



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, Julio 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Neiva Huila

El suscrito: Epifanio Andrés Chavarro Trujillo, con C.C. No. 1079391526, Autor de la tesis y/o trabajo de grado titulado APOYO TÉCNICO, SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA FASE 2 (IMPLEMENTACIÓN) DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUE SECO TROPICALCENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO. presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

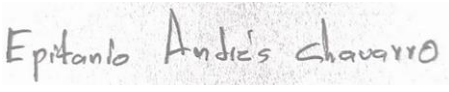
2 de 2

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Epifanio Andrés Chavarro Trujillo

Firma: 

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

APOYO TÉCNICO, SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA FASE 2 (IMPLEMENTACIÓN) DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUE SECO TROPICAL CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CHAVARRO TRUJILLO	EPIFANIO ANDRÉS

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
LUNA CUELLAR	ALEXANDRA

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
PERDOMO	KARINA ANDREA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Garzón

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2024

NÚMERO DE PÁGINAS: 31

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos Ilustraciones en general Grabados
Láminas Litografías Mapas Música impresa Planos Retratos Sin ilustraciones
Tablas o Cuadros

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO: Formatos digitales de crecimiento y supervivencia de parcelas experimentales

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Restauración ecológica	Ecological restoration,
2. Bosque seco Tropical	Tropical dry forest (BST),
3. Monitoreo	monitoring
4. Estrategias	strategies
5. Parcelas	plots
6. Nodrizas	nurse

RESUMEN DEL CONTENIDO:

Dentro de la restauración ecológica de un ecosistema el monitoreo contribuye a evaluar el éxito de los proyectos y particularmente de las estrategias de restauración, revela fallas y permite emprender acciones encaminadas a establecer correcciones oportunas que conduzcan al logro de los objetivos de restauración. El monitoreo de un proceso de restauración puede requerir varios años y hasta décadas para que un ecosistema asistido recupere una trayectoria secuencial.

El componente de monitoreo dentro del Plan de Restauración Ecológica del bosque seco tropical de la Central Quimbo se fundamenta en determinar cuáles de las estrategias implementadas en los escenarios de restauración son más afectivas para dicho ecosistema. Esta actividad consta de evaluar el desarrollo de cada uno de los individuos monitoreados en función de la supervivencia, estado fitosanitario y crecimiento.



ABSTRACT:

Within the ecological restoration of an ecosystem monitoring contributes to evaluating the success of projects and particularly restoration strategies, reveals flaws and allows to undertake actions aimed at establishing timely corrections that lead to the achievement of restoration objectives. Monitoring a restoration process can take several years or even decades for an assisted ecosystem to recover a sequential trajectory.

The monitoring component within the Ecological Restoration Plan of the tropical dry forest of Central Quimbo is based on determining which of the strategies implemented in the restoration scenarios are more affective for that ecosystem. This activity consists of evaluating the development of each of the individuals monitored according to survival, phytosanitary status and growth

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: Ing. NADIA BRIGITTE SANABRIA

Firma

:

Nombre Jurado: Ing. YAMIL ARMANDO CERQUERA ROJAS

Firma

:

**APOYO TÉCNICO, SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA
SEGUNDA ETAPA DE LA FASE 2 (IMPLEMENTACIÓN) DEL PLAN DE
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUE SECO TROPICAL
CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO.**

Trabajo de grado presentado al departamento de Ingeniería Agrícola como
requisito para optar al título de: Ingeniero Agrícola

Autor

Epifanio Andrés Chavarro Trujillo: 20181167311

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Agrícola

Sede garzón, Huila, Colombia. 2024

Director: **ALEXANDRA LUNA CUÉLLAR**

Codirector:

Nota de aceptación

Jurado: **NADIA BRIGITTE SANABRIA MENDEZ**

Jurado: **YAMIL ARMANDO CERQUERA ROJAS**

CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN	6
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. OBJETIVO GENERAL	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1. Ubicación geográfica	10
4.1.1. Características Geográficas	10
4.1.2. Cultura y Población	10
4.1.3. Economía y Actividades Tradicionales	10
4.1.4. Infraestructura y Servicios	10
4.1.5. Patrimonio Natural y Atractivos Turísticos	10
4.2. Toma de datos	11
4.3. Toma de datos parcelas de Nucleación	11
4.4. Toma de datos de la supervivencia-Estado fitosanitario	12
4.5. Evaluación de la supervivencia del árbol	12
4.6. Determinar las afectaciones o anomalías	13
4.7. Estado fenológico	13
4.6. Toma de datos del crecimiento	14
4.7. Toma de altura	14
4.8. Toma de diámetro	15
4.9. Monitoreo del Reclutamiento	15
4.10. Almacenamiento de datos	16
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
6. CONCLUSIONES.....	22
7. AGRADECIMIENTOS	23
8. BIBLIOGRAFÍA.....	23

Contenido de figuras

Figura 1: Área de estudio del proyecto de investigación.	11
Figura 2: A) Nomenclatura de códigos de árboles al interior de cada módulo. B) Nomenclatura al interior de un arreglo florístico	12
Figura 3: Formato de toma de datos en campo de la supervivencia y el estado fitosanitario	14
Figura 4: Formato de toma de datos en campo de la supervivencia y el estado fitosanitario	15
Figura 5: Esquema parcela de monitoreo de reclutamiento, pastizales zona 2	16
Figura 6: Supervivencia Toma 1	17
Figura 7: Supervivencia Toma 3	18
Figura 8: Comportamiento de supervivencia en cada especie T1	19
Figura 9: Comportamiento de supervivencia en cada en cada especie T3	20

Contenido de tablas

Tabla 1: Convenciones evaluativas para causas probables de mortalidad	12
Tabla 2: Escala porcentual del estado de afectaciones de las plántulas evaluadas	13
Tabla 3: Estado fenológico de las especies vegetales	13

APOYO TÉCNICO, SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA FASE 2 (IMPLEMENTACIÓN) DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUE SECO TROPICAL CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO.

RESUMEN

Dentro de la restauración ecológica de un ecosistema el monitoreo contribuye a evaluar el éxito de los proyectos y particularmente de las estrategias de restauración, revela fallas y permite emprender acciones encaminadas a establecer correcciones oportunas que conduzcan al logro de los objetivos de restauración. El monitoreo de un proceso de restauración puede requerir varios años y hasta décadas para que un ecosistema asistido recupere una trayectoria secuencial.

El componente de monitoreo dentro del Plan de Restauración Ecológica del bosque seco tropical de la Central Quimbo se fundamenta en determinar cuáles de las estrategias implementadas en los escenarios de restauración son más afectivas para dicho ecosistema. Esta actividad consta de evaluar el desarrollo de cada uno de los individuos monitoreados en función de la supervivencia, estado fitosanitario y crecimiento.

Palabras clave: Restauración ecológica, bosque seco tropical (BST), monitoreo, estrategias, parcelas, nodrizas.

ABSTRACT

Within the ecological restoration of an ecosystem monitoring contributes to evaluating the success of projects and particularly restoration strategies, reveals flaws and allows to undertake actions aimed at establishing timely corrections that lead to the achievement of restoration objectives. Monitoring a restoration process can take several years or even decades for an assisted ecosystem to recover a sequential trajectory.

The monitoring component within the Ecological Restoration Plan of the tropical dry forest of Central Quimbo is based on determining which of the strategies implemented in the restoration scenarios are more affective for that ecosystem. This activity consists of evaluating the development of each of the individuals monitored according to survival, phytosanitary status and growth

Keywords: Ecological restoration, tropical dry forest (BST), monitoring, strategies, plots, nurse.

1. INTRODUCCIÓN

El bosque seco tropical (BST) es un ecosistema altamente diverso y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad global (IAvH, 1998; Pizano & Garcia, 2014). Sin embargo, debido a la deforestación, la ganadería intensiva y el cambio climático, estos ecosistemas se encuentran severamente amenazados en muchas partes del mundo. En respuesta a esta problemática, la restauración ecológica ha surgido como una estrategia clave para revertir la degradación y promover la recuperación de los BST (Murcia & Guariguata, 2014; Peters et al., 2005).

En la última década se ha empezado a tomar con mayor seriedad medidas para prevenir riesgos basadas en ecosistemas o áreas de conservación (Christine Moos, 2018). Por tanto, el análisis y gestión de riesgos ha venido cobrando cada vez más relevancia en el componente biótico, enmarcado en las áreas de conservación, compensación y restauración ambiental, para garantizar su conservación en el tiempo y el equilibrio del mismo (Tamayo-Quintana & Torres-Romero, 2022). Hay varios criterios para el logro de los objetivos de un proceso de RE en un área de compensación a largo plazo, entre estos se encuentran el estudio y análisis de amenazas, daños y riesgos potenciales que se puedan evidenciar en el área o en el ecosistema (Abud et al., 2022).

La restauración ecológica en bosques secos tropicales implica el diseño e implementación de acciones para restablecer las funciones y estructuras ecológicas clave que caracterizan a estos ecosistemas (Garibello Peña, 2003; Vargas, 2007). Sin embargo, asegurar el éxito de los proyectos de restauración requiere de un monitoreo cuidadoso y constante que permita evaluar los avances, identificar posibles obstáculos y ajustar las estrategias de restauración en función de los resultados obtenidos durante el seguimiento de las estrategias implementadas dentro del proyecto de restauración BST. Se revisará el comportamiento de supervivencia dentro de las estrategias de restauración implementadas en el bosque seco tropical como objeto de muestra las parcelas dentro de Zona 2, destacando las metodologías utilizadas, los principales hallazgos y las perspectivas futuras (Torres-Rodríguez et al., 2019).

Es importante destacar la misión que se tiene en Colombia para la restauración de diferentes bosque por lo que Para hacer frente a lo anterior, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con el Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas (PNR), que tiene como objetivo a 20 años, orientar y promover procesos integrales de restauración ecológica que busquen recuperar las condiciones de los ecosistemas como su estructura, su composición o sus funciones y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en áreas degradadas de especial importancia ecológica para el país (MiniAmbiente, 2021).

Lo que ocasiona múltiples efectos adversos. La pérdida de bosques y la degradación son la causa de la emisión de grandes cantidades de gases que generan el calentamiento mundial, y al menos el 8 % de las especies forestales y el 5 % de las especies animales sufren actualmente un riesgo extremo de extinción.⁵ Solo la degradación afecta al bienestar de 3.200 millones de personas y cuesta más del 10 % del producto bruto mundial en pérdida de servicios de ecosistemas (Agricultura, 2019). Finalmente, de acuerdo a los objetivos del milenio ODS 2021 y las ONU, cada

año el mundo pierde 10 millones de hectáreas de bosque (el equivalente aproximado a la superficie de la República de Corea, o al doble de la superficie de Costa Rica) por la deforestación (Forestal, 2011; Wilkie, 2021). La degradación del suelo afecta a casi 2.000 millones de hectáreas, una superficie mayor a la de Sudamérica (Wilkie, 2021).

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION



El proyecto hidroeléctrico El Quimbo tiene la responsabilidad de llevar a cabo acciones de restauración ecológica que abarcan aproximadamente 11.079 hectáreas, situadas dentro del Bosque Seco Tropical (Bs-T), en el Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto. Estas acciones de restauración se consideran como una medida compensatoria definida en la Licencia Ambiental Resolución 899 de 2009 (Ministerio de Ambiente, 2009). La compensación se justifica por la pérdida de la Reserva Forestal de la Amazonia y el impacto ocasionado por el proyecto en la vegetación natural del embalse. El propósito principal de este proceso es contribuir a mantener y mejorar el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas, así como conservar la biodiversidad, garantizando la sostenibilidad de los servicios ambientales en la región a largo plazo (Anton, 2015; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Para llevar a cabo estas acciones de restauración ecológica, la Fundación Natura continúa liderando la gestión y ejecución de actividades destinadas a mitigar, controlar o compensar posibles impactos negativos durante el desarrollo del proyecto hidroeléctrico El Quimbo (Natura, 2022). Esto se evidencia en el Contrato N° 8400131911, enfocado en la siembra y mantenimiento dentro del marco del plan de restauración ecológica del Bosque Seco Tropical (fase II) (Natura et al., 2020). Todo esto se realiza en conformidad con los requisitos ambientales establecidos por PC216 de Enel-Emgesa, para mantener las actividades planificadas en el área de compensación biótica del proyecto (Natura, 2022; Natura et al., 2020).

Estas acciones encuentran la estrecha relación entre la conservación, la biodiversidad y la restauración ecológica (Hernandez Gomez, 2016; Ríos, 2011; Zalles, 2017). Se reconoce que el funcionamiento óptimo de los ecosistemas depende de la preservación de la biodiversidad en extensiones considerables de hábitats originales (Leonardo & Posada, 2014; Ochoa-Hueso, 2017; R., 2015). La conservación y restauración de la biodiversidad se consideran elementos complementarios e indispensables para el mantenimiento de los ecosistemas (Buentello García & Rosales-Alanís, 2010; Medina-Robles et al., 2006; Restauración & Revista, 2013). Colombia, como país megadiverso, asume una importante responsabilidad en la preservación y recuperación de su rica biodiversidad (Cerón et al., 2008; Flórez-Espinosa et al., 2023; Medina-Robles et al., 2006).

3. OBJETIVOS



3.1.OBJETIVO GENERAL

Analizar el desarrollo del estado fitosanitario de las estrategias de restauración dentro de la ejecución en la segunda etapa de la fase 2 (implementación) del plan de restauración ecológica del bosque seco tropical Central Hidroeléctrica el Quimbo.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las condiciones de los individuos luego de la siembra
- Recolectar los datos obtenidos en los formatos de monitoreo
- Analizar y tabular los datos de los seguimientos a las parcelas de siembra

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación geográfica

La Vereda El Pedregal es una comunidad rural ubicada en el municipio de El Agrado, departamento del Huila, Colombia. Este pintoresco y acogedor poblado se caracteriza por su entorno natural, su apacible ambiente rural y su arraigada cultura campesina (Figura 1).

4.1.1. Características Geográficas

El Pedregal se encuentra en un entorno montañoso, rodeado de exuberante vegetación y paisajes que reflejan la belleza natural de la región huilense. Su topografía variada, con colinas y valles, proporciona un escenario visualmente impresionante y diverso.

4.1.2. Cultura y Población

La población de El Pedregal está compuesta principalmente por familias dedicadas a actividades agrícolas y ganaderas. La vida cotidiana en la vereda gira en torno a las labores del campo, la agricultura de subsistencia y la ganadería, aspectos que forman parte integral de la identidad cultural de sus habitantes.

4.1.3. Economía y Actividades Tradicionales

La economía local se basa en la producción agrícola, donde se cultivan diversos productos como café, plátano, maíz, yuca, entre otros. Asimismo, la cría de ganado bovino y ovino es una actividad común en la zona. Estas actividades son fundamentales para el sustento de las familias y contribuyen al tejido económico y social de la comunidad.

4.1.4. Infraestructura y Servicios

A pesar de ser una comunidad rural, El Pedregal cuenta con infraestructura básica, como escuela, centro de salud, algunas tiendas locales y servicios públicos. La conectividad vial puede presentar retos debido a la naturaleza montañosa, pero se han desarrollado carreteras que conectan la vereda con el municipio y otras localidades cercanas.

4.1.5. Patrimonio Natural y Atractivos Turísticos

La zona alberga atractivos naturales notables, como senderos para caminatas ecológicas, ríos cristalinos y miradores naturales que ofrecen vistas panorámicas de gran belleza. Estos recursos naturales brindan oportunidades para el turismo ecológico y el disfrute de la naturaleza.



Figura 1: Área de estudio del proyecto de investigación.

Fuente: Autoría propia, QGIS versión 3.16

4.2. Toma de datos

Para la toma de datos se realizó en un periodo de 6 meses nombrado toma 3, teniendo en cuenta la duración de mi proceso de pasantía investigativa, y para poder hacer un proceso comparativo se solicitó información a la empresa para que facilitara los datos de la toma 1, que fueron datos tomados hace 3 años.

4.3. Toma de datos parcelas de Nucleación

En las parcelas de nucleación los datos que se han tomado corresponden al registro de crecimiento (Altura y diámetro a la base del tallo) y supervivencia. El crecimiento se mide al 71,4% de los individuos plantados, es decir que por cada parcela intensiva de los 196 individuos se monitorean 140 y en las parcelas intermedias de los 98 establecidos se monitorean 70. En la supervivencia si se monitorean el 100% de los individuos. Para el orden del monitoreo se toma como referencia siempre el norte. Cada arreglo florístico está dividido en 7 módulos. Cada módulo consiste en un hexágono de 6 individuos de la misma especie y el individuo central de una especie diferente. Y al

interior de cada módulo se le asigna el código a cada individuo (del 1 al 7). Para el monitoreo de crecimiento se seleccionan los individuos con los códigos 1, 2, 4, 6 y 7 (Figura 2).

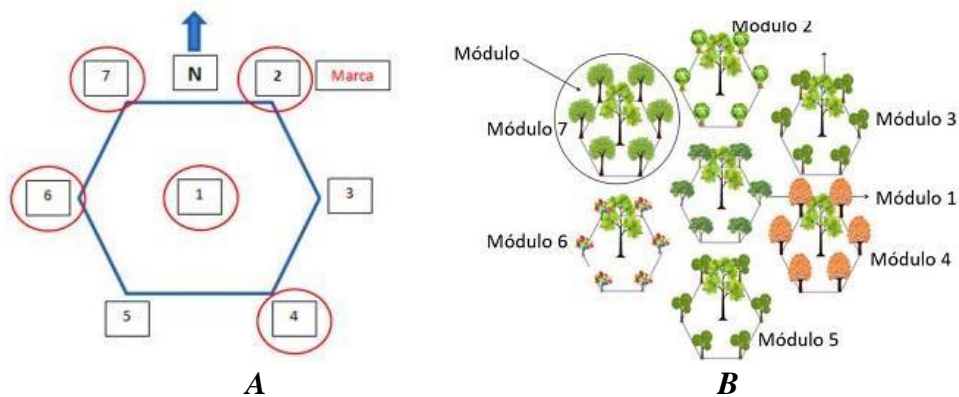


Figura 2: A) Nomenclatura de códigos de árboles al interior de cada módulo. B) Nomenclatura al interior de un arreglo florístico

Fuente: Natura, 2020

4.4. Toma de datos de la supervivencia-Estado fitosanitario.

Para la toma de datos de la supervivencia y el estado fitosanitario se cuenta con la participación de dos personas en cuyo caso una se encarga de diligenciar el formato y la otra de realizar la respectiva evaluación. Las personas participantes en la toma de datos cuentan con entrenamiento previo y práctica en campo, son personas seleccionadas y sensibilizadas con destreza en identificación de especies con el fin de evitar confusiones y mezclas de especies. Esto ayuda a controlar el grado de error sobre las observaciones inherente a la subjetividad de cada individuo. Es de aclarar que únicamente se seleccionaron los datos de supervivencia, ya que son los únicos susceptibles de estudio. Los demás se destinan exclusivamente a tratamientos en maestrías y doctorados por directriz de la empresa.

4.5. Evaluación de la supervivencia del árbol

Identificado el árbol a evaluar, se observan órganos como los tallos y hojas de la plántula y se encuentra evidencia de tejidos verdes para determinar el estado vivo de la plántula. Se diligencia en el formato de toma de datos la casilla SI (vivo) para aquellas especies e individuos que se encuentren vivos. En el caso de individuos muertos utilizamos la casilla NO (muerto), las casillas se diligencian marcando con una equis (X) o un chulo. Se determina la posible causa de muerte, para aquellas plántulas encontradas como muertas se registra la causa probable de mortalidad utilizando las siguientes convenciones:

Tabla 1: Convenciones evaluativas para causas probables de mortalidad

DM	Daño mecánico
SQ	Desecación

HB	Herbívora
QM	Quema
NE	Planta no encontrada

Fuente: Natura, 2020

4.6. Determinar las afectaciones o anomalías

Para la determinación de las afectaciones o anomalías en la planta se procede a observar todas las posibles afectaciones que la plántula tenga en sus órganos y tejidos, como manchas de colores, vigor bajo, ataque por insectos o herbívora, estrés hídrico y marchitez, entre otros. Esto se determina en una escala porcentual el porcentaje de la parte visible de la planta comprometido por todo el conjunto de afectaciones y categorizar como se muestra a continuación:

Tabla 2: Escala porcentual del estado de afectaciones de las plántulas evaluadas

ESTADO	AFECTACIÓN
0	Nula o imperceptible
1	Entre el 1 y el 25%.
2	Entre el 25 y el 50%.
3	Entre el 50 y el 75%.
4	Entre el 75 y el 100%.

Fuente: Natura, 2020

Asimismo, se marcar en el campo “Estado fitosanitario” el valor del estado según se considera con la observación realizada. Nuevamente se marca la casilla respectiva.

4.7. Estado fenológico

Para la evaluación del monitoreo del desempeño en las estrategias implementadas durante el plan piloto se incluyó la valoración del estado fenológico de las especies sembradas ya que estas llevan más de tres años implementadas y su desarrollo vegetativo va cambiando en relación con el tiempo y los parámetros ambientales.

Tabla 3: Estado fenológico de las especies vegetales

Estado fenológico
Vegetativo
Botón
Flor

Fruto verte
Fruto maduro

Fuente: Natura, 2020

4.6. Toma de datos del crecimiento

Para la toma de datos de crecimiento se cuenta con la participación de tres personas en cuyo caso una se encarga de diligenciar el formato (Figura 3) y las otras dos de manipular los instrumentos y dictar la medición con relación a la variable implicada. Esto significa que una persona determinada manipula la regla y otra el calibrador.

CONTRATO N° 8400131911. EJECUCIÓN DE LAS SIEMBRAS Y MANTENIMIENTO EN EL MARCO DEL DESARROLLO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL (fase2)
MONITOREO DE SUPERVIVENCIA Y ESTADO FITOSANITARIO
ESTRATEGIA: NUCLEACIÓN EN PASTIZALES CON ARREGLOS FLORÍSTICOS
FORMATO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

Fecha: _____ Zona: 2 Unidad de manejo: PL-MBA Evento de monitoreo: _____
 Tiempo desde siembra: _____ Intensidad estrategia: INTENSIVA ID parcela: _____ No. réplica: _____
 Cuadrante: 1 Cód. Arreglo florístico: 1 Investigador(es) responsables: _____
 Tomador(es) de datos: _____

ID	Especie	Módulo	Código individuo	SUPERVIVENCIA		ESTADO FITOSANITARIO				CAUSA PROBABLE DE MORTALIDAD	ESTADOS FENOLÓGICOS					
				SI (vivo)	NO (muerto)	0	1	2	3		4	Veg.	Bot.	Flo.	Fr.V.	Fr.M.
1	Enterolobium cyclocarpum	1	1													
2	Gliricidia sepium	1	2													
3	Gliricidia sepium	1	3													
4	Gliricidia sepium	1	4													
5	Gliricidia sepium	1	5													
6	Gliricidia sepium	1	6													
7	Gliricidia sepium	1	7													
8	Enterolobium cyclocarpum	2	1													
9	Guapira pubescens	2	2													
10	Guapira pubescens	2	3													
11	Guapira pubescens	2	4													
12	Guapira pubescens	2	5													
13	Guapira pubescens	2	6													
14	Guapira pubescens	2	7													

* PARA ESTADO FITOSANITARIO REGISTRAR LAS SIGUIENTES CATEGORÍAS SEGÚN PORCENTAJE DE AFECTACIÓN DE LA PLANTA: 0 (0%), 1 (<25%), 2 (25%-50%), 3 (50-75%), 4 (>75%)
 * PARA CAUSA DE MORTALIDAD REGISTRAR CON LOS SIGUIENTES CÓDIGOS: Daño mecánico = DM, Desecación = SD, Herbivoria = HB, Quema = QM, Enredaderas = ER, Planta no encontrada = NE

PAG. 1

Figura 3: Formato de toma de datos en campo de la supervivencia y el estado fitosanitario

Fuente: Natura, 2020

4.7. Toma de altura

Luego de que se haya identificado el árbol a medir, se procede con ayuda de la regla plegable a determinar la altura, para ello se ubica la regla de forma paralela al árbol, la persona asignada para manipular la regla debe acercarse a la plántula (o planta) y colocar la base de la regla sobre el suelo lo más próxima al tallo, evitando inclinaciones del suelo y evitando doblar la regla, luego se observa el punto inicial y final para establecer la medida. El punto inicial corresponde a la base del tallo, la cual la define el nivel del suelo y el punto final corresponde a la yema terminal del árbol, cuando el árbol presenta varias ramificaciones se toma la yema terminal del tallo principal. La lectura de la altura se realiza en centímetros.

4.8.Toma de diámetro

Para determinar la altura de la base del árbol, se utiliza el calibrador o pie de rey, se coloca un tablón de madera en la base del árbol y sobre este se apoya el calibrador para tomar la medida y posteriormente realizar la respectiva lectura. Se coloca el soporte por detrás de la plántula y en contra de la pendiente en caso de ser esta relevante, además el soporte debe encajar dentro del plato hecho para la siembra de la plántula La información se registra en el formato de toma de datos en campo (Figura 4), estableciendo en el espacio correspondiente al número del individuo dentro del arreglo la altura obtenida en cm y el diámetro en (mm). Adicional se registra en la tabla de observaciones algún dato relevante, si se encuentra vivo o muerto, o ha sufrido algún tipo de afectación.

CONTRATO N° 8400131011. EJECUCIÓN DE LAS SIEMBRAS Y MANTENIMIENTO EN EL MARCO DEL DESARROLLO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECO TROPICAL (fase2)

MONITOREO DE CRECIMIENTO

ESTRATEGIA: NUCLEACIÓN EN PASTIZALES CON ARREGLOS FLORÍSTICOS

FORMATO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

Fecha: _____ Zona: 2 Unidad de manejo: PL-MBA Evento de monitoreo: _____

Tiempo desde siembra: _____ Intensidad estrategia: INTENSIVA ID parcela: _____ No. réplica: _____

Cuadrante: 1 Cód. Arreglo florístico: 1 Investigador(es) responsables: _____

Tomador(es) de datos: _____

ID	Especie	Módulo	Código individuo	CRECIMIENTO		OBSERVACIONES
				Altura (cm)	DAB (mm)	
1	Enterolobium cyclocarpum	1	1			
2	Glinidia sepium	1	2			
3	Glinidia sepium	1	4			
4	Glinidia sepium	1	6			
5	Glinidia sepium	1	7			
6	Enterolobium cyclocarpum	2	1			
7	Guapira pubescens	2	2			
8	Guapira pubescens	2	4			
9	Guapira pubescens	2	6			
10	Guapira pubescens	2	7			
11	Enterolobium cyclocarpum	3	1			
12	Maclura tinctoria	3	2			
13	Maclura tinctoria	3	4			
14	Maclura tinctoria	3	6			

-La medición de la altura se efectúa con regla en unidades de centímetros más una unidad decimal.
-La medición del DAB (Diámetro del tallo a la altura de la base) se realiza con calibrador manual y a una altura de 5 cm sobre el suelo, además se registra en unidades de milímetros más dos unidades decimales.

Figura 4: Formato de toma de datos en campo de la supervivencia y el estado fitosanitario

Fuente: Natura, 2020

4.9.Monitoreo del Reclutamiento

Para el monitoreo se necesitó la implementación de subparcelas como unidad de muestreo al interior de cada parcela, el conjunto de sub-parcleas al interior de cada parcela se consideró como una réplica por cada estrategia de restauración. Como sentido de orientación se consideraron los puntos cardinales. Cada parcela para la evaluación y toma de datos fue dividida en cuatro cuadrantes, tomando como dirección el norte y avanzando en sentido de las manecillas de reloj, para toma de datos en forma consecutiva (Figura 5.).

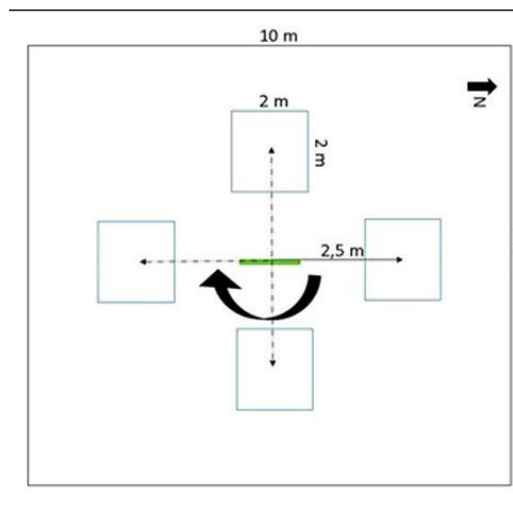


Figura 5: Esquema parcela de monitoreo de reclutamiento, pastizales zona 2

Fuente: Natura, 2020

4.10. Almacenamiento de datos

El almacenamiento de los datos que se obtienen con el ejercicio de monitoreo en campo se realiza a partir de diligenciamiento de las tablas de almacenamiento diseñadas en hojas de cálculo. Los formatos físicos se almacenan en un archivo conformado en la oficina de la Fundación Natura – Sede Garzón y se generan respaldos digitales de los mismos en formatos PDF. Las tablas diligencias se almacenan en un sistema de carpetas creado para su fácil búsqueda y manipulación, y la información se compila en un disco duro.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra tomada para la evaluación de supervivencia dentro de las parcelas de Hexágonos concéntricos de 9 anillos (LAURA) ubicadas en zona 2 (Anexo 1), fueron dos. La parcela número 13-36 con el T5 (solo agua). Desde la siembra el 21 de marzo del 2020 se han recolectado 3 tomas de supervivencia por lo que se seleccionó la toma 1 y toma 3 correspondiente esta última al mes de abril 2023.

Esto con el objetivo de determinar la cantidad de plantas que han sobrevivido en cada parcela (Anexo 2). Esto permite evaluar la eficacia de las diferentes aplicaciones y obtener información sobre la viabilidad de las plantas en esas condiciones específicas. La evaluación de supervivencia también puede proporcionar datos para tomar decisiones sobre el manejo y cuidado de las plantas en el futuro

Donde los datos obtenidos en la primera toma del año 2021 se pueden observar en la (Tabla 4)

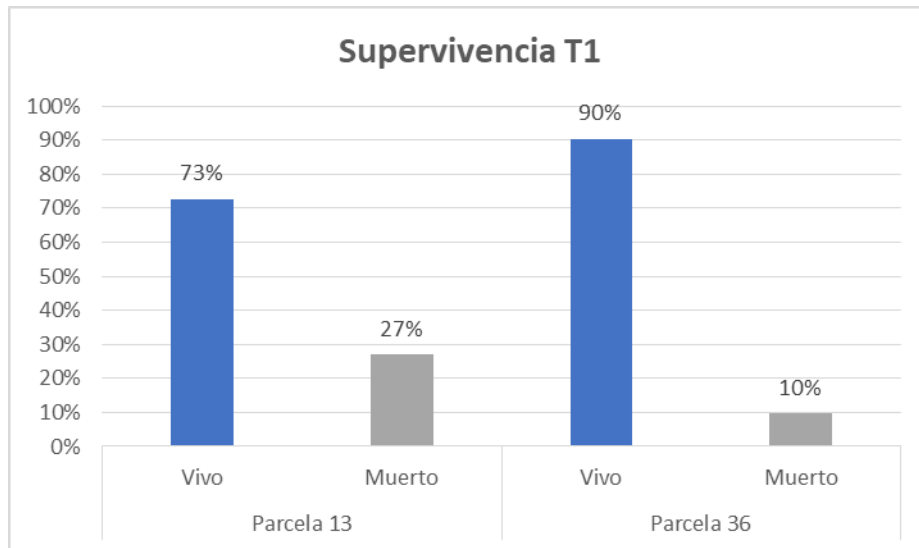


Figura 6: *Supervivencia Toma 1*

Fuente: Autoría propia, 2024

La supervivencia de especies arbóreas tardías plantadas en sitios deforestados estuvo vinculada a su edad y tamaño al momento del trasplante. Sin embargo, no se encontró relación entre la edad o altura inicial de la planta y su crecimiento en altura y diámetro (Williams-Linera, 2015). En todas las parcelas estudiadas, las principales causas de mortalidad temprana fueron la desecación y la competencia dentro de las parcelas (Pedraza y Williams-Linera, 2003; ÁlvarezAquino et al., 2004).

En la literatura científica, se ha identificado la falta de recurso hídrico como una de las principales limitaciones para la supervivencia de las especies evaluadas en Bs-T (TorresRodríguez et al., 2019). Sin embargo, en la Tabla 4 se puede observar claramente que se logró una notable supervivencia en las parcelas estudiadas el primer año de desarrollo, gracias a la implementación del mantenimiento asistido. Este enfoque incluyó una adecuada gestión del recurso hídrico y un control efectivo de uno de los factores más significativos para la supervivencia: la competencia con los pastizales y herbáceas presentes en el área de restauración, los cuales se han desarrollado debido a años de actividad ganadera en la zona.

Dentro de los resultados de la T1 se observó un mayor porcentaje número de individuos vivos y un menor porcentaje de muertos, esto como resultado de las condiciones físicas del suelo siendo el suelo de la parcela 36 (T1) un suelo con mayor humedad, que el suelo escarpado de la parcela No. 13 (T1). Superando en un 23 % la supervivencia por las condiciones mencionadas.

En comparación a los resultados de supervivencia propuestos por (Williams-Linera, 2015) donde se trabajó un acolchado vegetal con el fin de evitar una evaporación rápida del agua, debido a las altas temperaturas presentes en los Bs-T. Se tiene una gran similitud de los datos con supervivencia entre el 50 y 80 % en los primeros años de monitoreo en relación al mismo acolchado aplicado en las parcelas experimentales estudiadas en el proyecto de restauración Bs-

T.

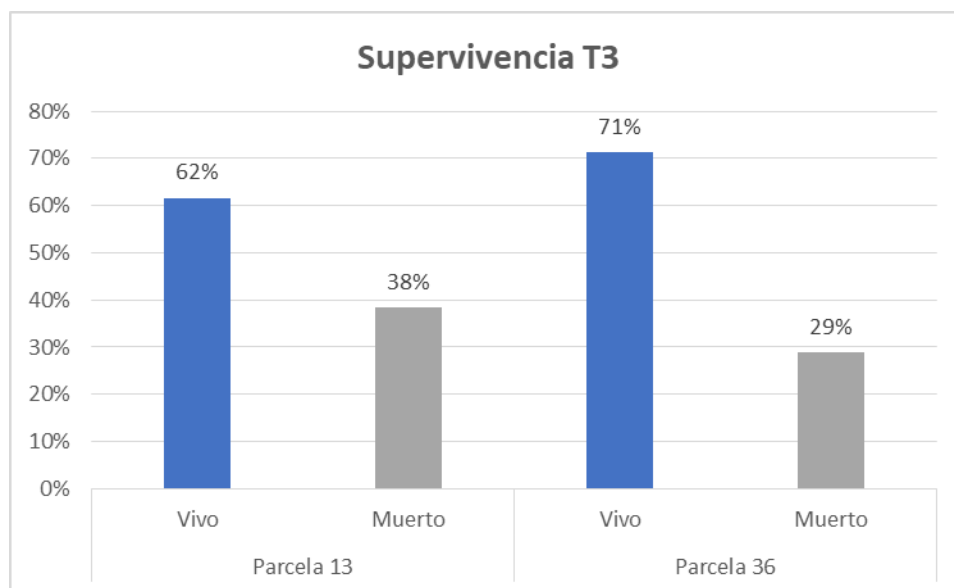


Figura 7: Supervivencia Toma 3

Fuente: Autoría propia, 2024

En la Tabla 5 se presentan los datos recopilados después de transcurridos aproximadamente tres años desde el inicio del estudio. Durante este período, se observó una reducción significativa en la población de individuos, con aproximadamente un 20% de individuos vivos en cada parcela de T2 y un 15% de individuos muertos. Estas pérdidas se atribuyen principalmente a la presencia de ganado que consume y ramonea especies como la *gliridicia sepium*, causando fracturas en los tallos que pueden llevar a la muerte del individuo o retrasar su desarrollo, denominándose entonces rebrote.

Otro factor de la reducción de porcentajes de individuos vivos y el aumento en mortalidad tomando como base la T1, son los factores biológicos como ataque del gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) perjudicando directamente al *pithecellobiom* dulce, las variaciones micro ambientales adversas afectaron el establecimiento temprano de las especies pioneras y tardías (Pedraza et al., 2021).

En cuanto a las plántulas, se encontró que el 30% de ellas rebrotó en cuatro especies, con tasas de rebrote variando entre el 20% y el 50%. Además, se observó que la altura de la plántula antes del corte tuvo una influencia positiva en el vigor del rebrote.

Los resultados preliminares sugieren que el bosque seco presenta una mayor proporción de especies con capacidad de rebrote, algunas de las cuales pueden propagarse colonialmente. Estas especies juegan un papel importante a nivel de ecosistema al responder a la regeneración forestal temprana

y contribuir a la alta abundancia/biomasa tanto en los bosques en regeneración como en los bosques antiguos, según lo mencionado por (Sánchez, 2022).

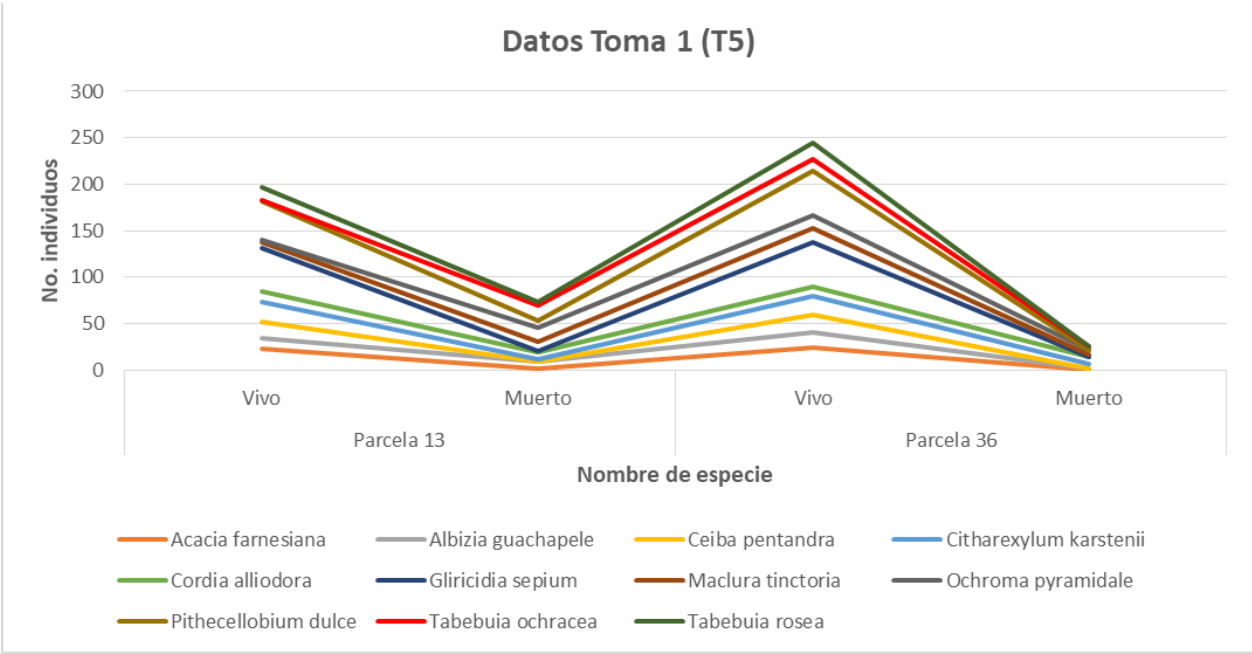


Figura 8: Comportamiento de supervivencia en cada especie T1

Fuente: Autoría propia, 2024

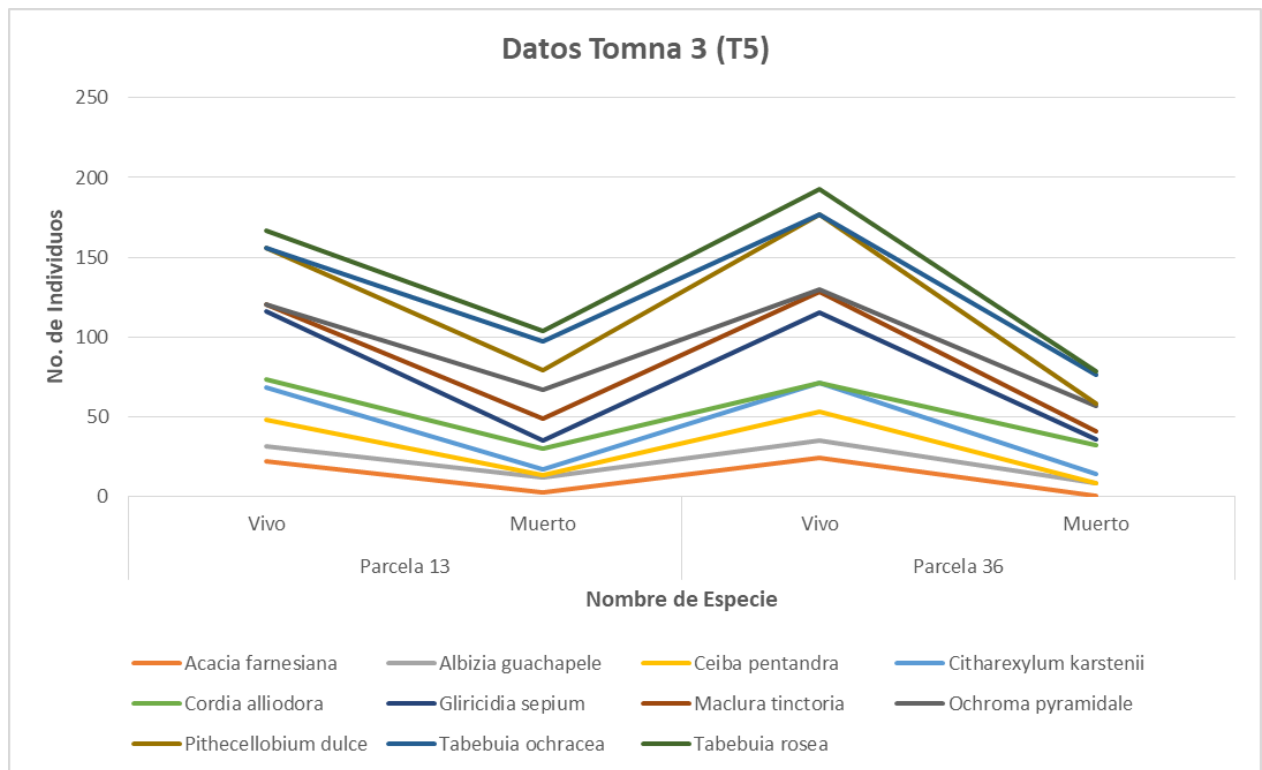


Figura 9: Comportamiento de supervivencia en cada en cada especie T3

Fuente: Autoría propia, 2024

El orden natural de supervivencia en la madre Naturaleza se basa en la capacidad de adaptación del individuo a los cambios en su entorno. Como resultado de esta lucha por sobrevivir, algunas especies demuestran una mayor capacidad de adaptación a las condiciones hostiles que caracterizan a los ecosistemas de bosque seco tropical. Específicamente, la falta de recurso hídrico es una característica distintiva en estos ecosistemas.

Dentro de estas condiciones, se observan diversas especies de plantas, cada una con mecanismos de supervivencia o defensa adaptados a las amenazas que enfrentan. Algunas plantas se consideran espinescentes, otras son caducifolias y otras pueden ser urticantes.

Las especies predominantes respecto a supervivencia y adaptación dentro del conjunto de tomas (T1- T3) son:

- La especie *Gliricidia sepium* destaca por su alto índice de supervivencia y capacidad de adaptación, a pesar de ser la más atacada por herbívoros y rumiantes. Sorprendentemente, representa el 23% de los datos recopilados en las tomas, alcanzando un valor de 182. La resistencia al estrés hídrico es uno de los principales factores que contribuye a su éxito en sobrevivir en condiciones hostiles. La especie desecha sus hojas para conservar agua y concentra sus reservas únicamente para

mantenerse con vida, gracias a pequeños rebrotes que le permiten mantener su vigor y persistencia (Moreno-Casasola et al., 2019), los cuales consumen las reservas que se tengan dentro del suelo.

- *Pithecellobium dulce*: representa el 21% de la población estudiada, es una planta caducifolia la cual reserva sus energías solamente en la supervivencia, dicha planta al ser espinescente utiliza las espinas para tomar el agua del Rosio en las mañanas en temporadas de sequía por lo que es muy adaptativa por ser de familia Xerófilas (S. Lisar et al., 2012).
- *Acacia Farnesiana*: es una de las especies más utilizadas en proyectos de restauración debido a que en algunos casos son consideradas especies invasora y de desarrollo rápido (Sánchez, 2022), según las (Tabla 6-7) revela una población total del 12% con respecto al total de las especies tratadas.

Sin embargo, las especies que presentan menor cantidad de supervivencia son de la familia Bombacaceae y Boraginaceae como lo son (Tabla 6-7): *Ochroma Pyramidale* con una supervivencia del 2%, *Tabeuia Ochracea* 2%, *Cordia Alliodora* 3%, *Tabeuia Rosea* 7%, *Ceiba pentandra* 9%, *Albizia Guachapele* 6%, siendo su principal afectación daños mecánicos por los mantenimientos que se tienen en cada parcela con el fin de disminuir la competencia con las herbáceas invasoras o con pastizales quienes luchan por sobrevivir en temporadas de sequía y altos flujos de viento que afecta directamente en la carrera por sobrevivir.

6. CONCLUSIONES

En el informe de monitoreo del Plan De Restauración Ecológica Del Bosque Seco Tropical Fase II, se evidencian avances significativos en la recuperación de la biodiversidad, el mejoramiento de la cobertura vegetal y la consolidación de la sostenibilidad del ecosistema. Los esfuerzos implementados han arrojado resultados positivos, subrayando la importancia de persistir en medidas de conservación y manejo adecuado. Estos hallazgos refuerzan la certeza de que la continuidad y el compromiso a largo plazo son esenciales para asegurar la efectividad sostenida del proyecto.

El monitoreo a largo plazo de las áreas restauradas se presenta como un componente clave. Solo a través de una supervisión constante y detallada, podemos evaluar el progreso, ajustar prácticas y superar desafíos inesperados surgidos durante este proceso.

Se logró una identificación detallada de las condiciones de los individuos luego de la siembra, proporcionando información valiosa sobre su adaptación al entorno y posibles desafíos encontrados durante las etapas iniciales de crecimiento.

La recolección sistemática de datos mediante los formatos de monitoreo permitió recopilar información precisa y detallada sobre el estado fitosanitario de las parcelas de siembra. Esta fase II del Plan de Restauración del Bosque Seco Tropical, Proyecto Hidroeléctrico el Quimbo, fue crucial para establecer una base de datos sólida y confiable.

El análisis exhaustivo y la tabulación de los datos de seguimiento a las parcelas de siembra brindaron una visión integral de la evolución y el rendimiento de las estrategias de restauración. Esto facilitó la identificación de patrones, tendencias y posibles áreas de mejora.

La elección acertada de especies vegetales y estrategias de restauración es fundamental para el éxito del proceso. Se observó que ciertas especies como *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce* y *Acacia farnesiana* demostraron una notable capacidad de adaptación y supervivencia en las condiciones del bosque seco tropical, resaltando la importancia de seleccionar cuidadosamente especies nativas y resilientes.

Los factores ambientales, como la disponibilidad hídrica y la competencia con pastizales e hierbas invasoras, desempeñaron un papel significativo en la supervivencia de las plántulas. Las estrategias de manejo, como el control de la competencia y el suministro adecuado de agua, fueron cruciales para mejorar las tasas de supervivencia en las etapas iniciales de la restauración.

La concientización de las comunidades locales es otro factor vital. Empoderar a estas comunidades sobre la importancia de proteger el entorno restaurado fomenta una cooperación activa que fortalece la conservación.

La diversificación de especies de frutales en proyectos de restauración ecológica se perfila como una estrategia beneficiosa. Esto promueve la creación de ecosistemas más completos y equilibrados, proporcionando beneficios tanto para la fauna como para las comunidades humanas.

la restauración de los bosques secos tropicales representa una oportunidad invaluable para revertir la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos clave. Aunque la tarea pueda parecer monumental, este estudio demuestra que, con la combinación adecuada de estrategias de restauración, compromiso a largo plazo y monitoreo constante, es posible activar procesos de autorrecuperación que conduzcan a paisajes más resilientes y multifuncionales.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento al Ing. Francisco Torres Romero en cabeza del proyecto de restauración ecológica del Bosque Seco Tropical plan hidroeléctrica Quimbo y a todo el equipo técnico y operativo de Fundación Natura.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abud, M., Guerrero, J., Suárez, F., Prüssmann, J., Cuadros, L., & Urbano, C. (2022). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo climático en la transición Andes, Amazonía y Orinoquía. Cuencas abastecedoras a los Parques Nacionales Naturales Sumapaz, Cordillera de los Picachos, Sierra de la Macarena, Tinigua y Serranía de Chiribiquete.*
- Agricultura, O. (2019). *La nueva Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas es una oportunidad inigualable para crear empleo, mejorar la seguridad alimentaria y abordar el cambio climático.*
- Anton, A. (2015). Estrategia para la protección, mejora y gestión de la biodiversidad en Bizkaia. *Diputación Foral de Bizkaia Departamento de Medio Ambiente*, 1–131. <file:///C:/Users/USERTS/Downloads/Ortegaetal.2014RetosConservacionFaunaEMFSM.pdf>
- Buentello García, M. E. D., & Rosales-Alanís, P. (2010). Consideraciones sobre la conservación y restauración de una obra contemporánea: Fluxus, de Melanie Smith. *Intervención Revista Internacional de Conservación Restauración y Museología*, 1(1), 26–32. <https://doi.org/10.30763/intervencion.2013.8.95>
- Cerón, A., Leal, M., & Nassar, F. (2008). ¿Hay futuro para la economía colombiana en la biodiversidad? *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 62.
- Christine Moos, M. F. (2018). Integrating the mitigating effect of forests into quantitative rockfall risk analysis – Two case studies in Switzerland. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32, 55–74. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.036>.
- Flórez-Espinosa, G. M., Loaiza-Campiño, I. D., & Ruiz-Ortega, F. J. (2023). Aportes a la conservación de la biodiversidad: el caso de las orquídeas en zonas de posconflicto. *Tecné*,

- Episteme y Didaxis: TED*, 54, 321–338. <https://doi.org/10.17227/ted.num54-17618> Forestal, M. (2011). *Los Bosques del Mundo en Cifras*:
- Garibello Peña, J. C. (2003). Guía Metodológica de Restauración de Ecosistemas a Partir del Manejo de la Vegetación. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*, 98. <http://www.ibcperu.org/doc/isis/7413.pdf>
- Hernandez Gomez, R. C. (2016). LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SOCIAL EN LA VEREDA CHIPAUTA, MUNICIPIO DE GUADUAS, CUNDINAMARCA. *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*, 1–27.
- IAvH, I. D. I. D. R. B. A. V. H. (1998). El Bosque seco Tropical (B s - T) en Colombia. *El Bosque Seco Tropical En Colombia, IAVH 1998, 1971*, 1–24. <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-encolombia.pdf>
- Leonardo, J., & Posada, M. De. (2014). Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la gestión del suelo-subsuelo. *Revista Opera ISSN:*, 14.
- Medina-Robles, V. M., Velasco-Santamaría, Y. M., & Cruz-Casallas, P. E. (2006). Los bancos de recursos genéticos y su papel en la conservación de la biodiversidad Genetic resource banks and their role in biodiversity conservation. *Revista ORINOQUIA*, 10(1), 71–77.
- MiniAmbiente. (2021). *El ambiente es de todos*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicioecosistemicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica>
- Ministerio de Ambiente, V. Y. D. T. (2009). Resolución 0693. *Diario Oficial No. 46. 609, 517*. https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0693_2007.htm b 111
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Política Nacional para la Gestión Integral de la biodiversidad y sus Servicios Ecosistemicos*.
- Moreno-Casasola, P., Infante Mata, D., & Madero-Vega, C. (2019). Germinación Y Supervivencia De Dos Especies De Acahual De Selva Baja Para Restaurar Dunas Costeras. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(6), 19–36. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.572>
- Murcia & Guariguata. (2014). La restauración ecológica en Colombia. In *Documentos Ocasionales 107*. http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- Natura, F. (2022). *Restauración ecológica: principios y prácticas*. <https://natura.org.co/restauracion-ecologica-principios-y-practicas/>
- Natura, F., Vidal, L. F., & Tovar, N. V. (2020). *Transformamos el vínculo de la sociedad con la naturaleza 2020*.
- Ochoa-Hueso, R. (2017). Consecuencias de la deposición de nitrógeno sobre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres: Una aproximación general desde la ecología de ecosistemas. *Ecosistemas*, 26(1), 25–36. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-1.05>

- Pedraza, R. A., Williams-Linera, G., & Nicolás-Silva, T. (2021). Vegetation structure and biodiversity recovery in 19-year-old active restoration plantations in a Neotropical cloud forest. *Forest Systems*, 30(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2021301-17131>.
- Peters, E., Vega, E., Portales, G., & Valdez, M. (2005). Temas sobre ecológica. In *Temas sobre restauración ecológica* (Issue 05). <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=7oZix0puXbgC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Temas+sobre+restauración+ecológica&ots=ZOgeqVIsZE&sig=9lpW17rbeuQMqbV8c6G-QVpATiY>
- Pizano, C., & Garcia, H. (2014). *El Bosque seco Tropical en Colombia*.
- R., C. (2015). Retos para la incorporación de la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los sectores productivos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 18, 109–120. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169443282006>
- Restauración, C. N. de C. y, & Revista. (2013). Revista Conserva: un recuento a 15 años en el mundo editorial de la conservación- restauración en América Latina. *Intervención, Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología*, 4(7).
- Ríos, O. V. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biologica Colombiana*, 16(2), 221–246.
- S. Lisar, S. Y., Motafakkerzad, R., M., M., & M. Rahm, I. M. (2012). Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses. *Water Stress, January*. <https://doi.org/10.5772/39363>
- Sánchez, J. A. (2022). *Especies vegetales en restauración ecológica de bosque seco tropical: tendencias de desempeño*. <http://hdl.handle.net/10554/59341>.
- Tamayo-Quintana, A., & Torres-Romero, F. J. (2022). Amenazas y riesgos de origen natural y antrópico que pueden afectar un proceso de restauración ecológica en bosque seco tropical: estudio de caso Central Hidroeléctrica El Quimbo (Huila, Colombia). *Gestión Y Ambiente*, 25(1). <https://doi.org/10.15446/ga.v25n1.102880>
- Torres-Rodríguez, S., Díaz-Triana, J. E., Villota, A., Gómez, W., & Avella-M., A. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia*, 41(1), 42–59. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71275>
- Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la Restauracion Ecologica del Bosque Altoandino. In *Greunal*.
- Wilkie, M. L. (2021). Restauración forestal: un camino a la recuperación y el bienestar. *ONU*. <https://www.un.org/es/crónica-onu/restauración-forestal-un-camino-la-recuperación-y-elbienestar>
- Williams-Linera, G. (2015). El bosque mesófilo de montaña, veinte años de investigación ecológica ¿qué hemos hecho y hacia dónde vamos? Madera. *Madera y Bosques ISSN:*
- Zalles, J. I. (2017). Conocimiento ecológico local y conservación biológica: la ciencia postnormal como campo de interculturalidad. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 59, 205–224. <https://doi.org/10.17141/iconos.59.2017.2587>

ANEXOS

TOMA 1

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

ID	Even_mon	Tratamiento	Rep_Parcela	Linea	Especie	Individuo	Número Etiqueta	Sup_Ind	Est_Fit-San	Cau_pro_mor	Observaciones
1	T1	Solo agua	13	1	Pithecellobium dulce	227	11334	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
2	T1	Solo agua	13	1	Gliricidia sepium	228	10802	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
3	T1	Solo agua	13	1	Pithecellobium dulce	229	11293	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
4	T1	Solo agua	13	1	Acacia farnesiana	230	10459	SI	0	N/A	
5	T1	Solo agua	13	1	Gliricidia sepium	231	10823	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
6	T1	Solo agua	13	1	Citharexylum karstenii	232	10924	SI	4	N/A	Totalmente defoliado
7	T1	Solo agua	13	1	Pithecellobium dulce	233	11312	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
8	T1	Solo agua	13	1	Gliricidia sepium	234	10799	NO	N/A	Planta no encontrada	
9	T1	Solo agua	13	1	Pithecellobium dulce	235	11310	SI	0	N/A	
10	T1	Solo agua	13	1	Acacia farnesiana	236	10470	SI	3	N/A	Totalmente defoliado
11	T1	Solo agua	13	2	Gliricidia sepium	237	10780	SI	3	N/A	Totalmente defoliado
12	T1	Solo agua	13	2	Gliricidia sepium	186	10833	SI	3	N/A	Totalmente defoliado
13	T1	Solo agua	13	2	Pithecellobium dulce	185	11288	SI	0	N/A	
14	T1	Solo agua	13	2	Citharexylum karstenii	184	10976	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
15	T1	Solo agua	13	2	Gliricidia sepium	183	10942	SI	3	N/A	Totalmente defoliado
16	T1	Solo agua	13	2	Acacia farnesiana	182	10480	SI	0	N/A	
17	T1	Solo agua	13	2	Pithecellobium dulce	181	11362	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
18	T1	Solo agua	13	2	Gliricidia sepium	180	10851	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
19	T1	Solo agua	13	2	Pithecellobium dulce	179	11291	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado

CÓDIGOS: Daño mecánico = DM, Desecación = SQ, Hebivoría = HB, Quema: QM, Enredaderas = ER, Planta no encontrada = NE

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

20	T1	Solo agua	13	2	Citharexylum karstenii	178	10999	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
21	T1	Solo agua	13	2	Citharexylum karstenii	226	11027	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
22	T1	Solo agua	13	3	Gliricidia sepium	225	10809	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
23	T1	Solo agua	13	3	Gliricidia sepium	177	11343	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
24	T1	Solo agua	13	3	Gliricidia sepium	135	10876	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
25	T1	Solo agua	13	3	Citharexylum karstenii	136	10975	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
26	T1	Solo agua	13	3	Pithecellobium dulce	137	11348	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
27	T1	Solo agua	13	3	Gliricidia sepium	138	10841	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
28	T1	Solo agua	13	3	Pithecellobium dulce	139	11284	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
29	T1	Solo agua	13	3	Acacia farnesiana	140	10468	NO	N/A	Planta no encontrada	
30	T1	Solo agua	13	3	Gliricidia sepium	141	10822	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
31	T1	Solo agua	13	3	Citharexylum karstenii	142	11007	SI	0	N/A	
32	T1	Solo agua	13	3	Pithecellobium dulce	187	11298	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
33	T1	Solo agua	13	3	Citharexylum karstenii	238	10920	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
34	T1	Solo agua	13	4	Pithecellobium dulce	239	11377	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
35	T1	Solo agua	13	4	Acacia farnesiana	188	10437	SI	0	N/A	
36	T1	Solo agua	13	4	Pithecellobium dulce	143	11278	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
37	T1	Solo agua	13	4	Albizia guachapele	104	11432	NO	N/A	Planta no encontrada	
38	T1	Solo agua	13	4	Tabebuia ochracea	103	10043	NO	N/A	Desecación	
39	T1	Solo agua	13	4	Ochroma pyramidale	102	10152	SI	1	N/A	Desecación en hojas

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

40	T1	Solo agua	13	4	Maclura tinctoria	101	11642	NO	N/A	Planta no encontrada	
41	T1	Solo agua	13	4	Albizia guachapele	100	11485	SI	0	N/A	
42	T1	Solo agua	13	4	Tabebuia ochracea	99	10045	NO	N/A	Desecación	
43	T1	Solo agua	13	4	Ochroma pyramidale	98	10223	SI	2	N/A	Desecación en hojas
44	T1	Solo agua	13	4	Acacia farnesiana	134	10447	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
45	T1	Solo agua	13	4	Acacia farnesiana	176	10417	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
46	T1	Solo agua	13	4	Acacia farnesiana	224	10449	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
47	T1	Solo agua	13	5	Pithecellobium dulce	223	11274	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
48	T1	Solo agua	13	5	Pithecellobium dulce	175	11363	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
49	T1	Solo agua	13	5	Pithecellobium dulce	133	11270	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
50	T1	Solo agua	13	5	Maclura tinctoria	97	11618	NO	N/A	Desecación	
51	T1	Solo agua	13	5	Tabebuia rosea	67	11669	SI	0	N/A	

52	T1	Solo agua	13	5	Ceiba pentandra	68	10344	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado
53	T1	Solo agua	13	5	Cordia alliodora	69	11830	SI	2	N/A	Desecación en hojas
54	T1	Solo agua	13	5	Tabebuia rosea	70	11703	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado - Desecación en hojas
55	T1	Solo agua	13	5	Ceiba pentandra	71	10330	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
56	T1	Solo agua	13	5	Cordia alliodora	72	11820	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
57	T1	Solo agua	13	5	Maclura tinctoria	105	11638	NO	N/A	Desecación	
58	T1	Solo agua	13	5	Gliricidia sepium	144	10830	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
59	T1	Solo agua	13	5	Gliricidia sepium	189	10808	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
60	T1	Solo agua	13	5	Gliricidia sepium	240	10775	SI	3	N/A	Parcialmente defoliado - Desecación en hojas
61	T1	Solo agua	13	6	Pithecellobium dulce	241	11286	SI	0	N/A	
62	T1	Solo agua	13	6	Citharexylum karstenii	190	10973	SI	2	N/A	Parcialmente defoliado
63	T1	Solo agua	13	6	Pithecellobium dulce	145	11269	SI	0	N/A	

CÓDIGOS: Daño mecánico = DM, Desecación = SQ, Hebivoría = HB, Quema: QM, Enredaderas = ER, Planta no encontrada = NE

ANEXOS

Tiramientos Experimentales

Evento monitoreo	Tratamiento
T1	50g NPK más agua
T2	50g NPK menos agua
T3	25g NPK más agua
T4	43g P más agua
T5	Solo agua
T6	Sin agua, fertilizantes

TOMA 3

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

ID	Even_mon	Tratamiento	Rep_Parc a	Linea	Especie	Individuo	Número Etiqueta	Sup_Ind	Est_Fit-San	Cau_pro_mor	Observaciones
1	T3	Solo agua	1	1	Pithecellobium dulce	227	11334	SI	0	N/A	
2	T3	Solo agua	1	1	Gliricidia sepium	228	10802	SI	3	N/A	Ramoneo
3	T3	Solo agua	1	1	Pithecellobium dulce	229	11293	SI	0	N/A	
4	T3	Solo agua	1	1	Acacia farnesiana	230	10459	SI	0	N/A	
5	T3	Solo agua	1	1	Gliricidia sepium	231	10823	NO	N/A	Planta no encontrada	Ramoneo
6	T3	Solo agua	1	1	Citharexylum karstenii	232	10924	SI	0	N/A	
7	T3	Solo agua	1	1	Pithecellobium dulce	233	11312	SI	0	N/A	
8	T3	Solo agua	1	1	Gliricidia sepium	234	10799	NO	N/A	Planta no encontrada	
9	T3	Solo agua	1	1	Pithecellobium dulce	235	11310	SI	0	N/A	
10	T3	Solo agua	1	1	Acacia farnesiana	236	10470	SI	0	N/A	
11	T3	Solo agua	1	2	Gliricidia sepium	237	10780	SI	0	N/A	Ramoneo
12	T3	Solo agua	1	2	Gliricidia sepium	186	10833	SI	0	N/A	Ramoneo
13	T3	Solo agua	1	2	Pithecellobium dulce	185	11288	SI	0	N/A	
14	T3	Solo agua	1	2	Citharexylum karstenii	184	10976	SI	0	N/A	
15	T3	Solo agua	1	2	Gliricidia sepium	183	10942	SI	3	N/A	Rebrote
16	T3	Solo agua	1	2	Acacia farnesiana	182	10480	SI	0	N/A	
17	T3	Solo agua	1	2	Pithecellobium dulce	181	11362	SI	0	N/A	
18	T3	Solo agua	1	2	Gliricidia sepium	180	10851	SI	3	N/A	Ramoneo

CÓDIGOS: Daño mecánico = DM, Desecación = SQ, Hebivoría = HB, Quema: QM, Enredaderas = ER, Planta no encontrada = NE

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

19	T3	Solo agua	1	2	Pithecellobium dulce	179	11291	SI	0	N/A	
20	T3	Solo agua	1	2	Citharexylum karstenii	178	10999	NO	N/A	Planta no encontrada	
21	T3	Solo agua	1	2	Citharexylum karstenii	226	11027	SI	0	N/A	
22	T3	Solo agua	1	3	Gliricidia sepium	225	10809	SI	3	N/A	Ramoneo
23	T3	Solo agua	1	3	Gliricidia sepium	177	11343	SI	3	N/A	Ramoneo
24	T3	Solo agua	1	3	Gliricidia sepium	135	10876	SI	3	N/A	Ramoneo
25	T3	Solo agua	1	3	Citharexylum karstenii	136	10975	SI	0	N/A	
26	T3	Solo agua	1	3	Pithecellobium dulce	137	11348	SI	0	N/A	
27	T3	Solo agua	1	3	Gliricidia sepium	138	10841	SI	3	N/A	Rebrote - ramoneo
28	T3	Solo agua	1	3	Pithecellobium dulce	139	11284	SI	0	N/A	
29	T3	Solo agua	1	3	Acacia farnesiana	140	10468	SI	3	N/A	Rebrote
30	T3	Solo agua	1	3	Gliricidia sepium	141	10822	SI	3	N/A	Ramoneo
31	T3	Solo agua	1	3	Citharexylum karstenii	142	11007	SI	3	N/A	Rebrote
32	T3	Solo agua	1	3	Pithecellobium dulce	187	11298	NO	N/A	Planta no encontrada	
33	T3	Solo agua	1	3	Citharexylum karstenii	238	10920	SI	0	N/A	
34	T3	Solo agua	1	4	Pithecellobium dulce	239	11377	SI	0	N/A	
35	T3	Solo agua	1	4	Acacia farnesiana	188	10437	SI	0	N/A	
36	T3	Solo agua	1	4	Pithecellobium dulce	143	11278	SI	0	N/A	
37	T3	Solo agua	1	4	Albizia guachapele	104	11432	NO	N/A	Planta no encontrada	
38	T3	Solo agua	1	4	Tabebuia ochracea	103	10043	NO	N/A	Planta no encontrada	

CÓDIGOS: Daño mecánico = DM, Desecación = SQ, Hebivoría = HB, Quema: QM, Enredaderas = ER, Planta no encontrada = NE

Fecha: _____ Tratamiento: _____ No. evento de monitoreo: _____
 Tomador de datos: _____

39	T3	Solo agua	1	4	Ochroma pyramidale	102	10152	NO	N/A	Planta no encontrada	
40	T3	Solo agua	1	4	Maclura tinctoria	101	11642	NO	N/A	Planta no encontrada	
41	T3	Solo agua	1	4	Albizia guachapele	100	11485	SI	3	N/A	Rebrote
42	T3	Solo agua	1	4	Tabebuia ochracea	99	10045	NO	N/A	Planta no encontrada	
43	T3	Solo agua	1	4	Ochroma pyramidale	98	10223	NO	N/A	Planta no encontrada	
44	T3	Solo agua	1	4	Acacia farnesiana	134	10447	SI	1	N/A	
45	T3	Solo agua	1	4	Acacia farnesiana	176	10417	NO	N/A	Planta no encontrada	
46	T3	Solo agua	1	4	Acacia farnesiana	224	10449	SI	0	N/A	
47	T3	Solo agua	1	5	Pithecellobium dulce	223	11274	SI	0	N/A	
48	T3	Solo agua	1	5	Pithecellobium dulce	175	11363	SI	0	N/A	
49	T3	Solo agua	1	5	Pithecellobium dulce	133	11270	SI	0	N/A	
50	T3	Solo agua	1	5	Maclura tinctoria	97	11618	NO	N/A	Planta no encontrada	
51	T3	Solo agua	1	5	Tabebuia rosea	67	11669	SI	0	N/A	
52	T3	Solo agua	1	5	Ceiba pentandra	68	10344	SI	0	N/A	
53	T3	Solo agua	1	5	Cordia alliodora	69	11830	NO	N/A	Planta no encontrada	