

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vicerrectoría Mineducación	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 10-04-2012	Fecha Revisión A
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Dependencia	SUBDIRECTOR ACADEMICO	Aprobado
				Pág. i(98)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	SARA JULIETH SANTIAGO SOLANO TANIA PATRICIA LAZARO VEGA		
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA AMBIENTAL		
DIRECTOR	JHON SALVADOR AREVALO BACCA		
TÍTULO DE LA TESIS	COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS FRAGMENTADAS INCLUIDAS EN EL PROYECTO JARDÍN BOTÁNICO JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SECCIONAL OCAÑA, COLOMBIA.		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
EL TRABAJO DE GRADO TITULADO COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS FRAGMENTADAS INCLUIDAS EN EL PROYECTO JARDÍN BOTÁNICO JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SECCIONAL OCAÑA, COLOMBIA BUSCO DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TRATAMIENTO (CONTROL, LABRANZA MÍNIMA, BOVINAZA Y CAPRINAZA) AL SUELO PARA EL RESTABLECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS EN LAS ÁREAS FRAGMENTADAS INCLUIDAS EN EL PROYECTO DEL JARDÍN BOTÁNICO JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SECCIONAL OCAÑA, COLOMBIA			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

**COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA LA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS FRAGMENTADAS INCLUIDAS EN EL
PROYECTO JARDÍN BOTÁNICO JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS DE LA
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SECCIONAL OCAÑA,
COLOMBIA.**

AUTORES

SARA JULIETH SANTIAGO SOLANO

TANIA PATRICIA LAZARO VEGA

Proyecto de Grado presentado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director

JHON SALVADOR AREVALO BACCA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Abril, 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios, primeramente por brindarnos la oportunidad de vivir, por permitirnos disfrutar cada momento y guiarnos por el camino que ha trazado para cada uno de nosotros, a la Universidad por brindarnos los conocimientos necesarios en nuestra formación como Ingenieros Ambientales. El proyecto de investigación fue realizado bajo la supervisión del Magister Jhon Arévalo Bacca y con la ayuda del Ingeniero Agrónomo Remigio Quintero, a quien nos gustaría expresar nuestros agradecimientos, por su ayuda, al ingeniero ambiental Eimer Amaya Amaya, por estar atento a nuestras necesidades en la realización de nuestro trabajo, y suministrarnos las plántulas; al ingeniero ambiental Luis Orlando Vergel, por brindar su ayuda y suministrar mano de obra de trabajadores y riego a la zona; al especialista Carlos Daniel Peinado Pacheco, por estar todos los días atentos a nosotras y suministrarnos agua desde el proyecto porcino, además, de ser nuestro gran amigo; a nuestros jurados por estar atentos a cada paso durante este proceso, a sus correcciones para ser de este trabajo el mejor. A nuestras familias por el apoyo durante nuestra educación universitaria, ya que sin ellos no se lograría las metas y sueños trazados por cada uno. Por ser nuestros guías y ejemplos a seguir, por enseñarnos a seguir aprendiendo a diario sin importar las circunstancias y el tiempo.

Índice

Capítulo 1. Comparación de los diferentes tratamientos utilizados para la restauración ecológica de áreas fragmentadas incluidas en el proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, Colombia.	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema.....	13
1.2.1. Pregunta de investigación	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Justificación	15
1.5. Formulación de las hipótesis	17
Capítulo 2. Marco referencial	18
2.1. Antecedentes históricos	18
2.2. Marco histórico.....	23
2.3. Marco contextual	24
2.4. Marco conceptual	24
2.5. Marco teórico.....	28
2.6. Marco legal	33
Capítulo 3. Diseño Metodológico.....	39
3.1. Tipo de investigación.....	39
3.2. Población y Muestra	39
3.2.1. Población.	39
3.2.2. Muestra.	39
3.3. Técnicas de recolección de la información.....	40
3.4. Metodología.....	40
Capítulo 4. Resultados y discusiones.....	46
4.1. Resultados del primer objetivo específico.....	46
4.1.1. Ecosistema de referencia	46
4.1.2. Análisis de los resultados de la muestra de suelo	56
4.2. Resultados del segundo objetivo específico	59
4.2.1. Diseño método tres bolillos en la zona de estudio	59
4.2.2. Calculo de la cantidad de materia orgánica a suministrar:	59
4.3. Resultados del tercer objetivo específico	60
4.3.1. Tasa de crecimiento.....	60
4.3.2. Índice de área foliar	67
4.3.3. Evaluación del estado sanitario	69
4.3.4. Estimación del vigor.....	69

4.3.5. Factores externos involucrados a lo largo de la investigación	70
Conclusiones.....	72
Recomendaciones.....	74
Referencias	75
Apéndices	83

Lista de Tablas

Tabla 1. Marco legal sobre restauración y rehabilitación de suelos según la legislación vigente en Colombia.....	34
Tabla 2. Variables a medir.	44
Tabla 3. Descripción taxonómica de la especie <i>Baccharis dracunculifolia</i>	48
Tabla 4. Descripción taxonómica de la especie <i>Mimosa pigra</i>	48
Tabla 5. Descripción taxonómica de la especie <i>Gynoxys asteraceae</i>	49
Tabla 6. Descripción taxonómica de la especie <i>Myrsine guianensis</i>	49
Tabla 7. Descripción taxonómica de la especie <i>Gliricidia sepium</i>	50
Tabla 8. Descripción taxonómica de la especie <i>Bacharis sp.</i>	50
Tabla 9. Descripción taxonómica de la especie <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	51
Tabla 10. Descripción taxonómica de la especie <i>Baccharis vulneraria</i>	51
Tabla 11. Descripción taxonómica de la especie <i>Platymiscium pinnatum</i>	52
Tabla 12. Descripción taxonómica de la especie <i>Psidium friedrichsthalianum</i>	52
Tabla 13. Descripción taxonómica de la especie <i>Myrcianthes leucoxylla</i>	53
Tabla 14. Descripción taxonómica de la especie <i>Clidemia octona</i>	53
Tabla 15. Descripción taxonómica de la especie <i>Cecropia peltata</i>	54
Tabla 16. Descripción taxonómica de la especie <i>Croton leptostachyus</i>	54
Tabla 17. Descripción taxonómica de la especie <i>Miconia punctata</i>	55
Tabla 18. Descripción taxonómica de la especie <i>Clusia multiflora</i>	55
Tabla 19. Análisis de los resultados de la muestra de suelo	56
Tabla 20. Tasa de crecimiento con sistema de riego.	63
Tabla 21. Tasa de crecimiento sin sistema de riego.....	66

Tabla 22. Índice del área foliar con sistema de riego.	67
Tabla 23. Índice del área foliar sin sistema de riego.....	68

Lista de Figuras

Figura 1.Salida Grafica jardín botánico universidad francisco de paula Santander Ocaña.	25
Figura 2.Forma como se ubicaran las parcelas dentro de la zona de estudio.	42
Figura 3.Sistema de cepa común, ...	43
Figura 4. Método de cuadrante errático	47
Figura 5.Área destinada a compensación del proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas.	56
Figura 6. Zona de trabajo para la investigación.	59

Lista de Apéndices

Apéndice A. Resultados del análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional de Medellín	84
Apéndice B. Evidencia Fotográfica	85
Apéndice C. Nido de hormigas que ataco a las plantas.	93
Apéndice D. Evidencia de la yegua encontrada en el área de trabajo.	94
Apéndice E. Evidencia fotográfica del hongo que ataco al mata ratón.....	96

Capítulo 1. Comparación de los diferentes tratamientos utilizados para la restauración ecológica de áreas fragmentadas incluidas en el proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, Colombia.

1.1. Planteamiento del problema

El Bosque seco Tropical (BST) es una formación vegetal que cuenta con cobertura boscosa continua; se encuentra en altitudes entre los 0-1000 m; su temperatura es superior a los 24 °C y cuenta con precipitaciones de entre 700 y 2000 mm anuales, de igual forma cuenta con 1 o 2 periodos de sequía marcados en el año (Instituto Alexander Von Humboldt {IAVH}, 1998).

En la actualidad el BST es considerado como uno de los ecosistemas con más amenaza en el Neotrópico. En Colombia el BST se encuentra entre los tres ecosistemas con más degradación y fragmentación. Cifras demuestran que en nuestro país de los bosques secos a subhúmedos solo existe cerca del 1.5% de su cobertura original de 80.000 km² (Mendoza , 2010).

El BST es uno de los ecosistemas que mayor riesgo presenta en cuanto a procesos de fragmentación y pérdida de biodiversidad (IAVH, 1998). Es por esta situación de vulnerabilidad en la que se encuentra donde se ve afectada su estructura y composición, que establece este pilar fundamental de la investigación a desarrollarse en esta área mediante la generación de estrategias de restauración ecológica en terrenos que actualmente se encuentran desprovistos de cobertura arbórea. Según en enfoque del plan nacional de restauración, fija sus esfuerzos en la ejecución del segundo objetivo de la restauración ecológica, la rehabilitación ecológica, este lleva al

sistema degradado a un sistema similar o no, al sistema previo al disturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos. En este caso es la rehabilitación que es el restablecimiento de manera parcial de elementos estructurales o funcionales del ecosistema deteriorado, así como de la productividad y los servicios ambientales que provee el ecosistema, a través de la aplicación de técnicas; es por esto que esta investigación se basará en la ejecución del segundo objetivo de la restauración (rehabilitación), para dar cumplimiento a esto se realizó una reforestación en el área destinada a compensación del proyecto Jardín Botánico Jorge Enrique Quintero Arenas.

La información que se tiene sobre el BST es muy limitada, puesto que existen pocos estudios sobre el mismo, y con los que se cuenta hablan sobre el estado de conservación de este, en la actualidad existe un vacío de conocimiento sobre la utilización de nuevas técnicas que permitan mayor eficiencia en el proceso de restauración, es por esto que se hace fundamental contar con tal información para remediar la situación actual en la que se encuentra ese ecosistema.

A nivel del municipio de Ocaña, uno de los sitios que resalta por la presencia de BST, es la Universidad Francisco de Paula Santander, donde se puede evidenciar la depreciación de este ecosistema marcado por pérdida de estructura vegetal en grandes áreas de terreno que ha generado la conformación de relictos producto de la fragmentación del ecosistema presente, es por esto que la universidad se ha dado a la tarea de llevar a cabo procesos de recuperación de estas áreas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta de investigación

Se plantea como pregunta de investigación: ¿Cómo influye la aplicación de los diferentes

tipos de tratamiento (control, labranza mínima, bovinaza y caprinaza) al suelo, para el restablecimiento de especies nativas en las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto del Jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, Colombia?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de los diferentes tipos de tratamiento (control, labranza mínima, bovinaza y caprinaza) al suelo para el restablecimiento de especies nativas en las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto del Jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, Colombia

1.3.2. Objetivos específicos

Seleccionar las especies nativas características del bosque seco tropical teniendo en cuenta el ecosistema de referencia que se encuentra inmerso en el proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

Aplicar diferentes tipos de tratamientos (control, labranza mínima, bovinaza y caprinaza) al suelo para la restauración de las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

Evaluar el rendimiento de los diferentes tipos de tratamientos empleados mediante la tasa de crecimiento y el índice de área foliar.

1.4. Justificación

Cada país dispone de recursos naturales, que son utilizados para el desarrollo social y económico de su territorio, uno de estos es el suelo, siendo de gran importancia, pues de sus características y estado actual de conservación, depende básicamente el desarrollo de una región (Prociandino , 1995); En Colombia, los suelos se caracterizan por ser muy diversos y a su vez frágiles; en su formación, variación y estado intervienen estructuras, procesos climáticos, geológicos y ecológicos del territorio, además, de los procesos sociales, económicos, técnicos y políticos a que están sometidos. En la actualidad Según el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible aproximadamente 49 millones de hectáreas de la superficie del territorio (equivalente al 48 % del país), presenta procesos de desertificación, es decir, de erosión del suelo (Navas, 1995).

Pese a la gran importancia del recurso suelo, se hace transcendental propender por el desarrollo y aplicación de programas de restauración de áreas degradadas, mediante estudios que permitan reconocer el efecto de la vegetación en condiciones naturales o antrópicas, con la finalidad de controlar la erosión y contribuir con la recuperación de bosques en Colombia. Los bosques en nuestro país aportan un sinnúmero de beneficios desde el punto de vista económico, estos entregan grandes beneficios a la sociedad, que se traducen en una amplia gama de bienes y servicios (Vargas F. , 2004); desde este punto de vista ecológico, la restauración puede entenderse de tres formas de acción, la recuperación, rehabilitación y restauración ecológica. Estos objetivos o formas de acción dependen a su vez de tres variables de acuerdo a lo establecido en el Plan Nacional de Restauración del año 2015: tipo de intervención, nivel de degradación del área y objetivo de restauración (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

{MINAMBIENTE}, 2015).

Dentro del municipio de Ocaña, la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPSO), resalta por la presencia de bosque seco tropical (BST), razón por la cual es necesario propender espacios de conservación y preservación que garantice la perpetuación de las condiciones ecológicas, sin embargo el estado de deterioro de las mismas no permite que las iniciativas avancen, una alternativa considerada por la UFPSO es incluirse en la red nacional de jardines botánicos de Colombia, pero los esfuerzos serían inútiles si no se comienza por reconocer lo que existe y más aún por contrarrestar los problemas presentes en la zona, que subestima los atributos ecológicos como es el de la deforestación y erosión presente en la zona de influencia directa del proyecto (IAVH, 2014).

Las plantaciones forestales pueden ser una herramienta al momento de rehabilitar zonas, para conservación tanto del medio ambiente, como de suelos y aguas. Si se tiene en cuenta que más del 5 % de los bosques del mundo corresponden a plantaciones forestales y que en los últimos diez años se ha aumentado de manera considerable el interés en la conservación de los bosques, la diversidad biológica, y la utilización de plantaciones con especies nativas, se podría decir que estas plantaciones pueden convertirse en una estrategia muy importante en la recuperación de la estructura, riqueza y diversidad florística de los ecosistemas tropicales degradados, impactando favorablemente en la recuperación del suelo, mejorando la trayectoria ecológica de las zonas tratadas (Morera, 2003).

La relevancia de este trabajo, se centra en la necesidad de rehabilitar el remanente de BST ubicado dentro de las instalaciones de la UFPSO más exactamente en el área destinada a compensación del proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas, para lograr el

objetivo, se hace necesario llevar a cabo una reforestación en ese lugar ya que esta es de vital importancia para los ecosistemas terrestres y para las personas, pues ayuda a la recuperación de cuencas hidrográficas; crea barreras contra el viento, protegiendo los cultivos; detiene la erosión de los suelos, debido a que mantiene estables los niveles de humedad y nutrientes en el suelo; absorbe las partículas de carbono en el aire. Básicamente la finalidad del proyecto es rehabilitar la cobertura vegetal de estratos superiores y reducir el proceso de degradación de bosque seco tropical, a través de la realización de acciones de restauración ecológica. Reforestar ayuda a potencializar los servicios ambientales que ayudan a mejorar la calidad de vida de los habitantes y de igual forma ofrece la protección física al suelo ante los factores ambientales a los que está expuesto (Periódico El Campesino, 2015), asimismo esta investigación será un referente académico, local y regional norte santandereano y su área de influencia, fomentando el análisis crítico sobre la necesidad de propender por el ambiente y los recursos naturales; además de contribuir a la construcción de nuestro perfil profesional pues con el proyecto se fortalece la capacidad para identificar los avances científicos de la relación naturaleza, sociedad y cultura, reforzando los conocimientos y habilidades para innovar en la gestión ambiental tendiente a solucionar problemas que afecten el desarrollo sostenible (Universidad Francisco de Paula Santander {UFPSO}, 1995).

1.5. Formulación de las hipótesis

Hipótesis 1. La aplicación al suelo de los diferentes tipos de tratamientos utilizados influyen favorablemente en la fase de restablecimiento de especies nativas arbóreas y arbustivas en las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto del Jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, Colombia.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1. Antecedentes históricos

Damasco, 2010 en su trabajo sobre revegetación de áreas degradadas con especies nativas, parte de la idea de que la vegetación es el componente que más rápidamente evidencia los impactos y el que mejor permite acciones de recuperación, su objetivo fue evaluar la recuperación de áreas degradadas por la explotación petrolera en Mendoza, utilizando especies nativas, propendiendo a que el ecosistema alcance la mayor estabilidad y la potencialidad de uso previo al impacto y como su metodología se establecieron tres parcelas experimentales en el área, dentro de las que realizó un análisis de propiedades físicas y químicas del suelo, un inventario de unidades geomorfológicas y de vegetación, y un índice de selección de especies. Su principal limitante para el desarrollo y crecimiento de la vegetación fue el clima y la aridez del área de estudio, el suelo altamente compactado por lo que este debió acondicionarse para el trasplante de plántulas, igualmente se construyeron tazas de recepción del agua de lluvia. El riego de plantación se efectuó con un agregado 5 litros de agua por planta en el germinador, y uno igual 15 días después del establecimiento en las parcelas. A partir de la plantación, con una frecuencia semestral se registraron las etapas fenológicas, altura de planta, diámetro mayor de copa y porcentaje de supervivencia. Paralelamente en las plataformas cercadas y sin roturación se relevaron las especies de establecimiento espontáneo. Cuatro años luego de la plantación se obtuvo que las especies herbáceas mostraron mayor porcentaje de sobrevivencias que las especies arbustivas y arbóreas, y que en los terrenos no adaptados el crecimiento fue nulo.

Murcia & Guariguata , 2014 exponen que la restauración ecológica tuvo su origen a principios del siglo XX en Estados Unidos, cuando Aldo Leopold dijo en su discurso de

dedicación del Arboretum de la Universidad de Wisconsin “Ha llegado el momento de que la ciencia se ocupe de la tierra, el primer paso es reconstruir una muestra de lo que teníamos en un principio”. A mediados de la década de los 80, se comenzó a formalizar una disciplina en torno a la restauración de los ecosistemas, en la cual el objetivo era la recuperación no solo de la cobertura boscosa sino del ecosistema en su conjunto. A pesar de que muchos proyectos de restauración ecológica no son presentados en la literatura científica esta de cualquier modo es, una medida indirecta del comportamiento de la disciplina a nivel internacional. Calmon en 2011 afirmó que a pesar de sus altas tasas de deforestación, Brasil ha sido pionero en los esfuerzos de restauración así como en realizar proyectos de gran escala, el primer proyecto de restauración en Brasil se realizó hace más de 150 años, con la recuperación de lo que hoy es el Parque Nacional Tijuca, en Rio de Janeiro y desde 1989 se han creado condiciones legales favorables para los proyectos de restauración tanto a nivel nacional, de acuerdo a Rodríguez 2011, como estatal (Sao Paulo) con legislación específica para promover y regular la restauración ecológica. Keenleyside et al en 2012 menciona que en el ámbito de la política internacional, los beneficios y la importancia de la restauración ecológica fueron reconocidos: a principios de la década del 2000, y que la Comisión de Manejo de Ecosistemas de la IUCN incluyó la restauración ecológica dentro de su estrategia de conservación de la biodiversidad de manera amplia y como una herramienta importante de manejo de las áreas. Igualmente, de acuerdo al Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2013, la restauración ha sido considerada por el Convenio Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas, como una de las herramientas basadas en el manejo de ecosistemas para combatir los impactos del cambio climático.

A nivel nacional se realizaron algunos proyectos de restauración el primero de ellos se titula estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento del

bosque altoandino del parque forestal embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia realizado por (Gutierrez , 2012) el trabajo forma parte del proyecto “La nucleación como estrategia de restauración ecológica en el Parque Forestal Embalse del Neusa” de la Escuela de Restauración Ecológica (ERE) de la Pontifica Universidad Javeriana, en este trabajo se caracterizó la vegetación en seis núcleos de restauración implementados por la ERE, cuyo fin es el restablecimiento del bosque altoandino en el Parque Forestal Embalse del Neusa. La caracterización se realizó en el mes de Marzo del 2012, 16 meses después de efectuada la tala rasa; a través de la medición de indicadores de estructura (altura, cobertura, DAP y área basal) de los individuos plantados en los seis núcleos de restauración, y de composición y estructura (vertical y horizontal) de las especies asociadas a estos núcleos. Los resultados sugieren una alta mortalidad en la vegetación plantada, así como la ocurrencia de rebrotes en los individuos supervivientes. De igual manera, se evidencia la dominancia de *Phytolacca bogotensis* y su efecto facilitador sobre las especies plantadas, así como la presencia de numerosas especies de Asteraceas y de algunas gramíneas invasoras y dominantes como *Holcus lanatus*. La discusión gira en torno a las posibles causas de la mortalidad de especies plantadas y a los atributos vitales de las especies dominantes y su relación con el estado actual de la vegetación.

El trabajo titulado modelo de restauración de áreas degradadas por minería en el Bagre – Antioquia Actualmente la minería aurífera aluvial, explota la mayor parte del área de humedales asociados al río Nechí en el municipio del Bagre, Antioquia – Colombia realizado por (Vanegas , 2014) este fue ejecutado en los humedales operados por las grandes empresas mineras, sus programas de “recuperación de tierras” en el Bajo Cauca antioqueño, incluyen medidas como reforestación, parcelas productivas, recuperación de humedales, conformación de diques de protección, manejo de sedimentos, etc. Sin embargo, se han identificado algunos efectos en el

tiempo como incomunicación parcial entre ciénagas, ausencia de pulsos de inundación en sectores específicos y disminución de vegetación típica a humedales (i.e. cativales), entre otras; razón por la que se propone el presente modelo conceptual de restauración ecológica (RE) a escala regional con aplicación en humedales tropicales. El presente modelo utilizó elementos de los modelos Bradshaw, NRC y Adaptable, y se construyó a partir de la evaluación del potencial de restauración y las 38 variables que componen su calificación entre los principales resultados se destacan: (i) que los factores determinantes y constitutivos del modelo, son la geomorfología (Ge), la hidráulica (Hi), la fauna silvestre (FS), los peces (Pe) y el tipo de comunidades humanas (TCH). (ii) Evaluar el potencial de restauración de un ecosistema es una forma concreta y efectiva de conocer la viabilidad de un eventual proceso de restauración y de calificar dicha viabilidad en términos de porcentaje o probabilidades, considerando los aportes, afectaciones o disponibilidad de cada uno de los factores. (iii) Al aplicar de forma teórica el modelo conceptual de restauración ecológica (I(); siendo MA las medidas adicionales) en los sitios evaluados, se obtuvo una reducción en el tiempo de recuperación de los sitios intervenidos y un aumento de su potencial de restauración.

Para el año 2015 Velásquez, realizó un trabajo titulado Protocolo de Restauración Ecológica para Zonas de Alta Montaña en la Región Norte de los Andes Colombianos la investigación, consta de dos estudios diferentes pero complementarios, con el fin último de elaborar un protocolo de Restauración Ecológica para bosques alto andino en la Región Norte de los Andes de Colombia. El estudio uno consiste en hacer una caracterización de los boques alto Andinos en términos de diversidad, biomasa y dinámica y el estudio dos tuvo como objetivo elaborar un Protocolo de Restauración Ecológica para los Bosques Altoandinos de la Región Norte de Colombia, los resultados de este estudio, difieren significativamente de lo esperado en

cuanto a la riqueza de especies y diversidad en ecosistemas de alta montaña, ya que igualan e incluso superan la riqueza de especies reportada para ecosistemas húmedos de tierras bajas. Cuando se reportan valores de hasta 175 Especies por hectárea en bosques tropicales ubicados a más de 2000 msnm, se plantean interrogantes con respecto a las razones de ello.

Por ultimo en el año 2015 Salazar , realizó un proyecto titulado recuperación ecológica en tres kilómetros de la parte alta de la subcuenca san pedro en el municipio de Curumaní- Cesar, Colombia, la metodología utilizada en este fue la siguiente, se realizó un submuestreo experimental mediante un recorrido que se efectuó en el tramo de estudio con transeptos demarcados con pitas y estacas en 100m de largo por 10 m de ancho, identificando con tiza blanca los arboles de gran porte para facilitar su ubicación ya que se encontraba tapados por los arbustos, esto se llevó acabo en un tramo de 2000 metros cuadrados de la ronda hidráulica con coordenadas N 9°38'20.52" O 73° 28'44.86" con una elevación 133 a 214 m , para realizar un reconocimiento y clasificación de las especies florísticas , identificar familias por especies, su abundancia, dominancia y 33 rareza en tres kilómetros de la parte alta de la Subcuenca san pedro. Los criterios ambientales que se tuvieron en cuenta para el estudio realizado de las especies florísticas, fueron: D.A.P > o igual 15, estrato arbóreo de alto porte y dosel; y dentro de los resultados obtenidos se pudo establecer que el diagnóstico ambiental fue una herramienta fundamental para la formulación de programas estratégicos que ayudaron a la mitigación y compensación de los tensionantes identificados en la zona. En la aplicación del mecanismo de restauración ecológica se ayudó al restablecimiento de la cobertura vegetal en áreas degradadas para mejorar la calidad del paisaje y el abastecimiento de agua potable en el municipio de Curumaní. Esto se logró con la participación activa de los diferentes estamentos de la comunidad en la ejecución de las acciones diseñadas en pro de la conservación de la quebrada.

2.2. Marco histórico

La restauración ecológica puede ser concebida como una disciplina reciente. La primera vez que se habló de este término fue en el simposio en el Arboretum de la Universidad de Winsconsin en 1985, donde convergieron diferentes inquietudes referentes a la recuperación de ecosistemas degradados por las actividades humanas. Los científicos de diversas disciplinas que participaron, buscaban encontrar un objetivo común que llevara a esa restauración, como resultado de ese evento, se planteó unificar las teorías y prácticas existentes en ese momento y formar un concepto global que permitiera obtener conocimiento sobre la reconstrucción de los ecosistemas enfermos, más allá de la preservación de los sanos, que, aunque son importantes, su estudio no daba luces sobre cómo recuperar los sistemas ecológicos (Sanchez, y otros, 2003).

Fue así como nació el concepto de restauración ecológica, entendido como una técnica de investigación básica, que se enfoca inicialmente en el perfeccionamiento de las técnicas que se aplicaban para casos específicos de recuperación. No obstante, las prácticas de restauración ecológica dan inicio en el año 1935, cuando Aldo Leopold trató de recuperar la vegetación original de una pradera de la Universidad de Winsconsin-Madison, cubriéndolo con especies nativas, las cuales permitieron a su vez la estabilización de los suelos erosionados. A pesar de que sus inicios se dieron ya tiempo atrás, sólo ha sido de gran importancia en los últimos 15 años ya que se ha convertido en un campo académico en continuo crecimiento, dado que se ha incrementado la preocupación respecto a las consecuencias que puede causar las transformaciones en el entorno natural sobre la sociedad que es vulnerable, lo que la hace socialmente necesaria, sin embargo gracias a los avances en la ecología y la restructuración del concepto con la inclusión del sistema social dentro de los procesos, desde finales de los años ochenta, la restauración ecológica se ha convertido en una estrategia de manejo cada vez más

consolidada (Hernandez R. , 2016).

2.3. Marco contextual

El municipio de Ocaña limita al norte con los municipios de Gonzales, El Carmen, Convención, Teorama, al occidente con el municipio de Rio de Oro, al Oriente con los municipios de San Calixto, Abrego y Playa de Belén. El municipio cuenta con una extensión territorial de 627.72 km² y una altitud entre 400 a 2600 m.s.n.m. (Alcaldía de Ocaña - Norte de Santander, s.f.).

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña se localiza fuera del casco urbano oficial del municipio de Ocaña hacia el sur oriente de la comuna número tres de la ciudad según la división política de la ciudad de Ocaña vía Acolsure hace parte de la zona rural del municipio cuenta con un área total de superficie de 105 ha (hectáreas) según información catastral al año 2016 (Franco & Carcamo , 2016).

La investigación que se plantea en este documento se realiza en el marco de investigación académica coordinado desde la facultad de ciencias agrarias y del ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. El Area de influencia directa del proyecto, lo conforma la zona equivalente al proyecto Jardin Botanico Jorge Enrique Quintero Arenas, la extensión a utilizar es la destinada a compensacion del mismo.

2.4. Marco conceptual

Proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas: fue dispuesto como un espacio donde se mantengan colecciones de plantas, agrupadas de acuerdo a su habitad, diferentes tipos de relaciones evolutivas y sus respectivos usos, el jardín cuenta con un área de 10 ha, manejando

colecciones de especies propias de la zona de vida según Holdridge del bosque seco tropical en las cuales predominan *Clusia multiflora*, *Myrcianthes leucoxyla*, y otras introducidas como frutales, ornamentales y especies aromáticas (Perilla, 2014).

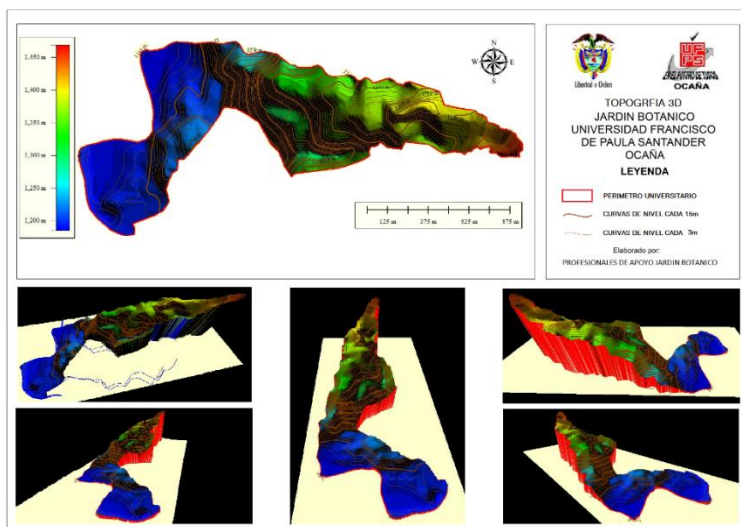


Figura 1. Salida Grafica jardín botánico universidad francisco de paula Santander Ocaña.

Nota fuente: Profesionales de apoyo al jardín Botánico, 2014

El jardín cuenta con un área dedicada a la compensación; en donde se realizan acciones que tienen como objeto resarcir a la biodiversidad por los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos y que conlleven pérdida de la biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres y vegetación secundaria; de manera que se garantice la conservación efectiva de un área ecológicamente equivalente donde se logre generar una estrategia de conservación permanente y/o su restauración ecológica, a fin de que al comparar con la línea base se garantice la no pérdida neta de biodiversidad (Minambiente, 2012).

Abonos: Los abonos orgánicos han sido recomendados en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Dimas , Diaz , Martinez , & Valdez,

2001).

Materia Orgánica: La materia orgánica es una agrupación de compuestos que varían en proporción y estado; formada por una mezcla de residuos vegetales u excretas animales. Se trata de sustancias que suelen encontrarse en el suelo y que contribuyen a su fertilidad riqueza en su productividad (Martinez , 2003).

Bovinaza: El estiércol es de los subproductos agrícolas más abundantes e importantes para el suelo, toda vez que se trata de una importante fuente de nitrógeno, fósforo, potasio y elementos rápidamente disponibles para las plantas que, aplicada al suelo, mejora sus propiedades físicas mediante el aumento de la capacidad de retención de humedad, la tasa de infiltración, la porosidad y puede mejorar la estructura. Se considera que el suelo y su fertilidad se mantienen más fácilmente con un sistema agrícola ganadero, que con un sistema netamente agrícola (Bello , 2008).

Caprinaza: es de gran utilidad para los suelos estériles o de bajo rendimiento, también sirven para mejorar los cultivos de pastos de corte, frutales, hortalizas y jardines, entre otros (Hernandez L. , 2012).

Mecanismos de dispersión: Se dan través de medios físicos (dispersión por agua y viento) en especies de etapas iniciales (pobres en fauna); mediante medios bióticos (aves y otros animales) (Peña , 2003).

Asistencia técnica: acompañamiento y disposición técnica al proceso de apropiación y aplicación de una actividad por parte del responsable o partes interesadas (Fundación Estación Biológica Bachaqueros, Salamanca , & Camargo , s.f.).

Reforestación: es la acción de poblar o repoblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación, regeneración manejada o siembra, cualquier tipo de terreno (Autoridad del Canal de Panamá División de Administración Ambiental Sección de Manejo de Cuenca, 2006).

Restauración ecológica: La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica la define como el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Reyes & Vargas , 2011).

Rehabilitación: se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso estamos hablando de una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso con un reemplazo de las especies que lo componen (Vargas O. , 2007).

Integridad ecológica: se refiere al funcionamiento permanente saludable o apropiado de estos ecosistemas a escala global y local, así como a su provisión continuada de recursos renovables y servicios ambientales (Makey , s.f.).

Sucesión ecológica: es un término aceptado por la mayoría de los ecólogos para identificar a los cambios temporales que se presentan en la estructura, la composición taxonómica y las funciones de un ecosistema después de que éste es perturbado (Matinez & García , 2007).

Nativa: son las plantas que se encuentran dentro de su distribución natural u original (IAVH, s.f.).

2.5. Marco teórico

El bosque seco tropical (BST) es propio en tierras bajas y se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias. Es considerado en la actualidad como uno de los ecosistemas más amenazados en el trópico (Janzen, 1988). Esto se debe a que las poblaciones se concentran en territorios del bosque por sus suelos fértiles y condiciones ambientales y climáticas propicias para el desarrollo de los asentamientos. El desconocimiento de las personas sobre el cuidado de los recursos naturales también ha contribuido a que la normativa ambiental sea permisiva en la explotación de los bienes y servicios ecosistémicos a gran escala y de forma ilegal sin sanciones y sin planes de restauración que garanticen devolver las condiciones naturales y equilibrio ecosistémico. En Colombia, por ejemplo, se encuentra el BST en seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región norandina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y en los llanos del Vichada. Originalmente este ecosistema cubría más de 9 millones de hectáreas, de las cuales quedan en la actualidad apenas un 8% y solo el 0.4% de lo que había está presente en el sistema nacional de áreas protegidas (SINAP), pero más preocupante es que el 65% de las áreas deforestadas de BST presentan desertificación (IAVH, 2014).

La ubicación de los relictos de bosque seco tropical en Colombia está fuertemente asociada a las depresiones interandinas que se esbozan desde el mioceno medio-plioceno o fase eu-andina de la orogenia. Posteriormente se formaron lo que se conoce hoy en día como los valles del Magdalena, Cauca-Patía, Cesar, y Atrato, con su llanura aluvial controlada estructuralmente (IAVH, 2014).

Desde el punto de vista edáfico, el limitante principal para la existencia de bosque seco

tropical es la acidez y la baja fertilidad, además de la presencia de corazas lateríticas que impiden la penetración de las raíces, ya que muchas especies características de este tipo de bosque, como las leguminosas tienen sistemas radiculares que profundizan en lugar de extenderse en la superficie (IAVH, 1998).

Se estima que quedan un poco más un millón de kilómetros cuadrados de bosque seco tropical (BST) a nivel mundial, con más de la mitad (54,2%) en Sur América (Arcila, 2006). Recientes evaluaciones muestran una tendencia continua de transformación del BST a nivel global, donde la conversión en zonas agrícolas es la principal causa de reducción del área y de la fragmentación (Arcila, 2006). En Colombia se desconoce la distribución original del BST, pero se estima una cobertura potencial de 80.000 km², de los cuáles solo quedan cerca del 1,5%. De las tres zonas del país que presentan BST: llanura del Caribe, valle del río Magdalena y valle del río Cauca, esta última es la de menor extensión y mayor vulnerabilidad (Etter, 1993).

El nivel de conocimiento del Bosque Seco Tropical (BST) en Colombia es deficiente, puesto que son escasos los lugares donde existen inventarios completos. La información existente es fragmentada y el conocimiento de la historia natural y dinámica del BST es poca (IAVH, 2014) Incluso, en el mundo, existen de 4 a 5 veces más estudios reportados en la literatura de procesos de restauración en bosque húmedo tropical que en bosque seco tropical. El BST es simplemente un bioma forestal que ocurre en tierras bajas de zonas tropicales y que se caracteriza por presentar una estacionalidad marcada de lluvias con varios meses de sequía (Mooney, 2001) .

Independiente de una definición específica, la característica más típica del bosque seco tropical es la estacionalidad marcada de lluvias que incluye varios meses de sequía (precipitación

menor a 100 mm de agua al año) (Gentry, 1995). Dicha estacionalidad limita la productividad primaria y la biodiversidad de flora, las cuales son menos altas en este bioma que en otros bosques tropicales más húmedos (Pennington, 2000).

La vegetación ha sido lo más estudiado en los bosques secos tropicales de diferentes regiones de Colombia. La composición florística del BST en Colombia puede variar significativamente en las diferentes regiones donde se encuentra este: la región Caribe, la región norandina que comprende Santander y Norte de Santander, los valles interandinos de los ríos Cauca y el Magdalena, el Patía (Nariño y Cauca), y los Llanos (Arauca, Casanare, Meta y Vichada) (IAVH, 2014).

En total hay 116 especies (4.5%) del bosque seco tropical (BST) clasificadas bajo alguna categoría de amenaza según los libros rojos y las listas rojas de plantas para Colombia. Así mismo, 83 especies de BST de 36 familias son endémicas para Colombia. De acuerdo a tres ejercicios de priorización de especies vegetales de BST de Colombia dentro de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP), hay 91 especies de este bioma que son importantes y prioritarias para la conservación (IAVH, 2014).

En la región norandina los bosques secos tropicales (BST) están en la zona norte de la cordillera Oriental en las inmediaciones de Cúcuta, los valles de Convención y Ocaña y el valle medio del río Chicamocha (Valencia, 2012). Los BST registrados para el departamento de Norte de Santander han sido poco explorados y la información existente se restringe a documentos inéditos (Carrillo, 2012).

En esta zona, el único proceso de restauración ecológica de bosque seco tropical, se

empezó a ejecutar en el Área Única Los Estoraques. En el año 2010 se programó la implementación del proyecto “Restauración ecológica en áreas de bosque seco degradado”, en el predio Platanillo, vereda La Tenería, del AU Los Estoraques, el cual contó con recursos de financiación del Fondo Nacional de Regalías – FNR.

El objetivo general del proyecto es el de rehabilitar la cobertura vegetal de estratos superiores y reducir el proceso de degradación de bosque seco, a través de la realización de acciones de restauración ecológica. Hoobs y Norton (Hobbs, 1996) en su libro, plantean que el proceso de la restauración ecológica cuenta con cinco fases claves. La primera es la identificación y tratamiento de las causas responsables de la degradación del ecosistema, en la segunda se definen en forma realista los objetivos y sus formas de evaluación, en la tercera se formulan las metodologías que aplicadas permitan el alcance de los objetivos, la cuarta consiste en la incorporación de las metodologías desarrolladas en las prácticas de manejo ecosistémico y la última se encarga de la evaluación, seguimiento y monitoreo del curso de la restauración. Establecidas ya las causas de la degradación y evidenciando como responsable a la erosión en distintos grados, formas y mecanismos, se establecieron entonces las distintas actividades a realizar conforme a la caracterización del sitio sin embargo, este proyecto no contempló la realización de una caracterización detallada de la diversidad de plantas asociada a la zona de restauración (Pineda M., 2014).

En los trópicos, la forma de erosión más común es la erosión hídrica causada por la acción de las gotas de lluvia sobre un terreno desnudo (Garcia, 2011). La degradación del suelo se debe principalmente a una de las siguientes formas: compactación, erosión, pérdida de la micro y macro fauna, pérdida de nutrientes, acidificación y salinización.

Actualmente se divulga un nuevo mapa de erosión en todo el territorio colombiano, en donde alrededor de 47 millones de hectáreas reportan algún grado de erosión, lo que representa cerca del 40% del territorio continental de Colombia, lo cual se puede evidenciar en el mapa de degradación de suelos por erosión a escala 1:100.000, en donde para el departamento de Norte de Santander el grado de erosión es del 6%, y para el caso del municipio de Ocaña, se reporta un 42% de desertización en todo su territorio municipal, del cual 13,4% es de alto grado. En procesos de regeneración del ecosistema natural, se debe tener en cuenta la capacidad de resiliencia del mismo, ya que si esta es inferior a la intensidad del disturbio que lo afectó, se debe realizar una restauración asistida (Fajardo, 2013).

Por último, es importante resaltar las razones principales por las que el bosque seco tropical (BST) debe ser restaurado es por los bienes y servicios ecosistémicos que éste ofrece. Campesinos y comunidades locales reconocen que el BST provee leña, frutos, plantas medicinales, maderas finas, animales para consumo, ciclado de nutrientes y regulación del clima y del ciclo hidrológico, a pesar de esto es preocupante que la mayoría de las comunidades locales no perciban primordialmente la conservación y la recuperación de cobertura vegetal herbácea como una estrategia necesaria para la restauración en Colombia (Oliveira, 2009).

Entendiendo pues que la reforestación es la acción de poblar o repoblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación, regeneración manejada o siembra, cualquier tipo de terreno (Autoridad del Canal de Panamá División de Administración Ambiental Sección de Manejo de Cuenca, 2006), los casos en Colombia de reforestación están empezando a ser notorios y es bueno que las empresas los orienten, existen algunas empresas como Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Pizano, Carvajal Pulpa y Papel que vienen reforestando diferentes

zonas del país. En algunos casos como Smurfit se usan especies maderables como el Eucalipto, lo cual, aunque ayuda a recuperar áreas forestadas, puede traer riesgos a la tierra por su acidificación. Para corregir esta situación, es bueno empezar a cultivar especies nativas las cuales han estado relegadas de estos procesos por falta de divulgación de sus propiedades y por la escasez de viveros que las comercialicen, en nuestro país hay 17 millones de hectáreas para la reforestación, es por esto que no hay excusa para no aprovechar nuestra variedad arbórea y así lograr mejoras en la productividad de la misma (Escobar , 2016).

Para realizar un seguimiento óptimo de la manera como las plantas van prosperando, a través del tiempo, se hace necesario realizar un análisis de crecimiento que se define como una aproximación cuantitativa para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas, este análisis ha sido usado ampliamente para el estudio de los factores que influyen el desarrollo de la planta y el rendimiento, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el tiempo (Ñustez , Segura , & Santos , 2010).

2.6. Marco legal

A continuación (Tabla 1) se presentan los principales decretos y leyes considerados relevantes para la ejecución de proyectos relacionados con la recuperación y restauración de bosques y áreas objetos de conservación.

Tabla 1.

Marco legal sobre restauración y rehabilitación de suelos según la legislación vigente en Colombia.

Marco legal	
Norma	Comentario
Ley 2 de 1959	"Sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables".
Ley 23 de 1973	Artículo 1. "Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables (...)".
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Artículo 2, Fundando en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este código tiene por objeto: 1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y

Marco legal	
Norma	Comentario
	utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional (...). "Artículo 13, "Con el objeto de fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables, el gobierno establecerá incentivos económicos". "Artículo 179, En la utilización de suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación. "Artículo 182. Estarán sujetos a adecuación y restauración los suelos que se encuentren en alguna de las siguientes circunstancias: a) Inexplotación sí, es especiales condiciones de manejo, se

Marco legal	
Norma	Comentario
	pueden poner en utilización económica; b) Aplicación inadecuada que interfiera la estabilidad del ambiente; c) Sujeción a limitaciones físico-químicas o biológicas que afecten la productividad del suelo; d) Explotación inadecuada". "Artículo 183. Los proyectos de adecuación o restauración de suelos deberán fundamentarse en estudios técnicos de los cuales se induzca que no hay deterioro para los ecosistemas. Dichos proyectos requerirán aprobación".
Ley 99 de 1993	"Por el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental SINA se dictan otras disposiciones". Artículo 1. Principios generales ambientales: la política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: (...) 7. El estado fomentará la

Marco legal	
Norma	Comentario
	incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables". Artículo 44. Porcentaje ambiental de los gravámenes a la propiedad inmueble. "(...) Las Corporaciones Autónomas Regionales destinarán recursos de que trata el presente artículo a la ejecución de programas y proyectos de protección o restauración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción (...)".
Ley 165 de 1994	"Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992". Artículo 8. Conservación In Situ. Cada parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda: (...) f. rehabilitará

Marco legal	
Norma	Comentario
	y restaurará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración y la aplicación de planes y otras estrategias de ordenación.
Ley 299 de 1996	Protege la flora colombiana y reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones. Los jardines botánicos tienen entre sus objetivos primordiales contribuir a que la utilización de las especies de la flora y de los ecosistemas naturales se efectúe de tal manera que permita el uso y disfrute no solo para las actuales sino también para las futuras generaciones de habitantes del territorio colombiano, dentro del concepto del desarrollo sostenible.

Nota Fuente: Congreso de la Republica de Colombia

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, que se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables, para así poder analizar las consecuencias que esa manipulación tiene sobre las variables, esto se realiza dentro de una situación de control para el investigador (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

Área comprendida por el proyecto “Jardín Botánico Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña que cuenta con un área de 315300 mts².

3.2.2. Muestra.

Área destinada a compensación que se encuentra dentro del proyecto “Jardín Botánico Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña que cuenta con una extensión de 3218 mts².

3.2.2.1. Submuestra.

Extensión de 325 mts² que está inmersa dentro del área destinada a compensación del proyecto “Jardín Botánico Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

3.3. Técnicas de recolección de la información.

La técnica de recolección de información que se utilizó durante la investigación fue la observación, luego se plasmó en una bitácora de campo los hallazgos diarios y por último se tabuló los datos utilizando la herramienta Microsoft Word y Excel, de igual forma se realizó mediciones semanales del índice de área foliar y de crecimiento de las plantas.

3.4. Metodología

El objetivo principal de este proyecto estuvo enfocado a determinar la influencia de la aplicación de los diferentes tipos de tratamiento (control, labranza mínima, bovinaza y caprinaza) al suelo para el restablecimiento de especies nativas en las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto del Jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, Colombia

La primera fase consistió en la recolección y posterior revisión bibliográfica de los trabajos e investigaciones realizadas, a fin de establecer los fundamentos teóricos en torno a la zona de estudio y las especies arbóreas y arbustivas nativas del bosque seco tropical, específicamente presentes en el ecosistema de referencia, para este fin se utilizó el método de cuadrante errático, para determinar las especies a implementar en la reforestación, los 3 árboles y el arbusto fueron escogidos basándonos en la lista de las plantas vasculares consolidada para bosques secos de Colombia consignadas en el libro bosque seco tropical (BST), a continuación se llevó a cabo la visita para el reconocimiento del lugar a intervenir y posteriormente se realizó el levantamiento cartográfico de la misma, donde se identificó la pendiente del terreno y la ubicación exacta de cada uno de los árboles que allí se encuentran plantados, por último en esta fase se realizó un

análisis de suelo de la zona de estudio donde se midieron los parámetros de fertilidad para conocer el contenido nutricional y el aporte a las especies seleccionadas, para esto se hizo necesario realizar 10 agujeros en forma de V del ancho de la pala y con una profundidad de 30 centímetros, luego se tomó una tajada de 2 o 3 cm de ancho de la pared del hueco, la recolección se efectuó en un balde plástico para unificar las muestras, de la cual se tomó 1 kg que se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Medellín.

En la segunda fase se empleó diferentes tipos de tratamiento, el sistema de plantación que se utilizó es el método tres bolillos con medición 3 por 3, para la realización de la restauración, este consiste en colocar las plantas formando triángulos equiláteros (lados iguales). Para esta investigación se utilizó 3 especies arbóreas y 1 arbustivas, este diseño se realizó utilizando el levantamiento cartográfico, la Fórmula para determinar densidad 3 bolillo es $N = Su \cdot m^2/d^2 \cdot 0.866$. Donde: 0.866 es el valor de la tangente trigonométrica (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal, 2010).

Posteriormente se tomó las coordenadas con el sistema de posicionamiento global (GPS) que determinó la posición exacta de las 8 parcelas investigativas con medidas de 5*5 mts cada una, 4 parcelas serán trabajadas bajo condiciones naturales y a las otras 4 se les implementó un sistema de riego, 2 de estas serán de control, 2 con labranza mínima y a las 4 restantes se les incorporó materia orgánica utilizando el método de plateo (ver figura 2), el paso a seguir fue realizar los trabajos previos a la plantación, entre ellos están la limpieza del terreno (deshierbe), esto se llevó a cabo con la finalidad de que la planta no tenga competencia por luz agua y nutrientes, luego se preparó el terreno de cada una de las parcelas, esta se hizo de forma manual, asimismo se realizó plateo cada 45 días a cada una de las plantas que quedaron ubicadas en las

parcelas donde se suministró la materia orgánica faltante, teniendo en cuenta los resultados del análisis, esta labor consistió en retirar las plantas y malezas que crecen en la base del árbol, limpiándola hasta formar un círculo de un (1) metro de diámetro, luego se incorporó al suelo una dosis de los diferentes tipos de tratamiento a utilizar (caprinaza, bovinaza), se asumió el valor estipulado en el libro de (Salamanca , 1984) que estima que la cantidad de materia orgánica optima en un suelo de clima medio es de cinco (5). (Ambiental, s.f.).

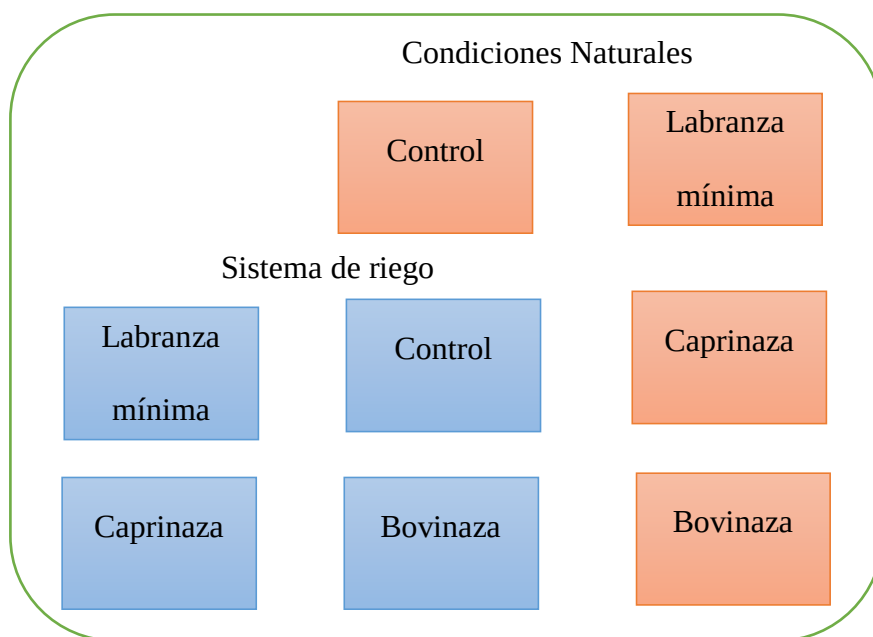


Figura 2. Forma como se ubicaran las parcelas dentro de la zona de estudio.

Nota fuente. Autoras del proyecto

La plantación se llevó a cabo utilizando la técnica de sepa común, que consistió en hacer una apertura de suelo de 40 cm de largo por 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad, depositando a un lado de la cepa la tierra de los primeros 20 cm (es la tierra más fértil) y, en el otro lado, la tierra de los 20 cm más profundos (ver figura 3) (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal, 2010), seguido de esto se implementó un sistema de riego manual (balde y manguera) en las 4 parcelas correspondientes; la detección de plagas y enfermedades se hizo mediante monitoreos continuos

que implico recorridos en el sitio donde se estableció la reforestación.

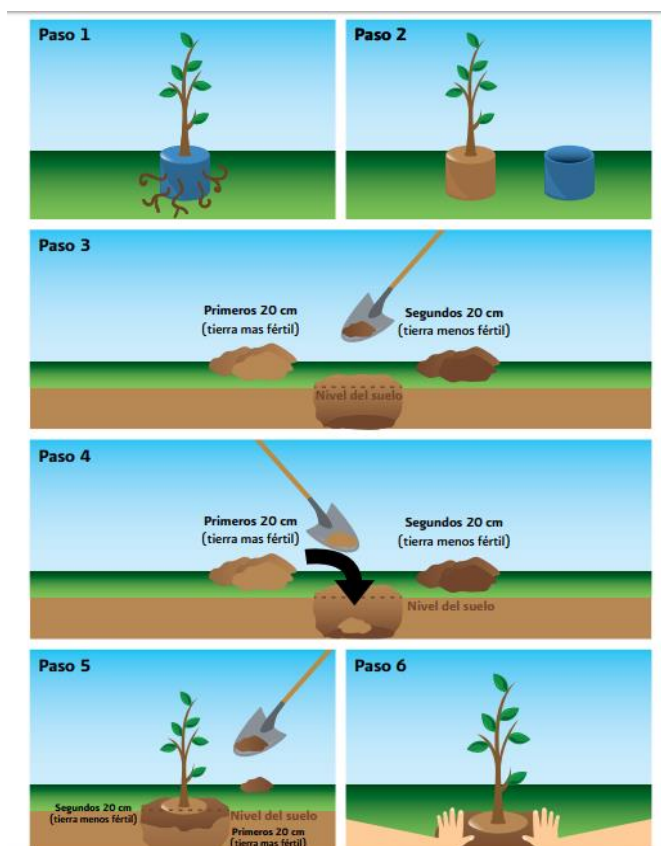


Figura 3. Sistema de cepa común,

Nota fuente: tomado de (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal, 2010).

En la tercera fase se realizó un análisis de crecimiento que es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado, para llevar a cabo el análisis matemático de crecimiento se usan medidas directas tales como índice de área foliar, crecimiento y tiempo (ver tabla 2) (Universidad Nacional de Colombia, 2010).

Tabla 2.*Variables a medir.*

Índices	Símbolo	Formula
Tasa de crecimiento	TCR	$Cp = \frac{Pcp}{N^{\circ} s}$
Índice de área foliar	IAF	$IAF = \frac{AHC}{Ac}$
Evaluación del estado sanitario	ES	$ES = \frac{Si}{Ai} * 100$
Estimación del vigor	EV	$EV = \frac{Vi}{Ai} * 100$

- Pcp: Promedio de crecimiento total de las plántulas,
 No S: Numero de semanas, AHC: Suma del área de hojas en el cultivo, AC: Área de cultivo, Si: número de árboles sanos en el sitio, Ai: número de árboles vivos en el sitio, Vi: número de árboles vigorosos en el sitio.

Para el análisis de la información de la tasa de crecimiento se utilizó el software Minitab 15; en cuanto al índice de área foliar se tomaron 5 hojas de cada planta a las cuales se les midió área y longitud al inicio de la plantación y al finalizar el tiempo estimado de esta investigación, otros índices que se midieron en el tiempo de duración de esta investigación es la evaluación del estado sanitario de la planta que nos permitió conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras; y por otra parte la estimación del vigor de la plantación que describió la proporción de órganos vigorosos del total de los árboles vivos. El vigor se clasifica de la siguiente forma: bueno, cuando la planta presenta un follaje denso, color verde intenso y tiene amplia cobertura de copa; regular, cuando el árbol

muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento y follaje medio; malo, cuando el follaje es amarillento, ralo y de hojas débiles, para la realización de los cálculos mencionados anteriormente se tuvieron en cuenta los resultados de las últimas cuatro semana de mediciones (Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal, 2010). Finalmente se determinó cuál de los tipos de tratamientos utilizados, es más eficiente al momento de restaurar el BST, con el fin de entregar una herramienta que permita actuar y remediar la situación actual en la que se encuentra este ecosistema.

Capítulo 4. Resultados y discusiones

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados, en función a los parámetros evaluados.

4.1. Resultados del primer objetivo específico

4.1.1. Ecosistema de referencia

Referente a lo planteado en el primer objetivo que consiste en seleccionar las especies nativas con las cuales se reforesto el área de estudio, se ingresó al ecosistema de referencia ubicado en el área del jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, Colombia, para ello teniendo en cuenta el polígono delimitado por 4 puntos los cuales se encuentran ubicados en las siguientes coordenadas:

- 1083789, 91620E; 1403506, 42779N
- 1083789, 03022E; 1403521, 76189N
- 1083757, 48682E; 1403528, 81813N
- 1083769, 41247E; 1403503, 72393N

A partir del método de cuadrante errático (Fig 4) se realizó el inventario de especies vegetales del estrato arbóreo y arbustivo tomando distancias verticales y horizontales a partir de cada una de las estacas previamente ubicadas.

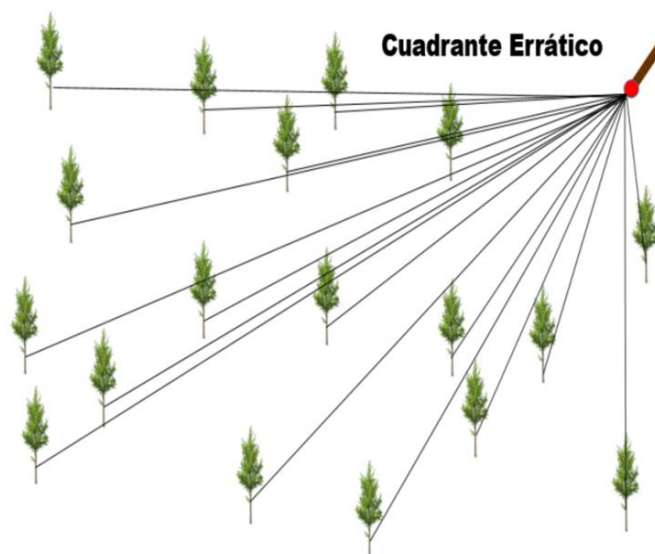


Figura 4. Método de cuadrante errático
Nota fuente. Autoras del proyecto

A partir de la utilización del método de cuadrante errático las especies vegetales encontradas en el ecosistema de referencia fueron: *Baccharis Dracunculifolia*, *Mimosa pigra*, *Gynoxys Asteraceae*, *Myrsine Guianensis*, *Gliricidia sepium*, *Bacharis sp*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Baccharis vulneraria*, *Platymiscium Pinnatum*, *Psidium Friedrichsthalianum*, *Myrcianthes leucoxylla*, *Clidemia octona*, *Cecropia Peltata*, *Croton leptostachyus*, *Miconia punctata*, *Clusia multiflora* (Ver descripción de la tabla 3 a la 18).

Tabla 3.

Descripción taxonómica de la especie Baccharis dracunculifolia.

BACCHARIS DRACUNCULIFOLIA (Indio Viejo)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae					
Phylum: Magnoliophyta					
Clase: Magnoliopsida		X	4	Nativo de Suramérica	
Orden: Asterales					
Familia: Asteraceae					
Género: Baccharis					

Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 4.

Descripción taxonómica de la especie Mimosa pigra.

MIMOSA PIGRA (Capinchera)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae					
Phylum: Magnoliophyta					
Clase: Magnoliopsida	X		21	Nativo de América Tropical	
Orden: Fabales					
Familia: Fabaceae					
Género: Mimosa					

Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 5.

Descripción taxonómica de la especie *Gynoxys asteraceae*.

GYNOXYS ASTERACEAE					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae					
Phylum: Magnoliophyta					
Clase: Magnoliopsida	X		6	Es originario de Suramérica	
Orden: Asterales					
Familia: Asteraceae					
Género: Gynoxys					
Nota fuente. Autoras del proyecto					

Tabla 6.

Descripción taxonómica de la especie *Myrsine guianensis*.

MYRSINE GUIANENSIS (Mantequilla)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	#de Individuos	Origen	
Reino: Plantae				Sur de Estados Unidos (Florida)	
Phylum: Magnoliophyta	X		33	hasta Brasil y el norte de Argentina, incluyendo las Antillas	
Clase: Magnoliopsida					
Orden: Primulales					
Familia: Myrsinaceae					
Género: Myrsine					
Nota fuente. Autoras del proyecto					

Tabla 7.

Descripción taxonómica de la especie Gliricidia sepium

GLIRICIDIA SEPIUM (Mata Ratón)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				
Phylum: Magnoliophyta	X		1	Es una especie originaria de Centroamérica
Clase: Magnoliopsida				
Orden: Fabales				
Familia: Fabaceae				
Género: Gliricidia				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 8.

Descripción taxonómica de la especie Baccharis sp.

BACHARIS SP				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				
Phylum: Magnoliophyta				Originarios de América y Sur de China
Clase: Magnoliopsida	X		19	
Orden: Asterales				
Familia: Asteraceae				
Género: Baccharis				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 9.

Descripción taxonómica de la especie Zanthoxylum rhoifolium.

ZANTHOXYLUM RHOIFOLIUM (Tachuelo)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae					Es endémica de Sudamérica
Phylum: Magnoliophyta		X	1		
Clase: Magnoliopsida					
Orden: Sapindales					
Familia: Rutaceae					
Género: Zanthoxylum					



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 10.

Descripción taxonómica de la especie Baccharis vulneraria

BACCHARIS VULNERARIA (Cola de Caballo)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae					Nativo de bosques andinos
Phylum: Magnoliophyta		X	1		
Clase: Magnoliopsida					
Orden: Asterales					
Familia: Asteraceae					
Género: Baccharis					



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 11.

Descripción taxonómica de la especie Platymiscium pinnatum

PLATYMISCIUM PINNATUM (Granadillo)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				Nativa en la zona intertropical americana desde México, hasta Colombia.
Phylum:				
Magnoliophyta		X	1	
Clase: Magnoliopsida				
Orden: Fabales				
Familia: Fabaceae				
Género: Platymiscium				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 12.

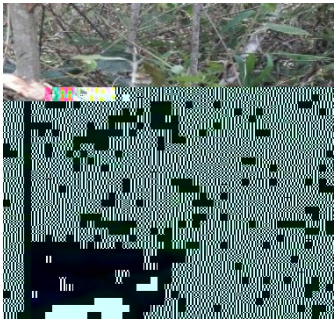
Descripción taxonómica de la especie Psidium friedrichsthalianum

PSIDIUM FRIEDRICHSTHALIANUM (Guayabo Agrio)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				Nativo de Costa Rica.
Phylum: Magnoliophyta				
Clase: Magnoliopsida		X	4	
Orden: Myrtales				
Familia: Myrtaceae				
Género: Psidium				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 13.*Descripción taxonómica de la especie Myrcianthes leucoxylla*

MYRCIANTHES LEUCOXYLLA (Guayabo Arrayan)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae				Nativo de bosque seco tropical	
Phylum: Magnoliophyta		X	3		
Clase: Magnoliopsida					
Orden: Magnoliophyta					
Familia: Myrtaceae					
Género: Myrcianthes					

Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 14.*Descripción taxonómica de la especie Clidemia octona*

CLIDEMIA OCTONA (Nigüito)					
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen	
Reino: Plantae				Originaria de América.	
Phylum: Magnoliophyta	X		1		
Clase: Magnoliopsida					
Orden: Myrtales					
Familia: Melastomataceae					
Género: Clidemia					

Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 15.

Descripción taxonómica de la especie Cecropia peltata

CECROPIA PELTATA (Guarumo)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				se extiende desde México hasta América del Sur, incluyendo las Antillas
Phylum:				
Magnoliophyta		X	1	
Clase: Magnoliopsida				
Orden: Rosales				
Familia: Urticaceae				
Género: Cecropia				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 16.

Descripción taxonómica de la especie Croton leptostachyus

CROTÓN LEPTOSTACHYUS (Mosquero)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				Crece en varias regiones de Colombia entre 200 y 2100 m de altitud
Phylum:				
Magnoliophyta	X		6	
Clase: Magnoliopsida				
Orden: Malpighiales				
Familia:				
Euphorbiaceae				
Género: Croton				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 17.

Descripción taxonómica de la especie Miconia punctata

MICONIA PUNCTATA (Rajador)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				Se distribuye por México a Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela
Phylum: Magnoliophyta				
Clase: Magnoliopsida		X	3	
Orden: Myrtales				
Familia: Melastomataceae				
Género: Miconia				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Tabla 18.

Descripción taxonómica de la especie Clusia multiflora

CLUSIA MULTIFLORA (Rampacho)				
Clasificación Taxonómica	Arbusto	Arbóreo	# de Individuos	Origen
Reino: Plantae				Se encuentra en las tres cordilleras colombianas. Entre 2000 y 3600 msnm
Phylum: Magnoliophyta				
Clase: Magnoliopsida		X	1	
Orden: Theales				
Familia: Clusiaceae				
Género: Clusia				



Nota fuente. Autoras del proyecto

Las cuatro especies escogidas fueron:

- *Gliricidia sepium*-Mata ratón.
- *Myrsine guianensis*-Mantequillo.
- *Myrsianthes leucoxyloides*- Guayabo arrayan.
- *Psidium friedrichsthalianum*-Guayabo agrio.

Las anteriores especies se eligieron basándonos en la lista de las plantas vasculares consolidada para bosques secos de Colombia consignadas en el libro bosque seco tropical (BST), teniendo en cuenta que el origen de cada especie sea nativo (plantas propias que ocurren naturalmente en una región o área determinada).

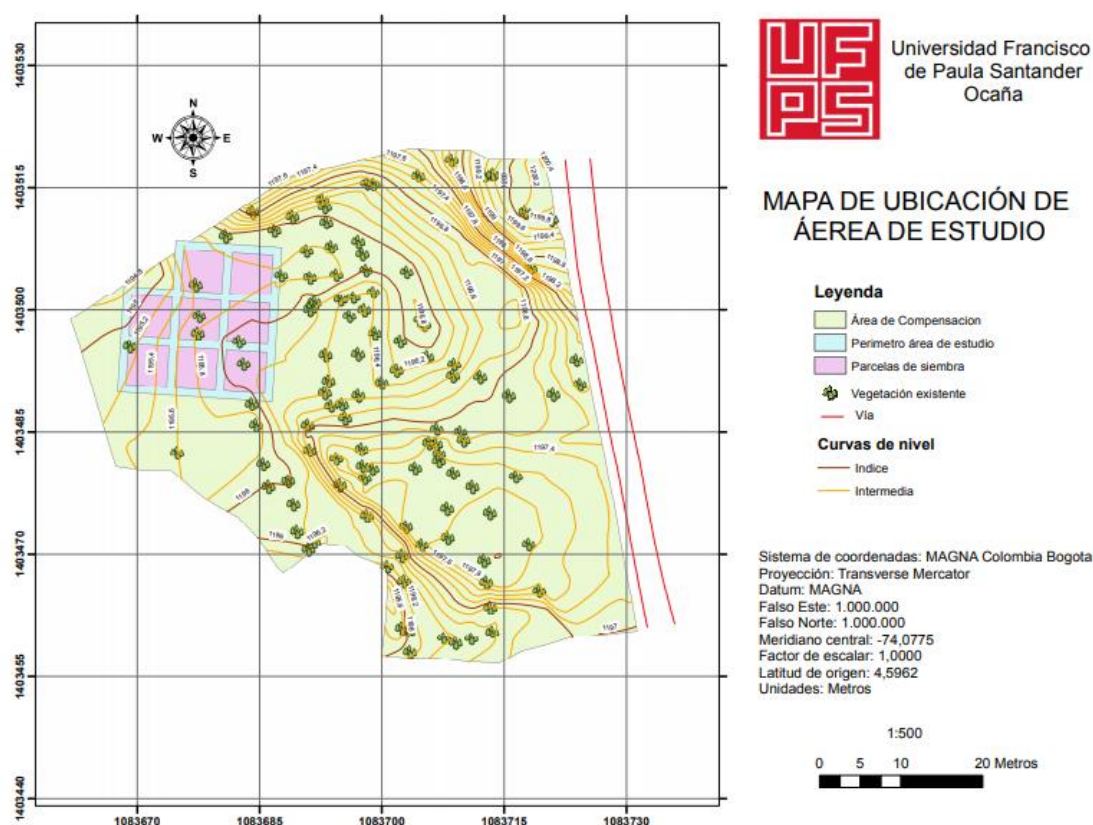


Figura 5. Área destinada a compensación del proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas.
Nota fuente. Autoras del proyecto

4.1.2. Análisis de los resultados de la muestra de suelo

Tabla 19.

Análisis de los resultados de la muestra de suelo

Parámetro	Resultado	Discusión
Clase: FA	% Arena: 66	Suelo franco arenoso: se caracteriza por tener más del 60% de partículas de arena respecto a las demás

	% Limo: 18	texturas(limo y arcilla) en cuanto a su drenaje se deduce que es óptimo en comparación con suelos que poseen partículas más pequeñas.
	% Arcilla: 16	Su aireación es buena, esta ayuda a los organismos del suelo a sobrevivir, estos a menudo benefician a las plantas, ya que las ayudan a absorber los nutrientes.
pH	6,3	Ligeramente ácido; condición adecuada para el crecimiento de la mayoría de los cultivos.
M.O.	3,4	Medio La materia orgánica es fuente de nitrógeno, fósforo, azufre y algunos elementos menores. Además, ayuda a mejorar las propiedades físicas del suelo y facilita la capacidad de intercambio catiónico
Al	-	La alta concentración de aluminio en el suelo afecta negativamente a las plantas; por lo tanto, reduce considerablemente la calidad y rendimiento de los cultivos, para el área de estudio no se detectó este elemento.
Ca	7,5	La literatura dice que si es >6 es Alto. Una deficiencia de calcio tiene como consecuencia la falta de desarrollo de las plantas; el crecimiento de las mismas cesa en ausencia de este.
Mg	1,9	La literatura dice que si esta entre 1.5-2.5 es Medio. Importante en el desarrollo normal de las plantas ya que hace parte de la clorofila; si hay deficiencia de este, se manifiesta en las hojas más bajas, tomando un color de amarillo pálido a necrótico.
K	0,49	La literatura dice que si es >0,4 es Alto. Tiende a neutralizar los excesos de nitrógeno, interviene en la formación de almidón y en la hidrólisis de los azúcares, es necesario para la formación de clorofila, promueve el crecimiento de los tejidos meristemáticos, interviene en la apertura de los estomas, la deficiencia de este hace a la planta vulnerable a enfermedades.
CICE	9,9	La literatura dice que si es <10 es Bajo. La CICE está estrechamente relacionada con la fertilidad del suelo, y depende de la naturaleza y de la cantidad de coloides presentes en el suelo; los suelos que tienen gran cantidad de arcilla y materia orgánica cuentan con mayor capacidad de intercambio catiónico en comparación con los suelos arenosos.

P	43	La literatura dice que si es >30 es Alto. Decisivo para el crecimiento de las plantas, una carencia de este elemento evita que las plantas aprovechen otros nutrientes; este elemento favorece el crecimiento, floración, formación de semillas, desarrollo de raíces y resistencia a ciertas enfermedades.
S	1,2	La literatura dice que si es <3 es Muy Bajo. Una deficiencia de este elemento se manifiesta en el retardo de crecimiento de las plantas que se tornan cloróticas de una manera uniforme, sus troncos son delgados.
Fe	33	La literatura dice que si se está en el rango de 2,5-4,5 se encuentra en nivel crítico en este caso no hay deficiencia. En las plantas la falta de hierro se manifiesta primero en las hojas jóvenes que presenta una clorosis internervial que progresa rápidamente sobre todas las hojas (hojas blancas); la carencia de este elemento perjudica la producción de clorofila, afectando el crecimiento de las plantas.
Mn	37	La literatura dice que si se está en 1,0 se encuentra en nivel crítico en este caso no hay deficiencia. Este elemento es requerido por las plantas en pequeñas cantidades; cualquier exceso en el suelo es toxico para las plantas, causa enrollamiento de las hojas en suelos altamente ácidos.
Cu	1	La literatura dice que si se está en 0,2 se encuentra en nivel crítico en este caso no hay deficiencia. La poca presencia de este elemento se manifiesta de diferentes formas, cambia la coloración de las hojas, se vuelven cloróticas y se enrollan.
Zn	2	La literatura dice que si se está en 0,5 se encuentra en nivel crítico en este caso no hay deficiencia. El Cinc es toxico para las plantas en ciertas cantidades, aunque sean pequeñas; este elemento interviene como activador en enzimas.
B	0,4	La literatura dice que si se está en 0,3 se encuentra en nivel crítico en este caso no hay deficiencia. Se le requiere en cantidades muy pequeñas; la deficiencia del mismo hace que cese el crecimiento del brote terminal, seguido inmediatamente por la muerte de las hojas jóvenes

Fuente: Elaboración propia (Ver apéndice A). Descripción tomada de (Salamanca , 1984)

Para el trabajo de restauración, se contó con un suelo apto para reforestación, pues cuenta

con un porcentaje de materia orgánica media, y sus parámetros de fertilidad y contenido nutricional son pertinentes al realizar la plantación, asegurando un buen porcentaje de crecimiento y desarrollo de plantas.

4.2. Resultados del segundo objetivo específico

4.2.1. Diseño método tres bolillos en la zona de estudio

- Fórmula para determinar el número de individuos

$$N = \frac{325m^2}{3^2} * 0.866 = 32$$

- Mapa de la zona de trabajo para la investigación

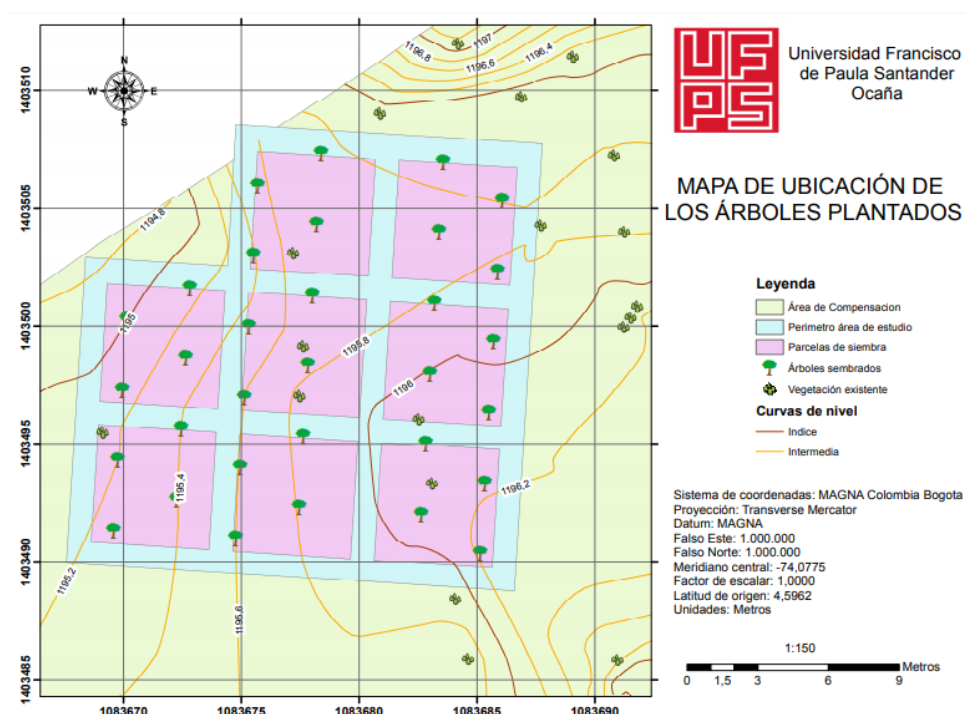


Figura 6. Zona de trabajo para la investigación.

Nota fuente. Autoras del proyecto

4.2.2. Calculo de la cantidad de materia orgánica a suministrar:

$$5\%-3.4\%= 1.6\%$$

$$5\% \longrightarrow 100\%$$



$$\frac{10kg}{1.6\%} = \frac{100\%}{x}$$

$$x=0.160 \text{ kg}$$

Donde:

5%= valor optimo de materia organica.

3.4%= valor obtenido según los analisis de suelo realizados en el area de estudio.

10 kg= valor aproximado de suelo extraido de cada hoyo.

Guiados por lo dicho por (Salamanca , 1984) donde se especifica que el valor optimo de materia organica es 5 para un suelo de clima medio, se determino que el suelo con el que se conto para el trabajo de restauracion necesito un porcentaje extra de materia organica pues el valor obtenido en los analisis de suelo fue de 3.4, faltando un 1.6% lo que equivale a 0,160 kg de materia organica, la cual fue suministrada según el tipo de tratamiento en las parcelas que correspondian.

4.3. Resultados del tercer objetivo específico

4.3.1. Tasa de crecimiento

Estadísticas descriptivas: Control; Labranza mínima; Caprinaza; Bovinaza (sistema con riego)

Variable	N	N*	Porcentaje	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Varianza
Control	4	0	100	15,75	3,45	6,90	47,58
Labranza mínima	4	0	100	17,50	5,68	11,36	129,00
Caprinaza	4	0	100	18,00	4,38	8,76	76,67
Bovinaza	4	0	100	13,25	5,41	10,81	116,92

La media es una medida donde se encuentra el centro de su distribución. Es simplemente la suma de todas las observaciones dividida entre el número de observaciones, los resultados

obtenidos en la tabla anterior evidencian que el tratamiento de caprinaza es quien obtuvo el mayor valor.

ANOVA unidireccional: Control; Labranza mínima; Caprinaza; Bovinaza (sistema con riego)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	55,3	18,4	0,20	0,895
Error	12	1110,5	92,5		
Total	15	1165,8			

S = 9,620 R-cuad. = 4,74% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

				ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
Nivel	N	Media	Desv.Est.	
Control	4	15,750	6,898	(-----*-----)
Labranza mínima	4	17,500	11,358	(-----*-----)
Caprinaza	4	18,000	8,756	(-----*-----)
Bovinaza	4	13,250	10,813	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				7,0 14,0 21,0 28,0

Desv.Est. agrupada = 9,620

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98,83%

Se restó Control a:

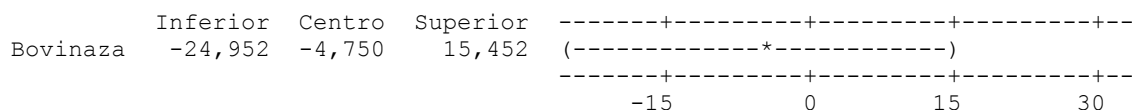
	Inferior	Centro	Superior
Labranza mínima	-18,452	1,750	21,952
Caprinaza	-17,952	2,250	22,452
Bovinaza	-22,702	-2,500	17,702

				-----+-----+-----+-----+-----
Labranza mínima				(-----*-----)
Caprinaza				(-----*-----)
Bovinaza				(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-15 0 15 30

Se restó Labranza mínima a:

				-----+-----+-----+-----+-----
Caprinaza	-19,702	0,500	20,702	(-----*-----)
Bovinaza	-24,452	-4,250	15,952	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-15 0 15 30

Se restó Caprinaza a:



P (regresión logística nominal) indica si una relación observada es o no estadísticamente significativa, si el valor p es menor o igual al nivel α (Un nivel α frecuentemente utilizado es 0.05), la asociación es significativa y usted puede concluir que por lo menos un predictor está asociado significativamente con la respuesta. Si el valor p es mayor que el nivel α , usted puede concluir que no existe asociación significativa y la interpretación concluye. El resultado obtenido de p (0,895) indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos utilizados.

El método de Tukey compara las medias para cada par de niveles de factor utilizando un nivel de significancia por familia (frecuentemente mencionado como nivel de significancia por familia) para controlar la tasa de errores de tipo de I; para su interpretación se dice que si un intervalo no contiene cero, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias correspondientes y si el intervalo sí contiene cero, la diferencia entre las medias no es estadísticamente significativa; según los resultados obtenidos por este método todos los intervalos de confianza de los diferentes tratamientos incluyen cero, lo que indica que las diferencias no son significativas.

Tabla 20.*Tasa de crecimiento con sistema de riego.*

Tasa de crecimiento con sistema de riego	
Control con riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	24,6
Mantequillo	9,6
Guayabo arrayan	10,6
Guayabo agrio	17,3
Promedio	15,525
Labranza mínima con riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	33,2
Mantequillo	18,7
Guayabo arrayan	9
Guayabo agrio	8,6
Promedio	17,375
Caprinaza con riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	29,3
Mantequillo	21
Guayabo arrayan	10
Guayabo agrio	12,2
Promedio	18,125
Bovinaza con riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	16
Mantequillo	26,2
Guayabo arrayan	0
Guayabo agrio	11,2
Promedio	13,35

$$Cp = \frac{15,525 + 17,375 + 18,125 + 13,35}{16} = 4,0234374 \text{ cm/semana}$$

Estadísticas descriptivas: Control; Labranza mínima; Caprinaza; Bovinaza (sin

sistema de riego)

Variable	N	N*	Porcentaje	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Varianza
Control	4	0	100	11,00	1,68	3,37	11,33
Labranza mínima	4	0	100	8,75	3,17	6,34	40,25
Caprinaza	4	0	100	9,00	3,49	6,98	48,67
Bovinaza	4	0	100	14,50	1,04	2,08	4,33

Los resultados obtenidos en la tabla anterior evidencian que el tratamiento de bovinaza es quien obtuvo el mayor valor en cuanto a la media.

ANOVA unidireccional: Control; Labranza mínima; Caprinaza; Bovinaza (sin sistema de riego)

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	84,7	28,2	1,08	0,395
Error	12	313,8	26,1		
Total	15	398,4			

S = 5,113 R-cuad. = 21,25% R-cuad.(ajustado) = 1,57%

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada
Control	4	11,000	3,367	-----+-----+-----+-----+----- (-----*-----)
Labranza mínima	4	8,750	6,344	(-----*-----)
Caprinaza	4	9,000	6,976	(-----*-----)
Bovinaza	4	14,500	2,082	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+----- 5,0 10,0 15,0 20,0

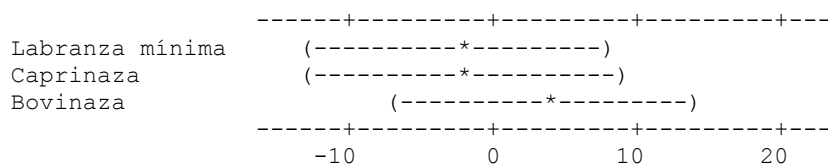
Desv.Est. agrupada = 5,113

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

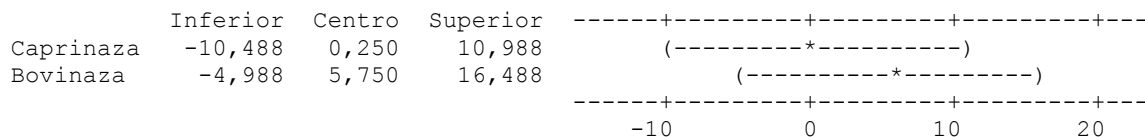
Nivel de confianza individual = 98,83%

Se restó Control a:

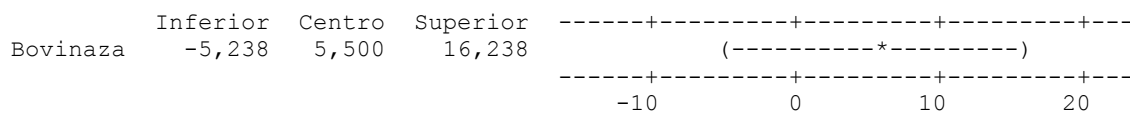
	Inferior	Centro	Superior
Labranza mínima	-12,988	-2,250	8,488
Caprinaza	-12,738	-2,000	8,738
Bovinaza	-7,238	3,500	14,238



Se restó Labranza mínima a:



Se restó Caprinaza a:



El resultado obtenido de p (0,395) indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos utilizados, teniendo en cuenta para esta aserción el valor de referencia 0,05.

Según los resultados obtenidos por el método de Tukey todos los intervalos de confianza de los diferentes tratamientos incluyen cero, lo que indica que las diferencias no son significativas.

Tabla 21.*Tasa de crecimiento sin sistema de riego*

Tasa de crecimiento sin sistema de riego	
Control sin riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	11,8
Mantequillo	15,3
Guayabo arrayan	9,5
Guayabo agrio	7
Promedio	10,9
Labranza mínima sin riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	0
Mantequillo	11
Guayabo arrayan	9
Guayabo agrio	15
Promedio	8,75
Caprinaza sin riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	9
Mantequillo	17
Guayabo arrayan	0
Guayabo agrio	9,7
Promedio	8,925
Bovinaza sin riego	Crecimiento (cm)
Mata ratón	13,8
Mantequillo	15,2
Guayabo arrayan	17,4
Guayabo agrio	12,4
Promedio	14,7

$$Cp = \frac{10,9 + 8,75 + 8,925 + 14,7}{16} = 2,7046875 \text{ cm/semana}$$

Teniendo en cuenta los cálculos obtenidos en la tabla 20 y 21 se hace evidente que en cuanto a la tasa de crecimiento las parcelas con sistema de riego ganaron una mayor altura respecto a las que se encontraban sin sistema riego, puesto el agua es indispensable para la planta porque le ayuda a disolver los diferentes minerales presentes en el suelo, esto contribuye a la realización de la fotosíntesis, que es el proceso por el que la planta fabrica sustancias que son necesarias para su crecimiento y desarrollo.

El tratamiento de mejor rendimiento en cuanto al crecimiento, en el sistema con riego fue la parcela de caprinaza donde se obtuvo un valor de 18,125 cm y en el sistema sin riego el tratamiento que mejor rindió fue bovinaza con 14,7 cm, esto se dio a que el suministro de materia orgánica mejoro la estructura del suelo y con ello aumento la capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes para la planta, que condujo a un mejor desarrollo de la misma. A nivel general, al evaluar las 16 semanas de investigación y los dos sistemas empleados, la ganancia de crecimiento fue mayor en el sistema con riego con un 4,0234374 *cm/semana* en comparación con el sistema sin riego con 2,7046875 *cm/semana*, que conllevo a un dato diferencial de ganancia de 1,3187499 cm.

4.3.2. Índice de área foliar

Tabla 22.

Índice del área foliar con sistema de riego.

SISTEMA CON RIEGO				
SEMANA 1	Índice de área foliar	SEMANA 16	Índice de área foliar	Aumento
Control	0,00001232	Control	0,0002246	0,00021228
Labranza mínima	0,00002312	Labranza mínima	0,0002259	0,00020278
Caprinaza	0,0000526	Caprinaza	0,0002478	0,0001952
Bovinaza	0,00003396	Bovinaza	0,0001741	0,00014014

Total	0,0000305	Total	0,0002181	0,0001876
-------	-----------	-------	-----------	-----------

- Semana 1**

$$IAF = \frac{3,07cm^2 + 5,76cm^2 + 13,13cm^2 + 8,47cm^2}{1000000cm^2} = 0,0000305$$

- Semana 16**

$$IAF = \frac{56,14cm^2 + 56,48cm^2 + 61,94cm^2 + 43,52cm^2}{1000000cm^2} = 0,0002181$$

Tabla 23.

Índice del área foliar sin sistema de riego.

SISTEMA SIN RIEGO				
SEMANA 1	Índice de área foliar	SEMANA 16	Índice de área foliar	Aumento
Control	0,00001192	Control	0,00009156	0,00007964
Labranza mínima	0,00001372	Labranza mínima	0,00009864	0,00008492
Caprinaza	0,0000212	Caprinaza	0,0001073	0,0000861
Bovinaza	0,00004648	Bovinaza	0,0001537	0,00010722
Total	0,00002333	Total	0,0001128	0,00008947

- Semana 1**

$$IAF = \frac{2,98cm^2 + 3,42cm^2 + 5,3cm^2 + 11,61cm^2}{1000000cm^2} = 0,00002333$$

- Semana 16**

$$IAF = \frac{22,89cm^2 + 24,65cm^2 + 26,82cm^2 + 38,39cm^2}{1000000cm^2} = 0,0001128$$

Al comparar los dos sistemas utilizados a lo largo de la investigación se observó que en el sistema con riego, el índice de área foliar aumento un 0,0001876, en comparación a el sistema

sin riego que incrementó un 0,00008947 a lo largo de las 16 semanas de estudio, encontrando una diferencia significativa de 0,00009813 entre los dos sistemas, se apreció que a las plantas ubicadas en el sistema sin riego se tornaban flácidas y sin rebrotes de hojas. En cuanto al tratamiento que mejor resultado obtuvo con sistema de riego fue el de la parcela de control, y en el sistema sin riego, la parcela de bovinaza.

4.3.3. Evaluación del estado sanitario

- **Parcelas con sistema de riego**

$$ES = \frac{15}{15} * 100 = 100\%$$

- **Parcelas sin sistema de riego**

$$ES = \frac{12}{14} * 100 = 85,71429\%$$

Teniendo en cuenta la información recolectada en el último mes de investigación se evidencia que a las parcelas que se les suministro agua tienen un estado sanitario óptimo es decir un 100%, es por esto que se concluye que todas se encontraban sanas y ninguna de ellas fue atacada por plagas y enfermedades, de igual forma hubo un aumento significativo de hojas, en comparación con las parcelas a las que no se les suministraba agua que obtuvieron un 85,71 % en su estado sanitario porque 2 de las plantas murieron y otras fueron atacadas por hormigas.

4.3.4. Estimación del vigor

- **Parcelas con sistema de riego**

$$EV = \frac{15}{15} * 100 = 100\%$$

- **Parcelas sin sistema de riego**

$$EV = \frac{11}{14} * 100 = 78,5714\%$$

Según los datos obtenidos el último mes, el estado de vigor para las parcelas que se encuentran en el sistema de riego, se obtuvo un 100%, todas sus plantas terminaron con un follaje denso, color verde intenso y con amplia cobertura de copa, al contrario de las parcelas que pertenecen al sistema sin riego que su vigor fue de 78,5714%, puesto que dos de los árboles plantados en este sistema murieron a lo largo de la investigación, uno atacado por un hongo y el otro tragado por una yegua, de igual forma uno de ellos muestra un follaje menos denso, color verde seco a amarillento; esto debido a que para las plantas el agua es vital para mantener sus procesos vitales funcionando, si el agua está limitada durante los periodos de crecimiento la división celular de estas se verá afectada lo que conduce a menos hojas, plantas más pequeñas y débiles.

4.3.5. Factores externos involucrados a lo largo de la investigación

La primera semana de plantación se tuvo la pérdida de un individuo (*Myrsianthes leucoxyla*-Guayabo arranyan), en la parcela de bovinaza con sistema de riego, el motivo fue la adaptación no exitosa al nuevo ambiente, se concluye esto porque la planta estaba en un lugar (vivero) donde los rayos del sol no la penetraba y con un riego constante, al pasarla a su nuevo ambiente la planta debe adaptar sus estructuras (raíz, tallo y hojas) para poder obtener del suelo los nutrientes necesarios para sobrevivir.

La tercera semana de plantación un individuo (*Gliricidia sepium*-mata ratón) de la parcela

de labranza mínima sin riego fue atacado por un hongo, para determinar el tipo, se realizó un examen macroscópico y microscópico con una muestra tomada del tallo del afectado, donde se obtiene como resultado la observación de hifas matesas septadas e hifas hialinas aseptadas; en la tención de gram se observan levaduras y cocobacilos gram variables, lo que lleva a la conclusión de que se trata de un hongo *Fusarium oxysporum* y una *Rhizoctonia spp* (ver apéndice E).

La séptima semana un individuo (*Myrsianthes leucoxyla*-Guayabo arranyan) de la parcela de caprinaza sin riego fue comido por una yegua que invadió la zona destinada a compensación (ver apéndice D).

A lo largo de la investigación alguna de las plantas, fueron atacados por plagas (hormigas). (Ver apéndice C)

Conclusiones

La investigación desarrollada, fue llevada a cabo basándonos en los lineamientos del plan nacional de restauración, donde básicamente nos centramos en realizarle un aporte orgánico al suelo para que de esta manera, el mismo recobre su estructura y función; teniendo en cuenta que la información que se conoce sobre bosque seco tropical hoy en día es muy limitada.

Teniendo en cuenta la información recolectada a lo largo de esta investigación se puede concluir que la aplicación al suelo de los diferentes tratamientos utilizados, influyeron de manera favorable al restablecimiento de especies nativas arbóreas y arbustivas en las áreas fragmentadas incluidas en el proyecto del Jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander, cabe resaltar que las parcelas que se encontraban con sistema de riego tuvieron un mayor rendimiento en cuanto a tasa de crecimiento, índice de área foliar, evaluación del estado sanitario y vigor en comparación con las parcelas que se encontraban sin sistema de riego.

Basándonos en los resultados obtenidos durante el proceso de investigación se deduce que en cuanto a la tasa de crecimiento, el tratamiento de caprinaza con sistema de riego, fue el que logro una mayor altura con 18,125 cm durante las 16 semanas de medición, en comparación con los demás tratamientos, por otro lado en el sistema sin riego el tratamiento que logro la mayor altura fue la parcela de bovinaza con 14,7 cm en las 16 semanas.

En cuanto al índice de área foliar el tratamiento con sistema de riego que obtuvo mayor área foliar fue control con 0,00021228, según nuestras observaciones esto se debió a que las 4 plantas establecidas en esa parcela contaban con sombra dada por los arboles adultos existentes

en la misma, por otra parte el sistema sin sistema de riego que obtuvo mayor área foliar fue el tratamiento de bovinaza con 0,00010722.

Y por último en el estado sanitario y vigor se concluye que los tratamientos con sistema de riego tuvieron un 100%, lo que infiere que estos se mantuvieron libre de plagas, sanos y con follaje frondoso, por el contrario las parcelas sin sistema de riego en cuanto a estos parámetros no fueron tan eficientes, ya que fueron atacados a lo largo de la investigación por plagas, manchas en las hojas y disminuyeron su follaje.

Recomendaciones

Es recomendable que al realizar una restauración en el bosque seco tropical se implemente un sistema de riego diario en su etapa de desarrollo.

Se propone que el suelo donde se lleve a cabo la rehabilitación, disponga de una adecuada cantidad de materia orgánica según parámetros óptimos para la fertilidad y prácticas de conservación.

Si el suelo no está dentro del valor óptimo de materia orgánica, se recomienda suministrar el excedente en abono orgánico.

Referencias

- Profesionales de apoyo al jardín Botánico. (2014). Topografía 3D jardín botánico universidad francisco de paula santander.
- Alcaldía de Ocaña - Norte de Santander. (s.f.). *ocana-nortedesantander*. Obtenido de Es la hora de Ocaña: http://ocana-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml#geografia
- Amaya , E., & Villamizar , C. (2016). *Jardín botánico "Jorge Enrique Quintero Arenas"*. Ocaña, Colombia: UFPSO.
- Ambiental. (s.f.). *Lineamientos técnicos cuidado y mantenimiento de árboles de permanencia*. Obtenido de www.idrd.gov.co: <https://www.idrd.gov.co/especificaciones/CAP12AMBIENTAL.pdf>
- Arcila, A. (2006). *Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca Colombia*.
- Autoridad del Canal de Panamá División de Administración Ambiental Sección de Manejo de Cuenca. (Noviembre de 2006). *Manual de Reforestación*. Obtenido de micanaldepanama: <http://www.micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/manual-de-reforestacion-vol1.pdf>
- Bello , C. (Diciembre de 2008). *Respuesta de la bovina a inoculaciones microbianas*. Obtenido de file:///D:/Downloads: file:///D:/Downloads/60-212-1-PB.pdf
- Carrillo, F. (2012). *Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del cerro tasajero, san José de Cucuta, Norte de Santander*.
- Damasco, A. (Junio de 2010). *scIELO-Boletín de la Sociedad Argentina Botánica-Revegetación de áreas degradadas con especies nativas*. Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de Scientific Electronic Library Online :

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722010000100011

Dimas , J., Diaz , A., Martinez , E., & Valdez, R. (2001). *Abonos Organicos Y Su Efecto En Propiedades Fisicas Y Quimicas Del Suelo Y Rendimiento Del Maiz.*

Echarri, L. (2007). *Población, ecología y medio ambiente*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca.

Escobar , J. (20 de Septiembre de 2016). *La reforestación en Colombia: Incluyente y moderna.*

Obtenido de [agronegocios.uniandes.edu.co:](https://agronegocios.uniandes.edu.co/)
<https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/09/20/la-reforestacion-en-colombia-incluyente-y-moderna/>

Etter, A. (1993). *En nuestra diversidad biotica* .

Fajardo, L. (2013). *Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao*. Macano: Journal of Arid Evironmets.

Franco , J., & Carcamo , J. (2016). *Evaluacion de la eficiencia de un reactor de electrocoagulacion a escala piloto para la remocion de algunos parametros fisicoquimicos y microbiologicos presentes en las aguas residuales*. Ocaña.

Fundación Estación Biológica Bachaqueros, Salamanca , B., & Camargo , G. (s.f.). *Protocolo Distrital de la secretaria de ambiente*. Santa Fe, Bogota, Colombia.

Garcia, A. (2011). *Seleccion de plantas para el control de la erosion hidrica en Costa Rica mediante la metodologia de criterio de expertos*.

Gentry, A. (1995). *Diversity and floristic composition of neotropical dry forests*.

Gerencia de Reforestación de la Coordinación General de Conservación y Restauración de la Comisión Nacional Forestal. (Noviembre de 2010). *Prácticas de reforestación*. Mexico .
 Obtenido de [confor:](http://confor.org.co/)

http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF

Gutierrez , N. (Junio de 2012). *Estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento des bosque altoAndino del parque forestal Embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia* . Obtenido de repository.javeriana.edu.co:
<https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/12452/GutierrezMoralesNicolas2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernandez , R. (Agosto de 2016). *La restauración ecológica como estrategia de construcción social en la Vereda Chipauta, Municipio de Guaduas, Cundinamarca* . Obtenido de
<http://repository.udistrital.edu.co:>
http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3266/1/restauraci%C3%B3n_ecol%C3%B3gica_como_estrategia_de_construcci%C3%B3n%20social.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigacion* . Obtenido de www.esup.edu.pe:
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernandez, L. (2012). *Control del parasitismo gastrointestinal y problemas reproductivos en ovinos y caprinos*. Obtenido de <http://www.ica.gov.co>:
<http://www.ica.gov.co/getattachment/e26081e9-c5a1-4a13-8448-eca5a34ed1b6/-nbspc;Control-de-parasitismo-gastrointestinal-y-pr.aspx>

Hobbs, R. (1996). *Towards a conceptual framwork for restoration ecology*.

IAVH. (1998). *El Bosque seco tropical en Colombia*. Bogota: Grupo de Exploraciones y monitoreo ambiental GEMA.

IAVH. (1998). *El bosque seco tropical en Colombia* . Obtenido de <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>

IAVH. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogota.

IAVH. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Obtenido de www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4840222

IAVH. (s.f.). *Restauración ecológica*. Obtenido de www.humboldt.org.co: <http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/635-restauracion-eco>

Instituto Alexander Von Humboldt {IAVH}. (1998). *Bosque seco tropical El bosque Seco Tropical En Colombia* . Obtenido de <http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>

Janzen, D. (1988). *Tropical ecological and biocultural restoration Science*. Washington: USA.

Makey , B. (s.f.). *La integridad ecológica: Un compromiso hacia la vida en la Tierra*. Obtenido de <http://earthcharter.org>: <http://earthcharter.org/virtual-library2/images/uploads/Mackey.pdf>

Martinez , E. (2003). *Materia Organica*. La Habana, Cuba.

Matinez , M., & García , X. (Junio de 2007). *Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas* . Obtenido de <http://www.redalyc.org>: <http://www.redalyc.org/pdf/577/57708008.pdf>

Mendoza , H. (2010). *Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia*. Obtenido de bdigital.unal.edu.co Repositorio Institucional : <http://www.bdigital.unal.edu.co/21199/1/17503-55732-1-PB.pdf>

Minambiente. (Agosto de 2012). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de*

- biodiversidad*. Obtenido de minambiente:
http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/gestion_en_biodiversidad/180912_manual_compensaciones.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible {MINAMBIENTE}. (2015). *Plan Nacional de Restauración*. Bogota.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS. (2015). *Resolución 0631*. Bogotá D.C: MINAMBIENTE.
- Mooney, H. (2001). *Medina Introduction*.
- Morera, A. (2003). *Efecto de la reforestación con especies nativas sobre la recuperación de bosques secos en Costa Rica*. Obtenido de <http://www.fao.org>:
<http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0279-B3.HTM>
- Murcia , C., & Guariguata , M. (Marzo de 2014). *La restauración Ecológica en Colombia*. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de Center for International Forestry Research:
http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- Navas, A. (1995). *Manejo y conservacion de suelos en Colombia*. Corpoica.
- Ñustez , C., Segura , M., & Santos , C. (2010). *Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (Solanum tuberosum L.) en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia)*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co>:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n1/a04v63n01.pdf>
- Oliveira, F. (2009). *Woody Plant Diversity, Evolution and Ecology in the tropics*.
- Pennington, R. (2000). *Neotropical seasonally dry forest and Quaternary vegetation changes*.
- Peña , J. (2003). *Guia Metodologica de restauración de ecosistemas a partir del manejo de la*

vegetación. Bogota.

Perilla, M. S. (25 de septiembre de 2014). UFPS Ocaña tendrá Jardín Botánico.

Periódico El Campesino. (20 de Agosto de 2015). *La importancia de reforestar*. Obtenido de elcampesino: <http://www.elcampesino.co/la-importancia-de-reforestar/>

Prociandino . (MAYO de 1995). *La erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en la Subregión Andina*. Obtenido de

books.google.com.co/books?id=ULnrXure4FsC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=El+suelo+es+uno+de+los+recursos+naturales+m%C3%A1s+valiosos+con+que+cuenta+un+pa%C3%ADs+para+su+desarrollo+econ%C3%B3mico+y+social+de+sus+caracter%C3%ADsticas+y+adecuadas+pr%C3%A1cticas+d:

<https://books.google.com.co/books?id=ULnrXure4FsC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=El+suelo+es+uno+de+los+recursos+naturales+m%C3%A1s+valiosos+con+que+cuenta+un+pa%C3%ADs+para+su+desarrollo+econ%C3%B3mico+y+social+de+sus+caracter%C3%ADsticas+y+adecuadas+pr%C3%A1cticas+d>

Reyes , S., & Vargas , O. (2011). *La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica*. Obtenido de ciencias.una:

http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf

Salamanca , R. (1984). *Suelos y fertilizantes* . Bogota: Usta .

Salazar , W. (2015). *Recuperación ecológica en tres kilómetros de la parte alta de la subcuenca san Pedro en el municipio de Curumani- Cesar, Colombia* . Obtenido de <file:///D:/Downloads/27887.pdf>: <file:///D:/Downloads/27887.pdf>

Sanchez, O., Peters, E., Marquez , R., Vega, E., Portales , G., Valdez , M., & Azuara, D. (Septiembre de 2003). *Temas sobre restauracion ecologica*. Obtenido de books.google.com.co:

https://books.google.com.co/books?id=7oZix0puXbgC&pg=PA159&lpg=PA159&dq=simposio+en+el+Arboretum+de+la+Universidad+de+Wisconsin+en+1985&source=bl&ots=ZR76uYMzXN&sig=tMKcXN-1iFpcOaoI4VmoGdG_5yI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwipzrfH5bHV AhXC6CYKHcO2C4sQ6AEIJzAA#v=one

Universidad Francisco de Paula Santander {UFPSO}. (9 de octubre de 1995). *Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña Colombia*. Obtenido de <https://ufpso.edu.co>: <https://ufpso.edu.co/ofertaufpso/ia>

Universidad Francisco de Paula Santander, seccional Ocaña. (10 de Julio de 2013). *Campus Universitario*. Obtenido de Ubicación Geoespacial: <https://ufpso.edu.co/Campus-Universitario>

Universidad Nacional de Colombia. (2010). *EXPERIMENTOS EN FISIOLOGÍA VEGETAL*. Bogota: Copyright.

Valencia, J. (2012). *Dinamica de la vegetacion en un enclave semiarido del Rio Chicamocha Colombia*.

Vanegas , H. (2014). *Modelo de restauración se áreas degradadas por minería en el Bagre-Antioquia* . Obtenido de Repositorio institucional : <http://www.bdigital.unal.edu.co/39657/1/15513921.2014.pdf>

Vargas , O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque Altoandino*. Obtenido de <http://www.ciencias.unal.edu.co>:

http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf

Vargas, F. (2004). *Recuperacion de suelos degradados en el marco del DL*. Segunda Edicion.

Velásquez, J. (Septiembre de 2015). *Protocolo de Restauración Ecológica para Zonas de Alta Montaña en la Región Norte de los Andes Colombianos*. Obtenido de helvia.uco.es:
<http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/12985/2015000001197.pdf?sequence=>

Apéndices

Apéndice A. Resultados del análisis de suelo realizado en la Universidad Nacional de Medellín

Identificación		<u>Análisis de Suelos</u>										Reporte No. 51054												
	Nombre	UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE PAULA										Municipio	Ocaña (Norte de Santander)											
	Nit o C.C.	SANTANDER - OCAÑA 800163130-0										Vereda	El Rhin											
	Dirección											Finca	U F P S O											
	Telefono	300 857 51 36										Área	.5 Ha.											
	Fax											Profundidad	20 cms.											
	Email	quinteroremigio@hotmail.com/geoquin46@gm																						
F. Recibo		05-OCT-17																						
Código	Identificación en el campo	Textura				pH	C.E.	M.O.	Al	Ca	Mg	K	Na	CICE	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	N-NO3	N-NH4	N
		A%	L%	Ar%	Clase	dSm-1	%	cmolc kg⁻¹						mg kg⁻¹										%
SP32414		66	18	16	FA	6.3		3.4	-	7.5	1.9	0.49		9.9	43	1.2	33	37	1	2	0.4	4	22	
Observaciones																								
Métodos Textura : Bouyoucos; pH : Agua (1:1); Conductividad eléctrica: Extracto de saturación; Materia orgánica: Walkley Black; Al : KCl 1M; Ca, Mg, K, Na : Acetato de amonio 1M; CICE : Suma de cationes de cambio; S : Fosfato monocálcico 0.008M; Fe, Mn, Cu, Zn : Olsen - EDTA; B : Agua caliente; NO3 : Sulfato de aluminio 0.025M; NH4 : KCl 1M; P : Bray II. Tener en cuenta: N.D.=No detectable N.A.=No aplica Para las unidades considere: dSm-1 =mmho cm-1 cmolc kg-1 =meq/100 g suelo ppm =mg kg-1 Revisión Agronómica																								

Apéndice B. Evidencia Fotográfica

Fotos de las labores realizadas durante la investigación



Foto 1: Área de trabajo delimitada por parcelas

Foto: autores



Foto 2: Día de preparación del terreno antes de la plantación. De izquierda a derecha Tania lázaro, Jhon salvador Arévalo, Sara Santiago.

Foto: autores



Foto 3: Día de preparación del terreno antes de la plantación, Ahoyado en la zona de trabajo.

Foto: autores



Foto 4: Día de la plantación, *Psidium friedrichsthalianum*; parcela de control con sistema de riego

Foto: autores



Foto 5: Planteo a *Myrsine guianensis*, parcela de caprinaza sin sistema de riego
Foto: autores



Foto 6: Enriquecimiento de materia orgánica- caprinaza, a un *Myrsine guianensis*, parcela de caprinaza sin sistema de riego
Foto: autores



Foto 7: Enriquecimiento de materia orgánica- bovinaza, a un *Psidium friedrichsthalianum* ; parcela de bovinaza con sistema de riego

Foto: autores



Foto 8: Riego manual en la parcela de control con sistema de riego; *Myrsianthes leucoxylla*

Foto: autores



Foto 9: Riego manual, parcela de bovinaza con sistema de riego; a *Myrsine guianensis*
Foto: autores



Foto 10: Riego manual, parcela de bovinaza con sistema de riego; a *Psidium friedrichsthalianum*
Fotos: autores



Foto 11: Riego manual, parcela de labranza mínima con sistema de riego; a *Gliciria sepium*
Foto: autores



Foto 12: Toma de mediciones a *Psidium friedrichsthalianum*, parcela caprinaza con sistema de riego
Foto: autores



Foto 13: Toma de mediciones, parcela de control sin sistema de riego a *Gliciria sepium*
Foto: autores



Foto 14: Limpieza del área de trabajo, para evitar competencia entre las especies plantadas; operario de máquinas de la ufpso
Foto: autores



Foto 15: Limpieza del área de trabajo, para evitar competencia entre las especies plantadas; operario de máquinas de la ufpso

Foto: autores

Apéndice C. Nido de hormigas que ataco a las plantas.



Hormiguero encontrado cerca del área de trabajo, el cual ataco a varias especies plantadas
Foto: autores

Apéndice D. Evidencia de la yegua encontrada en el área de trabajo.



Foto 1: Huellas de yegua, encontradas dentro del área de trabajo

Foto: autores



Foto 2: Yegua en alrededores del área de compensación ambiental

Foto: autores



Foto 3: Estiércol de yegua, encontrada dentro del área de trabajo, parcela de caprinaza sin sistema de riego.

Foto: autores

Apéndice E. Evidencia fotográfica del hongo que ataco al mata ratón.

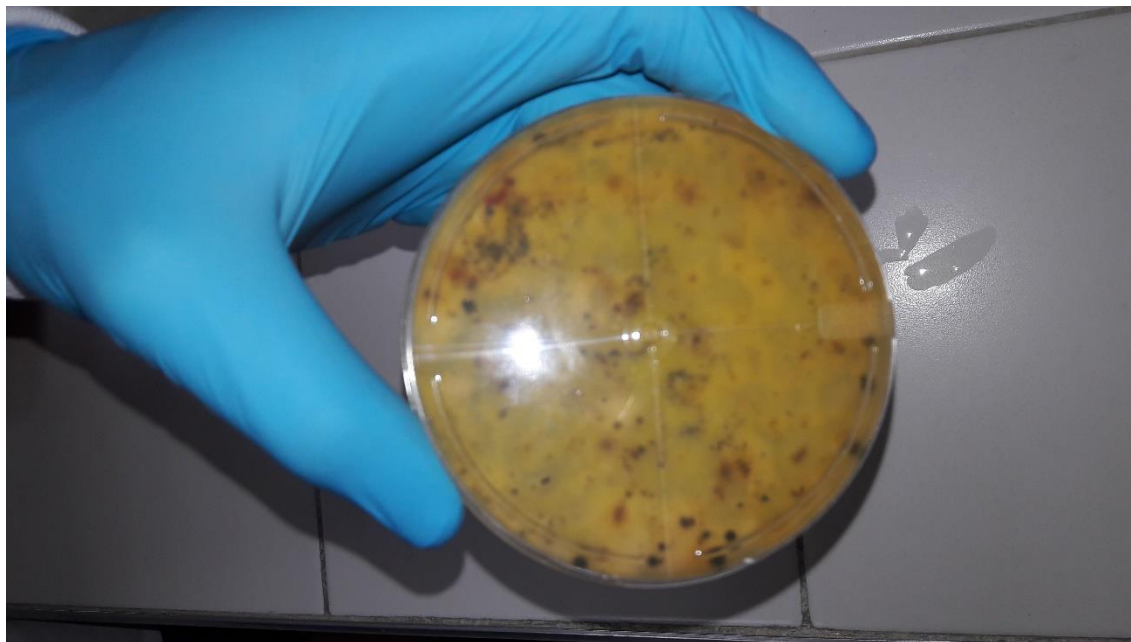


Foto 1: Cultivo de hongos, para establecer la especie, laboratorio de biología ufpso
Foto: autores

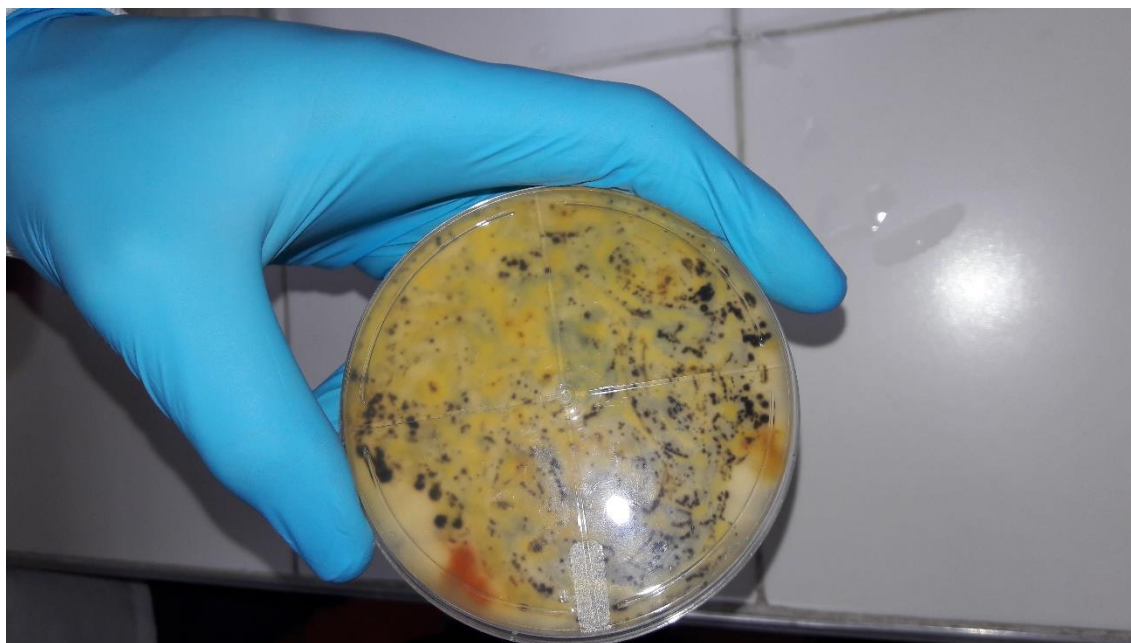


Foto 2: Cultivo de hongos, examen macroscópico para establecer la especie, laboratorio de biología ufpso
Foto: autores



Foto 3: Hongo visto en el microscopio, examen microscópico; laboratorio de biología ufpso
Foto: autores

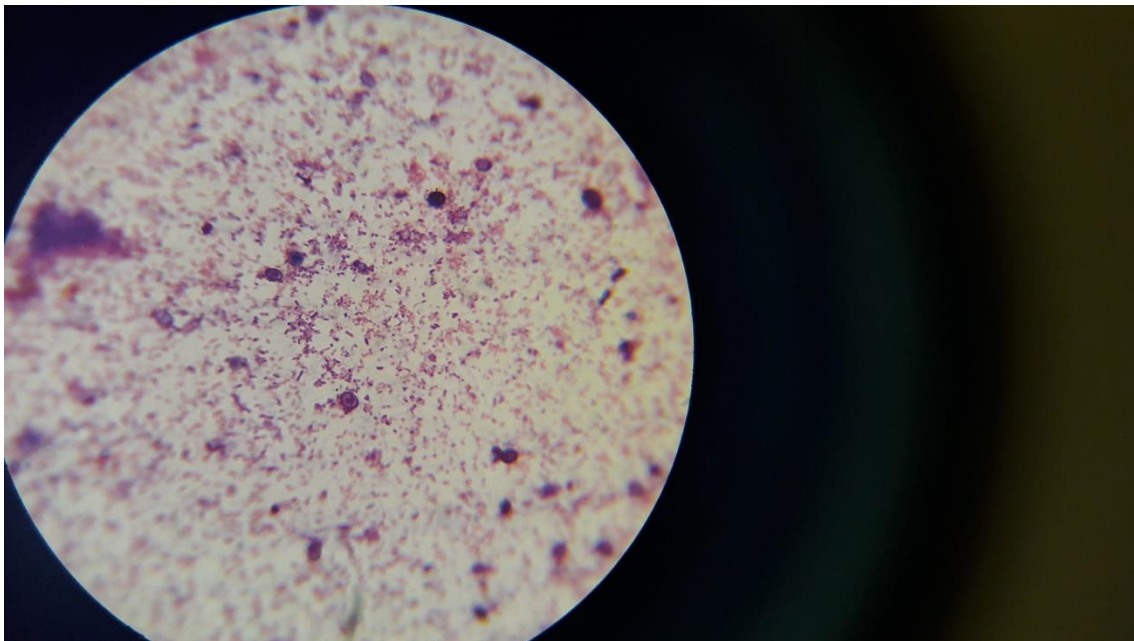


Foto 4: Hongo visto en el microscopio, examen microscópico; laboratorio de biología ufpso
Foto: autores



Foto 5: Hongo visto en el microscopio, examen microscópico; laboratorio de biología ufpso
Foto: autores