos formados pueden ser compuestos de elementos abióticos y bióticos que aceleran la formación de nichos de regeneración y colonización de nuevas poblaciones (Ceccon, 2013).

Consiste en la formación de microhábitats como núcleos propicios para la llegada de especies animales y vegetales, que en un proceso sucesional aumentan la probabilidad de la ocurrencia de interacciones interespecíficas. Esta técnica supone que las aves y murciélagos utilizaban árboles remanentes aislados en pastizales para protección, descanso durante el vuelo entre fragmentos, para residencia, alimentación e incluso como letrinas (Yarranton & Morrison, 1974).

El uso de estos árboles crea una lluvia de semillas que forman un nuevo banco de semillas en estos locales y posteriormente crea núcleos de regeneración de alta diversidad según las condiciones ambientales es decir la técnica de nucleación pasaron a constituirse como una estrategia plausible para la aplicación de estos enfoques. Esta técnica funciona básicamente como un mecanismo de retroalimentación donde hay un donador y un receptor (Ceccon, 2013).

Los micro hábitats formados por la técnica de nucleación favorecen las llegadas de especies y la regeneración de una red interactiva de organismos, lo que aumenta la probabilidad de formar diversas rutas alternativas a la sucesión. Con el pasar del tiempo estos núcleos se expanden e incrementan la conexión entre el área degradada y los fragmentos de bosques adyacentes. Cuando estos núcleos empiezan a adquirir cierta funcionalidad, el flujo donador- receptor llega a ser modificado, ya que los mismos núcleos pueden constituir nuevas fuentes de dispersión y establecer una segunda ruta de conectividad (Ceccon, 2013).

### **3.6 Parcelas permanentes de muestreo**

Las parcelas permanentes de muestreo (PPM) son medios de investigación a largo plazo, permanentemente demarcados y periódicamente medidos. La instalación y monitoreo de un conjunto de PPM permite monitorear cambios y pronosticar tendencias en la estructura y composición en rodales con o sin manejo, monitorear el crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento de rodales con y sin manejo, y evaluar el efecto de variables ambientales en la dinámica, estructura y composición del bosque (Camacho, 2000).

### **3.7 Regeneración natural**

La regeneración de los bosques constituye la base para la renovación y la continuidad de las especies, lo que la convierte en uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de las plantas. Este proceso ocurre en múltiples fases: producción y dispersión de semillas, germinación

y establecimiento de las plántulas. Cada una de estas fases representa un filtro ecológico muy importante, pues los estadios más tempranos son los más vulnerables a aleas de origen ambiental y biótico y, por ende, los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad (Norden, 2014).

La regeneración natural de un bosque se evalúa a través de la composición florística, estructura y dinámica poblacional que ocurre durante los cambios de sucesión natural a través del tiempo.

### **3.8 Composición florística**

La composición florística de un bosque se determina con el número de familia, géneros y especies que se registren dentro del bosque al momento de realizar un inventario, esta información se utiliza esencialmente para caracterizar de manera inicial al bosque en su estructura arbórea. Los componentes que se toman en cuenta para complementar mejor la información acerca de la composición se enfocan en la diversidad de especies, riqueza de especies y la similaridad de especies entre otros (López y García, 2002).

### **3.9 Dinámica poblacional**

La dinámica de poblaciones es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas, así como los factores y mecanismos que los regulan. El estudio de las fluctuaciones en el tamaño y/o densidad de las poblaciones naturales (Vargas & Rodríguez, 2008).

Para poder calcular la dinámica poblacional de las especies se evalúa a través de la mortalidad y reclutamiento de las especies encontradas en el área. A continuación, se describe en que consiste estos términos.

#### **3.9.1 Mortalidad**

La mortalidad arbórea es el número proporcional de árboles fallecidos, en una población, en un tiempo determinado y juega un papel importante en los ecosistemas boscosos. La comprensión de este mecanismo de funcionamiento, en todas las escalas, es fundamental en la demografía arbórea contribuye el conocimiento de los bosques y su dinamismo (Aguirre, 2015).

### **3.9.2 Reclutamiento**

Es la cuantificación de la capacidad de incrementar el número de individuos y es la manifestación de la fecundidad de las especies y del crecimiento y sobrevivencia de los juveniles constituyéndose en uno de los aspectos más dinámicos y más importantes de una población. Es decir, el reclutamiento es el ingreso de especies vegetales en un tiempo determinado a una clase diamétrica para ser medidos (Aguirre, 2015).

### **3.9.3 Incremento corriente anual**

Expresa el crecimiento ocurrido entre el inicio y el final de la estación de crecimiento, en un periodo de 12 meses, o entre dos años consecutivos. Este crecimiento también es conocido como crecimiento acumulado, incremento corriente anual (ICA) o simplemente como incremento anual (IA) correspondiendo a lo que el árbol creció en el periodo de un año (Imaña & Encinas, 2008).

Como segundo método tenemos la restauración activa el cual se describe más adelante de que trata este método y los beneficios que aporta al implementarlo en área degradada

### **3.9.4 Índice de Shannon-winner**

(Delgado, 1997) señala que el índice de Shannon constituye una medida del grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo de un conjunto de especies. Esta incertidumbre aumenta con el número de especies y con la distribución regular de los individuos entre las especies. De acuerdo a esto Shannon Wiener establece dos propiedades: es igual a cero si solo hay una especie en la muestra; y es máximo si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Por tanto, la diversidad de una población será mayor conforme muestre un mayor valor para Shannon.

La diversidad de especies vegetales tiene mucho que ver con el sitio donde se encuentre el bosque, las diferentes están relacionadas con la altura, generalmente existe mayor riqueza en sitios bajos que en sitios altos, y respecto a la latitud, existen más especies en los trópicos que en los bosques templados (Louman, 2001).

### **3.10. Importancia de la rehabilitación en un bosque**

Permite la recuperación del patrimonio natural de la zona, a la conservación, preservación de los bosques nativos y a la estructura, composición florística, diversidad de las especies y a la dinámica. Las comunidades rurales obtienen un medio de sustento para sus familias con los productos maderables y no maderables y para el medio ambiente porque brindan servicios ecosistémicos como regulación del ciclo hidrológico, infiltración y almacenamiento de agua, absorbe el CO<sub>2</sub>, producción de oxígeno, hábitat para la fauna y conservación del suelo (EUM, 2009). La restauración y la rehabilitación de bosques son tareas difíciles y a largo plazo que requieren una planificación, una ejecución y un seguimiento cuidadosos (FAO, S.F).

### **3.11 Estudios Relacionados con la rehabilitación utilizando de la restauración pasiva o activa.**

Durante años se ha estado utilizando la restauración pasiva y activa como un método para la rehabilitación de los bosques y poder revertir los diferentes disturbios naturales o antrópicos en los bosques que ha perdido su funcionalidad, estructura diversidad de flora y fauna y su dinámica poblacional (FAO, S.F).

Según la (FAO, S.F) en varios países y regiones se está llevando a cabo proyectos de restauración ecológicas promovidos por instituciones, empresas y organizaciones no gubernamentales del estado con apoyo de pobladores y de Universidades públicas privadas que están interesadas en recuperar áreas de bosques degradados. Entre unos de los proyectos de restauración ecológica se encuentran los siguientes:

### **3.12 Proyecto de restauración de los bosques de altura en la quebrada de Los Refugios (1997 - actualidad)**

Este proyecto tiene el objetivo de contribuir a restaurar los bosques de altura, frenar la erosión de los suelos y brindar un ejemplo de restauración ecológica acompañada de investigación científica. El sitio elegido está situado en el Macizo de Los Gigantes y abarca una hermosa quebrada con una superficie de 22 ha situadas alrededor de los 2200 msnm, allí donde las frecuentes neblinas confunden la tierra y las rocas con las nubes. En el lugar se hallan los refugios (albergues de montaña) de dos clubes andinos y dando nombre al área “quebrada de los refugios”. La iniciativa fue llevada a cabo por el biólogo Daniel Renison, quien gestionó un permiso con los propietarios,

y durante los años siguientes se fueron sumando voluntarios e instituciones varias, a tal punto que hoy en día es difícil decidir quiénes fueron los principales contribuyentes.

Evaluaciones del grado de recuperación del área muestran que la cobertura de bosque ya es de aproximadamente el 30 % de su superficie, que la pérdida de suelo se redujo enormemente y que la capa superficial de suelo se ablandó considerablemente. Aún persiste la compactación de los suelos más profundos y la erosión de suelos en las cárcavas más grandes que aún no fueron plantadas con vegetación, aunque en menor grado que en sitios control sin intervención.

Los trabajos de restauración aún no pueden abandonarse por completo ya que los alambrados que excluyeron a la ganadería necesitan de mantenimiento, aún hay muchas zonas con grandes bordes de erosión que necesitan ser contenidos y hace falta un constante monitoreo y control de incipientes invasiones con especies exóticas. La financiación consistió principalmente en pequeños fondos para cubrir gastos, provistos por ONG extranjeras y nacionales. Aspectos educativos y de investigación fueron financiados por el estado nacional (Herrero & Torrez, 2016).

### **3.13 Plan integral de restauración ecológica de los bosques de quimávida.**

En el año 2013, la Escuela Agrícola ha realizado un proyecto denominado, Plan integral de restauración ecológica de los bosques de Quimávida. Una estrategia para la consolidación fa ambiental (FPA), del Ministerio de Medioambiente y con el apoyo de la organización, bosque modelo Cachapoal, de CONAF.

Este Proyecto tiene como objetivo, realizar acciones concretas para restaurar aquellas zonas que aún quedan de la actividad de la mina San Lorenzo, que explotó CODELCO, hace más de 20 años. Entre las actividades realizadas, están: 1.- Investigar la restauración natural del bosque nativo, a través de la evaluación de producción de semilla y su dispersión 2.-Colectar y reproducir semillas de Plantas Nativas 3.- Plantación de Plantas Nativas y Exóticas en los sectores más erosionados y que aún no han sido forestados 4.- Construir un segundo sendero temático para dar servicio de Educación ambiental a alumnos de enseñanza básica. 5.- Continuar con jornadas de Educación Ambiental a diferentes grupos de interesados (Cabrera & Ibacela, 2013).

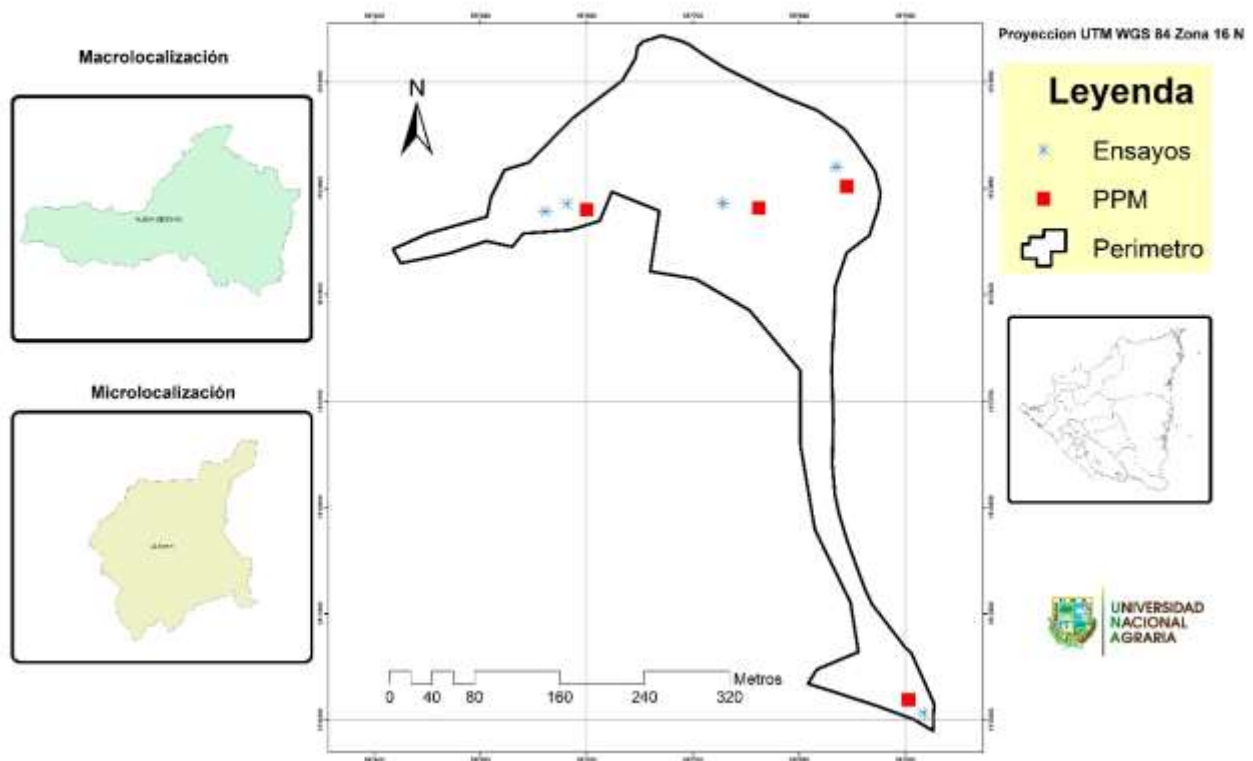
## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Ubicación del sitio

El estudio se realizó en un fragmento de vegetación localizado en la mina San Albino, municipio El Jícaro departamento de Nueva Segovia. Según (Alfaro & Lazo, 2005) El municipio El Jícaro se localiza entre las coordenadas  $13^{\circ} 43' 12''$  latitud norte y  $86^{\circ} 08' 12''$  longitud oeste. Se ubica a 278 Km. de la capital Managua (Téllez & Rivera, 2005).

El fragmento de vegetación de estudio es propiedad de la empresa Nicoz Resources S.A. y tiene un área de 6.9 hectáreas, se encuentra en la cercanía del Río Jícaro, está fuertemente degradado en su estructura, composición florística, posee un estado sucesional de fase uno en recuperación según las observaciones del entorno realizadas en el transcurso del levantamiento de información.

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO PPM Y ENSAYOS MINA SAN ALBINO EL JICARO NV SEGOVIA



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio de las parcelas permanentes de muestreos y ensayos de nucleación.





cuenta con óptimas condiciones para la producción de café, granos básicos y la ganadería así para el desarrollo de bosque Confiero y latifoliado (ENACAL, S.F.).

#### **Accesibilidad**

Para llegar al área de estudio se parte del municipio El Júcaro, el cual cuenta con un camino principal que comunica hasta la comunidad San Albino, el cual actualmente se encuentra en buenas condiciones debido a que la empresa Nicoz Resources S.A le realizó mejoras.

#### **Fuente hídricas**

La principal fuente hidrográfica del municipio está compuesta por el río Júcaro que recorre el territorio con dirección noreste a suroeste desembocando en el río Coco, municipio de Quilalí (ENACAL, S.F.).

### **4.3. Antecedentes de uso del fragmento de bosque de la Mina San Albino.**

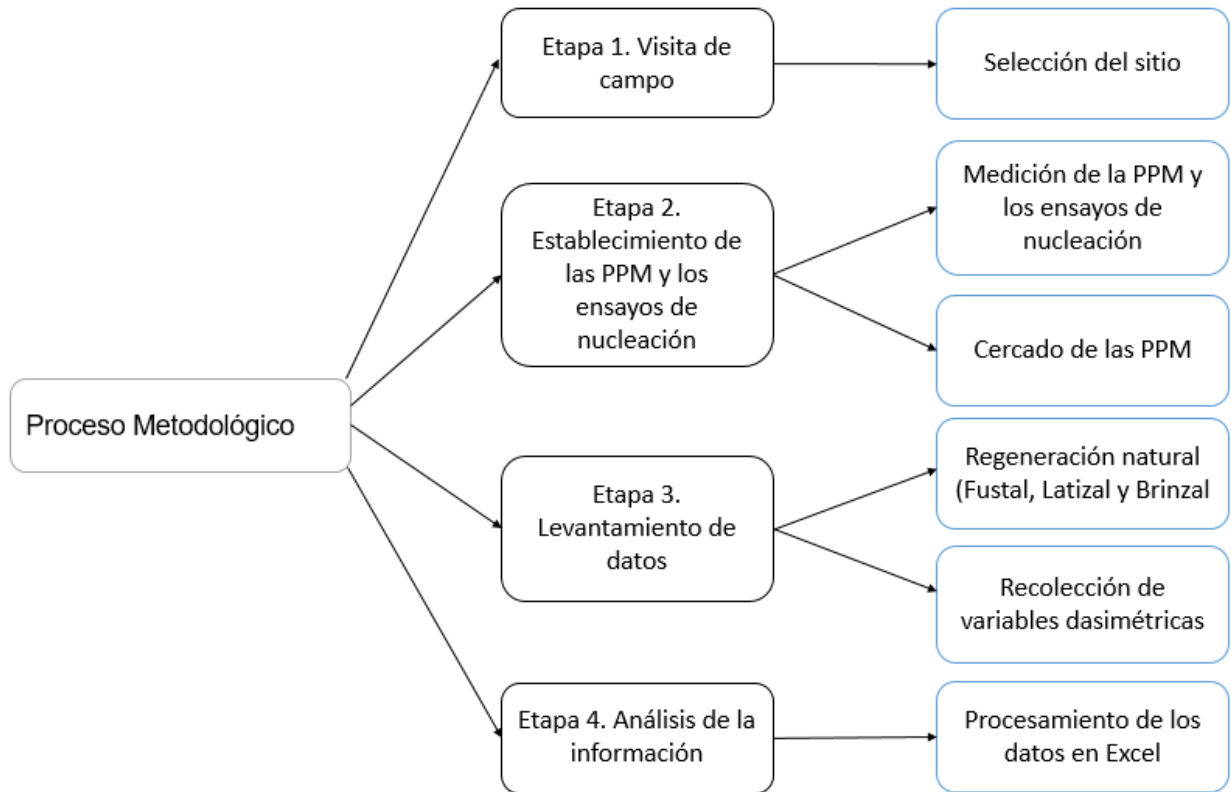
El área de estudio fue utilizada para la siembra de granos básicos por los pobladores de la mina San Albino hasta que fue adquirida por la empresa Nicoz Resources S.A en el año 2011. A partir de este año no se ha implementado ningún tipo de actividad agrícola y pecuaria, por lo tanto, se ha iniciado un proceso de sucesión natural de la vegetación con una edad de 9 años (Comunicación personal con los baquianos Exequiel y Elías). Sin embargo, los daños por pastoreo, corta de árboles y algunos incendios se produjeron en el área de estudio. La empresa estableció un convenio con la Universidad Nacional Agraria (UNA) en el año 2018 A partir de ese año, la empresa se ha encargado de darle protección y constante vigilancia al área, para evitar perturbaciones antropogénicas.

Sus habitantes en su gran mayoría están dedicados a la agricultura, primordialmente en los cultivos de frijol, café, maíz, caña y en menor escala hortalizas como tomate y repollo, el recurso forestal tiene cada vez menos potencial en la zona debido a la explotación acelerada e indiscriminada del bosque para uso doméstico y comercial, afectando de esta manera el ecosistema y equilibrio ecológico de la zona (Palma & Morazan, 2005).

### **4.4 Proceso metodológico desarrollado para la elaboración de este trabajo de investigación.**

Estas actividades se llevaron a cabo mediante cuatro etapas: la primera consistió en realizar la visita de campo al área de estudio, la segunda se basó en el establecimiento de las parcelas permanentes

de muestreo y ensayos de nucleación, en la tercera etapa se realizó el levantamiento de los datos en campo y la cuarta etapa se basó en realizar cálculos y análisis de los resultados.



**Figura 3.** Proceso metodológico del trabajo de estudio

#### **4.4.1 Etapa 1: Visita de campo, reconocimiento del lugar**

Esta consistió en viajar al área en la mina San Albino, se recorrió el área total que es de 6.9 hectáreas con el fin de encontrar el área con mejores condiciones para el establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo y las plantaciones que se establecieron bajo el diseño de hexágono.

#### **4.4.2 Etapa 2: Establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo y nucleación**

Para el establecimiento de las parcelas permanentes de muestreo se utilizaron equipos de trabajo como: cinta biodegradable, brújula, GPS, alambres de púa y cinta métrica y postes de madera. En

el establecimiento de la técnica de nucleación se utilizaron estacas, cinta biodegradable, GPS, brújula y cinta métrica.

### **Parcelas permanentes de muestreo**

Se establecieron cuatro parcelas permanentes de muestreo para la toma de datos en la categoría de vegetación fustal, distribuidas en diferentes sitios del fragmento de bosque, dentro de estas se establecieron dos subparcelas para la medición de la categoría de vegetación latizal y dentro de las subparcelas de los latizales se establecieron subparcelas más pequeñas para la categoría de vegetación brinzal, esto se realizó para obtener una diversidad en los datos.

Se realizó primeramente la delimitación de las parcelas permanentes de muestreo partiendo del centro con direcciones norte, sur, este y después de la delimitación de cada parcela se procedió a reemplazar las estacas por postes de madera con ayuda de algunos trabajadores del vivero de la empresa Nicoz resource S.A, se realizó el cercado de cada una de las parcelas con alambre de púa para la protección de disturbios que pudiesen ocurrir en el área ya sea por actividades antrópicas (agrícolas y pecuarias) o fenómenos naturales (Incendios Forestales).

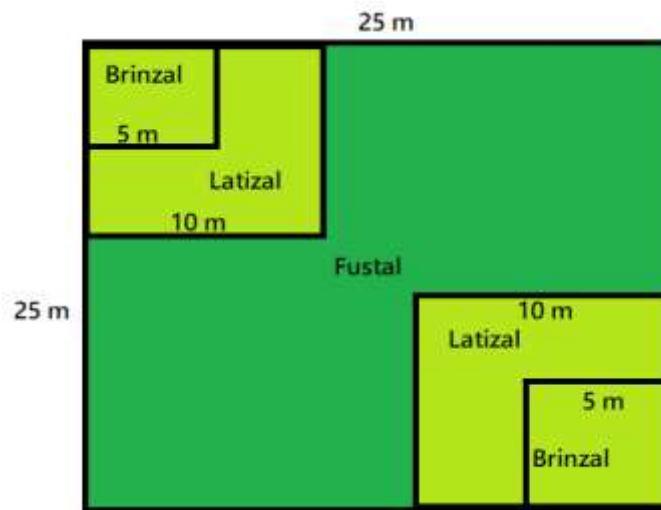
### **Tamaño y forma de las parcelas**

El tamaño de las parcelas permanentes de muestreo es de 25x25m que equivale a un área de 625 m<sup>2</sup> cada una, para la toma de datos de la categoría de vegetación fustales se muestreo toda la parcela para lograr una mayor representatividad de las especies que se encuentran, (Figura 4).

Las subparcelas permanentes de muestreo en la categoría de latizal tienen un tamaño de 10 x10m que equivale a un área de 800m<sup>2</sup>, establecieron dos subparcelas en cada parcela de 25x25 teniendo un total de ocho subparcelas, estas subparcelas se encuentran dentro de las parcelas permanentes de muestreo de 25x25m.

En la categoría de vegetación brinzal para una mayor facilidad en el manejo de la información, área efectiva se dividió en 25 cuadrados de 5x5m ya que de esta manera se facilita la ubicación y verificación de los datos para cada una de las plantas a medir. Para la selección de cuadrados el

primer cuadrado a muestrear se tomó al azar y para el segundo cuadrado a muestrear se tomó al lado contrario de la ubicación del primer cuadrado.



**Figura 4.** Diseño de parcelas permanentes de muestreo

### **Técnica de nucleación**

En el establecimiento de la técnica de nucleación se realizó en forma de hexágono, se tomó un punto en específico y se georreferenció tomando sus coordenadas, con ayuda de un GPS. Estando en el centro del ensayo con la brújula se le dio un azimut de  $0^\circ$  para la primera línea, para la segunda línea se le dio un azimut de  $60^\circ$ , la tercera línea tuvo un azimut de  $120^\circ$ , la cuarta línea tuvo un azimut de  $180^\circ$ , la quinta línea tuvo un azimut de  $240^\circ$  y la sexta línea tuvo un azimut de  $300^\circ$ . La distancia de cada línea es de 6 metros y a los 3 metros de las líneas, se colocó estacas para marcar los puntos donde se plantarían las especies. El área de los hexágonos establecidos bajo la técnica de nucleación fue de  $93.42 \text{ m}^2$ .

Cabe destacar que cada ensayo de nucleación tiene un distanciamiento de 10 m de cada parcela permanente de muestreo esto se realizó de esta forma para evitar que los datos interfirieran en cada una de la metodología. La técnica de nucleación se realizó en forma de hexágono para aprovechar la mayor área ya que el fragmento de bosque no cuenta con mucha extensión a lo ancho en algunos sitios.

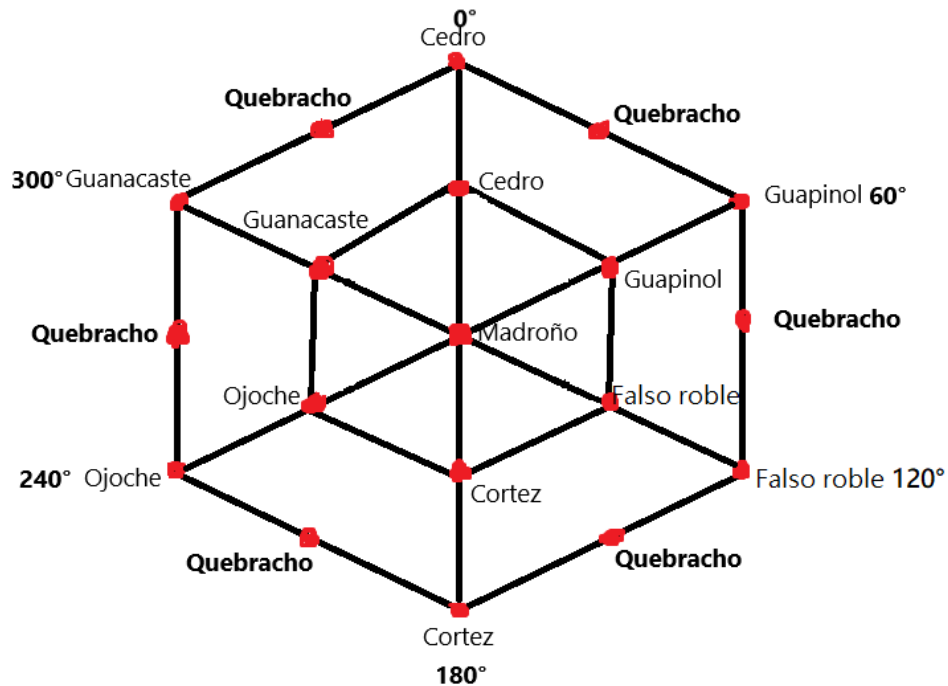
Para el establecimiento de las plantaciones, se tomaron en cuenta criterios tales como: 1). Las condiciones del sitio 2). Que las especies fueran nativas de la zona, 3). La disponibilidad de estas

especies en la zona y 4). Incorporar especies que se encontraban antes de la intervención de actividades agrícolas en el sitio.

El arreglo de las especies en la técnica de nucleación tiene que ver con los gremios ecológicos de cada especie. Se incorporaron especies de rápido crecimiento para que estas crearán un microclima que favorezcan a las especies que requieren de condiciones diferentes para su crecimiento.

Las especies utilizadas en los ensayos de nucleación fueron: un *C. candidissimum* (Madroño), dos *C. odorata*, (Cedro), dos *H. courbaril* (Guapinol), dos *T. rosea* (Falso roble), dos *T. chrysantha* (Cortez), dos *B. alicastrum* (Ojoche), dos *E. cycloparpum* (Guanacaste) y seis *L. divaricatum* (Quebracho) para un total de 19 plantas y 8 especies. Cada uno de los ensayos tuvieron en el centro, la especie de *C. candidissimum*, en la primera línea la especie que se selecciono fue, el *C. odorata*, para la segunda línea la especie de *H. courbaril*, en la tercera línea la especie de *T. rosea*, en la cuarta línea la especie de *T. chrysantha*, para la quinta línea la especie de *B. alicastrum* y en la sexta línea la especie de *E. cycloparpum*, para la parte de en medio de los bordes la especie de *L. divaricatum*. A continuación, se muestra es arreglo de las especies, (Figura 5).

Las especies fueron plantadas en el mes de marzo del año 2019. Se garantizó riego diario por los trabajadores de la empresa Nicoz Resources S.A hasta que iniciaron las primeras lluvias.



**Figura 5.** Diseño de arreglo de las plantaciones en forma hexagonal

#### 4.4.3 Etapa 3: Levantamiento de datos

En el levantamiento de información de datos en la categoría de vegetación fustal se midieron los árboles que tienen un diámetro de 10 cm o más y se enumeraron cada árbol con pintura color roja, se anotaron el número de individuos y las especies, esto se realizó para no crear confusión en la segunda medición que se realizó un año después de la primera medición.

En el levantamiento de datos en esta categoría de vegetación latizal se midieron los árboles que tienen diámetros de 5 cm a 9.9 cm y se colocaron placas en cada uno de los árboles donde contiene la categoría de vegetación que pertenece, el DAP registrado y el año en que se midió, también se pintó en formas de anillo alrededor del fuste de cada árbol con pintura color roja y se anotaron el número de individuos y las especies.

En el levantamiento de información en la categoría de brinzal se midieron las alturas de las plantas encontradas y se pintó la base de cada uno, también se anotaron el número de individuos y el nombre de las especies.

En el levantamiento de datos en la técnica de nucleación, se midieron las plantas desde la base hasta el ápice de cada una de estas con una cinta métrica y el diámetro basal de las plantas se midió con el vernier y se colocaron placas de identificación donde contienen el nombre de la especie y el diámetro de las dos mediciones que se realizaron al inicio que fueron plantas y ocho meses después de haber sido plantadas.

Como punto importante se señala que el tiempo de medición fue de ocho meses debido a que se presentaron situaciones inesperadas tales como la pandemia del COVID-19 que nos impidió seguir con el monitoreo y debido a esto la empresa Nicoz Resource S.A, estableció nuevos protocolos para evitar la propagación del covid-19 a sus trabajadores dentro de la empresa.

#### **4.4.4 Etapa 4: Análisis de la información**

Para la identificación de especies en campo, se utilizaron guías ilustradas de árboles y arbustos, aquellas que no lograron ser identificadas, se fotografiaron y se colectaron muestras (hojas con flor o fruto), estas fueron llevadas a la universidad e identificadas por especialistas.

#### **Composición florística del área de estudio-en la mina San Albino**

Este análisis se realizó con los registros de datos del año 2019 y el año 2020. Se obtuvo el número de familias y especies por cada una de las categorías de vegetación evaluadas. Se incluyeron las especies desconocidas, bajo al principio de presentar resultados más reales.

#### **Índice de Diversidad**

Para evaluar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon- Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre al predecir a que especies pertenece un individuo escogido al azar de una colección o grupo determinado de S especies y N individuos (Lau, 2020). La fórmula utilizada fue la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^s [(ni/n) \ln (ni/n)]$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

ni = Número de individuos que pertenece a la i-ésima especie en la muestra

n = Número total de individuos en la muestra



## **Estructura horizontal**

Se generaron cálculos de incrementos y número de árboles lo que permite visualizar patrones del estado estructural (Louman, 2001).

## **Dinámica poblacional para las categorías de vegetación**

La determinación de los parámetros: Las tasas de mortalidad, de reclutamiento y la de recuperación, se realizaron de acuerdo con las categorías de vegetación evaluadas por el Inventario Nacional Forestal.

### **Ecuaciones para la determinación de parámetros demográficos.**

#### **Tasa de Mortalidad (m)**

La mortalidad arbórea es el número proporcional de árboles fallecidos, en una población, en un tiempo determinado y juega un papel importante en los ecosistemas boscosos. La comprensión de este mecanismo de funcionamiento, en todas las escalas, es fundamental en la demografía arbórea contribuye el conocimiento de los bosques y su dinamismo (Aguirre, 2015).

$$m = (\ln N_{19} - \ln N_s)/T$$

#### **Tasa de Reclutamiento (r)**

Es la cuantificación de la capacidad de incrementar el número de individuos y es la manifestación de la fecundidad de las especies y del crecimiento y sobrevivencia de los juveniles constituyéndose en uno de los aspectos más dinámicos y más importantes de una población. Es decir, el reclutamiento es el ingreso de especies vegetales en un tiempo determinado a una clase diamétrica para ser medidos (Aguirre, 2015).

$$r = (\ln N_{20} - \ln N_s)/T$$

Donde:

ln = Logaritmo natural

N019= Número de individuos vivos en 2019

Ns = Número de individuos sobrevivientes en 2020 (N19 – el número de individuos muertos) N20  
= Ns + número de individuos reclutados

t = Intervalo de tiempo entre el primer y último muestreo, expresado en años.

### **Incremento corriente anual en diámetro**

Expresa el crecimiento ocurrido entre el inicio y el final de la estación de crecimiento, en un periodo de 12 meses, o entre dos años consecutivos. Este crecimiento también es conocido como crecimiento acumulado, incremento corriente anual (ICA) o simplemente como incremento anual (IA) correspondiendo a lo que el árbol creció en el periodo de un año (Imaña & Encinas, 2008).

**Para obtener el incremento Corriente Anual se empleó la siguiente formula.**

$$\text{ICA} = D_{2020} - D_{2019}$$

Donde

ICA: Incremento corriente anual (mm/año)

DN19: Diámetro normal medido en el año 2019

DN20: Diámetro normal medido en el año 2020

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### . 5.1 Categoría de vegetación fustal

#### 5.1.1 Riqueza y diversidad florística

Para el año 2019, se encontraron 14 individuos en 2,500m<sup>2</sup>, agrupados en 5 especies. En el año 2020, se registraron un total de 16 individuos en los mismos 2,500 m<sup>2</sup> que corresponden al área de las 4 parcelas permanentes de muestreo, esto significa que en el periodo de un año se registraron 2 nuevos individuos. Esto se debe a que en la primera toma de datos estos árboles no alcanzaron la medición de 10 cm, sin embargo, en el transcurso de un año estos alcanzaron 10 o más cm, haciendo así que estos pasen de latizal a fustal (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Valores de la riqueza florística obtenidos para la categoría de vegetación fustal en función de las cuatro PPM en los dos años muestreados.

Características (2500m <sup>2</sup> )	Años	
	2019	2020
No Familia	4	4
No Especie	5	5
Shannon - Wiener	1.24	1.33
Individuos - N	14	16

En términos de riqueza de especies y familia los valores obtenidos para la categoría de vegetación fustal son muy bajas en comparación con los resultados de (Méndez et al., 2006) que reportaron 16 especies y 13 familias en un estado sucesional en 9 años en la finca la Zorra localizada en un bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, en la comarca la Chipopa, Rio Medina, Nandaime.

Según información facilitada por miembros de la comunidad de San Albino esto se debe a que esta área hace aproximadamente 10 años fue utilizada para la siembra y cultivo de granos básicos, por lo que estos individuos encontrados fueron árboles remanentes que debieron dejarlos para sombra o porque no les ocasionaban ningún daño a los cultivos.

Es importante señalar que es normal que la dinámica en términos de familia y especies no sean tan significativos en esta categoría de vegetación en un año de evaluación, ya que son árboles remanentes que fueron dejados antes que iniciará el proceso de sucesión. Sin embargo, se conservan las mismas

especies y familias. Esto significa que las medidas de protección que se le brindaron a la empresa, han frenado los disturbios ya sea antropogénicos o naturales y ha permitido que las especies de los árboles remanentes se mantenga en número.

Cabe señalar que estos árboles remanentes funcionan como hospederos para agentes dispersores como aves, estas para que habiten en ellos y así puedan ejercer su función de dispersar las semillas de estas especies.

La diversidad de especies arbóreas para esta categoría fue evaluada mediante el índice de diversidad de Shannon – Wiener durante el periodo establecido. El índice de Shannon-Wiener indica que la diversidad de especies en el 2019 fue de 1.24 y para el año 2020 fue de 1.33, siendo menor pero no significativo al reportado en el estudio de (Méndez et al., 2006) con índice de Shannon - Wiener de 2.31 para la sucesión la zorra que tenía 9 años de edad.

### **5.1.2 Dinámica poblacional para la categoría de vegetación fustal**

En el año 2019 se registró una densidad total de 14 individuos arbóreos en los 2,500m<sup>2</sup> y la población aumento dos individuos arbóreos teniendo una densidad total de 16 individuos arbóreos para el año 2020, esto se debe a que dos individuos que pertenecían a la categoría de latizal crecieron en diámetro superando la medición de 9.9 cm de DAP establecidas para esta categoría. Se encontró una baja densidad de individuos y especies debido a que este fragmento de bosque fue desplazado por actividades que realizaban miembros de la comunidad como la siembra y cultivo de granos básicos.

Punto importante señalar, durante el periodo de evaluación no se registró ningún individuo arbóreo muerto, teniendo así una tasa de mortalidad del 0% y se estimó una tasa de reclutamiento anual del 13.4%, esto se debe a que con el transcurso del tiempo los individuos arbóreos cambian de categoría de vegetación manteniendo la estabilidad ecológica y permitiendo el crecimiento y desarrollo de las especies forestales, con el seguimiento y monitoreo a las parcelas permanentes de muestreo y el apoyo de la empresa Nicoz Resource S.A. permitiendo así nuevas investigaciones o estudios con métodos de restauración ecológica para la rehabilitación del fragmento de bosque.

Las especies que se encontraron al inventariar las parcelas permanentes de muestreo fueron: *G. ulmifolia* (Guácimo de ternero) con 3 individuos, *A. adinocephala* (Gavilán) con 1 individuo, *C. vitifolium* (Berberillo o Poro poro) con 2 individuos, *V. pennatula* (Carbón) con 8 individuos y el *C. peltata* (Guarumo) con 2 individuos. En cuanto a las familias representativas se encuentran: Sterculiaceae, Fabaceae, Bixaceae, Urticaceae.

### 5.1.3 Incremento corriente anual de las especies

La especie con mayor incremento fue el *G. ulmifolia* (Guácimo de ternero) con 3.0 cm y la especie que obtuvo menor crecimiento fue el *C. peltata* (Guarumo) con 0.4 cm. En promedio el incremento corriente anual total en diámetro registrado a nivel de las 5 especies fue de 1.7 cm, (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores del incremento corriente anual ICA (DAP) de las 5 especies en la categoría vegetación fustal de las 4 parcelas permanentes de muestreo.

<b>Especie</b>	<b>N. Científico</b>	<b>ICA (cm)</b>
Guácimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3.0
Gavilán	<i>Albizia adinocephala</i>	2.1
Berberillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1.7
Carbón	<i>Vachellia pennatula</i>	1.6
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	0.4
<b>Promedio</b>		<b>1.7</b>

Según (Obando et al., 2011) es perceptibles que algunas especies representaron valores de incremento diamétrico mayor que otras; esto se debe a que cada individuo tiene un comportamiento diferente de acuerdo al espacio que ocupa dentro del bosque y a su adaptación a las condiciones biofísicas y climáticas del sitio.

## 5.2 Categoría de vegetación latizal

### 5.2.1 Riqueza Florística

En 800 m<sup>2</sup>, los cuales corresponden a las cuatro parcelas permanentes de muestreo establecidas, en el año 2019 se registraron 30 individuos agrupados en 10 especies y 8 familias, en el año 2020 se registraron 38 individuos agrupados en 13 especies y 9 familias. En esta categoría los datos son alentadores debido a que solo con el hecho de cercar estas parcelas ya se evidencian cambios

importantes, ejemplo de esto, la incorporación de tres nuevas especies, una nueva familia y 8 nuevos individuos, (Cuadro 3).

Los individuos encontrados fueron árboles que con el tiempo aparecieron y fueron desarrollándose, esto se conoce en la restauración ecológica como etapas de sucesión ecológica o desarrollo del ecosistema. Según (Lamprecht et al.,1990) los bosques secundarios en estado joven son más pobres en especies y están más simplemente estructurados.

### 5.2.2 Diversidad de las especies arbóreas para la categoría de vegetación latizal con el índice de Shannon - Wiener.

Se obtuvo un valor de índice de diversidad de Shannon para el año 2019 de 1.76 y 2.31 para el 2020. esto se debe a que a través del tiempo ocurren cambios, los cuales fueron, aumento del número de individuos y especies. Si comparamos, (Méndez y Picado.,2006) mencionan en el estudio realizado llamado Análisis de 3 estados sucesionales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola, Nicaragua, estos obtuvieron un cálculo de diversidad de 2.19 versus el cálculo de diversidad del estudio realizado en el cual obtuvimos un índice de 2.31.

Se realizó esta comparación debido a que el estudio realizado por (Méndez et al.,2006) es similar al estado Sucesional del estudio realizado.

Cuadro 3. Especies y familias en la categoría de vegetación latizal en el fragmento de bosque en la Mina San Albino en un área muestreada de 800 m<sup>2</sup>.

<b>Especie</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Guácimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae
Carbón	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae
Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae
Berberillo (poro poro)	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae
Pacón	<i>Sapindus saponaria</i>	Bapindaceae
Cornizuelo	<i>Vachellia collinsii</i>	Fabaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>
Cachito	<i>Stemmadenia donnell smithii</i>	<u>Apocynaceae</u>
Mulule	<i>Varronia sp</i>	<i>Boraginaceae</i>

Majagua	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	<i>Tiliaceae</i>
Guayaba	<i>(Psidium sp)</i>	<i>Mirtaceae</i>

### 5.2.3 Dinámica poblacional para la Categoría de vegetación latizal.

En el año 2019 fueron registrados un total de 30 individuos en los 800 m<sup>2</sup>, esto corresponde a las cuatro parcelas permanentes de muestreo establecidas, en el año 2020 se registraron 38 individuos teniendo un aumento de 8 individuos arbóreos. Durante el periodo evaluado murieron 2 individuos, cabe mencionar que los individuos encontrados muertos, murieron por daños mecánicos los pertenecían a la parcela número 2. Estos individuos se encontraron cortados y con daños en la parte del fuste por machete, esto aparentemente sucedió porque algunos pobladores que viven cerca al área de estudio se introdujeron al área en busca de leña, y dañaron estos individuos, lo que nos representa una tasa de mortalidad del 6.9%.

Cabe mencionar que esta categoría se evidencia una mejor dinámica, en comparación a la categoría de fustales que se registró una tasa de reclutamiento del 13.4 %, en la categoría de latizales se reclutaron 8 nuevos individuos arbóreos registrando una tasa de reclutamiento del 30.5%. teniendo una diferencia del 17.1% en individuos reclutados. Es de importancia mencionar, que la categoría de latizal es mejor a la categoría de fustal esto debido a que en la categoría de fustal los individuos registrados son arboles remanentes y los individuos registrados en la categoría de latizal son producto de la regeneración natural del fragmento.

La tasa anual de mortalidad y reclutamiento registrada en nuestro estudio fue de 6.9% y 30.5%, en comparación con los resultados presentados por (Obando y Olivas., 2011) la tasa anual de mortalidad y reclutamiento presentada en el estudio realizado por ellos titulado Estudio en la dinámica poblacional de 10 especies arbóreas en un periodo 2006 – 2007 en el bosque seco secundario en la comarca la Chipopa Nandaimé Granada, registrando una mortalidad del 5.8% y un reclutamiento del 3.2% , obteniendo así una tasa de mortalidad mayor la de nuestro estudio y una tasa de reclutamiento menor a la que obtuvimos en nuestro estudio.

#### 5.2.4 Incremento corriente anual para la categoría de vegetación latizal

En el cuadro 4 se muestra el promedio del incremento corriente anual en diámetro registrado a nivel de las 10 especies registradas. La especie de *G. ulmifolia* (Guácimo de Ternero) obtuvo el mayor incremento en diámetro con 2.7 cm sobresaliendo así ante las demás especies y la especie que obtuvo menor crecimiento fue *S. donnell-smithii* (Cachito) con un valor de 0.4 cm. Registrando un promedio general de crecimiento en diámetro de 1.2 cm, (Ver cuadro 4).

**Cuadro 4.** Valores del incremento ICA de las 10 especies en la categoría de vegetación latizal de las 8 subparcelas permanentes de muestreo en un área total de 800m<sup>2</sup>.

<b>Especie</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>ICA (cm)</b>
Guácimo de Ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.7
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	2.3
Carbón	<i>Vachellia pennatula</i>	1.8
Carao	<i>Cassia grandis</i>	1.7
Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1.5
Berberilla (poro poro)	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1.3
Pacón	<i>Sapindus saponaria</i>	0.8
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	0.6
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0.6
Cachito	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i>	0.4
Total		1.2

Algunas especies tienen mayor capacidad de crecimiento otras son de crecimiento lento debido al gremio ecológico y a las condiciones biofísicas que presenta el área de estudio, como es el caso de la especie de *G. ulmifolia* (Guácimo de Ternero) que es la de que presenta mayor incremento, esta especie es Heliófitas efímeras es de rápido crecimiento y reproducción es masiva y precoz, pero de vida corta.

Dentro del gremio ecológico de las Heliófitas efímeras tenemos también a la especie de *C. peltata* (Guarumo) es de rápido crecimiento pueden crecer en cualquier parte. La especie (Carao) *C. grandis* es una especie Heliófitas que se desarrolla bien bajo luz solar y se desarrolla mejor en lugares muy húmedos.



### **5.3 Categoría de vegetación brinzal**

#### **5.3.1 Riqueza florística**

En riqueza florística, en el año 2019 en un área total de 200 m<sup>2</sup> que corresponde al área de las 8 subparcelas permanentes de muestreo establecidas en la categoría de vegetación brinzal, se registraron un total de 104 individuos arbóreos, estos agrupados en 20 especies y 11 familias, en el año 2020 se registraron 164 individuos arbóreos agrupados en 25 especies y 18 familias. Registrando la aparición de 7 nuevas familias (Cuadro 5).

En términos de riqueza de individuos y especies los valores de los resultados presentados por el estudio realizado por (Bustillo, 2017) titulado Composición estructura y dinámica de las especies arbóreas del bosque de galería de la reserva hídrica forestal rio Malacatoya, 2015 - 2016, reportaron 30 individuos, 14 especies y 9 familias.

Importante señalar que en esta categoría de vegetación se evidencia una mayor dinámica de las especies como lo son el incremento de 60 individuos y la aparición de 5 nuevas especies y 7 nuevas familias, lo cual indica que el fragmento, solo con el hecho de haber sido cercado se va rehabilitando satisfactoriamente.

#### **5.3.2 Diversidad de las especies arbóreas para la categoría de vegetación brinzal con el índice de diversidad.**

El índice de diversidad de Shannon – Wiener, este fue el índice que se utilizó para calcular la diversidad de las especies que posee esta categoría, el cual nos indicó que la diversidad en el año 2019 fue de 2.32 y la diversidad en el año 2020 fue de 2.49, no fue tan significativo cambio puesto que el tiempo del estudio fue muy corto.

En comparación con los resultados obtenidos por (Méndez et al.,2006) el índice de Shannon – Wiener para la categoría de vegetación brinzal en la sucesión de 9 años es similar a la del estudio para el año 2020 y menor en el año 2019. El índice reportado por ellos fue de 2.41.

Cuadro 5. Valores de la riqueza florística obtenidas para la categoría de vegetación brinzal en función de las 8 subparcelas en los dos años muestreados.

Características (200m <sup>2</sup> )	Años	
	2019	2020
No Familia	11	18
No Especies	20	25
Shannon - Wiener	2.32	2.49
Individuos	104	164

Según (Garth et al.,2019) en términos de la composición de especies, una comunidad nunca alcanza el equilibrio y que una diversidad alta es el resultado de un constante cambio en las condiciones del ecosistema, también considera que una alteración recurrente o muy intensa provocara un descenso en el número de especies que ocupan estos sitios perturbados, en un sitio y un momento dado. En el cuadro 6 se muestra la lista de las especies y familias para la categoría de vegetación brinzal.

Cuadro 6. Especies y familias encontradas en la categoría de vegetación brinzal en función de las 8 subparcelas permanentes en un área total de 200 m<sup>2</sup>.

Espece	Nombre Científico	Familia
Cimarro	<i>Plocosperma buxifolium</i>	Loganiaceae
Muanda – Ron Ron	<i>Senna skinneri</i>	Caesalpiniaceae
Jiñocuabo, Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	Mimosaceae
Laurel negro	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Barba de chivo	<i>Calliandra houstoniana</i>	Mimosaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Mnacardiaceae
Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Jagua	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
Cortez amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae
Carbón, comayagüe, cambrón, acacia, aroma.	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae
Coyote	<i>Platymiscium palviflorum</i>	Fabaceae
Gavilán	<i>Schizolobium parahybum</i>	Caesalpiniaceae
Barbasco, burriquita, güirrique	<i>Bonellia nervosa</i>	Primulaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Poro-poro, berberilla	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae
Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae

Guanacaste de oreja, guanacaste negro, guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae
Guayabillo	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Myrtaceae
Areno	<i>Homalium racemosum</i>	Malicaceae
Acacia extranjera	-	-
Cipil	-	-
Achiotillo	<i>Pehria compacta</i>	Lythraceae
Zarza	<i>Mimosa albida</i>	Fabaceae
Mulule	<i>Varronia sp.</i>	Boraginaceae
Cafesillo	<i>Casearia spp</i>	Salicaceae
frijolillo	<i>Senna hayesiana</i>	Fabaceae
Guayaba	<i>Psidium sp</i>	Mirtaceae
Nancite	<i>Ziziphus guatemalensis</i>	Ramnaceae
Quebracho	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Fabaceae

#### 5.4 Plantaciones de las especies forestal con el modelo de nucleación

La técnica de nucleación en forma hexagonal fue el método que se utilizó para crear microhábitats en núcleos pequeños para la llegada de especies animales y sirvan como agentes dispersores de semillas, con esta técnica también forman nichos de regeneración y colonización de nuevas poblaciones de especies.

El arreglo en forma hexagonal se hizo para incorporar especies diferentes y que haya más diversidad en el fragmento utilizando espacios pequeños de áreas que con el tiempo se van a ir expandiendo.

Las especies forestales que obtuvieron mayor adaptabilidad o sobrevivencia en el sitio fueron: *C. candidissimum*, (Madroño) *E. cyclocarpum*, (Guanacaste Negro) y *el L. divaricatum* (Quebracho) con un porcentaje de sobrevivencia del 100% para las tres especies, seguido de *B. alicastrum*, (Ojoche) *T. chrysantha* (Cortez) y el *H. courbaril* (Guapinol) con un porcentaje de sobrevivencia del 90% para las tres especies y las especies que obtuvieron menor porcentaje de sobrevivencia fueron: *T. rosea* (Falso Roble) con 70% y *C. odorata* (Cedro) con 50%, teniendo un promedio general de sobrevivencia de las especies de un 86.25%.

En el incremento en diámetro basal (mm), las especies que obtuvieron mayor crecimiento diamétrico fueron: *B. alicastrum* (Ojoche) con 2.6 mm, *C. candidissimum* (Madroño) con 2.2 mm,

*E. cyclocarpum* (Guanacaste Negro) con 2.2 mm, seguidos del *T. rosea*, (Falso Roble) *L. divaricatum* (Quebracho) *T. chrysantha*, (Cortez) *C. odorata* (Cedro) y *H. courbaril* (Guapinol) con un 2.2 mm para las cinco especies mencionadas anteriormente.

**Cuadro 7.** Adaptabilidad de las especies forestales con la técnica de nucleación en forma hexagonal en el fragmento de bosque.

<b>Especies</b>	<b>Sobrevivencia (%)</b>	<b>Incremento en Diámetro Basal (mm)</b>	<b>Incremento altura (cm)</b>
<i>Brosimum alicastrum</i>	90	2.6	10.7
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	100	2.2	31.0
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	100	2.2	34.8
<i>Tabebuia rosea</i>	50	2.0	17.0
<i>Lisiloma divaricatum</i>	100	2.0	33.8
<i>Tabebuia chrysantha</i>	90	2.0	29.9
<i>Cedrela odorata</i>	70	2.0	33.5
<i>Hymenaea courbaril</i>	90	2.0	15.3
Promedio General	86.25	2.12	25.75

En el incremento en altura (cm) las especies que obtuvieron mayor crecimiento fueron: *E. cyclocarpum* (Guanacaste Negro) con 34.8 cm, *L. divaricatum* (Quebracho) con 33.8 cm, *C. odorata* (Cedro) con 33.5cm, *C. candidissimum* (Madroño) con 31.0 cm y las que obtuvieron menor crecimiento fueron: *T. chrysantha* (Cortez) con 29.9 cm, *T. rosea* (Falso Roble) con 17.0 cm, *H. courbaril* (Guapinol) con 15.3 cm, *B. alicastrum* (Ojoche) con 10.7 cm.

Algunas especies forestales son de rápido crecimiento y otras de menor crecimiento esto va en dependencia de las condiciones biofísicas que brinda el sitio y del gremio ecológico que pertenecen estas especies, por ejemplo, tenemos al *C. candidissimum*, *B. alicastrum*, *L. divaricatum* que pertenece al gremio de las Heliófitas efímeras.

Las especies que son Heliófitas durables son *E. cyclocarpum*, *T. rosea*, *C. odorata*, *H. courbaril*. Las especies de rápido crecimiento van formando un micro hábitats que favorecen a las demás especies a su crecimiento y desarrollo.

Una comparación de estos resultados es complicada, porque no hay estudios realizados en bosques o áreas fragmentadas a nivel nacional que hayan utilizado esta técnica de nucleación, además existen estudios realizados en zonas degradadas en otros países, pero con variaciones en las metodologías utilizadas.

(Díaz et al., 2017) realizó un experimento en una zona degradada por ganadería utilizando como técnica de nucleación en donde utilizaron tres metodologías, la primera fue siembra directa de plántulas y estacas, para la segunda metodología realizaron estacas y plántulas con pretratamiento, para la tercera metodología replantaron núcleos. En donde la sobrevivencia en ensayos de propagación con estacas sin pre-tratamiento fue nula, Las estacas tratadas con pre tratamiento y la replantación de fue componente eficaz en la estrategia de nucleación, ya que las especies con mayor supervivencia mostraron buena capacidad de establecimiento.

## VI. CONCLUSIONES

- La riqueza y diversidad de las especies en el año 2020 en las categorías de vegetaciones es mayor a las del año 2019 lo que significa que la estabilidad del fragmento del bosque se va recuperando ya que esta depende de la biodiversidad que haya en el sitio.
- La tasa de mortalidad anual para las categorías de vegetaciones es menor a la tasa de reclutamiento anual lo que significa que la estrategia de restauración pasiva está respondiendo, dando la recuperación de su estructura al fragmento del bosque.
- El incremento corriente anual (ICA) que presentaron las categorías de vegetación fustal fue de 1.7 cm y para latizal fue de 1.2 cm, en el periodo de (1 año), lo que significa que existen especies que tienen un alto potencial en desarrollo y crecimiento para el manejo adecuado de estas.
- La mayoría de las especies establecidas en la técnica de nucleación en forma hexagonal presentaron alto potencial de adaptabilidad en sobrevivencia e incremento en diámetro y altura lo que puede promover procesos de restauración atrayendo agentes dispersores para su propagación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Llevar a cabo el monitoreo y seguimiento, que permitan evaluar el avance de la sucesión y hacer ajustes adaptativos.
- Proponer otros métodos de restauración ecológica para revertir la degradación del fragmento de bosque en la Mina San Albino.
- Realizar investigaciones dirigidas a la restauración ecológica en diferentes periodos de tiempo para ver su comportamiento.
- Mantener constante vigilancia en el área de estudio para evitar daños antropogénicos.

## VIII. LITERATURACITADA

- Ibárcena, M., y Scheelje, J. (s,f) Rol de los bosques en el cambio climático. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).  
· <http://www.fao.org/3/XII/0814-B2.htm#:~:text=Los%20bosques%20fijan%20CO2,capacidad%20de%20absorber%20mas%20carbono.>
- Aguirre,N., (2015) Estructura y Dinamica del Ecosistema Forestal.presentation power points.  
<https://nikolayaguirre.files.wordpress.com/2013/04/4-estructura-y-dinamica-de-bosques.pdf>.
- Alfaro, J., y Lazo, J. (2005). Insectos descortezadores y fauna insectil asociadas a los pinos en dos municipios del departamento de Nueva Segovia (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10a385.pdf>
- Arribas, C. (2013). Captura y almacenamiento del carbono. El Ecologistas en Acción, 79. Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/22923/captura-y-almacenamiento-del-carbono/>.
- Balaguer, L. (2013). Restauración ecológica. ResearchGate. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/259621018\\_Restauracion\\_ecologica](https://www.researchgate.net/publication/259621018_Restauracion_ecologica).
- Banco Mundial. (2016). Por qué los bosques son fundamentales para el clima, el agua, la salud y los medios de subsistencia. Banco Mundial. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/18/why-forests-are-key-to-climate-water-health-and-livelihoods#>.
- Biodiversidad Mexicana. (2007). Exposición "Corredor Biológico Mesoamericano: Espacio de vida". 2007. Obtenido de Fragmentación : <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/fragmentacion.html#:~:text=La%20fragmentaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,un%20h%C3%A1bitat%20continuo%20en%20seccion es.&text=Los%20fragmentos%20resultantes%20difieren%20del,en%20tener%20efectos%20de%20borde.>
- Cabrera, C., & Ibacela, I. (2013). Plan Integral de restauración ecológica de los bosques de quimávida. Rancagua, Chile. Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/53e83fb4e4b0879d899d0dd9/t/53f1a6dee4b0b804511546f6/1408345822687/EASV+Proyecto+Bosques+Quimavida.pdf>.
- Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical Guia para el establecimiento y medicion. Turrialba, Costa Rica.



- Ceccon, E. (2013). Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales. Mexico: Diaz dos Santos.
- Delgado, D. (1997). Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque humedo del noreste de Costa Rica. CATIE Unidad de manejo de bosques naturales. Turrialba, Costa Rica: CATIE, Unidad de manejo de bosques naturales.
- Obando., Y Olivas, E. (2011). *Estudio de la dinámica poblacional de 10 especies arbóreas en un período 2006-2007 en el bosque seco secundario en la comarca La Chipopa Nandaime, Granada*. [Tesis de pregrado] Universidad Nacional Agraria.
- Méndez, A., y Picado, E, (2006). *Análisis de tres estratos succiónales del bosque seco deciduo, desarrollado sobre campos agrícolas abandonados, Nandarola Nicaragua*. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Agraria.
- FAO, S.F. (s.f.). Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Obtenido de Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS) Restauración y rehabilitación de bosque: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-restoration-and-rehabilitation/basic-knowledge/es/>.
- Herrero, M., & Torres, R. (2016). El rol de los voluntarios en la restauración ecológica del centro Argentino. Ceccon, E & Perez. En E. Ceccon, & D. Perez, Más allá de la ecología de la restauración perspectivas sociales en america latina y el caribe (primera ed., págs. 55-60). Buenos Aires, Argentina. Obtenido de [https://books.google.com.ni/books?id=zNVsDQAAQBAJ&pg=PA60&lpg=PA60&dq=Proyecto+de+restauraci%C3%B3n+de+los+bosques+de+altura+en+la+quebrada+de+Los+Refugios+\(1997+-+actualidad\)&source=bl&ots=gKubL6298F&sig=ACfU3U3i5AIgk0jy2vTv7jhHQUNnhZ8aA&hl=es-419&sa=X&](https://books.google.com.ni/books?id=zNVsDQAAQBAJ&pg=PA60&lpg=PA60&dq=Proyecto+de+restauraci%C3%B3n+de+los+bosques+de+altura+en+la+quebrada+de+Los+Refugios+(1997+-+actualidad)&source=bl&ots=gKubL6298F&sig=ACfU3U3i5AIgk0jy2vTv7jhHQUNnhZ8aA&hl=es-419&sa=X&).
- Imaña, J., & Encinas, O. (2008). Endometría forestal (Monografía) Latinoamericana de enseñanza forestal RELAFOR. Brazilia, Brazil. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/epidometria-forestal/epidometria-forestal.pdf>.
- López, R., & Garcia, G. (2002). *Composición florística y estructural de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca "Santa Ana", Nandaime, Nicaragua 2002* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/1015/1/tnk101864c.pdf>.
- Lorin, H. (2019). *La degradación de los bosques: por qué afecta a las personas y la vida silvestre*. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/la-degradacion-de-los-bosques-por-que-afecta-a-las-personas-y-la-vida-silvestre>.

- Louman, B. (2001). *Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Lozano, L., Montealegre, J., Bonilla, J., Bonilla, H., Buenaventura, J., García, Y., & Niño, I. (2017). *Monitoreo de la restauración ecológica (Caso: Seguimiento a la línea base de monitoreo proyecto restauración activa y pasiva, cuenca del Río Coello y Río Totare Municipio Ibagué)*. Ibagué, Colombia. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/321085199\\_Monitoreo\\_de\\_la\\_restauracion\\_activa\\_y\\_pasiva\\_en\\_las\\_cuencas\\_de\\_los\\_rios\\_Coello\\_y\\_Totare\\_Municipio\\_de\\_Ibague](https://www.researchgate.net/publication/321085199_Monitoreo_de_la_restauracion_activa_y_pasiva_en_las_cuencas_de_los_rios_Coello_y_Totare_Municipio_de_Ibague).
- Narváez, O. (2012).** *Dinámica de crecimiento, estructura y composición de la vegetación secundaria en el trópico seco de Nandarola, Nicaragua (Tesis de Maestría)*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10n238.pdf>
- Norden, N. (2014).** Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 247.
- Palma, A., & Morazan, E. (2005).** *Perdidas ocasionada por el descortezador del pino (Dendroctonus frontalis Zimm) producto del ataque del periodo 1999-2002, a dueños de bosques y transportistas forestales en cinco municipios del departamento de Nueva Segovia (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10p171p.pdf>
- Tellez, E., & Rivera, J. (2005).** *Análisis de afectación a dueños de aserrios y carpinterías de seis Municipios de Nueva Segovia como consecuencia de ataque de descortezador del Pino (Dendroctonus frontalis zimm.) ocurrido en el periodo 1999-2001 (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh10t275a.pdf>.
- Tres, D. R. (2007).** La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. *ResearchGate*.
- Vargas, O. (2007).** *Estrategias Para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. Bogotá, Colombia: <https://www.uneditorial.com/media/hipertexto/epub/9789587619065.pdf>.
- Vargas, R., & Rodríguez, S. (2008).** *Dinámica Poblaciones*. *ResearchGate*. Obtenido de [http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa\\_Chapter\\_07.pdf](http://www.avocadosource.com/books/Ripa2008/Ripa_Chapter_07.pdf).
- Vargas, O. (2011).** *Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación*. Bogotá Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

**Yarranton, G., & Morrison, R. (1974).** Dinámica espacial de una sucesión primaria: nucleación. *Revista de Ecología*, 417-428.

**Zamora, R. (2002).** La restauración ecológica: una asignatura pendiente. *Revista de Divulgación Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Ubicación de las parcelas permanentes de muestreo

PPDM 1, Se ubica en las coordenadas UTM X 597845 Y 1513902
PPDM 2, Se ubica en las coordenadas UTM X 597752 Y 1513881
PPDM 3, Se ubica en las coordenadas UTM X 597600 Y 1513880
PPDM 4, Se ubica en las coordenadas UTM X 597903 Y 1513419

### Anexo 2. Ubicación de ensayos con la técnica de nucleación, en forma hexagonal.

Ensayo 1, Se ubica en las coordenadas UTM X 597834 Y 1513920
Ensayo 2, Se ubica en las coordenadas UTM X 597728 Y 1513885
Ensayo 3, Se ubica en las coordenadas UTM X 597581 Y 1513885
Ensayo 4, Se ubica en las coordenadas UTM X 597917 Y 1513406
Ensayo 5, Se ubica en las coordenadas UTM X 597561 Y 1513878

### Anexo 3. Coordenadas de ubicación del área de estudio

ID	Orden	Zona	X	Y
jícara	1	16P	597418	1513843
jícara	2	16P	597425	1513830
jícara	3	16P	597506	1513873
jícara	4	16P	597530	1513845
jícara	5	16P	597540	1513858
jícara	6	16P	597624	1513897
jícara	7	16P	597668	1513879
jícara	8	16P	597660	1513822
jícara	9	16P	597702	1513815
jícara	10	16P	597753	1513785
jícara	11	16P	597801	1513728
jícara	12	16P	597801	1513659
jícara	13	16P	597815	1513579
jícara	14	16P	597827	1513554
jícara	15	16P	597848	1513511
jícara	16	16P	597856	1513464
jícara	17	16P	597817	1513448
jícara	18	16P	597808	1513434
jícara	19	16P	597829	1513427
jícara	20	16P	597874	1513413
jícara	21	16P	597907	1513401
jícara	22	16P	597926	1513390
jícara	23	16P	597926	1513403
jícara	24	16P	597927	1513413
jícara	25	16P	597927	1513416
jícara	26	16P	597906	1513463

jícara	27	16P	597903	1513465
jícara	28	16P	597900	1513468
jícara	29	16P	597895	1513472
jícara	30	16P	597868	1513509
jícara	31	16P	597866	1513515
jícara	32	16P	597864	1513518
jícara	33	16P	597863	1513520
jícara	34	16P	597861	1513525
jícara	35	16P	597848	1513559
jícara	36	16P	597847	1513562
jícara	37	16P	597847	1513564
jícara	38	16P	597845	1513568
jícara	39	16P	597843	1513575
jícara	40	16P	597841	1513580
jícara	41	16P	597837	1513594
jícara	42	16P	597834	1513608
jícara	43	16P	597834	1513611
jícara	44	16P	597831	1513638
jícara	45	16P	597831	1513641
jícara	46	16P	597831	1513654
jícara	47	16P	597832	1513674
jícara	48	16P	597832	1513683
jícara	49	16P	597832	1513685
jícara	50	16P	597831	1513725
jícara	51	16P	597831	1513728
jícara	52	16P	597831	1513729
jícara	53	16P	597830	1513732
jícara	54	16P	597831	1513755
jícara	55	16P	597832	1513758
jícara	56	16P	597832	1513760
jícara	57	16P	597832	1513762
jícara	58	16P	597834	1513805
jícara	59	16P	597833	1513807
jícara	60	16P	597833	1513811
jícara	61	16P	597845	1513839
jícara	62	16P	597848	1513843
jícara	63	16P	597853	1513847
jícara	64	16P	597856	1513849
jícara	65	16P	597866	1513856
jícara	66	16P	597874	1513880
jícara	67	16P	597876	1513896
jícara	68	16P	597871	1513916
jícara	69	16P	597854	1513941
jícara	70	16P	597853	1513943
jícara	71	16P	597848	1513949

jícara	72	16P	597846	1513951
jícara	73	16P	597843	1513955
jícara	74	16P	597817	1513973
jícara	75	16P	597814	1513975
jícara	76	16P	597780	1513988
jícara	77	16P	597775	1513990
jícara	78	16P	597730	1514013
jícara	79	16P	597728	1514014
jícara	80	16P	597724	1514017
jícara	81	16P	597709	1514026
jícara	82	16P	597702	1514031
jícara	83	16P	597700	1514033
jícara	84	16P	597696	1514035
jícara	85	16P	597689	1514039
jícara	86	16P	597670	1514044
jícara	87	16P	597653	1514038
jícara	88	16P	597648	1514033
jícara	89	16P	597647	1514032
jícara	90	16P	597646	1514023
jícara	91	16P	597633	1514002
jícara	92	16P	597587	1513967
jícara	93	16P	597545	1513924
jícara	94	16P	597523	1513917
jícara	95	16P	597510	1513892
jícara	96	16P	597451	1513858

**Anexo 4.** Especies registradas durante el estudio en la categoría de fustales 2019 – 2020.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>N Arboles 2019 - 2020</b>
Berberillo/Poro poro	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae	1
Carbón	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae	8
Gavilán	<i>Albizia adinocephala</i>	Fabaceae	1
Guácimo de T	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	3
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	1
<b>Total general</b>			<b>14</b>

**Anexo 5.** Especies registradas durante el estudio en la categoría de latizal 2019 – 2020.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>N Arboles 2019 -2020</b>
Berberillo (poro poro)		Bixaceae	8
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae	1
Carbon	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae	7
Cornizuelo	<i>Acacia collinsii</i>	Fabaceae	6
Guacimo de T	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	3
Guanacaste N	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	2
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	1
Guayaba	<i>Spidium sp</i>	<i>Mirtaceae</i>	2
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>	3
Majagua	<i>Xylopia frutescens</i>	<i>annonaceae</i>	1
Mulule	<i>Varronia sp</i>	<i>Boraginaceae</i>	1
Pacon	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	3
<b>Total general</b>			<b>38</b>

**Anexo 6.** Especies registradas durante el estudio en la categoría de brinzal 2019 – 2020.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Familia</b>	<b>N Arboles 2019</b>	<b>N Arboles 2020</b>
Acacia extranjera	<i>Desconocido</i>	Desconocido	0	1
Achiotillo	<i>Pehria compacta</i>	Lythraceae	11	16
Areno	<i>Homalium racemosum</i>	Salicaceae	0	1
Barba de chivo	<i>Calliandra houstoniana</i>	Mimosaceae	16	34
Berberilla	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bixaceae	0	2
Cafesillo	<i>Desconocido</i>	Desconocido	2	0
Carbon	<i>Vachellia pennatula</i>	Fabaceae	2	1
Carne de perro	<i>Desconocido</i>	Desconocido	2	10
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	0	1
Cimarro	<i>Plocosperma buxifolium</i>	Loganiaceae	2	7
Cipil	<i>Desconocido</i>	Desconocido	0	1
Cornizuelo	<i>Acacia Callinsii</i>	Mimosaceae	3	16

Cortez	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Bignoniaceae	3	2
Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	Fabaceae	0	1
Frijolillo	<i>Senna hayesiana</i>	Fabaceae	1	0
Gavilán	<i>Schizolobium parahybum</i>	Caesalpiniaceae	1	6
Guacimo deT	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	35	45
Guanacaste Negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae	4	3
Guayaba	<i>Spidium sp</i>	Mirtaceae	7	0
Guayabillo	<i>Myrcianthes fragans</i>	Myrtaceae	1	2
Guirrique	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Theophrastacea	0	1
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	1	2
Jagua	<i>Genipa caruto</i>	Rubiaceae	0	1
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	7	14
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0	2
Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	0	1
Mulule	<i>Varronia sp.</i>	Boraginaceae	1	8
Nancite	<i>Ziziphus guatemalensis</i>	Ramnaceae	1	0
Quebracho N	<i>Lysiloma kellermannii</i>	Fabaceae	2	0
Ron ron	<i>Senna skinneri</i>	Caesalpiniaceae	1	1
Zarza	<i>Mimosa albida</i>	Fabaceae	1	35
<b>Total general</b>			<b>104</b>	<b>214</b>

**Anexo 7.** Taxonomía de las ocho especies utilizadas en la técnica de nucleación.

**Las especies de árboles descritas, se seleccionaron para el establecimiento de los ensayos de nucleación y fueron elegidas basadas en información facilitada por personas de la comunidad, esta especie son nativas de la zona.**

### MADROÑO

**Familia:** Rubiaceae

**Nombre científico:** *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC.

**Otros nombres comunes:** Sálamo

#### Árbol

De tamaño pequeño o mediano, a veces grande. Alcanza alturas comprendidas entre 6 y 30 m. Sus diámetros a la altura del pecho oscilan entre 25 y 60 cm. Tronco recto, ramas horizontales con copa estratificada. Ramas jóvenes ligeramente fisuradas y escamosas con cicatrices de las estípulas, morenas a pardo rojizas, sin lenticelas, glabras (Salas, 1993).



## **Corteza**

Externa escamosa, se desprende en piezas delgadas y alargadas de color rojizo. Interna de color crema amarillento cambiando a pardo oscuro, muy fibrosa, de 4 a 15 mm de grosor (Salas, 1993).

## **Hojas**

Simples, opuesto-decusadas, de 15 a 20 cm de largo por 3 a 11 cm de ancho. Estípulas presentes. Láminas de las hojas de bordes enteros, ovados, orbiculares o elípticos, ápice agudo o acuminado, base atenuada. Haz verde oscuro y envés verde pálido. Nerviación amarillenta y prominente en el envés (Salas, 1993).

## **Flores**

Pequeñas, blanco-cremosas, perfumadas, hermafroditas, de 1.5 cm de diámetro por 1.0 cm de alto, con 4 a 5 pétalos. Las flores antes de abrirse están envueltas en dos bractéolas verde amarillentas que luego se tornan café antes de caerse. El cáliz puede presentar un lóbulo linear o una expansión orbicular blanco cremoso en forma de cucharita, muy vistoso, de 4 cm de largo por 3 cm de ancho. Flores dispuestas en pequeñas inflorescencias cimosas axilares y terminales en las cuales se pueden observar muchas brácteas foliosas que miden de 1 a 3 cm de largo por 0.6 a 2.0 cm de ancho. Las flores son visitadas por abejas melíferas (Salas, 1993).

## **Frutos**

Cápsulas elípticas o cilíndricas, pelosas, de 6 a 10 mm de largo, levemente achatadas, de 2 celdas. Al madurar se tornan color pardo oscuro y se abren en 2 partes para soltar varias semillas diminutas, de 6 mm de largo, con 2 prolongaciones aladas delgadas que les sirven para ser dispersadas por el viento (Salas, 1993).

## **Ecología y distribución**

En América se extiende desde el sur de México hasta Colombia y Venezuela. En Nicaragua está en su mayoría en zonas secas y semi húmedas con clima cálido con temperaturas promedio anual mayor de 26°C y precipitación promedio anual entre 1,200 y 1,750 mm en altitudes que van desde 5 hasta 500 m en la Región del Pacífico y en la Región Central (Salas, 1993).

## **Usos**

Muy buena para leña, palillos de dientes y ornamentación (Salas, 1993).

### **Observación**

Declarado “Arbol Nacional” en La Gaceta, Diario Oficial, N° 194, 27 de agosto de 1971. Cuando florece presenta el aspecto de una masa blanco-cremosa uniforme, que lo destaca entre las tonalidades verdes del bosque (Salas, 1993).

## **CEDRO**

**Familia:** Meliaceae

**Nombre científico:** *Cedrela odorata* L.

**Otros nombres comunes:** Cedro amargo, Cedro

### **Árbol**

De mediano a grande. Alcanza alturas comprendidas entre 12 y 30 m. Diámetros de 60 cm a 1.5 m a la altura del pecho. Copa ancha y redonda. Fuste recto, bien formado, cilíndrico. Ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes (Salas, 1993).

### **Corteza**

Externa fisurada, de color gris claro. En árboles adultos se torna más áspera y de color castaño. Interna de color rosada, cambiando a pardo amarillenta. Posee olor a ajo y sabor amargo (Salas, 1993).

### **Hojas**

Compuestas, paripinnadas o imparipinnadas. Grandes, hasta de 1 m de largo. Generalmente poseen de 10 a 20 pares de hojuelas, opuestas o alternas, oblongo lanceoladas, esencialmente glabras, ápice acuminado, base obtusa, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, miden de 4.5 a 14 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho, al estrujarlas despiden un penetrante olor a ajo (Salas, 1993).

**Flores**

Masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, en panículas terminales o axilares, de 15 a 30 cm de largo. Flores pequeñas, de color amarillo (Salas, 1993).

**Frutos**

Cápsulas dehiscentes, de 5 a 7 cm de largo, con 5 valvas de color pardo cubiertas por puntos blancos que corresponden a lenticelas pálidas. Contienen un exudado blanquecino, con fuerte olor a ajo antes de madurar. Tienen de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas (Salas, 1993).

**Ecología y distribución**

En elevaciones bajas, con climas de secos a muy húmedos. Muy frecuentemente en potreros y zonas de cultivo. En los climas más húmedos está restringido a suelos drenados. Se le encuentra en todo el país. En América se extiende desde México hasta Suramérica (Salas, 1993).

**Usos**

La madera es suave, liviana, fácil de trabajar, durable y resistente al ataque de termitas de la madera seca. Se ha utilizado en la fabricación de muebles, armarios, puertas, canoas; también en construcciones de toda clase, chapas, madera laminada, cajas de cigarros, etcétera (Salas, 1993).

El cedro es uno de los árboles forestales muy importantes por su madera preciosa. En Nicaragua se ha observado que crece en la naturaleza formando pequeños grupos (Salas, 1993).

## GUAPINOL

**Familia:** Caesalpiaceae.

**Nombre científico:** *Hymenaea courbaril* L.

De mediano a grande. Alcanza alturas comprendidas entre 8 y 36 m y diámetros entre 40 cm y 1 m a la altura del pecho. Copa amplia, extendida, redondeada y densa. Ramas jóvenes fisuradas, pardo-morenas, con algunas cicatrices estipulares, con abundantes lenticelas circulares morenas (Salas, 1993).

### **Corteza**

Externa ligeramente escamosa o lisa, gris claro a pardo. Interna de rosada a ligeramente parda, fibrosa y astringente (Salas, 1993).

**Hojas:** Compuestas, alternas, bifoliadas y coriáceas. Pecíolos de 1 a 2 cm de largo. Hojuelas de 5 a 10 cm de largo. Poseen numerosos puntos traslúcidos, borde liso, ligeramente glabras. Ápice agudo y base redondeada. Haz verde oscuro brillante y envés verde mate (Salas, 1993).

**Flores** Blancas, en panículas terminales. Poseen 5 pétalos y 10 estambres largos de color blanco y anteras rojizas. De 3.5 cm de diámetro aproximadamente (Salas, 1993).

**Frutos:** Vainas indehiscentes, ásperas, marrón cuando maduras, de 10 a 15 cm de largo. Dos o más semillas aplanadas envueltas en una pulpa pulverulenta de color amarillento, comestible, pero de olor desagradable (Salas, 1993).

**Ecología y distribución:** Se extiende desde México hasta Perú. También en Las Antillas. En Nicaragua se encuentra en todo el territorio nacional. Se halla tanto en zonas secas como húmedas, especialmente a bajas elevaciones. Es frecuente a orillas de los ríos (Salas, 1993).

**Usos:** Su madera se usa en construcciones y en ebanistería. Es un árbol hermoso para plantarlo como ornamental a campo abierto (Salas, 1993).

## ROBLE

**Familia:** Bignoniaceae

**Nombre científico:** *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

**Otros nombres comunes:** Roble sabanero, macuelizo, roble macuelizo.

### Árbol

De tamaño mediano, alcanza unos 20 m de altura, copa amplia e irregular, tronco recto (Salas, 1993).

### Corteza

Externa áspera, fisurada. Interna blanquizca, de sabor amargo y con suave olor a menta (Salas, 1993).

### Hojas

Compuestas, digitadas, opuestas, con 5 hojuelas de tamaño diferente de las cuales la mayor es la central, de forma obovada; el ápice es de punta larga, base obtusa, borde entero y laminar, glabras (Salas, 1993).

### Flores

Grandes, hermafroditas, abundantes, a veces solitarias, por lo general en inflorescencias terminales; corola tubular en forma de embudo, de color rosado. Las flores son visitadas por abejas melíferas (Salas, 1993).

### Frutos

En cápsulas largas, dehiscentes longitudinalmente a ambos lados, liberan numerosas semillas de color pardo claro con alas blancas (Salas, 1993).

### Ecología y distribución

Se adapta a una gran variedad de suelos y de climas. Es abundante en campos abandonados. Originario de América. En Nicaragua se encuentra ampliamente distribuido en todo el territorio (Salas, 1993).

## **Usos**

La madera es fuerte, de textura áspera, fácil de trabajar; se emplea en obras interiores, ebanistería, construcciones, yugos de carretas, cajas, postes, mangos de herramientas y pisos. (Salas, 1993)

## **Observación**

La madera es rubia y excelente para muebles y enchapes, y su semejanza con la madera de algunos “Roble encinos” ha motivado su nombre común de “Roble” (Salas, 1993).

El nombre científico *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl., usado comúnmente en Nicaragua para esta especie, corresponde a una especie antillana, no es una sinonimia de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. sino una especie diferente (Salas, 1993).

## **OJOCHE**

**Familia:** Moraceae

**Nombre científico:** *Brosimum alicastrum* Swartz.

**Época de recolección de Semillas:** Marzo y abril

**Viabilidad:** 85 %

**Germinación:** 10 a 15 días en buenas condiciones húmedas

**Sistema semillero:** canteros o bolsas.

**Edad propia para siembra definitiva de la planta:** 6 meses

**Cantidad de semillas por libra:** 600

**Usos:** construcción, leña, semillas comestibles. Las hojas y frutos se usan con mucha frecuencia como forraje para ganado, especialmente en la época de sequía. La madera es bastante fácil de trabajar y tiene buenas cualidades físicas. Los frutos tienen sabor dulce agradable (IRENA, 1992).

**Árbol:** Hasta 40 m. de altura y diámetro de 1.5, tronco recto con contrafuertes grandes y bien formados, ramas ascendentes y luego colgantes, copa piramidal y densa (IRENA, 1992).

**Corteza:** externa de color gris clara a gris parda, frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas. Interna de color crema amarillo, fibrosa, con abundante látex ligeramente dulce (IRENA, 1992).

**Hojas:** simples, alternas con yemas hasta de un cm., cubiertas por una estipula muy agudo verde, glabra, caediza, dejando una cicatriz anular. De formas ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, borde entero, ápice agudo especialmente en las hojas jóvenes, base obtusa a aguda. Hojas de color verde grisáceo y blanquecino en el envés por la presencia de numerosas escamas blancas, glabras en ambas superficies: peciolo de 2<sup>a</sup> 12 mm. De largo, glabro (IRENA, 1992).

**Flores:** Especie monoica. Flores es en cabezuelas axilares de 1 cm. De diámetro; pedúnculos de 1 a 5 mm. De largo, glabras; cada cabezuela verdosa consistente de flores masculinas y una sola flor femenina (IRENA, 1992).

**Frutos:** Bayas de 2 a 2.5 cm. De diámetro, globosas con pericarpio carnoso, de color verde amarillento a anaranjado con maduros, de sabor dulce, cubiertos en la superficie de numerosas escamas blancas; contienen una semilla de 1.5 a 2 cm. De diámetro, cubierta de una testa amarilla (IRENA, 1992).

**Ecología y distribución:** En Nicaragua se encuentra en todo el país (IRENA, 1992).

## GUANACASTE NEGRO

**Familia:** Mimosaceae.

**Nombre científico:** *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.

**Otros nombres comunes:** Guanacaste de oreja

**Época de recolección de semillas:** Mayo, junio

**Viabilidad:** 80 %

**Germinación:** 10 a 12 días en buenas condiciones de humedad

**Sistema semillero:** canteros o bolsas

**Cantidad de semillas por libras:** 845

**Usos:** Madera dura, peso liviano, fácil de trabajar, es utilizada para láminas de plywood, madera para construcción, así como para la elaboración de ruedas de carreta (IRENA, 1992).

**Árbol:** de tamaño mediano o grande. Alcanza alturas comprendidas entre 6 a 30 mts., y diámetro de 0.40 a 3.0 mts. A la altura del pecho. Copa extendida y redondeada. Las ramitas gruesas presentan puntos y líneas sobresalientes que corresponden a lenticelas, así mismo grietas finas en sentido longitudinal. A veces con pequeños contrafuertes. Copa hemisférica, más ancha que alta en arboles bajos (IRENA, 1992).

**Corteza:** externa áspera, lisa a granulosa, un poco fisurada, gris claro a parduzca con abundancia de lenticelas alargadas suberizadas dispuestas en hileras longitudinales.

**Flores:** En cabezuelas axilares, redondeadas de 1.0 a 1.5 cms. De diámetro. Frecuentadas por abejas melíferas (IRENA, 1992).

**Frutos:** Vainas indehiscentes de 7 a 12 cms. De diámetro, enroscadas y leñosas, moreno oscuras y brillantes que recuerdan de una oreja humana, con 10 a 15 semillas ovoideas y aplanadas, morenas y brillantes (IRENA, 1992).

**Ecología y distribución:** Su distribución es amplia en Nicaragua especialmente en la Región del pacífico y la Región Central. Crece tanto en climas secos calientes como húmedos y frescos (IRENA, 1992).



## **CORTEZ**

**Nombre científico:** *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (IRENA, 1992).

**Usos:** madera estructural fuerte para muebles y ensambladuras en general. Se ha usado para mangos de herramientas, trabajos de botes y cañas de pescar (IRENA, 1992).

**Ecología y distribución:** mayormente en el pacífico y disperso en la región central (IRENA, 1992).

## **QUEBRACHO**

**Nombre científico:** *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) Macbr.

**Época de recolección de semillas:** Abril y mayo

**Viabilidad:** 75%

**Germinación:** 8 a 12 días en buenas condiciones de humedad

**Sistema semillero:** canteros o bolsas

**Edad propia para trasplante definitivo:** 8 meses

Cantidad de semillas por libra: 19,000

**Usos:** esta madera posee una potencia de usos para muchos propósitos: postes, leña, cascara para curtir pieles, durmientes (IRENA, 1992).

