

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(116)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JUAN LUIS GUERRA PERALTA
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL
DIRECTOR	JUAN CARLOS HERNANDEZ CRIADO
TÍTULO DE LA TESIS	SUPERVISION Y CONTROL EN LOS PROCESOS DE REVEGETACION Y REFORESTACIÓN DE AREAS INTERVENIDAS EN LA MINA PRIBBENOW MUNICIPIO DE LA LOMA CESAR

RESUMEN (70 alabras aproximadamente)

ESTE PROYECTO SE BASA EN LA SUPERVISION Y CONTROL EN LOS PROCESOS DE REVEGETACION Y REFORESTACION QUE EMPEZO DURANTE LA DÉCADA DE 1980, DRUMMOND ADQUIERE LOS DERECHOS MINEROS DE IMPORTANTES RESERVAS DE CARBÓN EN EL NORTE DE COLOMBIA, CERCA DE LA LOMA, CESAR, E INICIA SU EXPLOTACIÓN A MEDIADOS DE LA DÉCADA DE 1990. LA OPERACIÓN MINERA EN COLOMBIA DE LA MULTINACIONAL DRUMMOND INCLUYE LAS MINAS A CIELO ABIERTO PRIBBENOW Y EL DESCANSO, UBICADAS EN LA CUENCA DE CARBÓN DEL CESAR.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 117	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 01
---------------------	----------------	-----------------------	-------------------



**SUPERVISION Y CONTROL EN LOS PROCESOS DE REVEGETACION Y
REFORESTACIÓN DE AREAS INTERVENIDAS EN LA MINA PRIBBENOW
MUNICIPIO DE LA LOMA CESAR**

**Autor
JUAN LUIS GUERRA PERALTA**

**Plan de trabajo de pasantías presentado como requisito para optar el título de
Ingeniero ambiental**

**Director
JUAN CARLOS HERNANDEZ CRIADO
Ingeniero Ambiental**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Ocaña, Colombia

Julio, 2017

Agradecimientos

A la empresa semillas y pastos de la costa por brindarme las herramientas necesarias para crecer como profesional, a la señorita KELLY PEREZ por la oportunidad que me brindó y por todas las enseñanzas, al señor FRAY OROZCO por sus consejos y por la confianza depositada en mí. Al señor ALVARO CASTILLEJO y su familia por el apoyo y su espíritu de colaboración.

Muchas gracias por aportar su grano de arena.

Dedicatoria

Quiero dedicarle este logro primero a Dios que me permitió vivir cada día de este proceso y alcanzar tan anhelada meta, a mis padres JOSE LUIS GUERRA Y JADIELA PERALTA quienes fueron mi motor en este tiempo, el motivo para esforzarme cada día, brindándome su apoyo y confianza, a mi hermano JOSE MANUEL GUERRA, que es mi ejemplo a seguir, quien me aconsejo y siempre me brindo su ayuda, a mi novia YOISMAR CASTILLEJO que me acompañó en los momentos más difíciles dándome una voz de aliento y en los momentos buenos compartiendo mi felicidad

Y finalmente a mi querida abuela que está en el cielo y toda mi familia y amigos que aportaron su grano de arena para alcanzar este logro que sé que es motivo de orgullo para ustedes

Índice

Capitulo 1. Supervision y control en los procesos de revegetacion y reforestación de areas intervenidas en la mina pribbenow municipio de la loma cesar	10
1.1 Descripción de la empresa semillas y pastos de la costa SEMIPAC	10
1.1.1 Misión.	10
1.1.2 Visión.....	11
1.1.3 Objetivos de la empresa.....	11
1.2 Funciones generales de la empresa	12
1.2.1 Descripción de la estructura organizacional (provisional ya que se encuentra en proceso de actualización).	13
1.3 Estructura organizacional de la empresa semillas y pastos de la costa s.a.s.....	13
1.3.1 Descripción de la dependencia asignada.	14
1.4 Diagnóstico Inicial De La Dependencia En La Cual Fui Asignado.....	15
1.4.1 Planteamiento del problema.	16
1.5 Objetivos de la pasantía.....	18
1.5.1 Objetivo general:	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
1.6 Descripción de las actividades a desarrollan en las pasantías	19
 Capitulo 2. Enfoque referencial	 20
2.1 Enfoque Conceptual.	20
2.2 Enfoque legal:.....	29
 Capitulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	 32
3.1 Presentación de resultados.....	32
3.1.1 Identificación y diagnóstico de las áreas a trabajar mediante visitas de campo.	32
3.1.2 Georreferenciación y descripción de los centros de trabajo.	38
3.2 Metodología.....	46
3.2.1 Descripción de actividades de Bioingeniería.....	46
3.2.2 Inventario de semillas.....	54
3.2.3 Actividades de Monitoreo.	66
 Capitulo 4. Diagnostico final	 107
 Conclusiones	 109
 Recomendaciones	 111
 Referencias.....	 112

Lista de fotografías

Fotografía 1. Muestreo en campo del tipo de suelo.	36
Fotografía 2 hidrosiembra proyecto san antonio.	51
Fotografía 3. Dispersion de semilla al voleo.	51
Fotografía 4. Transporte de heno.....	52
Fotografía 5. Esparcimiento de heno mecánicamente.	53
Fotografía 6. Esparcimiento de heno manualmente.	53
Fotografía 7. Medición de crecimiento de especies.	72
Fotografía 8. Monitoreo en parcelas.....	77
Fotografía 9. Presencia de microfauna.	78
Fotografía 10. Presencia de microfauna.	78
Fotografía 11. Presencia de reptiles.....	79
Fotografía 12. Especies pioneras de sucesión secundaria.	80
Fotografía 13. Especies pioneras de sucesión secundaria.	81
Fotografía 14. Especies de árboles nativos.....	81
Fotografía 15. Semillas recolectadas en el proyecto san antonio.....	84
Fotografía 16. Ubicación del vivero forestal.	85
Fotografía 17. Camas de germinacion.....	86
Fotografía 18. Area de llenado de bolsas.	87
Fotografía 19. Area de poli sombra.	87
Fotografía 20. Áreas de asoleado.	88
Fotografía 21 y 22. Actividades de riego y limpieza del vivero forestal.	89
Fotografía 23. Siembra de árboles polígono 17.	99
Fotografía 24. Fotografía inicial polígono 4.....	104
Fotografía 25. Fotografía final polígono 4	104
Fotografía 26. Fotografía inicial polígono 21.....	105
Fotografía 27. Fotografía final polígono 21	105
Fotografía 28. Fotografía inicial polígono 17.....	106
Fotografía 29fotografía final polígono 17	106
Fotografía 30. Fotografía inicial polígono 15.....	107
Fotografía 31. Fotografía final polígono 15.	107
Fotografía 32. Fotografía inicial desviacion rio san antonio.....	108
Fotografía 33. Fotografía final desviación rio san antonio.....	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz DOFA.	13
Tabla 2. Descripción de las actividades a desarrollar en las pasantías.	17
Tabla 3. Reporte de precipitaciones en el municipio de la Loma Cesar.	31
Tabla 5. Fichas técnicas de semillas utilizadas en el proyecto de revegetación.	53
Tabla 6. Inventario de semillas proyecto de revegetación	63
Tabla 7. Crecimiento de especies en Centímetros por semana.	65
Tabla 8. Cantidad de especies por parcela trabajada.	71
Tabla 9. Distancias de método 3 bolillos.	89
Tabla 10. Inventario de árboles para restauración,	90
Tabla 11. Cantidad de árboles para reforestación.	98

Capítulo 1. Supervisión y control en los procesos de revegetación y reforestación de áreas intervenidas en la mina pribbenow municipio de la Loma Cesar

1.1 Descripción de la empresa semillas y pastos de la costa SEMIPAC

Semillas y Pastos De La Costa S.A.S es una empresa distribuidora de productos agrícolas, también ofrece servicios de reforestación y obras civiles y de arquitectura. Nuestra empresa está comprometida con sus clientes a prestar un excelente servicio y calidad en sus productos, garantizando la legalidad de los mismos; buscando satisfacer sus necesidades y expectativas dentro del marco del Sistema de Gestión de Calidad y el mejoramiento. Además contribuir en el desarrollo de las poblaciones con aporte en el trabajo y utilización de mano de obra que mejoren la calidad de vida y desarrollo económico de la región, y haciendo parte de las empresas con responsabilidad social y ambiental del país.

1.1.1 **Misión.** Estudiar las necesidades de los tipos de suelo de nuestra región para establecer qué clase de pastos se deben sembrar y así obtener una clasificación de las necesidades del mercado. Además nuestra empresa busca instaurar relaciones comerciales con Brasil para el advenimiento de las mejores semillas producidas en dicho país en nuestros suelos.

En cuanto al desarrollo sostenible del país buscamos hacer parte de los proyectos que contribuyan a este mejorando la calidad de vida de las personas de la región, y construyendo al mantenimiento de las áreas rurales, al progreso ambiental que tanto hace falta para que podamos

mantener un mundo mejor, ir de la mano del desarrollo económico sin dejar a un lado la parte ambiental que en estos momentos es de vital importancia.

Al lograr ser la primera empresa importadora de semillas certificada de la costa lograremos establecer una relación comercial que al ser constante lograra reducir costos en cuanto al transporte y fletes de acuerdo a las políticas comerciales que se implanten para la reducción de estos, lo que permitirá que el valor de la semilla disminuya y así las PYMES ganaderas y agricultoras podrán obtener un excelente producto a un menor precio, que les permitirá establecer potreros con los mejores pastos que a su vez repercutirán en el desarrollo de la ganadería regional.

1.1.2 Visión. Semillas Y Pastos De La Costa S.A.S busca ser la primera empresa importadora de semillas de pasto certificada de la costa y del país, así lograr comercializar las mejores semillas, generando empleo y contribuyendo al desarrollo de la agricultura y la ganadería poniendo al servicio de ganaderos y campesinos un excelente producto en el que puedan confiar con seguridad de su calidad y buenos precios. Siempre con la visión de mejorar constantemente y ser pioneros en el mercado en calidad, servicio y confianza a nuestros clientes y además ser fuente de contribución al desarrollo social y sostenible del país.

1.1.3 Objetivos de la empresa.

Prestar servicios de restauración de ecosistemas intervenidos por el hombre, con el fin de mejorar la estética paisajística y la calidad ambiental de los sectores intervenidos.

Satisfacer necesidades y expectativas de los clientes dentro del marco del sistema de gestión de calidad y el mejoramiento continuo.

Prestar servicios en obras civiles y arquitectura, con resultados confiables, oportunos y garantizados.

Mejorar continuamente nuestros procesos en la prestación de servicios de reforestación, obras civiles y arquitectura, garantizando así el crecimiento y desarrollo de nuestra empresa.

1.2 Funciones generales de la empresa

Semillas Y Pastos de la Costa S.A.S es una empresa prestadora de servicios como:

Distribución de semillas (pasto y arboles): dentro de las semillas de pasto encontramos Tanzania, Mombaza, Angleton, Brachiarias (decumbens, marandu, brizata, humidicola, dictoneutra) Guinea, Quicullo, Maiz, Pasto Heno. Dentro de los arboles encontramos maderables y frutales de todas las especies, al igual que sales mineralizadas (4, 6, 8, 11%).

Reforestación: ofrecemos servicios de reforestación a base de abono 100% orgánico, bajo planificación y evaluación de proyectos de reforestación, mantenimiento para garantizar el adecuado y sostenible crecimiento de los arboles durante el periodo establecido por la ejecución del proyecto.

Para nuestra empresa es importante contribuir en la renovación y aprovechamiento forestal de la sociedad apoyando al desarrollo sostenible forestal de la región a través de la ejecución de proyectos de conservación y protección de áreas estratégicas en todo el territorio nacional, además contribuir en el desarrollo de las poblaciones con aporte en trabajo y utilización de mano de obra que mejore la calidad de vida y desarrollo económico de la región, y haciendo parte de las empresas con responsabilidad social y ambiental del país.

- ✓ Obras civiles y arquitectura, suministro de personal y recolección de residuos.
- ✓ Servicio de jardinería, recolección de basuras, clasificación y reciclaje.

- ✓ Servicio de alquiler de maquinaria pesada (pajaritas, carro tanques, tractores).

1.2.1 Descripción de la estructura organizacional El organigrama funcional de la empresa Semillas y Pastos de la Costa S.A.S se encuentra compuesta por una serie de dependencias las cuales están conformadas por la junta directiva como primer órgano de dirección de la empresa, luego encontramos la gerencia general, la cual se articula con el asistente de gerencia y los asesores legales, además encontramos 3 órganos de apoyo como lo son coordinación de recursos humanos, coordinación de seguridad y salud en el trabajo y coordinación ambiental, que es donde se realizaran las pasantías desarrollando la labor de gestor ambiental, luego encontramos al jefe de operaciones y a los empleados.

1.3 Estructura organizacional de la empresa semillas y pastos de la COSTA S.A.S



Fotografía 1. Estructura organizacional de la empresa. Fuente. COSTA S.A.S

1.3.1 **Descripción de la dependencia asignada.** Las pasantías se realizaron en la empresa Semillas y Pastos de la Costa S.A.S, la dependencia de coordinación ambiental.

Esta dependencia se encarga de los asuntos ambientales que se encuentren relacionados con la empresa, dándole manejo a los residuos generados en las actividades de revegetación y reforestación, de igual manera se encarga de realizar los monitoreos y los análisis de la evolución de las áreas revegetalizadas, con la finalidad de llevar un control y de generar información útil para la toma de decisiones por parte de Drummond Ltd. Dentro de esta área de la empresa se brindó el apoyo necesario para el desarrollo del proyecto universitario bajo la modalidad de pasantías que lleva por título **“SUPERVISION Y CONTROL EN LOS PROCESOS DE REVEGETALIZACION Y REFORESTACIÓN DE AREAS INTERVENIDAS EN LA MINA PRIBBENOW MUNICIPIO DE LA LOMA CESAR”**.

1.4 Diagnóstico Inicial De La Dependencia En La Cual Fui Asignado.

Para el presente diagnostico se realizó una matriz DOFA la cual nos permite analizar lo siguiente:

Tabla 1.
Matriz DOFA.

	DEBILIDADES	FORTALEZAS
AMBIENTE INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> • Falencias en los medios de información vía web y líneas de atención al cliente. • Escases de personal de apoyo para las actividades de monitoreo en las áreas trabajadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos técnicos y administrativos de calidad. • Personal capacitado para realizar las actividades en la prestación de sus servicios. • Buena calidad en cuanto al producto final. • Proactividad en la gestión. • Experiencia y conocimiento en la prestación de servicios de revegetación. • Empresa idónea para crecer como profesional y para enriquecer nuestro conocimientos.
AMBIENTE EXTERNO		
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS FO
<ul style="list-style-type: none"> • Tendencia de crecimiento dentro del mercado laboral. • Mejora de la imagen de la empresa dentro del mercado laboral teniendo en cuenta los resultados obtenidos dentro del proyecto de revegetación de áreas mineras en Drummond Ltd. • Necesidad de los productos de reforestación dentro del sector minero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento en la utilización de medios publicitarios y líneas de atención al cliente para crecer en el mercado laboral. • incorporación de nuevo personal humano capacitado para satisfacer las necesidades de los clientes y crecer dentro del mercado laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar el buen desempeño de la empresa para aumentar la demanda de los productos en el mercado. • Aprovechar la competitividad del personal y la buena gestión empresarial para crecer como empresa y adquirir mayor prestigio y competitividad. • aprovechamiento de la experiencia en incorporación

		de personal universitario para incursionar en el campo de la capacitación y del fortalecimiento del conocimiento profesional.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS DA	ESTRATEGIAS FA
<ul style="list-style-type: none"> • poca disponibilidad de apoyo en las actividades de recolección de datos de las áreas trabajadas. • Ocurrencia de fenómenos naturales de manera intensa como el de la niña o el del niño. • Competencia laboral con otras empresas que brinden servicios de revegetación y reforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar visitas a diferentes empresas con el fin de promocionar los servicios que se están brindando. • Establecer estrategias de operación que permitan que los fenómenos naturales no afecten las actividades de reforestación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer alianzas estratégicas para aumentar la demanda de los servicios prestados, basándonos en una buena gestión y calidad de nuestros productos. • Diseñar metodologías de operación adecuadas para afrontar las temporadas críticas mediante nuestro personal capacitado.

Fuente: pasante del proyecto

1.4.1 **Planteamiento del problema.** Durante la década de 1980, Drummond adquiere los derechos mineros de importantes reservas de carbón en el norte de Colombia, cerca de La Loma, Cesar, e inicia su explotación a mediados de la década de 1990. La operación minera en Colombia de la multinacional Drummond incluye las minas a cielo abierto Pribbenow y El Descanso, ubicadas en la cuenca de carbón del Cesar. En la actualidad cuenta con reservas de aproximadamente 2 mil millones de toneladas de carbón en los proyectos presentes dentro de los municipios de La Loma, El Descanso, Rincón Hondo, Similoa y Cerrolargo; los dos primeros en explotación y los tres últimos se encuentran en el proceso de licenciamiento ambiental. (Fuente Drummond LTD)

Para nadie es un secreto que las explotaciones mineras de cualquier tipo generan infinidad de impactos ambientales los cuales traen consecuencias sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente que es el más afectado de manera directa. Impactos sobre el aire, el recurso

hídrico y el suelo son los que en primera instancia sufre el medio ambiente, causando pérdida en la calidad del aire, contaminación y agotamiento del recurso hídrico, y por último y quizá el impacto más notorio y por el cual se prenden las alarmas es la desertificación y erosión del suelo, ya que este tipo de actividades obligan a la remoción de la cobertura vegetal, pérdida de los estratos arbustivos y arbóreos y al desplazamiento de especies nativas de fauna y flora.

De esta manera nace el proyecto de revegetación y forestación en las áreas definidas para el manejo de esteriles dentro de las actividades mineras, las cuales generan una modificación en el paisaje y en el ecosistema, ya que estos impiden que se lleven a cabo los procesos de sucesión secundaria, presentado suelos pobres en nutrientes que dificultan el establecimiento de cobertura vegetal.

De lo anterior entonces se propone llevar a cabo una supervisión y control en los procesos de reforestación de las áreas intervenidas en la mina PRIBBENOW, y a su vez fortalecer los mecanismos de control, monitoreo de la evolución de los procesos de restauración y asistencia al personal de operaciones, reforzando los controles de seguridad ocupacional y protección al personal encargado de las actividades de esta empresa. Un plan de reforestación bien administrado permitirá al ambiente recuperarse en gran parte de los daños causados por la intervención del hombre y a su vez embellecerá lo que hasta un tiempo fue un terreno desértico, inhabitable para muchas especies y deteriorado.

1.5 Objetivos de la pasantía.

1.5.1 Objetivo general:

Supervisar y controlar los procesos de revegetación y reforestación de áreas intervenidas en la mina PRIBBENOW municipio de la loma cesar.

1.5.2 Objetivos específicos

Proponer el fortalecimiento de mecanismos de control, supervisión y monitoreo para el proceso de revegetación y reforestación de la mina PRIBBENOW.

Identificar las falencias dentro de los procesos de revegetación y proponer mejoras que permitan aumentar la efectividad del proyecto.

Generar un inventario que permita acceder a la información de los productos y las cantidades utilizadas en los centros de trabajo que sirva de apoyo al momento de tomar decisiones.

Evaluar la evolución de las áreas revegetalizadas y reforestadas para conocer la funcionalidad de los ecosistemas en proceso de restauración.

1.6 Descripción de las actividades a desarrollan en las pasantías

Tabla 2.

Descripción de las actividades a desarrolla en las pasantías.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES PARA HACER POSIBLE EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS
Supervisar y controlar los procesos de revegetalización y reforestación de áreas intervenidas en la mina PRIBBENOW municipio de la loma cesar	Proponer el fortalecimiento de mecanismos de control, supervisión y monitoreo para el proceso de revegetación y reforestación de la mina PRIBBENOW.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar mecanismos de supervisión y control para procesos de revegetación. ✓ Establecer falencias dentro de los procesos de supervisión y monitoreo. ✓ Proponer mejoras a estos mecanismos. ✓ Supervisión de actividades para determinar falencias ✓ Actuar de manera proactiva. ✓ Establecer actividades de mejora en las actividades de revegetación.
	Identificar las falencias dentro de los procesos de revegetación y proponer mejoras que permitan aumentar la efectividad del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuantificar mensualmente el número de semillas usadas. ✓ Divulgar la información relacionada ante los altos mandos del proyecto. ✓ realizar monitoreos que permita la recolección de datos para la realización del inventario
	Generar un inventario que permita acceder a la información de los productos y las cantidades utilizadas en los centros de trabajo que sirva de apoyo al momento de tomar decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Llevar un registro de evolución de las áreas revegetalizadas. ✓ analizar los procesos evolutivos a lo largo del periodo de pasantías.
Hacer un diagnóstico de la evolución de las áreas reforestadas para conocer la funcionalidad de los ecosistemas en proceso de restauración.		

Fuente: pasante del proyecto

Capítulo 2. Enfoque referencial

2.1 Enfoque Conceptual.

Restauración ecológica

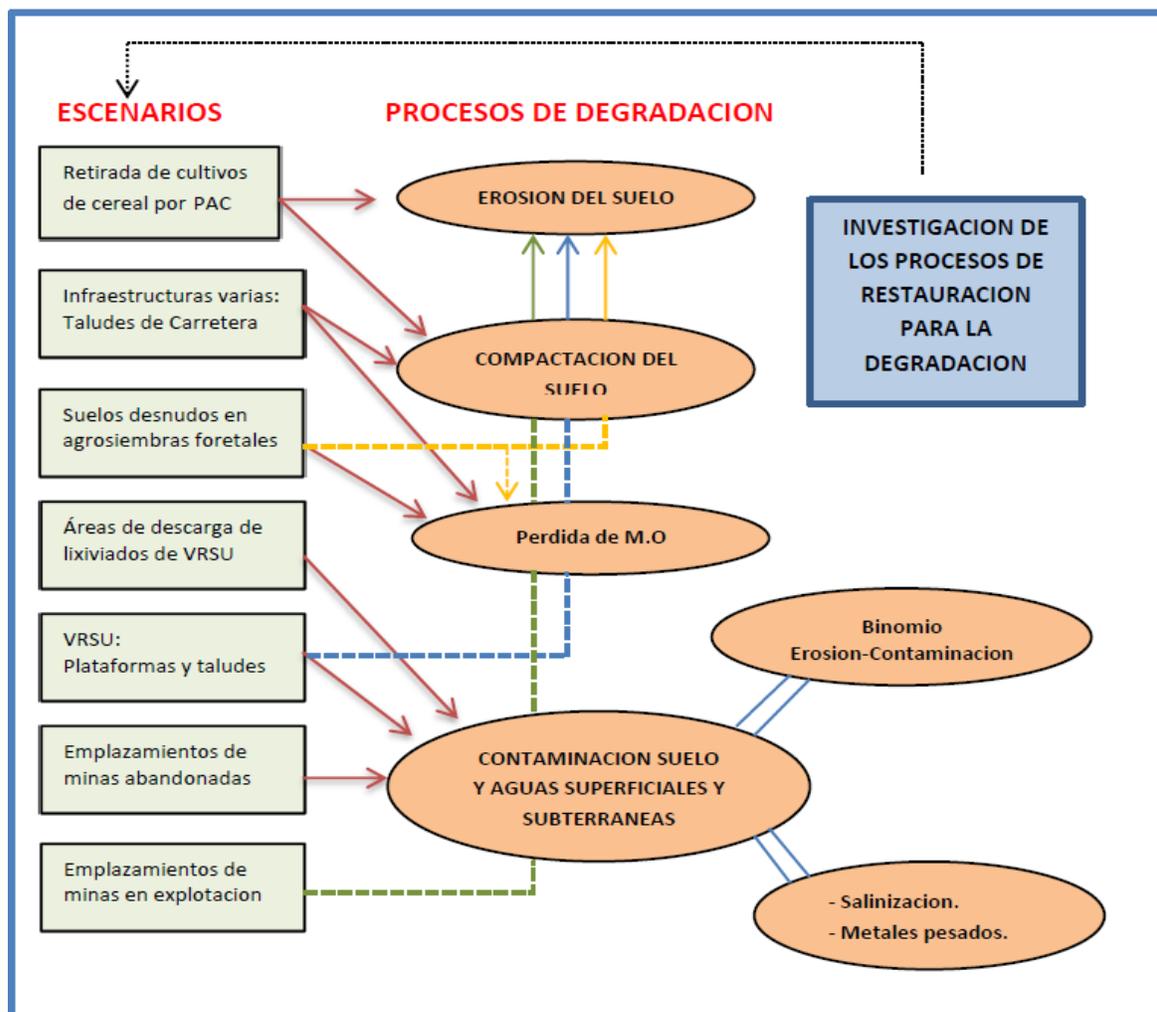
Antes de empezar a involucrarnos en el mundo de la restauración ecológica (Vargas, 2015) nos propone entender algunos conceptos:

Restauración pasiva o Sucesión natural: es cuando los ecosistemas degradados logran superar los factores tensionantes que impiden su regeneración (SDA, 2010)

Restauración activa o asistida (Sucesión dirigida o asistida): esta restauración implica que con la intervención del hombre se apoye al ecosistema a superar los tensionantes que se encuentran impidiendo la regeneración y de esta manera se garantiza el desarrollo de procesos de recuperación (VARGAS, 2011).

Según la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER), la restauración ecológica es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que se ha degradado, destruido o dañado (SER, 2004). Según (Hernandez & Pastor, 2008) hacen referencia a la restauración como el proceso que consiste en reduplicar exactamente las condiciones que en tiempos anteriores existían antes de la perturbación. Son diversos los conceptos que podemos manejar sobre la restauración ecológica sin olvidar el fundamento de su significado, es así como aparece (Murcia & Guariguata, 2014) y nos aporta su punto de vista expresando que esta restauración es conocida globalmente como una herramienta importante que nos dirige a realizar esfuerzos de conservación de la diversidad biológica. Esta es una actividad intencional en la cual se ven interrumpidos todos aquellos procesos que van produciendo degradación, este elimina todo tipo

de barreras bióticas y abióticas e inicia y aumenta la aceleración de la sucesión ecológica mediante establecimiento de especies del ecosistema en el cual se hace referencia (Murcia & Guariguata, 2014).



Fotografía 2. Escenarios para la restauración en áreas degradadas. Fuente. Sociedad para la Restauración Ecológica

Según (Machlis, 1993) existen tres formas básicas de restaurar un área degradada:

- **Recuperarla:** volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas,
- **Rehabilitarla:** Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área,

- **Restaurarla:** Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

Pasos para restauración ecológica:

El biólogo de la universidad nacional Orlando Vargas nos propone 13 pasos fundamentales para tener en cuenta en un proyecto de restauración ecológica, que permite elaborar proyectos en diferentes circunstancias. Estos pasos no forman parte de una receta de restauración ecológica, sino de una forma de entender la complejidad de los sitios o ecosistemas que se quiere restaurar. Los pasos a seguir no necesariamente deben ser secuenciales, todo depende de la particularidad del sitio y de los objetivos propuestos (Vargas, 2015).

- Definir el ecosistema de referencia
- Evaluar el estado actual del ecosistema
- Definir escalas y niveles de la organización
- Establecer las escalas y jerarquías del disturbio
- Lograr la participación comunitaria
- Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema
- Establecer las barreras a la restauración a diferentes escalas
- Seleccionar las especies adecuadas para la restauración
- Propagar y manejar las especies
- Seleccionar los sitios
- Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración
- Monitorear el proceso de restauración
- Consolidar el proceso de restauración



Fotografía 3. Pasos para la elaboración de un proyecto de restauración. Fuente. Orlando Vargas

Importancia de la restauración ecológica.

A medida que notamos la magnitud de los daños causados por el hombre y los infortunados eventos que la naturaleza nos presenta, nos damos cuenta que los impactos que nos deja el disturbio los podemos presenciar a simple vista, y es allí cuando tratamos de buscar una solución a estos problemas. La mejor alternativa para apoyar a un ecosistema a regenerarse es aplicar la restauración ecológica, así mejoramos las condiciones del ambiente y los ecosistemas a largo plazo van retomando su compleja funcionalidad.

La importancia de la restauración ecológica nace a partir de la existencia de las múltiples formas de degradación de los recursos naturales y las condiciones del ambiente, estas se muestran en aspectos como la pérdida de la vegetación existente, las propiedades del suelo, aguas contaminadas, contaminación atmosférica, variación en la genética del ecosistema, baja reproducción de las especies entre otras (Galvez, 2002). De manera generalizada (Vargas & Reyes, 2011) nos explican la importancia de la restauración ecológica dándonos a conocer los beneficios sociales derivados de las mejorías en las condiciones ambientales, la recuperación de servicios eco sistémicos a nivel regional y también incluyendo la capacidad de producción de las áreas recuperadas.

Revegetación y Reforestación.

El concepto de revegetación ha sido definido de distintas formas, son deferentes los autores que utilizan la definición que mejor se acomoda al contexto en el cual están trabajando pero siguiendo la misma idea del término, en uno de sus escritos (Saavedra, *et al*, 2008) nos propone la revegetacion como la implantacion de cobertura vegetal en areas degradadas, con el objetivo de establecer un equilibrio y controlar la erosion. Por otro lado encontramos definiciones de revegetacion como el restablecimiento de la cobertura vegetal en la que se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles (INFOJARDIN, 2015).

En ocasiones es normal ver la confusión de los términos de revegetación, restauración y reforestación. Ya sabemos que la revegetación es el establecimiento de cobertura vegetal en áreas degradadas para el control de erosión, por otro lado la restauración es el proceso mediante el cual se busca restablecer las características iniciales dentro de un ecosistema, y la reforestación la definen algunos autores como un conjunto de técnicas que se aplican para establecer una masa

forestal que es formada por especies leñosas y arbustivas, para que cumplan con las funciones que de ella se demanden (Serrada-Hierro, 1995).

Restauración en áreas mineras

Las actividades de minería generan innumerables impactos ambientales, por medio de los cuales se pretenden encontrar soluciones que nos permitan gozar de la recuperación de un ecosistema. Las actividades de extracción de minerales generan el movimiento de grandes masas de tierra ocasionando un importante impacto visual, estas actividades por su magnitud y gravedad nos permite identificar daños en casi todos los elementos del paisaje. Las capas de tierra vegetal y la capa de tierra mineral que han sido alteradas se retiran y se almacenan de manera adecuada para que se pueda emplear en la restauración final (IIAP, 2012)

Escarificación. Según (Reyes, 2013) la escarificación del suelo se considera como una técnica de silvicultura de preparación del suelo, realizándose de manera preliminar al establecimiento de cobertura vegetal, por medio de un arado del suelo en horizontes superficiales o bien remover un estrato superficial de suelo y el mantillo, con la finalidad de mitigar las competencias interespecíficas por luz, agua y nutrientes.

Estériles: es todo aquel material sin valor económico extraído para dar paso a la explotación del mineral útil. (Goso, 2013). El primer residuo que encontramos es el estéril de mina y se encuentra constituido por rocas encajan tés de las capas de carbón. Los segundos son los estériles de lavadero, que resultan del lavado de carbón, en el cual se separa el carbón por flotación en líquidos densos. Los estériles de escombrera resultan del almacenamiento de los estériles de mina y de lavadero en un área de manejo de estériles (MIN AMBIENTE, 2011)

Top soil: este es conocido como suelo superficial o suelo orgánico, esta es la primera capa de suelo de la superficie en el cual se va a desarrollar el proceso minero. (Schwarz, 2013). Antes de iniciar el proceso de explotación del carbón es necesario retirar la capa superficial del suelo o “top soil” que posteriormente nos permitirá el crecimiento de la vegetación en la superficie, este generalmente es retirado con equipos pequeños (Guzman, 2012).

Área de manejo de estériles (Escombreras o Botaderos): este es un sistema de almacenamiento de estériles de mina, minimizando algunos impactos sobre el ambiente causados por la roca acida, escorrentía de agua, emisiones de material articulado, entre otros. Este almacenamiento de estériles requiere que esos sean colocados en un sitio especialmente preparado dentro de un terraplén alrededor de la misma (CañoSeco, 2015).

Técnicas de bioingeniería en el manejo de taludes

En algunas técnicas de tratamiento de taludes en las que normalmente se usa la vegetación como elemento fundamental en la estabilización de terrenos y control de la erosión, pueden clasificarse en función de la utilización o no de elementos estructurales inertes y de la importancia de la vegetación como elemento de estabilización. Mediante las construcciones vivas donde se utilizan las técnicas de revegetación, podemos remediar algunos aspectos que se presentan dentro del talud, la función principal es el control de la escorrentía, la estabilización del terreno y esto posteriormente nos lleva de igual manera a establecer una cobertura vegetal estable y autosuficiente (Mataix, 2010).

Construcciones vivas: estas abarcan técnicas convencionales de revegetación y además engloban otras técnicas donde hacen su aparición especies leñosas , para establecer una cobertura vegetal autosuficiente, que actúe como un componente de refuerzo y estabilización del talud (Mataix, 2010)

Dentro de las construcciones vivas encontramos:

Fajinas vivas: son un manojo de ramas y tallos que encontramos atados en forma de huso y que colocamos en el fondo de zanjas poco profundas, que son excavadas de forma transversal siguiendo la morfología del talud, se recubren parcialmente de tierra para que no se produzca ningún movimiento (Mataix, 2010).

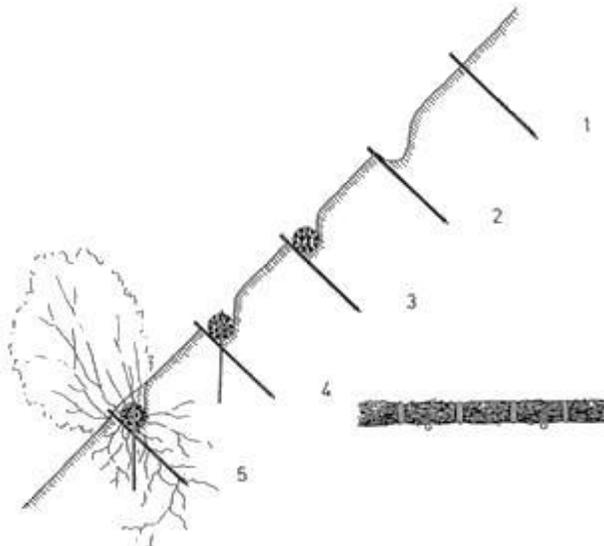
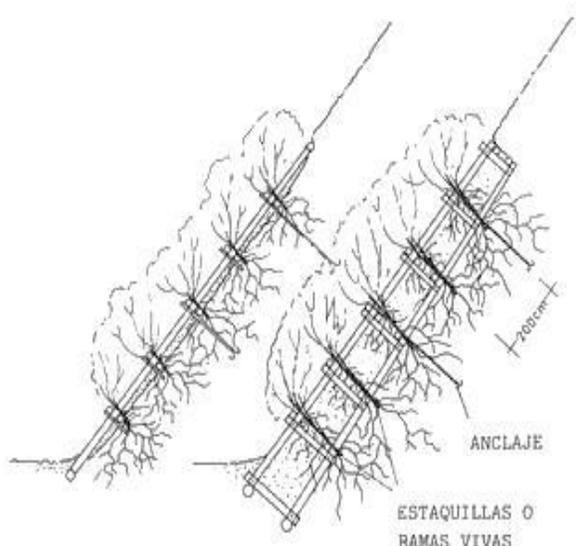
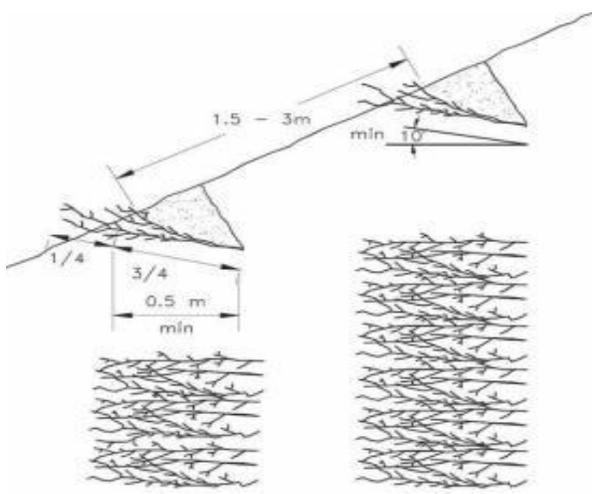
Estaquillado: este consiste en introducir en el suelo estacas de plantas leñosas, que tienen la capacidad de enraizarse y desarrollarse como una planta adulta. Estas estacas deben tener una longitud y un grosor suficiente para que puedan ser introducidas en el suelo (Mataix, 2010).

Escalones de matorral: estos son escalones semitriangulares o terrazas de las cuales se colocan o se siembran hileras de ramas vivas de hierba, sobre la hierba se coloca suelo y las zanjas tienen una profundidad entre 300 mm y 500 mm, la separación entre hileras es de 1 a 6 metros (Suarez, 2014).

Paquetes de matorral: esta técnica se utiliza para reparar las depresiones o variaciones en el terreno ocasionado por pequeños deslizamientos. Con esta técnica se reparan las depresiones con capas de relleno y con ramas alternas (Mataix, 2010).

biորrollos: son estructuras cilíndricas, compuestas por un saco de red de coco y otros componentes como polipropileno, poliéster de alta tenacidad y nylon, estos poseen una gran resistencia al agua y estas se encuentran rellenas de distintas fibras orgánicas

Tabla 2.
Técnicas de bioingeniería para estabilización de taludes.

Fajinas vivas	Estaquillado
 <p>The diagram illustrates the installation of living fascines on a slope. It shows a cross-section of a slope with five fascines (1-5) placed at different heights. A detail of a fascine structure is shown below, consisting of a layer of brushwood and soil. The fascines are connected by a chain of stones or logs.</p>	 <p>The diagram illustrates the installation of live stakes on a slope. It shows a cross-section of a slope with five live stakes (1-5) placed at different heights. A detail of a stake structure is shown below, consisting of a layer of brushwood and soil. The stakes are connected by a chain of stones or logs. The diagram is labeled "ANCLAJE" and "ESTAQUILLAS O RAMAS VIVAS".</p>
<p>Fuente: http://www.fao.org/docrep/006/ad081s/AD081s03.htm</p>	<p>Fuente: http://www.fao.org/docrep/006/ad081s/AD081s04.htm</p>
Escalones de matorral	Biorrollos
 <p>The diagram illustrates the installation of brushwood steps on a slope. It shows a cross-section of a slope with steps of brushwood. The steps are spaced 1.5 to 3 meters apart. The width of the steps is at least 0.5 meters. The diagram is labeled "1.5 - 3m", "min 10", "1/4", "3/4", and "0.5 m mín".</p>	 <p>The photograph shows a slope stabilized with brushwood rolls. The rolls are made of brushwood and soil, and are spaced out on the slope. The rolls are covered with grass and other vegetation.</p>
<p>FUENTE: https://acercad.wordpress.com/tag/estabilizacion-de-taludes/</p>	<p>FUENTE: http://www.aquanea.com/appl/botiga/client/img/FR_1.jpg</p>

Fuente. Pasante de proyecto

2.2.Enfoque legal

Constitución Política.

Artículo 79. Consagra el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para logro de estos fines.

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Artículo 95. Numeral 8. Proteger los recursos naturales y culturales del país y velar por la conservación del ambiente sano.

Ley 99 de 1993.

Artículo 1. Numeral 7. El estado fomentara la incorporación de 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 5. Son funciones del ministerio del medio ambiente: 2. Regular el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales,

Ley 1658 de 2013.

Busca proteger y salvaguardar la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente. Para ello, se establece la erradicación del uso de mercurio para la minería en todo el territorio nacional en un plazo máximo de 5 años desde la vigencia de la ley.

Ley 2811 de 1974.

Artículo 9. Establece dentro de los principios de acuerdo a los cuales debe hacerse el uso de los elementos ambientales y de recursos naturales renovables “la planeación del manejo de los recursos naturales renovables y de los elementos ambientales debe hacerse de forma integral, de tal modo que contribuya al desarrollo equilibrado urbano y rural. Para bienestar de la comunidad, se establecerán y se conservarán, en los centros urbanos y sus alrededores espacios cubiertos de vegetación”.

Artículo 187. Se planea el desarrollo urbano determinado, entre otros, sectores residenciales, cívicos, comerciales, industriales y de recreación, así como zonas oxigenantes y amortiguadoras y contemplando la necesidad de arborización ornamental.

Plan Nacional de Restauración 2010.

Creación de un instrumento de Política Nacional para la restauración y conservación de ecosistemas y sus servicios.

Política Nacional de Biodiversidad (1995).

Orienta a largo plazo las estrategias nacionales sobre biodiversidad, define responsables y responsabilidades.

Código Nacional de los Recursos Naturales (Decreto ley 2811 de 1974).

En lo referente a los recursos del paisaje y de su protección el cual dicta que la comunidad tiene derecho a disfrutar de paisajes urbanos y rurales que contribuyan a su bienestar físico y espiritual.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados.

3.1.1 Identificación y diagnóstico de las áreas a trabajar mediante visitas de campo.

Generalidades de la región.

La loma es un corregimiento del municipio de El Paso cesar, sus coordenadas geográficas son 9°37'8.57" de Latitud Norte y 73°35'40.11" Longitud Oeste, este se encuentra ubicado al noreste del país en el departamento del cesar, limitando con municipios como Becerril, La Jagua, El Paso y Chiriguaná, de la misma manera limita con veredas como lo son El Hatillo, Boquerón, La Aurora entre otras, su principal actividad económica es la minería, la cual en gran medida se encuentra siendo desarrollada por la multinacional Drummond Ltd. su clima es cálido con temperaturas que superan los 35 °C , su altura es de aproximadamente 30 msnm. La mina Pribbenow se encuentra ubicada en el Km 31 en la vía San Roque- Bosconia, sus coordenadas geográficas son 9°33'25.90 Latitud Norte y 73°34'58.30 Longitud Oeste. Su topografía se ha visto modificada por el desarrollo de las actividades mineras de la región, en la cual la llanura típica de esta zona paso a tener una gran excavación producto de la extracción del carbón y de igual manera el depósito de estériles generó cambios en el relieve, mostrando un aspecto de tierras montañosas que no son propias de las llanuras originales de la zona.

Precipitaciones.

Las precipitaciones en el municipio de La Loma Cesar se relacionaran a continuación en la siguiente tabla la cual fue suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales (IDEAM).

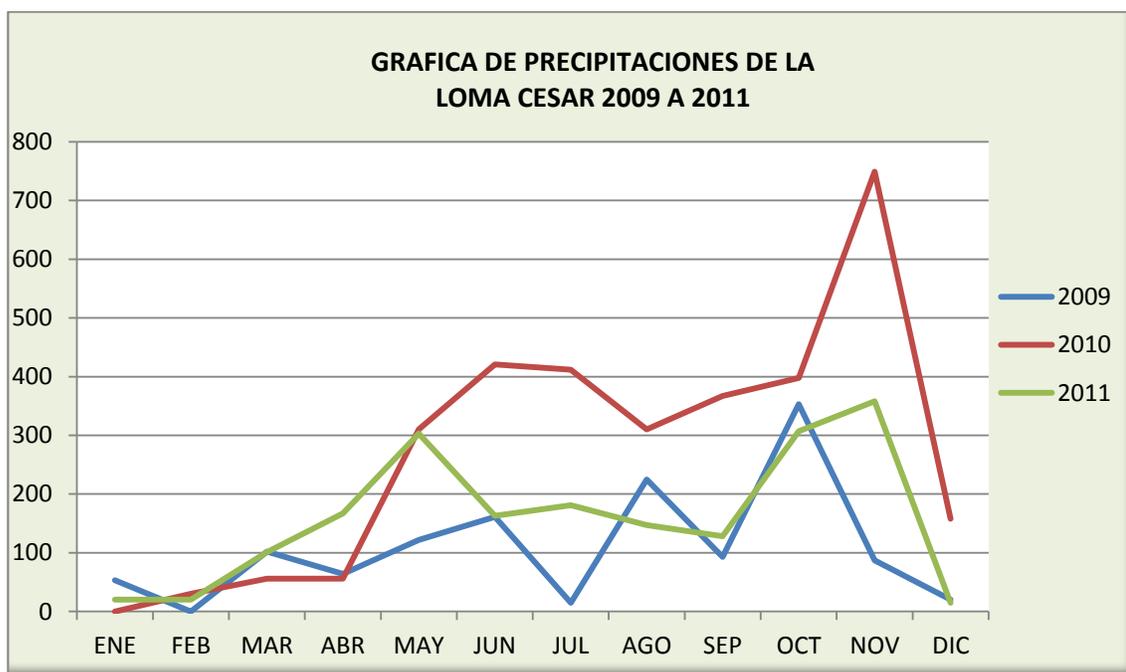
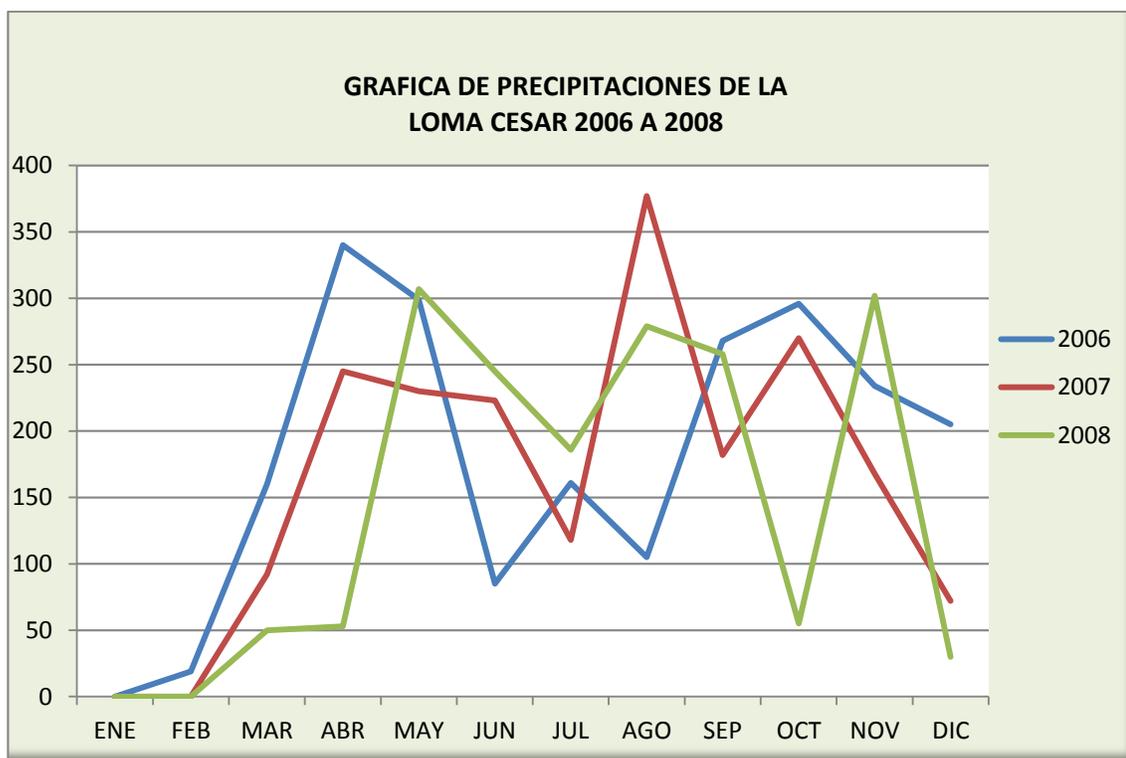
Tabla 3.

Reporte de precipitaciones en el municipio de la Loma Cesar.

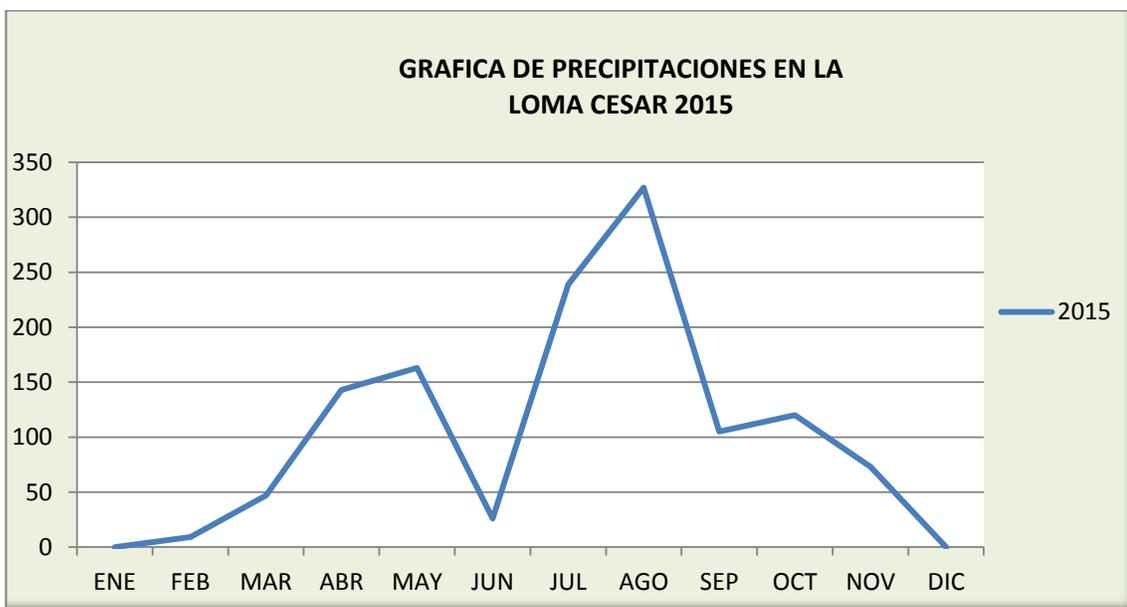
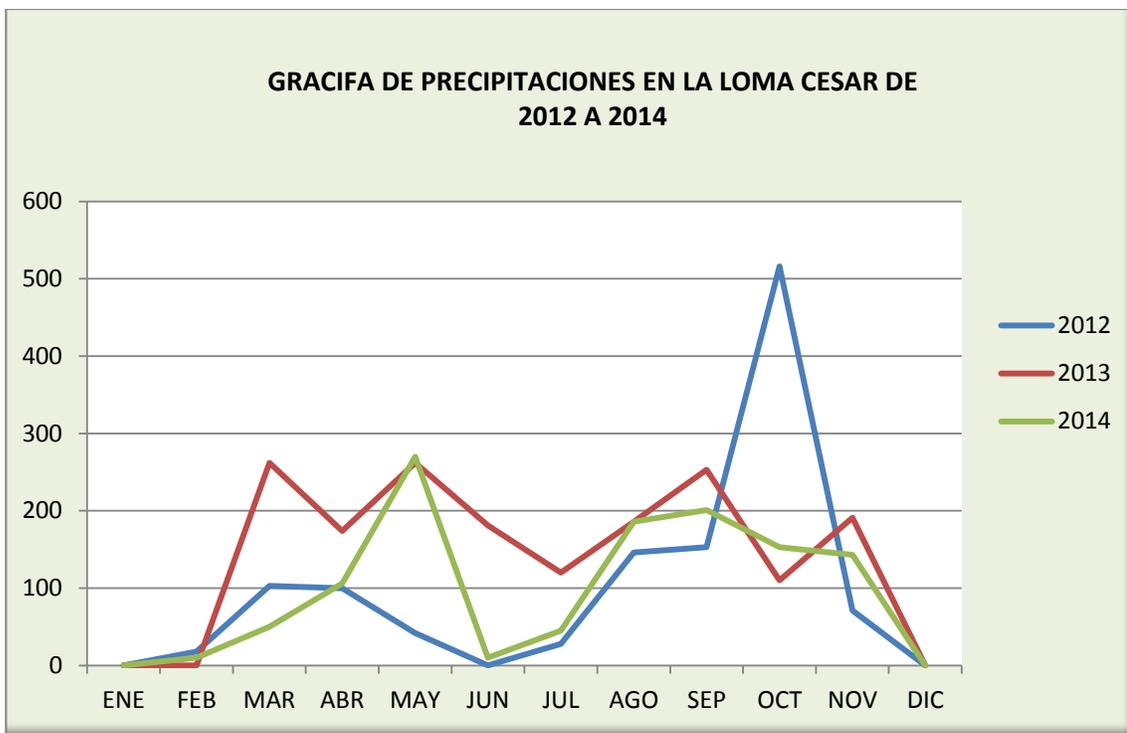
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VR ANUAL
2006	0,0	19,0	160,0	340,0	299,0	85,0	161,0	105,0	268,0	296,0	234,0	205,0	2.172,0
2007	0,0	0,0	92,0	245,0	230,0	223,0	118,0	377,0	182,0	270,0	168,0	72,0	1.977,0
2008	0,0	0,0	50,0	53,0	307,0	245,0	186,0	279,0	258,0	55,0	302,0	30,0	1.765,0
2009	53,0	0,0	102,0	64,0	122,0	161,0	15,0	225,0	93,0	353,0	87,0	20,0	1.295,0
2010	0,0	30,0	56,0	56,0	310,0	421,0	412,0	310,0	367,0	398,0	749,0	158,0	3.267,0
2011	20,0	20,0	101,0	167,0	303,0	163,0	181,0	147,0	128,0	307,0	358,0	15,0	1.910,0
2012	0,0	18,0	103,0	100,0	42,0	0,0	28,0	146,0	153,0	516,0	71,0	0,0	1.177,0
2013	0,0	0,0	262,0	174,0	262,0	181,0	120,0	186,0	253,0	110,0	191,0	0,0	1.739,0
2014	0,0	10,0	50,0	106,0	270,0	10,0	45,0	186,0	201,0	153,0	143,0	0,0	1.174,0
2015	0,0	9,0	47,0	143,0	163,0	26,0	239,0	327,0	105,0	120,0	73,0	0,0	1.252,0

MEDIO	7,3	10,6	102,3	144,8	230,8	151,5	150,5	228,8	200,8	257,8	237,6	50,0	1.772,8
MAXIM	53,0	30,0	262,0	340,0	310,0	421,0	412,0	377,0	367,0	516,0	749,0	205,0	3.267,0
MINIM	0,0	0,0	47,0	53,0	42,0	0,0	15,0	105,0	93,0	55,0	71,0	0,0	1.174,0

FUENTE: IDEAM.



Fotografía 4. *Gráfica de precipitaciones año 2006- 2015 en la Loma Cesar. Fuente Pasante*



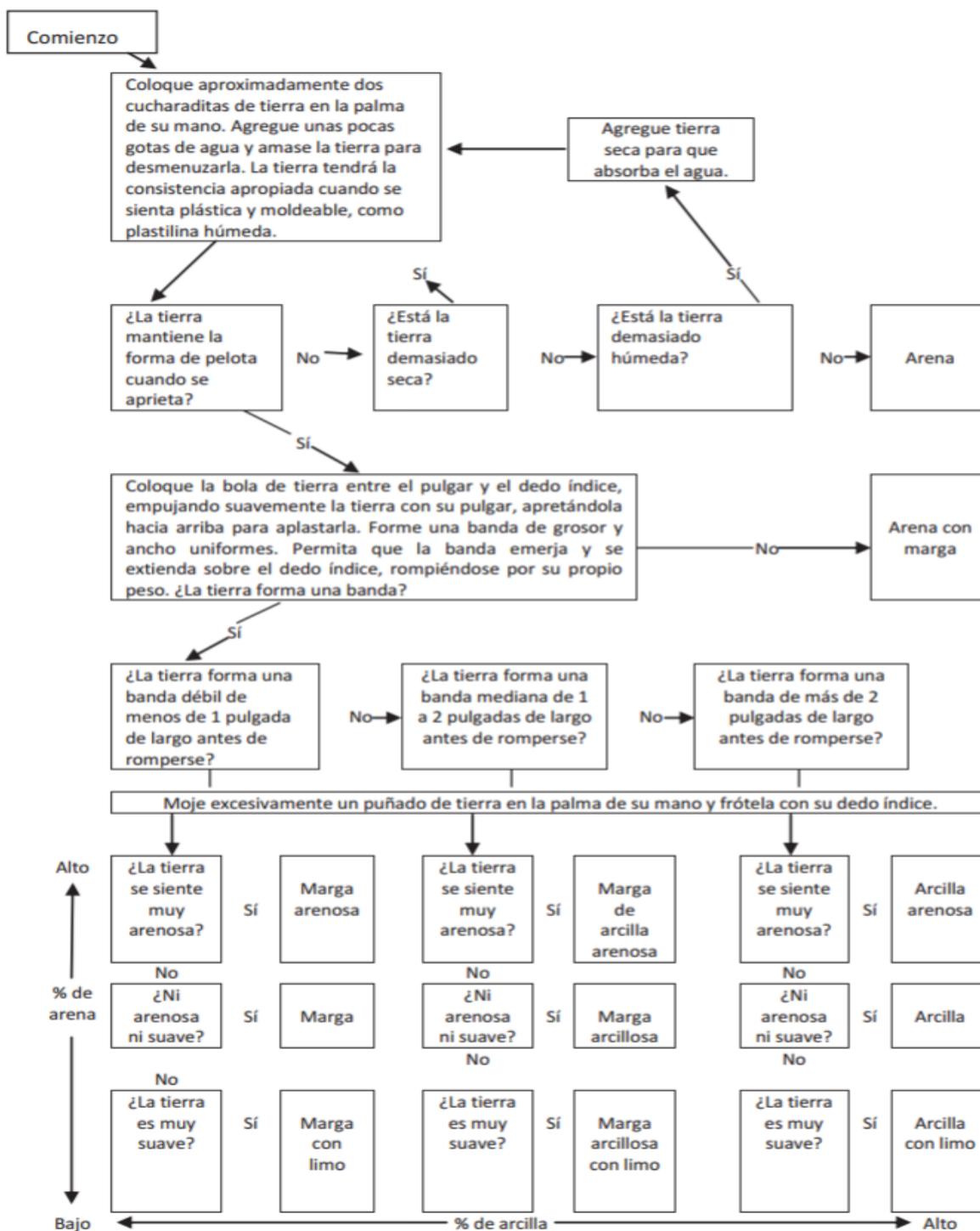
Tipo de suelo.

Mediante la tabla que a continuación será consignada, la cual es suministrada por la organización Tree People se pudo determinar el tipo de suelo en las áreas de trabajo, estas actividades se llevaron a cabo en campo siguiendo las instrucciones de la tabla de flujo, dando como resultados un suelo de tipo Marga Arcillosa con Limo, se llegó a esta determinación al momento de realizar paso a paso las indicaciones y establecer que el tipo de suelo que se está trabajando cumple con ciertas características relacionadas en la tabla.



Fotografía 5. *Muestreo en campo del tipo de suelo.*
Fuente: Pasante

Tabla de flujo según la textura



Fotografía 6. *Tabla de flujo para determinar tipo de suelo. Fuente Pasante*

3.1.2 Georreferenciación y descripción de los centros de trabajo.

Las actividades se desarrollaron en 5 centros de trabajo dentro de los cuales encontramos 4 polígonos que pertenecen al área de manejo de estériles 9A y un último centro de trabajo que es la desviación del arroyo San Antonio que se desprende del nuevo proyecto de explotación de carbón, este último se llevará a cabo por la compañía Drummond Ltd. El polígono 4, polígono 21, polígono 17 y polígono 15 son áreas con suelos pobres en nutrientes lo que permite que el proceso de sucesión secundaria sea más lento. Las “escombreras” o áreas de manejo de estériles presentan una problemática a gran escala que es la erosión hídrica que se genera gracias al relieve de origen antropico que se construye en las áreas propiamente dichas.

Como medida de control en cuanto a la erosión hídrica por aguas superficiales, se construyeron piscinas para el manejo de aguas lluvia, teniendo en cuenta que las áreas de manejo de estériles son formadas a partir de niveles y entre cada nivel se forman unas terrazas que sirven como vías de desplazamiento para visitas a las áreas. Estas terrazas presentan pequeñas inclinaciones que por medio de una pendiente mínima permite que las aguas superficiales se desplacen hacia las zonas de almacenamiento, optimizando la escorrentía superficial en los taludes y de la misma manera se controla la formación de surcos de conducción de aguas superficiales en los taludes.

Polígono 4. Este polígono pertenece a la zona de manejo de estériles 9A la cual se encuentra ubicada en la mina Pribbenow con coordenadas geográficas de Latitud 9°35'8.76"N y Longitud 73°31'52.31"O, siendo este el primer polígono trabajado con un área de 1.2 Ha y con una pendiente de 1V:2H. La presencia de material vegetal dentro de esta área era escasa, ya que

se encontraban pocos individuos que se establecieron a partir de una sucesión secundaria. Para este polígono se utilizaron especies como Guinea, Caupi, Arroz, Guandú, Carimagua, Sorgo, Ajonjolí y Caraota, de igual manera fue necesaria la presencia de 8 colaboradores y 2 tractores agrícolas y 1 bulldozer con sus operadores.

Polígono 21. Se encuentra dentro del área de manejo de estériles 9A, sus coordenadas geográficas son Latitud $9^{\circ}34'45.53''\text{N}$ y Longitud $73^{\circ}32'26.26''\text{O}$, tiene un área de 2.3 Ha y una pendiente 1V:1.5H, este fue el segundo polígono sobre el cual se trabajó. La vegetación en esta área casi nula, ya que no se había desarrollado vegetación en su proceso de sucesión secundaria. Las especies utilizadas fueron Guinea, caupi, ajonjolí, caraota, guandú, sorgo, arroz, carimagua, cucuyina, algarrobo y el guasimo, fue necesario el apoyo de 8 colaboradores, 2 tractores agrícolas y 1 bulldozer con sus respectivos operadores.

Polígono 17. Pertenece al área de manejo de estériles 9A, se localiza con las coordenadas geográficas de Latitud $9^{\circ}34'56.47''\text{N}$ y Longitud $73^{\circ}31'53.98''\text{O}$, este fue el polígono más extenso sobre el cual se trabajó con un área de aproximadamente 3.5 Ha, la inclinación de su pendiente es de 1V:2H. Presentó poco material vegetal al momento de empezar el proceso de restauración. Para este polígono se utilizaron semillas como guinea, caupi, ajonjolí, caraota, guandú, sorgo, arroz, carimagua, angleton y de igual manera se desarrollaron las actividades con el apoyo de 8 colaboradores, 2 tractores agrícolas y 1 bulldozer con sus respectivos operadores.

Poligono 15. Este fue el ultimo centro de trabajo de revegetacion dentro del area de manejo para esteriles 9A y lo podemos localizar mediante las coordenadas geograficas Latitud $9^{\circ}34'54.74''N$ y Longitud $73^{\circ}31'23.25''O$, su area es de aproximadamente 2.5 Ha, su pendiente es de 1V:2H. presento material vegetal arbustivo que se desarrollo dentro de la sucesion secuendaria, esta vegetacion fue protegida para garantizar su permanencia dentro del ecosistema. Las especies utilizadas dentro de este poligono fueron caupi, angleton, cucuyina, carimagua, guinea, caraota, arroz, sorgo y guandú. Tambien fue necesario el trabajo de 8 colaboradores, 2 tractores agricola y 1 bulldozer con sus respectivos operaradores.

Desviación rio San Antonio. Este es un proyecto el cual se desarrolla dentro del marco de explotacion minero de carbon que viene en expansion y que ha llevado a la desviacion de este rio. Son 9 Km del trayecto desviado dentro de los cuales se trabajaron alrededor de 8 ha de revegetacion, el rio en su zona de inundacion presenta un ancho de 60 mts y una pendiente de 1V:3H, de igual manera el canal de cauce tiene un ancho de 15 mts y una pendiente en sus zonas humedas de 1V:1.5H. dentro de este proyecto se realizaron actividades de preparacion de taludes, propagacion de semillas y esparcimiento de heno.

POLIGONO 4

Fuente: Google Earth.



Fotografía 8. Poligono 4, imagen aerea y estado inicial
Fuente: Pasante

POLIGONO 21

FUENTE: Google Earth



Fotografía 9. Poligono 21, imagen aerea y estado inicial.

Fuente: Pasante

POLIGONO 15

FUENTE: Google Earth

**Fotografía 10.** Poligono 15, imagen aerea y estado inicial.

Fuente: Pasante

POLIGONO 17

FUENTE: Google Earth

**Fotografía 11.** Poligono 17, imagen aerea y estado inicial.

Fuente: Pasante

DESVIACION RIO SAN ANTONIO

Fotografía 12 *Desviacion del rio San Antonio.*
Fuente: *Pasante*

3.2 Metodología.

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo mediante una serie de actividades las cuales permitieron identificar y monitorear la evolución del crecimiento del proyecto propiamente dicho, estableciendo medidas de control y supervisión que reforzaran el orden que se requiere dentro de estas actividades.

A continuación se describen las actividades realizadas a lo largo del proyecto de revegetación y reforestación de las áreas intervenidas por actividades mineras en la mina Pribbenow en el corregimiento de la Loma Cesar.

3.2.1 Descripción de actividades de Bioingeniería.

Corte, enrollado y transporte de heno. El Heno es aquel proceso por medio del cual se deshidrata el pasto cortado y almacenado, este es utilizado principalmente para la alimentación de animales (MUNDO CONEJO, 2015). El heno es deshidratado porque las hojas verdes del pasto tienen entre 70% y 85% de agua en su interior, algunas proteínas e hidratos están disueltos en agua y al ser deshidratados su valor nutritivo aumenta y el agua desaparece.

Las actividades de corte, enrollado y transporte de heno dentro de la empresa se realizaron en las instalaciones de la mina Pribbenow de la multinacional Drummond Ltd. Para la escogencia del sitio se realizaron visitas a las áreas que presentan la vegetación que cumple con las características apropiadas para el desarrollo de esta actividad. Se aconseja que el lote o área de trabajo presente vegetación de pasto abundante, de gran tamaño y que sea de un fácil acceso al momento de trabajar, con el fin de que las labores se realicen con comodidad y sin complicaciones.

Las especies escogidas para la henificación son las Guinea y la Carimagua, estas especies presentan un desempeño favorable en los procesos de restauración ecológica que se llevan a cabo dentro de la mina, ya que su función de retención de humedad, protección de semillas y aporte de materia orgánica al suelo se cumple satisfactoriamente. Dentro de esta actividad es necesario el uso de maquinaria agrícola como lo son: tractor agrícola, cortadora, enrolladora, esparcidora y remolques o tráiler para tractor.

El pasto una vez es cortado, se enrolla y se transporta a un centro de acopio, donde se almacenara temporalmente el heno, hasta que sea transportado a los frentes de trabajo donde será esparcido posteriormente.



Fotografía 13 Actividad de corte, enrollado y transporte de heno.

Fuente: Pasante

Preparación de taludes. Es importante tener en cuenta las características de cada talud a trabajar, para conocer la técnica que se empleó para la propagación de semillas. Encontramos taludes que se crearon en años anteriores teniendo en cuenta que la pendiente debería quedar formada con las medidas 1V:2H que quiere decir 1 metro dirección vertical por 2 metros dirección horizontal, esta medida de inclinación de la pendiente se logró con la ayuda de un buldócer que niveló removiendo material de la parte superficial del talud hasta lograr las medidas deseadas. Teniendo en cuenta esta inclinación el personal de apoyo que se encarga de esparcimiento de semillas puede desplazarse sin complicaciones, de igual manera se llevaron a cabo actividades como:

Extensión o segregación de top soil. Una vez el talud se niveló y se preparó se extendieron capas superficiales de top soil o de suelo orgánico, este material es 100% natural y se originó en la creación o expansión de frentes de trabajo gracias a las actividades que se llevan a cabo dentro de la mina como lo son apertura de nuevas vías, excavaciones, descapotes etc. Esta actividad se llevó a cabo transportando suelo orgánico desde un centro de acopio temporal, hasta el sitio de trabajo, depositándolo en el hombro del talud para que posteriormente sea extendido por toda la superficie. Para esta actividad fue necesaria la utilización de maquinaria pesada como lo son camiones 777 para su transporte y los tractores de oruga, que por medio de su peso pueden hacer la extensión de suelo fértil sin ninguna complicación, desplazándose por la inclinación del talud y realizando el extendido para que la actividad se lleve a cabo de la mejor manera.

Escarificación. Para las actividades de escarificación se utilizan tractores de oruga, utilizando el “riper” que es una de sus herramientas incorporadas especiales para este tipo de actividades y de igual manera se utiliza la técnica de espina de pescado con profundidad de aproximadamente 60 cm y el objetivo es que las aguas de escorrentía superficiales no arrastren

todo el contenido de semillas esparcidas y se retenga mayor humedad dentro de los surcos generados por el riper.



Fotografía 14. Actividad de preparación de taludes.

Fuente: *Pasante*

Propagación de semillas. Esta actividad se realiza llevando a cabo una siembra directa en el terreno definitivo donde germinará y crecerán las plantas hasta el momento de la cosecha. Para esta actividad se utilizaron 2 técnicas que son:

Propagación manual de semillas. Se lleva a cabo distribuyendo el personal requerido en el área de trabajo, de tal manera que queden alineados formando una línea recta, separados a una distancia que según las medidas del terreno se crean convenientes. Luego se desplazan a lo largo

del área esparciendo las semillas utilizando un método llamado “Siembra a voleo”, que es un método de siembra directo por medio del cual se busca distribuir de manera uniforme en todo el terreno.

Propagación mecánica de semillas. Por medio de un equipo llamado Hidrosembradora, que a través de proyección por vía hídrica de una mezcla de componentes y semillas, se crea una capa superficial vegetal en las zonas donde se haga más complejo el esparcimiento de semillas manualmente. Este equipo es maniobrado por dos operadores, uno se encarga del desplazamiento del equipo y el otro es quien se encarga de llevar a cabo el esparcimiento de las semillas a través de equipos de bombeo de alta presión, para que la semilla pueda llegar a los sitios más difíciles de acceder.

La propagación mecánica se llevó a cabo dentro del proyecto San Antonio permitiendo que este se desarrollara con mayor rapidez y menor desgaste de personal, propagando principalmente especies de gramíneas, ya que sus semillas son más pequeñas y no se presentan taponamientos en el cañón de desagüe.



Fotografía 15 *Hidrosiembra proyecto San Antonio.*
Fuente: Pasante



Fotografía 16. *Dispersion de semilla al voleo.*
Fuente: Pasante

Esparcimiento de heno. La función que cumple el heno en esta etapa es la de acolchado o mantillo que permite que las semillas se mantengan protegidas por diferentes agentes que pueden afectar su desarrollo dentro del proceso. Además de proteger a las semillas de los depredadores, de la escorrentía superficial y de la luz solar, el heno sirve como retenedor de humedad cumpliendo una función importante, ya que el agua que se retiene es tomada por las semillas que germinan y aceleran el crecimiento de las plántulas. El esparcimiento de heno puede llevarse a cabo de dos maneras: la primera es mecánica, la cual se lleva a cabo mediante la utilización de un tractor agrícola y una esparcidora, desplazándose por el hombro del talud y por el pie del talud realizando el esparcimiento en las zonas donde se facilite su acceso. La segunda es manual, realizada por 8 personas las cuales extienden el rollo de heno dejándolo caer por la pendiente del talud por acción de la gravedad y una vez este se suelte, se procede a hacer su esparcimiento utilizando herramientas de mano como horquillas de madera fabricadas por las mismas personas que llevan a cabo esta labor.



Fotografía 17. *Transporte de heno*

Fuente: Pasante



Fotografía 18. *Esparcimiento de heno mecánicamente.*
Fuente: Pasante



Fotografía 19. *Esparcimiento de heno manualmente.*
Fuente: Pasante

3.2.2 Inventario de semillas.

Para la restauración ecológica es necesario saber qué tipo de especies es la indicada y cual especie se adapta de la mejor manera a las condiciones del terreno y a las condiciones de la región donde se empleara el proceso de restauración. Las familias que mejor se adaptaron a las preferencias de los directores del proyecto fueron las leguminosas y las gramíneas, las cuales mediante ensayos realizados por Drummond Ltd. se pudo conocer la adaptación al tipo de suelo y a las condiciones de la región. El éxito del establecimiento de las gramíneas depende en gran parte del aumento del suplemento de Nitrógeno en el suelo y de las buenas prácticas en el manejo de estas. El suplemento de nitrógeno al suelo lo suministran especies arbóreas y arbustivas que pertenecen a la familia de las leguminosas. Por otra parte las leguminosas juegan un papel importante tanto en la alimentación como en la recuperación del suelo, ya que estas son excelentes en la fijación de Nitrógeno del aire por medio de unos nódulos que se forman en las raíces y que a su vez este Nitrógeno sirve como alimentación de las plantas. Esta fijación de nitrógeno se da por medio de bacterias o *Rhizobium leguminosarum* que encontramos siempre en el suelo, pero que se activan cuando se siembran leguminosas, tomando este componente del aire dando paso a una simbiosis, ya que la relación Bacteria- Planta se beneficia en ambas partes.

A continuación se consignarán las especies utilizadas dentro del proyecto de revegetación de áreas degradadas por la minería y a su vez se dará a conocer algunas de sus características principales.

Tabla 5.

Fichas técnicas de semillas utilizadas en el proyecto de revegetación.

FRIJOL CAUPI	
	<p>Nombre común: Caupi, castilla, chileno.</p> <p>Nombre científico: <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp</p> <p>Familia: <i>Fabaceae</i></p> <p>Género: <i>Vigna</i></p> <p>Propagación: Semillas</p>
<p>Raíz: Es profunda y pivotante (hasta 1.95 m.), tiene abundantes ramificaciones laterales, pudiendo alcanzar una longitud de 1.40 m. En sus raíces crecen los nódulos, que son protuberancias donde viven las bacterias del género <i>Rhizobium</i> que son las encargadas de fijar el nitrógeno del aire y que la planta utiliza para su nutrición.</p> <p>Tallos y Ramas: Los tallos y las ramas presentan una forma cilíndrica con ligeros bordes, presentan diferente coloración de acuerdo a la especie.</p> <p>Hojas: Las hojas primarias o embrionarias son unifoliadas y crecen de manera opuesta y las hojas verdaderas son trifoliadas.</p> <p>Fruto: Es una vaina lineal o encorvada que alcanza un tamaño de 10 a 25 cm. de longitud y de 1.5 a 3.2 cm. de diámetro.</p>	<p>Se siembran 25 kg por Ha.</p> <p>Temperatura: El frijol caupi puede prosperar entre los 18 °C y 40 °C, con un rango óptimo entre 20 °C y 35 °C. No tolera las heladas y las temperaturas mayores a 40 °C afectan el cuajado de las flores y el desarrollo de las vainas.</p> <p>Suelo: El frijol caupi, desarrolla mejor en suelos de textura franca (arcilloso, arenoso y limoso). Suelos arcillosos tienden a la compactación y genera problemas de drenaje.</p> <p>Humedad: Es resistente a la sequía y una excesiva humedad ambiental favorece la proliferación de enfermedades.</p>

FRIJOL CARAOTA



Nombre común: Caraota

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris L*

Familia: *Fabaceae*

Género: *Phaseolus*

Propagación: Semillas

Raíz: está compuesta por una raíz principal con ramificaciones laterales.

Tallos y Ramas: es herbáceo de dos tipos, de porte bajo erecto y de porte alto con tallos trepadores.

Hojas: formada por tres folíolos.

Fruto: son vainas con forma curva.

Se siembran 25 kg por Ha.

Temperatura: Esta planta es adaptable a altitudes de hasta 1500 m.s.n.m, tiene buen desarrollo con temperaturas de hasta 34°C, en cuanto a los requerimientos de agua requiere un mínimo de 400 mm anuales.

Suelo: Es una planta que requiere de suelos profundos y bien drenados, con altos contenidos de materia orgánica y un PH óptimo de 5,5 hasta 7.

FRIJOL GUANDÚ



Nombre comun: Frijol Guandú

Nombre científico: *Cajanus cajan*

Familia: *Fabaceae*

Género: *Cajanus*

Propagación: Semillas

Raíz: El sistema radicular es profundo y alcanza hasta 3 metros, lo que le permite subsistir en condiciones de sequía extrema. Es una planta con capacidad de fijar una elevada cantidad de nitrógeno en el suelo su raíz permite des compactar suelos.

Tallos y Ramas: Acostillado cuando joven, leñoso y rollizo con la edad.

Hojas: En la base de las hojas sobre el tallo generalmente se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas) angostamente triangulares, de hasta 6 mm de largo;

Fruto: Los frutos son legumbres oblongas, de hasta 13 cm de largo y hasta 1.7 cm de ancho (aunque generalmente más pequeños)

Se siembran 25 kg por Ha.

Temperatura: la ideal entre 18-30°

Suelo: Crece bien desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm. Sobrevive hasta en los suelos más pobres, bajos en nutrimentos debido a su rusticidad. Produce muy bien en suelos drenados, de topografía ondulada ya que su crecimiento se afecta en suelos anegados La densidad de siembra está muy relacionada con la variedad a utilizar, la altura sobre el nivel del mar y sobre todo con la época de siembra. Se recomienda la siembra en lomillos, a una distancia

ARROZ



Nombre comun: Arroz

Nombre científico: *Oryza sativa*

Familia: *Poaceae*

Género: *Oryza*

Propagación: Semillas.

Raíz: las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas.

Tallos y Ramas: El tallo es erguido, cilíndrico, con nudos, de 60-120 cm de altura

Hojas: Las hojas que son alternas envainan el tallo, con limbo lineal, agudo, largo y plano

Fruto: El fruto es una cariósipide.

Se siembran 25 kg por Ha.

Temperatura: las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C.

Suelo: El cultivo de arroz como tal, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo.

SORGO	
	<p>Nombre común: Sorgo</p> <p>Nombre científico: <i>Sorghum spp</i></p> <p>Familia: <i>Poaceae</i></p> <p>Género: <i>Sorghum</i></p> <p>Propagación: Semillas</p>
<p>Raíz: El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 metros, con 80% de las raíces en los primeros 30 centímetros.</p>	<p>Se siembran 25 kg por Ha.</p>
<p>Tallos y Ramas: El sorgo es una planta de un solo tallo, pero puede desarrollar otros (hijos) dependiendo de la variedad y el ambiente.</p> <p>Hojas: El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y el período de crecimiento, son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad. La longitud de una hoja madura oscila entre 30 a 135 cm y su ancho entre 1.5 a 15 cm; son alternas y lanceoladas o linear-lanceoladas, con una superficie lisa y cerosa.</p>	<p>Temperatura: Debido a su origen tropical, el sorgo se adapta bien a temperaturas que oscilan entre los 20 y 40 °C.</p> <p>Suelo: Responde muy bien a una diversidad de suelos aún con características adversas de fertilidad, textura, pendiente, pedregosidad y pH (5.5-7.8).</p> <p>Humedad: Los sorgos fotoinsensitivos necesitan una mayor cantidad de humedad en el suelo para la polinización y llenado del grano.</p>

AJON JOLÍ



Nombre comun: Ajonjolí

Nombre científico: *Sesamum indicum*

Familia: *Pedaliaceae*

Género: *Sesamum*

Propagación: Semillas

Descripción:

El ajonjolí es una planta cuya especie botánica es de la familia *Sesamum indicum*, su cultivo es anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas. Después de la extracción del aceite la parte residual (pasta) se puede usar para la alimentación del ganado y aves de corral.

Se siembran 25 kg por Ha.

Temperatura: su cultivo da los mejores resultados en las regiones donde altas temperaturas, abundante luminosidad y una precipitación suficiente le aseguran las mejores condiciones.

Suelo: Los suelos deben ser preferiblemente profundos, fértiles, franco arenosos, con buen drenaje; de esta manera, se favorece el desarrollo de un sistema radical abundante, que asegure una buena absorción de agua y sales minerales.

Humedad: La precipitación debe estar bien distribuida a lo largo de su fase vegetativa y durante la floración.

KICUYINA



Nombre común: kicuyina

Nombre científico: *Bothriochloa pertusa*

Familia: *Poaceae*

Género: *Bothriochloa*

Propagación: Semillas

Raíz: Fibrosa.

Tallos y Ramas: Delgado ascendente de 30-50cm de altura con nudos pelosos, sus ramas son Paralelinervias envainadas de 10-15 cm de 1-5mm de ancho algo pubescentes.

Frutos: Cariopsis.

Se siembran 30 kg por Ha.

Temperatura: temperatura promedio anual de 28°C.

Suelo: Para estos arbustos es necesario escoger un sustrato rico y profundo, que tenga un óptimo drenaje.

Humedad: cuando se riega se aconseja de evitar los excesos, pero de mojar bien en profundidad el terreno.

CARIMAGUA



Nombre comun: Carimagua

Nombre científico: *Andropogon gayanus*

Familia: *Poaceae*

Género: *Andropogon*

Propagación: Semillas

Raíz: Fibrosa.

Tallos y Ramas: Alternas, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo, y la parte superior de la hoja llamada lámina que es larga (de hasta 60 cm) y angosta (de hasta 2 cm), haciéndose angosta hacia la base

Frutos: Una sola semilla fusionada a la pared del fruto.

Se siembran 40 kg por Ha.

Temperatura: resiste clima cálido.

Suelo: Es menos demandante de suelos fértiles que *Panicum maximum*, el pasto guinea, y se puede utilizar para recuperar terrenos degradados, con suelos alcalinos y altos en aluminio

GUINEA



Nombre común: Guinea

Nombre científico: *Panicum maximum*

Familia: *Poaceae*

Género: *Panicum*

Propagación: Semillas

Descripción:

Son plantas perennes que forma macollas, pueden alcanzar hasta 3 m de altura y de 1 a 1.5 m de diámetro de la macolla. Los tallos son erectos y ascendentes con una vena central pronunciada. La inflorescencia se presenta en forma de panoja abierta de 12 a 40 cm de longitud. Las raíces son fibrosas, largas y nudosas y ocasionalmente tienen rizomas, esto confiere cierta tolerancia a la sequía.

Se siembran 60 kg por Ha.

Temperatura: crece muy bien en temperaturas altas

Suelo: Necesita suelos de media a alta fertilidad, bien drenados con pH de 5 a 8 y no tolera suelos inundables

Humedad: precipitación entre 1000 mm y 3500 mm por año

ANGLETON	
	<p>Nombre común: Angletón</p> <p>Nombre científico: <i>Dichantium aristatum</i></p> <p>Familia: <i>Poaceae</i></p> <p>Género: <i>Dichantium</i></p> <p>Propagación: Semillas</p>
<p>Descripción:</p> <p>Planta herbácea perenne, erecta (altura 60- 120 cm), normalmente forma macollas pero con altas densidades de siembra se puede formar césped. Las hojas son lanceoladas.</p>	<p>Se siembran 30 kg por Ha.</p> <p>Temperatura: amplio rango de adaptación al clima</p> <p>Suelo: crece muy bien en suelos de mediana fertilidad con un rango amplio de pH y textura</p> <p>Humedad: tolera sequias prolongadas y periodos húmedos.</p>

Convenciones de identificación de polígonos

POLIGONO	POLIGONO 4	POLIGONO 21	POLIGONO 17	POLIGONO 15	SAN ANTONIO
CONVENCIONES	P4	P21	P17	P15	S.A.

Tabla 6.
Inventario de semillas proyecto de revegetación

INVENTARIO DE SEMILLAS PROYECTO DE REVEGETACION							
MES DE FEBRERO							
Numero	nombre común	nombre científico	cantidad por área				cant. Total (Kg)
			P4	P 21	P17	P15	
1	GUINEA	<i>Panicum maximum</i>	90				90
2	CAUPI	<i>Vigna unguiculata</i>	25				25
3	ARROZ	<i>Oryza sativa</i>	45				45
4	GUANDUL	<i>Cajanus cajan</i>	50				50
5	CARIMAGUA	<i>Andropogon gayanus</i>	90				90
6	SORGO	<i>Sorghum spp</i>	50				50
7	AJON JOLI	<i>Sesamum indicum</i>	40				40
8	CARAOTA	<i>Phaseolus vulgaris</i>	25				25
MES DE MARZO							
9	GUINEA	<i>Panicum maximum</i>		185	320		505
10	CAUPI	<i>Vigna unguiculata</i>		100	75		175
11	AJON JOLI	<i>Sesamum indicum</i>		50	110		160
12	CARAOTA	<i>Phaseolus vulgaris</i>		75	135		210
13	GUANDUL	<i>Cajanus cajan</i>		75	100		175
14	SORGO	<i>Sorghum spp</i>		75	135		210
15	ARROZ	<i>Oryza sativa</i>		50	100		150
16	CARIMAGUA	<i>Andropogon gayanus</i>		90	90		180
17	KICUYINA	<i>Bothriochloa pertusa</i>		130			130
23	ANGLETON	<i>Dichantium aristatum</i>			170		170
MES DE ABRIL							
27	CAUPI	<i>Vigna unguiculata</i>			262	300	562
28	ANGLETON	<i>Dichantium aristatum</i>			153	235	388
29	SORGO	<i>Sorghum spp</i>			180	325	505
30	GUINEA	<i>Panicum maximum</i>			155	465	620
31	AJON JOLI	<i>Sesamum indicum</i>			67	80	147
32	CARAOTA	<i>Phaseolus vulgaris</i>			217	50	267
33	ARROZ	<i>Oryza sativa</i>			112	188	300
34	GUANDUL	<i>Cajanus cajan</i>			155	325	480
35	CUCUYINA	<i>Bothriochloa pertusa</i>			50		50
36	CARIMAGUA	<i>Andropogon gayanus</i>				360	360

MES DE MAYO

37	KICUYINA	<i>Bothriochloa pertusa</i>	70	70
38	CARIMAGUA	<i>Andropogon gayanus</i>	240	240
39	GUINEA	<i>Panicum maximum</i>	300	300
40	SORGO	<i>Sorghum spp</i>	50	50
41	GUANDUL	<i>Cajanus cajan</i>	50	50
42	ARROZ	<i>Oryza sativa</i>	75	75
43	CAUPI	<i>Vigna unguiculata</i>	50	50
44	ANGLETON	<i>Dichantium aristatum</i>	30	30

TOTAL	7034
--------------	-------------

Fuente: Pasante

3.2.3 Actividades de Monitoreo.

Con el fin conocer la evolución del proyecto en cuanto a la funcionalidad de ecosistema, el establecimiento de las especies y a su vez de dar cumplimiento a los objetivos, se realizaron actividades de monitoreo de crecimiento, cobertura y presencia de fauna. Estas actividades se desarrollaron mediante visitas de campo una vez se culminaron las actividades de revegetación en cada centro de trabajo.

En el tiempo de pasantías se realizaron monitoreos a corto plazo y a escalas más detalladas en donde se registran en campo puntualmente las actividades de restauración que se están implementando. Se tuvo en cuenta las condiciones de partida del ecosistema en cuanto a su cobertura, lo cual es visible a corto plazo pero es más efectivo si se monitorea a largo plazo.

Monitoreo de crecimiento

Las especies que presentaron un mejor rendimiento en cuanto al crecimiento f en las primeras semanas fueron las leguminosas como: Sorgo (*Sorghum spp*), Ajon Jolí (*Sesamum indicum*), frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), Arroz (*Oryza sativa*), Guandú (*Cajanus cajan*). La

caraoa no presentó una buena adaptación en los centros de trabajo, mostrándose débil ante la competencia con las otras especies, y no resistió a las condiciones ambientales de la región. El tiempo de germinación de las gramíneas es más prolongado, pero con el paso del tiempo muestra una adaptación favorable en su relación con las leguminosas presentes. La especie carimagua (*Andropogon gayanus*) se encuentra en un periodo de latencia y no se pudo ver su germinación, pero según los testimonios de los directores del proyecto con esta especie al cabo de unos meses se puede ver su germinación y su crecimiento mostrando una distribución favorable, esto posiblemente se debe a que inicialmente no presenta unas condiciones ambientales o fisiológicas óptimas para su germinación y espera el momento indicado para dar paso a su nacimiento.

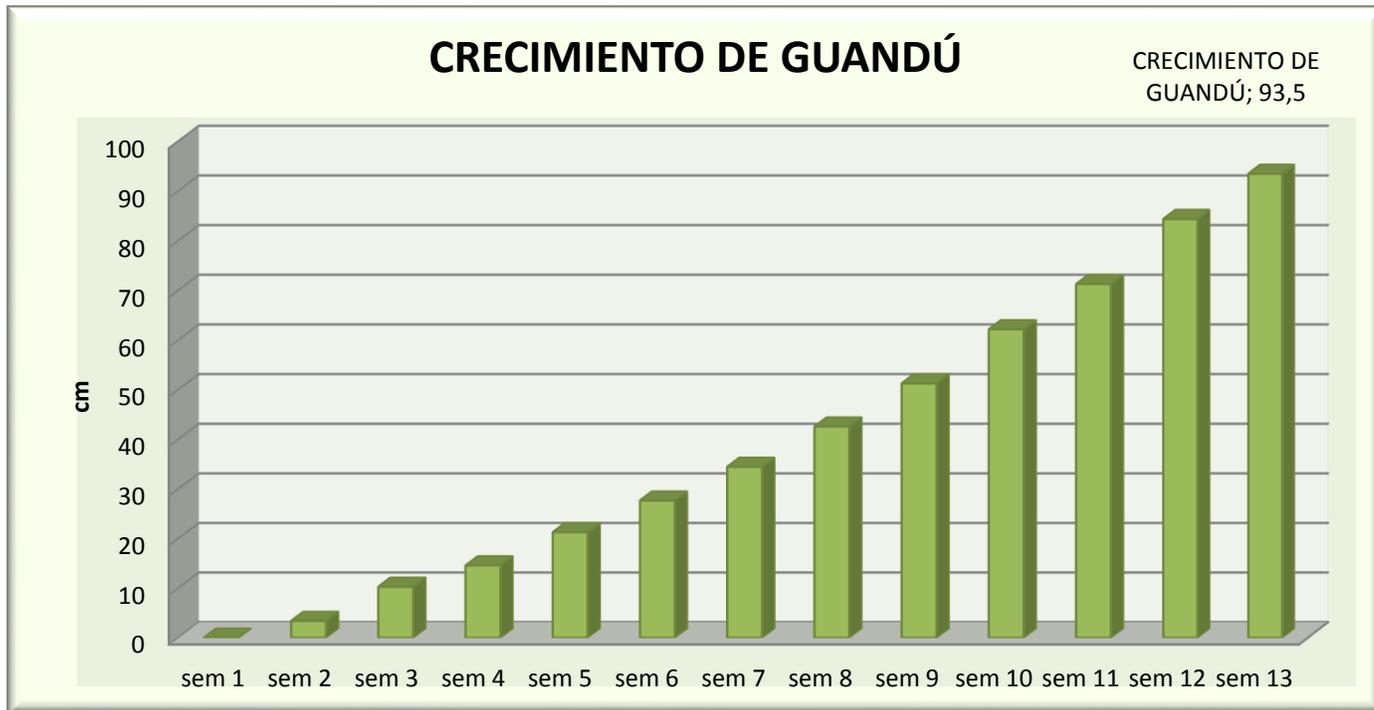
Tabla 7.

Crecimiento de especies en Centímetros por semana.

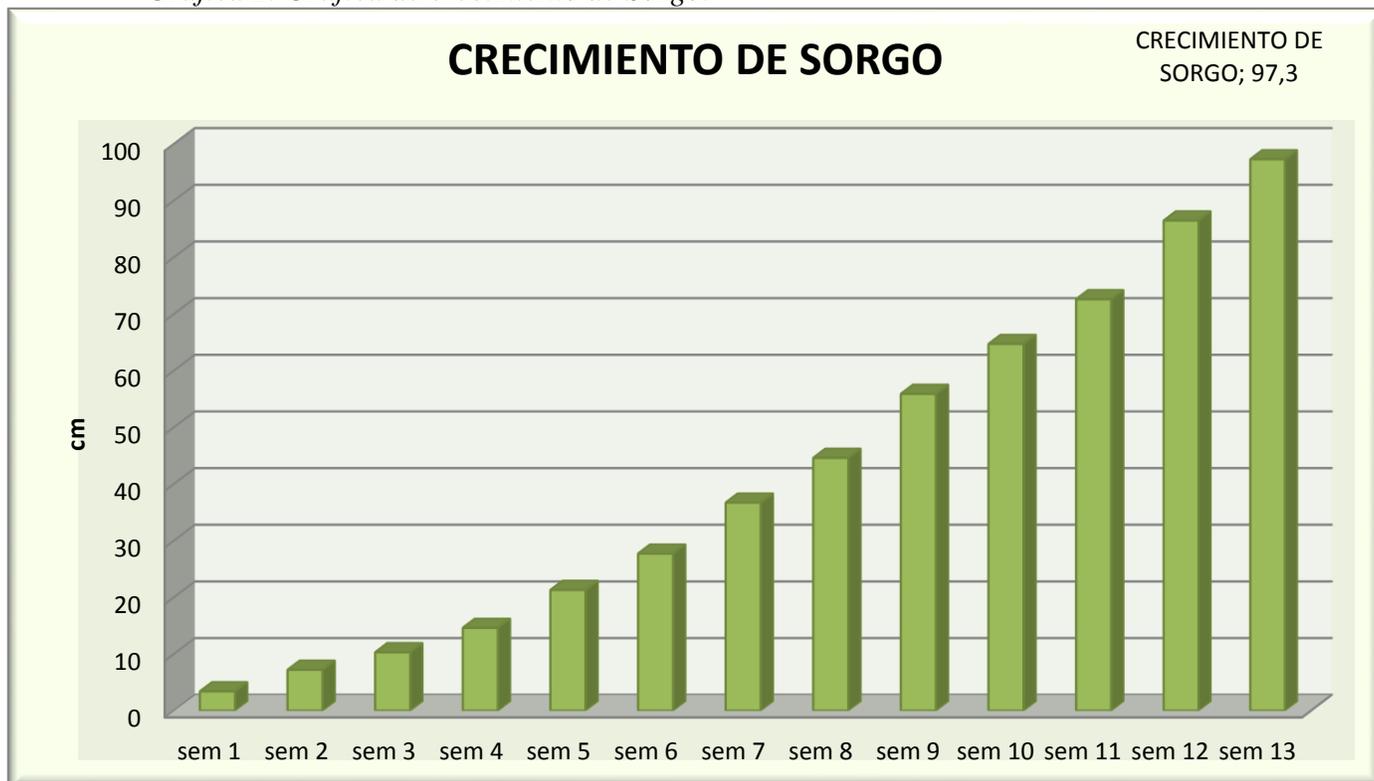
CRECIMIENTO SEMANAL DE ESPECIES (cm)							
	GUANDÚ	SORGO	AJON JOLI	CAUPI	CARAOA	ARROZ	GUINEA
sem 1	0	3,4	0,2	0,6	0,6	0	0
sem 2	3,4	7,2	5,6	6,8	5,2	3,2	0
sem 3	10,3	10,3	10,6	11,2	9,5	6,5	0
sem 4	14,6	14,6	16,7	15,7	14,7	10,3	0,2
sem 5	21,3	21,3	20,3	21,5	20,2	12,7	3,4
sem 6	27,7	27,7	25,6	24,6	23,5	15,5	7,6
sem 7	34,5	36,7	32,8	31,7	29,7	17,8	13,5
sem 8	42,6	44,6	41,7	38,6	35,2	20,7	17,8
sem 9	51,3	55,9	49,9	45,9	41,5	21,6	21,6
sem 10	62,2	64,7	57,9	52,7	45,7	22,8	34,6
sem 11	71,3	72,6	65,9	59	51,3	25,6	41,3
sem 12	84,4	86,5	79,8	68,7	56,7	28,9	47,6
sem 13	93,5	97,3	85,8	79,8	61,2	32,7	55,6

Fuente: Pasante

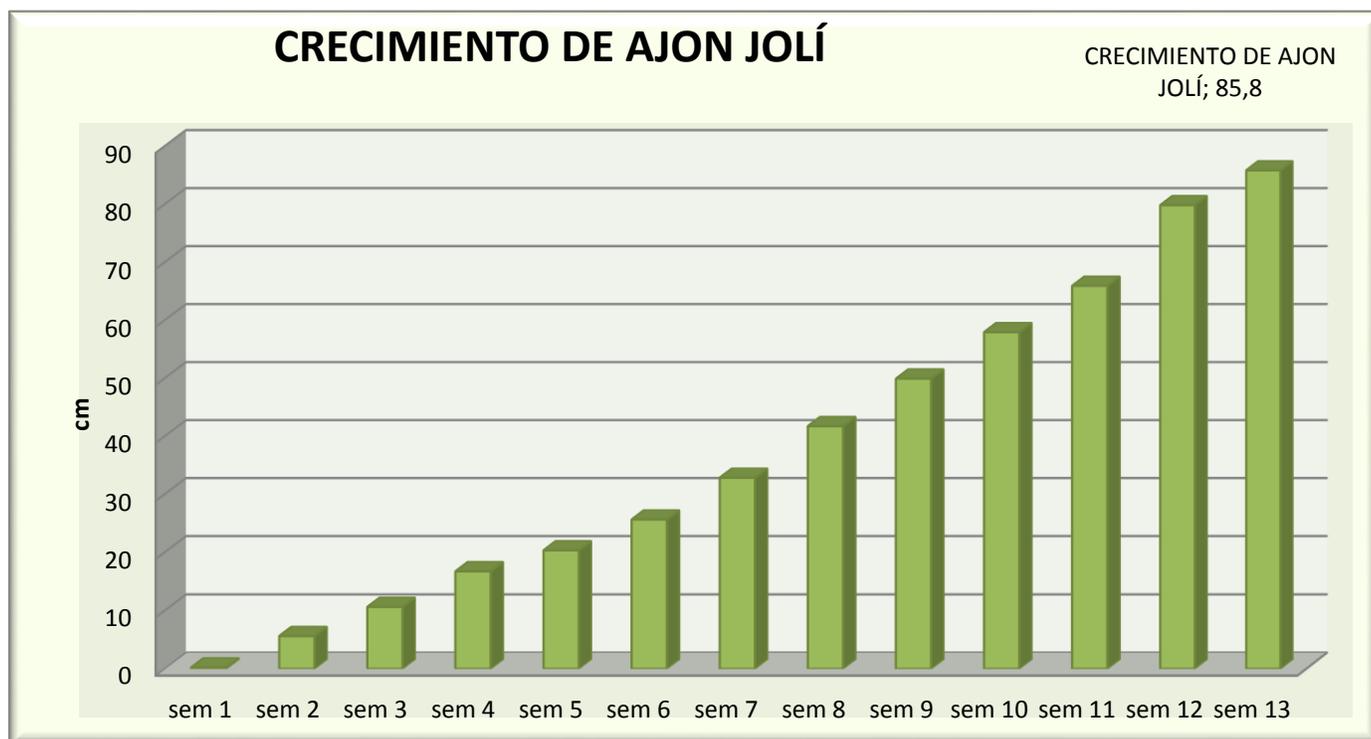
Grafica 1. Grafica de crecimiento de Guandú.



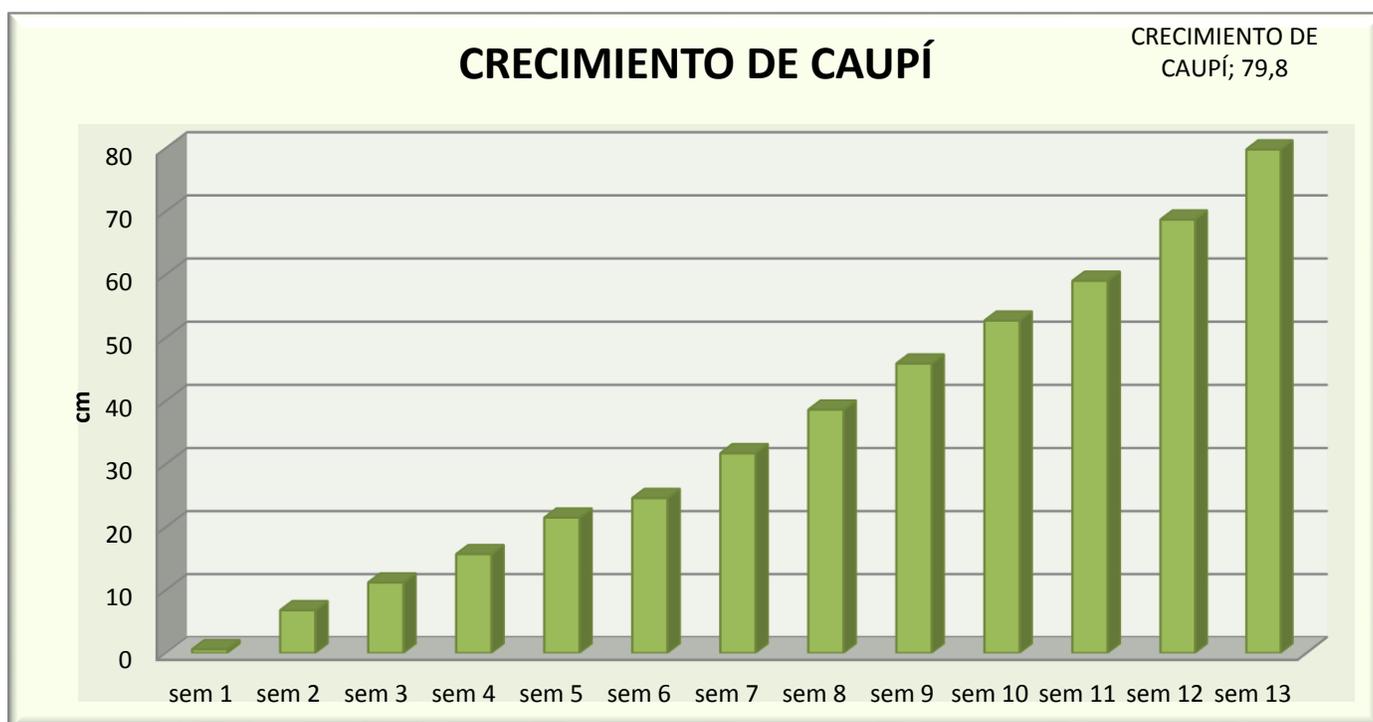
Grafica 2. Grafica de crecimiento de Sorgo.



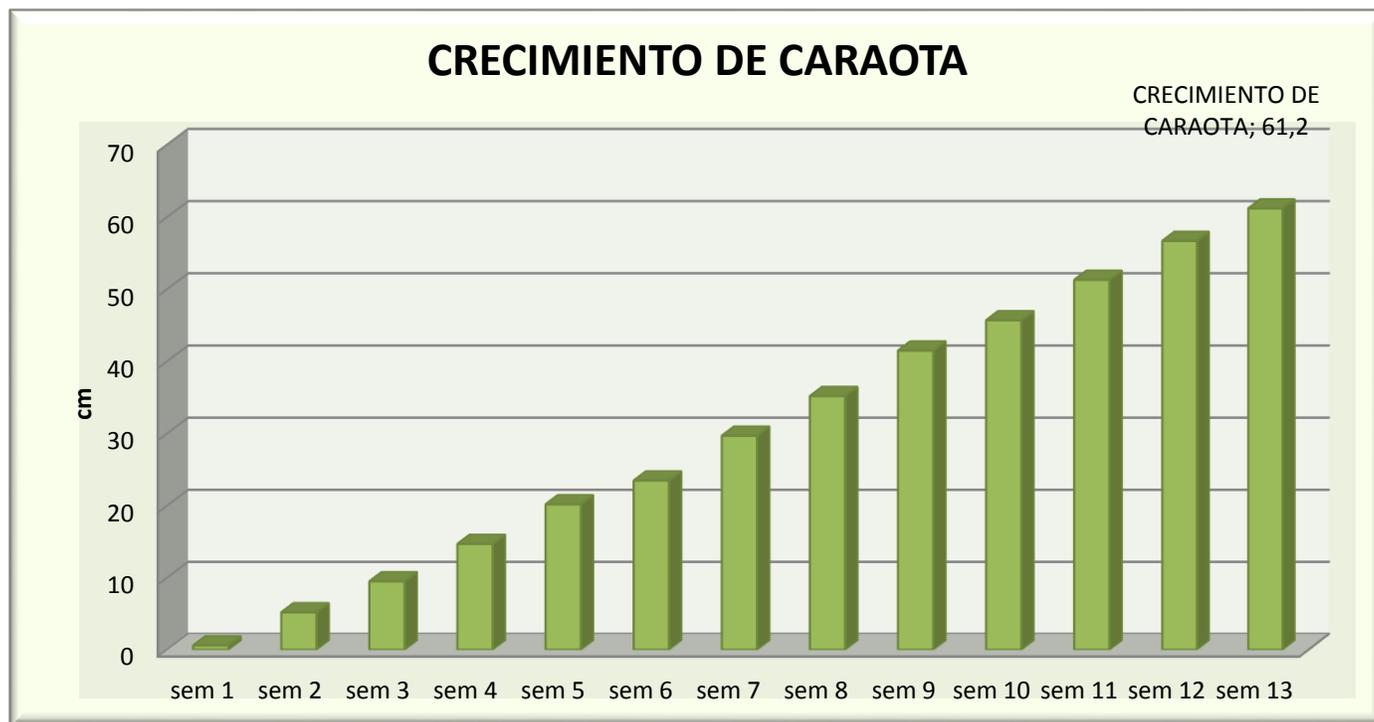
Grafica 3. Grafica de crecimiento de Caupí.



Grafica 4. Grafica de crecimiento de Caupí.



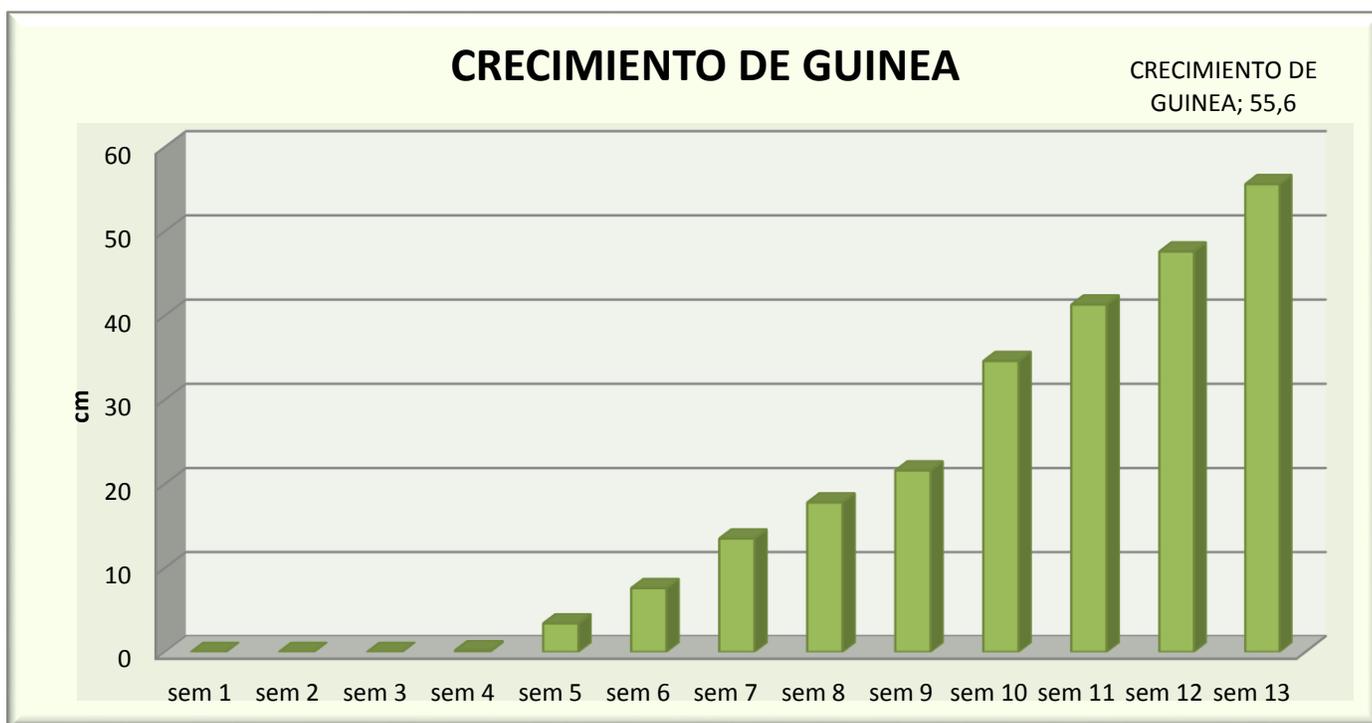
Grafica 5. Grafica de crecimiento de la Caraota.



Grafica 6. Grafica de crecimiento de Arroz



Grafica 7. Grafica de crecimiento de Guinea.



Fuente: Pasante

Estas mediciones se llevaron a cabo mediante visitas de campo y los datos se tomaron midiendo 5 individuos por especie en todos los polígonos, luego se promediaron los datos y el resultado final se tomó como crecimiento semanal. A cada polígono se le realizaron mediciones, pero el polígono el cual se tomó como referencia en cuanto al número de semanas fue el 4, ya que este fue el primer polígono trabajado y el único que se le tomaron mediciones desde la primera semana. Los porcentajes de crecimiento son promediados en cada área de trabajo para conocer la media de crecimiento de las especies en general que se están trabajando.



Fotografía 20. *Medición de crecimiento de especies.*

Fuente: Pasante

Cobertura.

La determinación de la cobertura se llevó a cabo mediante el establecimiento de parcelas de 5x5 mts en los polígonos 4, polígono 21 y polígono 17, ya que estos por ser los primeros trabajados tienen un mayor establecimiento de especies al momento de realizar el último monitoreo. Se realizó la medición de zonas desnudas para determinar el porcentaje de área poblada y conocer cuál es el total del área cubierta. Posteriormente se calculó el factor de corrección y se conoció el porcentaje de cobertura por especies dentro de las parcelas trabajadas.

Tabla 8.
Cantidad de especies por parcela trabajada.

ESPECIE	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR PARCELA		
	Polígono 4	Polígono 21	Polígono 17
Sorgo	59	47	15
Ajon jolí	53	56	18
Caupí	46	38	12
Guandú	57	44	21
Guinea	64	32	3
Caraota	43	35	7
Arroz	62	51	6
TOTAL	384	303	82

Fuente: Pasante

Parcela 1 (polígono 4)

Parcela = 5x5 mts \rightarrow 100% $2.296 \text{ mts}^2 / 25 \text{ mts}^2 * 100 \% = 1.296\%$

Zonas desnudas = $2.296 \text{ mts}^2 \rightarrow 9.184 \%$

Cobertura = 90.816 %

Factor de Corrección.

$F_c = \% \text{ Cobertura} / \# \text{ tot. De ind.}$

$F_c = 90.816\% / 384 \rightarrow F_c = 0.23\%$

Porcentaje de cobertura por especie (Parcela 1)

Sorgo $\rightarrow 0.23 \% \times 59 = 13.5 \%$

Ajon Jolí $\rightarrow 0.23 \% \times 53 = 12.1 \%$

Caupi $\rightarrow 0.23 \% \times 46 = 10.6 \%$

Guandú $\rightarrow 0.23 \% \times 57 = 13.1 \%$

Guinea $\rightarrow 0.23 \% \times 64 = 14.7 \%$

Caraota $\rightarrow 0.23 \% \times 43 = 10.0 \%$

Arroz $\rightarrow 0.23 \% \times 62 = 14. \%$

Parcela 2 (polígono 21)

Parcela = 5×5 mts $\rightarrow 100\%$ $3.15/25 * 100$
 $\% = 12.6\%$

Zonas desnudas = 3.15 mts² $\rightarrow 12.6\%$

Cobertura = 87.4%

Factor de Corrección.

$F_c = \% \text{ Cobertura} / \# \text{ tot. De ind.}$

$F_c = 87.4\% / 303 \rightarrow F_c = 0.29\%$

Porcentaje de cobertura por especie (Parcela 2)

Sorgo $\rightarrow 0.29\% \times 47 = 13.6\%$

Ajon Jolí $\rightarrow 0.29\% \times 56 = 16.2\%$

Caupi $\rightarrow 0.29\% \times 38 = 11.0\%$

Guandú $\rightarrow 0.29\% \times 44 = 12.7\%$

Guinea $\rightarrow 0.29\% \times 32 = 9.28\%$

Caraota $\rightarrow 0.29\% \times 35 = 10.1\%$

Arroz $\rightarrow 0.29\% \times 51 = 14.8\%$

Parcela 3 (polígono 17)

Parcela = 5×5 mts $\rightarrow 100\%$ $14.8/25 * 100\% = 59.2\%$

Zonas desnudas = 14.8 mts² $\rightarrow 59.2\%$

Cobertura = 40.8%

Factor de Corrección.

$F_c = \% \text{ Cobertura} / \# \text{ tot. De ind.}$

$F_c = 40.8\% / 82 \rightarrow F_c = 0.49\%$

Porcentaje de cobertura por especie (Parcela 3)

Sorgo $\rightarrow 0.5\% \times 15 = 7.5\%$

Ajon Jolí $\rightarrow 0.5\% \times 18 = 9\%$

Caupi $\rightarrow 0.5\% \times 12 = 6\%$

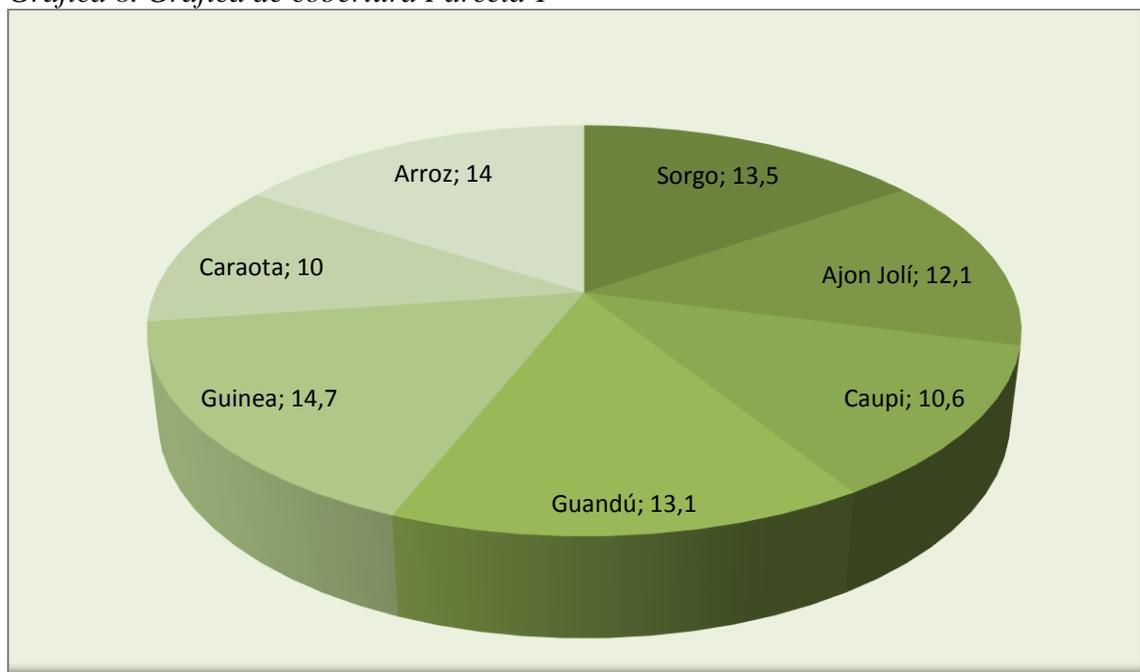
Guandú $\rightarrow 0.5\% \times 21 = 10.5\%$

Guinea $\rightarrow 0.5\% \times 3 = 1.5\%$

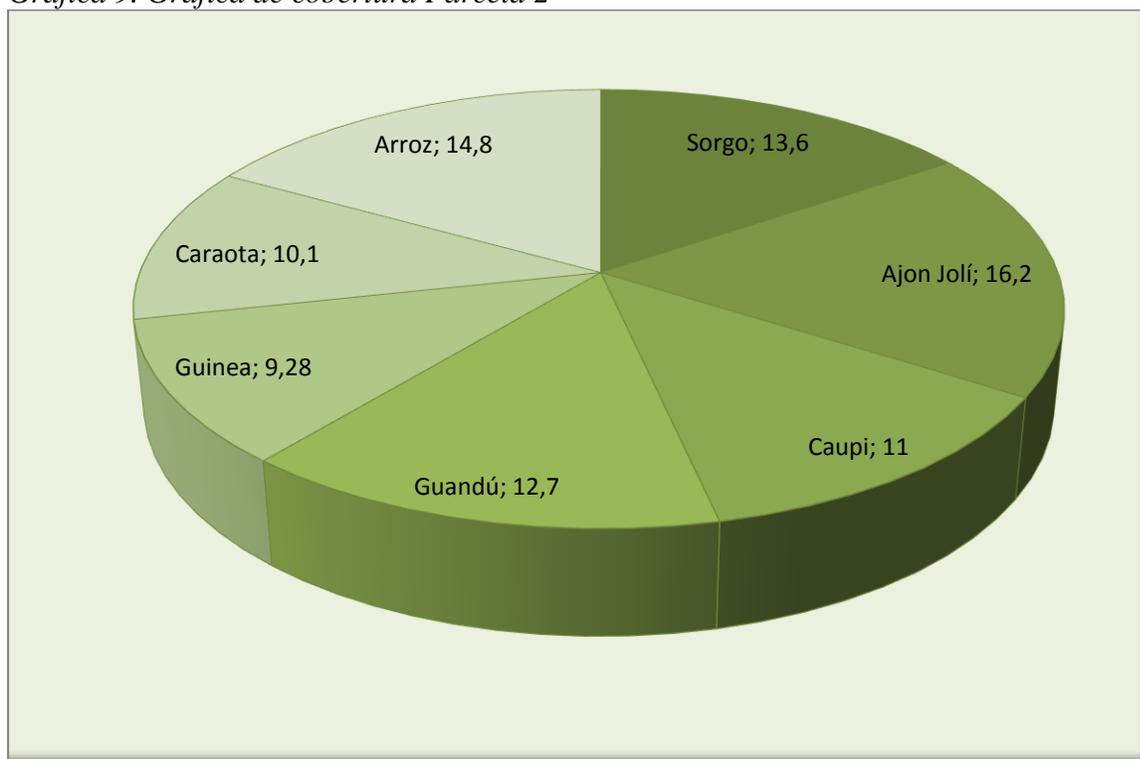
Caraota $\rightarrow 0.5\% \times 7 = 3.5\%$

Arroz $\rightarrow 0.5\% \times 6 = 3\%$

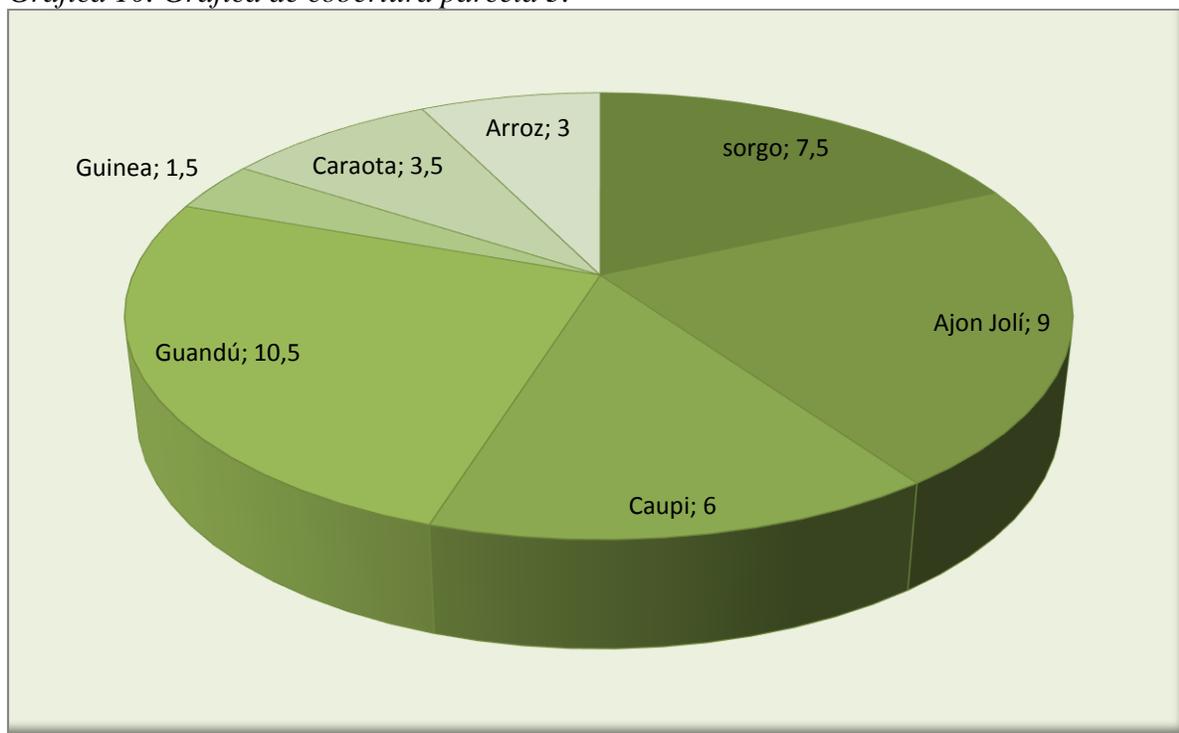
Grafica 8. Grafica de cobertura Parcela 1



Grafica 9. Grafica de cobertura Parcela 2



Grafica 10. Grafica de cobertura parcela 3.



Fuente: Pasante

Se decidió trabajar la parcela 3 como un caso especial, debido a que esta presenta la principal problemática que actualmente se está dando dentro del proyecto de revegetación, y es la deficiencia de germinación de algunas semillas a causa del pisoteo del tractor al momento del esparcimiento de heno mecánicamente, ya que este a cambio de facilitar el trabajo manual se introduce desplazándose por la pendiente hasta ubicarse en un punto favorable para realizar el trabajo. Es por esto que se decide trabajar dicha parcela, con el fin de conocer el porcentaje de germinación dentro de las áreas afectadas de los centros de trabajo.



Fotografía 21. *Monitoreo en parcelas.*

Fuente: Pasante

Monitoreo de fauna presente en la zona.

El crecimiento de las especies trabajadas permite que con el pasar del tiempo el ecosistema recupere funciones, que hasta dicho momento eran escasas y que poco a poco toman la importancia ecológica que se desea. Es emotivo ver como la dinámica de la naturaleza se relaciona, de tal manera que los individuos se relacionen ya sea de manera mutua o en beneficio para unos y perjuicio para otros.

Dentro del desarrollo del proyecto se logró identificar la presencia de aves, insectos y reptiles, quienes encontraron en estos nuevos ecosistemas en evolución el sitio indicado para llevar a cabo sus funciones. Especies como el Ajon Jolí (*Sesamum indicum*) atrajeron a especies polinizadoras como las abejas, ya que estas se encontraban florecidas y cumplen un papel

importante al momento de la polinización. De igual manera el Sorgo, el cual se encontraba en su época de cosecha sirvió como fuente de alimento para aves como la María Mulata (*Quiscalus lugubris*) quien es una fiel visitante a las áreas para satisfacer sus necesidades alimenticias; el sorgo también atrajo en gran cantidad a orugas y mariquitas de la especie *Hippodamia convergens* las cuales son especies nocivas para estas plantas, causándole daños en su estructura corporal. En las actividades de visitas a los frentes de trabajo se pudo identificar la visita de otras especies como mil pies (*Polydesmus sp*), lobos azules (*Gallotia galloti*), serpientes *Xenodon rabdocephalus*, libélulas (*Anax junius*), hormigas y mariposas. Por medio de estos indicadores nos damos cuenta que la evolución del ecosistema se está llevando a cabo de manera óptima, ya que muestra resultados favorables en cuanto a las relaciones interespecificas que se presentan y a los procesos de transerencia de energía dentro del ecosistema.



Fotografía 22. *Presencia de microfauna.*

Fuente: Pasante



Fotografía 23. *Presencia de microfauna.*
Fuente: Pasante



Fotografía 24. *Presencia de reptiles.*
Fuente: Pasante

Sucesión secundaria.

El panorama sucesional a partir de la activación de bancos de semillas presente en el suelo vegetal o top soil, y de la relación de las especies no trabajadas propiamente dentro del proyecto, resulta favorable teniendo en cuenta los indicadores de la dinámica sucesional como lo son adaptación y crecimiento de dichas especies. No solo las leguminosas y gramíneas trabajadas son las que encontramos establecidas dentro de los frentes de trabajo, también encontramos otras especies que de una u otra manera aportan su granito de arena a la recuperación del ecosistema, mostrando una relación favorable con las otras especies.

Especies como Leucaena (*Leucaena leucocephala*), higo amarillo (*Pseufomanea guachapele*) y campano (*Samanea saman*) son las especies identificadas que mejor se relacionan con las otras especies de leguminosas y de gramíneas, ya que estas al modificar las condiciones del terreno permite que estas especies pioneras tomen mayor funcionalidad y que su desarrollo se lleve a cabo de manera optima.



Fotografía 25. *Especies pioneras de sucesión secundaria.*

Fuente: Pasante



Fotografía 26. *Especies de árboles nativos.*
Fuente: Pasante

3.3 Actividades de Reforestación.

Al iniciar proyectos de reforestación lo que principalmente se quiere lograr es rehabilitar y recuperar terrenos que se han visto alterados por algún evento adverso o un disturbio que anteriormente modificó la dinámica del ecosistema. Por medio de la reforestación se establecen cambios favorables a distintos recursos del ambiente como lo son el agua por medio de las mejoras en el desempeño de las cuencas hidrográficas, de igual manera el suelo también presenta mejoras al protegerlo de la erosión y el aire al mejorar sus condiciones y brindarnos oxígeno mediante el proceso de fotosíntesis.

Son distintos periodos que enfrentan las plantas para su desarrollo, ya que estas se encuentran sujetas a muchos factores que pueden alterar sus etapas de crecimiento, la propagación de semillas corre peligro al enfrentarse a los animales que las consumen, y las semillas que logran germinar se cruzaran en el ambiente con condiciones del suelo como lo son el pH, la temperatura y la fertilidad, que muchas veces no son toleradas por el individuo viéndose interrumpido su proceso de adaptación

En cuanto al establecimiento de las especies, se recomienda trabajar con especies nativas o con especies endémicas, ya que estas se encuentran adaptadas a la zona y las condiciones que estas necesitan son básicas o que se encuentren en las cantidades necesarias para que estas especies puedan llevar a cabo sus funciones. la relación de los arboles con los arbustos y algunas arvenses juega un papel importante, siendo el estrato arbustivo el cual cubre el suelo protegiéndolo de la erosión y permitiendo que los arboles de menor tamaño no se vean afectados, de igual manera estos arbustos le dan un aporte de materia orgánica al suelo lo que permite que haya un aumento en los nutrientes de este.

Objetivos de la reforestación.

El principal objetivo de la reforestación es contribuir a la restauración de los componentes del ambiente, mejorando las condiciones bióticas, abióticas y socioeconómicas, contribuyendo al mejoramiento de los ecosistemas que han sufrido alteraciones, ya sea de tipo antrópico o natural. Con la reforestación se buscan beneficios ambientales como captación de carbono, aumentar la diversidad biológica, de igual manera los corredores ecológicos y los hábitats son logros que se buscan con los planes de reforestación,

Preparación de material forestal en vivero.

El material forestal que actualmente se maneja dentro del vivero de la multinacional Drummond Ltd. Se caracteriza por tener especies nativas de la región sobre las que se adelantan las actividades mineras. Las instalaciones del vivero forestal se encuentran en un buen estado, lo que permite que las actividades se adelante de manera agradable.

Son varias etapas por las cuales las semillas y plántulas hacen su recorrido previo a las plantaciones en las áreas. de esta manera se recomienda que se lleve a cabo un manejo adecuado del material forestal estableciendo una ubicación estratégica de las instalaciones.

Recolección de plántulas y semillas.

Las actividades de recolección de semillas se ponen en marcha al inicio de un nuevo proyecto generalmente, en este caso el proyecto de desviación del río San Antonio permitió que estas actividades se llevaran a cabo, ya que en el desarrollo de este proyecto se vería afectada gran parte de la cobertura vegetal, arbustiva y arbórea de la zona. Estas semillas y plántulas recolectadas son llevadas al vivero forestal para posteriormente darles un manejo y cuidado, de tal manera que se garantice la subsistencia de cada individuo.



Fotografía 27. *Semillas recolectadas en el proyecto san antonio.*
Fuente: Pasante

Ubicación del vivero.

El vivero forestal de Drummond Ltd. Se encuentra ubicado en un sitio estratégico el cual cuenta con un sistema de riego permanente, que es de vital importancia para el manejo de la germinación y para el crecimiento de las plantas. De igual manera dentro de sus instalaciones se cuenta con 2 cuartos en los que se almacenan los elementos que están usando en las actividades diarias del vivero, como lo son herramientas, semillas, algunos químicos y equipos como motosierras y guadañas. Este espacio también se encuentra delimitado perimetralmente con unas cercas vivas que impiden el paso de animales y a su vez sirven como barrera protectora contra el viento. El vivero lo localizamos con las coordenadas geográficas de Latitud 9°35'41.99"N y Longitud 73°31'41.22"O.



Fotografía 28. *Ubicación del vivero forestal.*

Fuente: google earth.

Camas de germinación o Umbráculo.

Dentro de los umbráculos se disponen las semillas iniciando así su proceso de germinación, este proceso demora entre 2 y 3 semanas antes de ser llevados a la zona de llenado de bolsas. Este umbráculo contiene suelo preparado con abono orgánico en una cantidad adecuada para que la semilla no presente ninguna alteración dentro de su crecimiento, de igual

manera cuenta con una instalación de un sistema de riego importante dentro de esta etapa, ya que es donde más se necesita de este recurso. La estructura de esta área de manera obligatoria debe contar con cubierta protectora, esta puede ser vegetal o de otro tipo de material que impida la exposición directa a los rayos del sol.



Fotografía 28. *Camas de germinación.*
Fuente: Pasante

Llenado de bolsas y trasplante de plántulas germinadas.

En este proceso se utilizan bolsas pequeñas con perforaciones, las cuales están llenas de una mezcla de tierra y abono orgánico, que posteriormente se utilizarán para que las plántulas con mayor tamaño tengan un soporte de crecimiento antes de ser llevadas a los otros procesos.

Al culminar el proceso de germinación en los umbráculos y el llenado de bolsas, las plántulas son trasplantadas en las bolsas que anteriormente se habían preparado, esto con el fin

de que se tenga un soporte para el crecimiento de estas. Las plántulas posteriormente son llevadas a un área de sombra que es llamada área de poli sobra, y es aquí donde demoran alrededor de 1 mes hasta que logren un tamaño adecuado.



Fotografía 29. *Area de llenado de bolsas.*
Fuente: Pasante



Fotografía 30. *Area de poli sombra.*
Fuente: Pasante

Área de asoleado.

En esta etapa los arbolitos son transportados de las áreas de poli sombra a las áreas de asoleado como suele llamarse dentro del vivero. Para esta actividad se preparan camas de establecimiento de estas especies las cuales también llevan el nombre de “eras”, esta zona presenta exposición directa al sol, y es la última etapa de preparación de material forestal del vivero, los árboles que se encuentran en esta etapa ya presentan las condiciones para ser llevados a sus áreas de siembra.



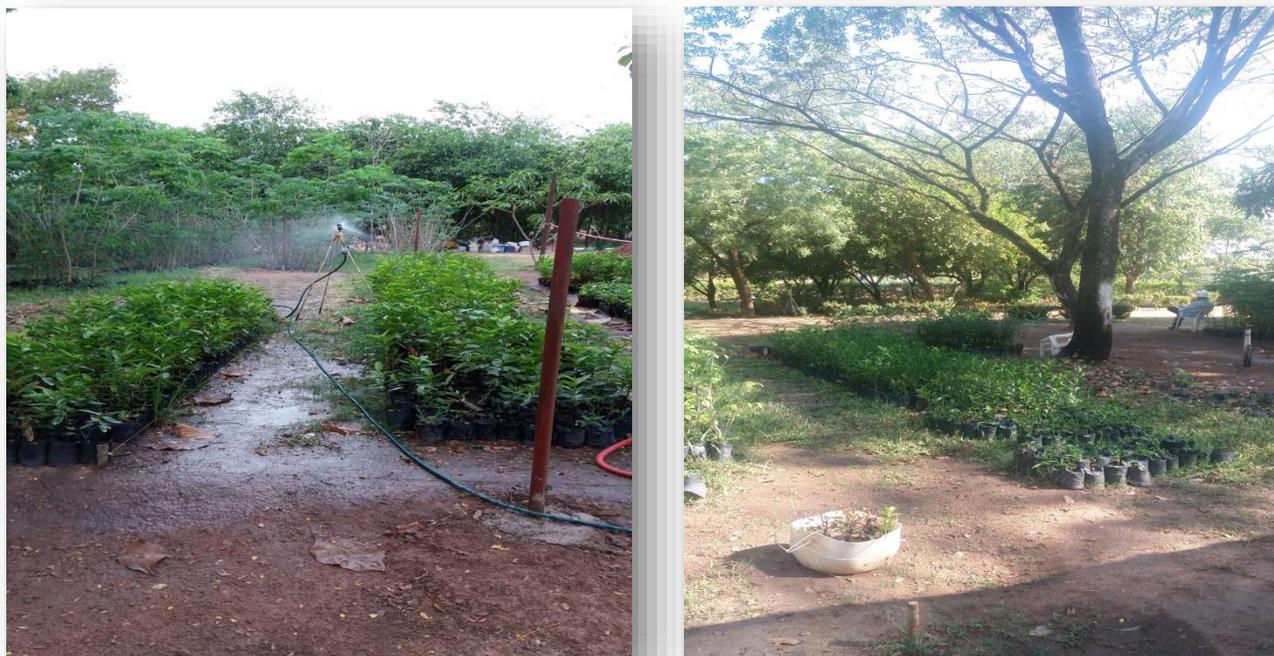
Fotografía 31. *Áreas de asoleado.*

Fuente: Pasante

Actividades complementarias.

Para el desarrollo de la preparación del material forestal dentro del vivero se llevan a cabo unas actividades complementarias en las que encontramos el riego que se lleva a cabo 2 veces al día diariamente, el deshierbado que se realiza cuando dentro de las bolsas de siembra se estén

presentando germinaciones de pasto que pueda afectar el crecimiento del individuo. También se llevan a cabo actividades como lo son limpieza del vivero forestal, realizando barridos dentro de las instalaciones, controles de plaga, preparación de tierra para el llenado de bolsas y para la preparación de las camas de germinación.



Fotografía 32 y 33. *Actividades de riego y limpieza del vivero forestal.*
Fuente: Pasante

Siembra de árboles.

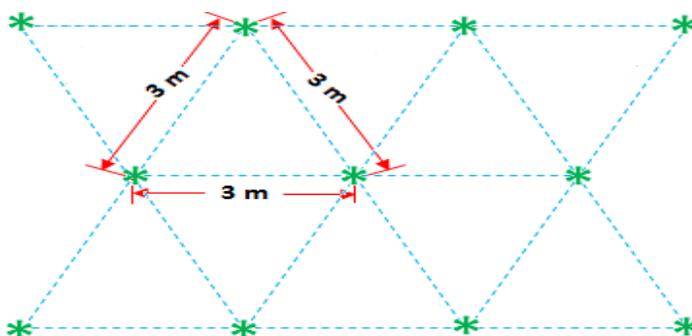
Estas actividades se llevaron a cabo en los polígonos 17 y en el polígono 25 el cual presenta un relieve plano y pertenece de igual manera a la escombrera 9A. las actividades de siembra de árboles se desarrollaron con especies nativas de la zona, colectadas en las áreas donde se iniciaron nuevos proyectos y preparadas dentro del vivero forestal de la compañía Drummond

Ltd. Aunque existen distintos métodos de siembra comúnmente encontramos 3 que son el método de 3 bolillos o triángulo, el método cuadrado y el método por curvas de nivel.

Para las actividades de reforestación se utilizó el método del 3 bolillos con una separación entre plantas de 5 metros, este método consiste en sembrar los arbolitos en las esquinas de un triángulo de lados iguales, al momento de trazar hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones (SENA, 1991):

- Trace la línea guía de la mayor longitud posible, a través de la pendiente.
- Mida la distancia de siembra sobre toda la línea guía que trazó.
- Tome 2 cuerdas iguales y coloque la punta de las varas sobre dos puntos trazados sobre la línea guía.
- Junte los extremos libres de las varas y nos dará un tercer punto.
- Continúe marcando en la misma forma hasta marcar la segunda línea de siembra.
- Tome los puntos de la segunda línea de siembra y continúe en el trazo hasta terminar el área de reforestar.

El método de triángulo o tres bolillos es más aconsejable en terrenos planos debido a que por medio de este se pueden sembrar más especies en la superficie.



Grafica 10. Método de siembra 3 bolillos.

Fuente: Trazados de siembra.

Existe una fórmula para conocer la cantidad de árboles utilizados por hectárea y es la siguiente:

$$N = \frac{AT}{d * d} * 1.154$$

N= Numero de plantas.

AT= Área Total

d= distancia entre plantas

1.154= Constante

Tabla 9.
Distancias de método 3 bolillos.

DISTANCIAS EMPLEADAS SEGÚN USO DE LA PLANTACION	METODO TRES BOLILLO O TRIANGULO
1.0 x 1.0	11.540
2.0 x 2.0	2.885
3.0 x 3.0	1.283
5.0 x 5.0	462

Fuente: Pasante

En estas actividades de reforestación se contó con la colaboración de 8 empleados, para desarrollar las actividades de ahoyado que consisten en hacer huecos donde se van a realizar las plantaciones de los árboles, tomando como medidas 20 cm de ancho y 30 cm de largo. De igual manera las actividades de siembra se desarrollan llevando a cabo el transporte de los arboles hacia el sitio donde se realizara la reforestación.

Inventario de árboles para reforestación.

Los siguientes árboles son especies nativas de la zona, recolectadas y en el vivero forestal de la multinacional Drummond Ltd.

Tabla 10*Inventario de árboles para restauración,***MAIZ TOSTAO**

FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Coccoloba acuminata*

NOMBRE COMÚN: Maíz Tostao

FAMILIA: *Polygonaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Su madera presenta vario usos en los que encontramos que su madera se emplea como leña y postes para cercas. Se puede en usar en espacios públicos como Edificios institucionales, Glorietas, Orejas de puente, Parques, Plaza/plazoleta, Separador de arterias principales, Separador autopistas.

CAMPANO



FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Samanea saman*

NOMBRE COMÚN: campano, genízaro

FAMILIA: *Fabaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Calido.

Sus principales usos los encontramos en:
Cajas, carpintería, muebles, ebanistería, canoas, estructuras medianas, postes, ruedas de carretas y construcción de establos, corrales, saladeros, chapas decorativas, paneles, decoración de gabinetes, contraenchapados, productos interiores, modelos, construcción en general, laminados estructurales y de uso general, machihembrado, muebles decorativos, culatas de armas, triplex y moldes.

IGUA AMARILLO



FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Pseudosamanea*
guachapele

NOMBRE COMÚN: Iguá amarillo

FAMILIA: *Fabaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Sus usos más importantes en América Central son como árbol de sombra en pasturas y para madera de aserrío. Se usa en construcción rural para horcones, vigas, tablas, tablones, pisos, durmientes y madera aserrada, así como en ebanistería. Las piezas de madera más pequeñas se usan para postes y como combustible. La leña solo necesita 1-2 semanas para secar, se raja fácil y quema bien y lentamente, con buenas brasas y poco humo.

CAÑAGUATE



FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Tabebuia chrysea*

NOMBRE COMÚN: cañaguata

FAMILIA: *Bignoniaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Muchas de las especies de *Tabebuia* se cultivan a efectos decorativos, ya que se caracterizan por florecer antes de que el follaje caduco vuelva a brotar. Son valiosos también para la carpintería, que aprecia la dureza, peso y resistencia al agua y las plagas de su madera; aunque no se adaptan a trabajos delicados por la dificultad de su trato, son óptimos para material de exteriores. Algunas especies son además sumamente resistentes al fuego.

TOTUMO

FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Crescentia cujete*

NOMBRE COMÚN: Totumo

FAMILIA: *Bignoniaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Las partes más utilizadas son las frutas y semillas. De los frutos se elaboran diversos objetos utilizando la cáscara bastante liviana y resistente. Es considerado un complemento proteico para el ganado. De su semilla se extrae aceite y de la pulpa azúcar y etanol

GUAYACAN



FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Guayacum officianales*

NOMBRE COMÚN: Guayacán

FAMILIA: *Zygophyllaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Es una de las dos especies que producen la verdadera *lignum vitae*, Es una resina natural que se extrae de la madera, es un compuesto incoloro que se vuelve azul cuando se pone en contacto con sustancias que tienen actividad de peroxidasa y luego se exponen al peróxido de hidrógeno. Las tarjetas de guayaco se impregnan con la resina y se utilizan en la determinación si las heces contienen sangre.

ALGARROBO



FUENTE: Internet

NOMBRE CIENTIFICO: *Ceratonia siliqua*

NOMBRE COMÚN: Algarrobo

FAMILIA: *Fabaceae*

CRECIMIENTO: Arbóreo.

PISO TERMICO: Cálido.

Hojas tiernas y frutos constituyen un buen alimento para el ganado. Como efecto del pastoreo de cabras y ovejas, las hojas y ramas más bajas son las que primero se consumen, dejando para el año siguiente la misma ubicación de las hojas más recientes. El uso de la madera de algarrobo varía según las especies y regiones pero, en general, se utiliza para combustible e infraestructura rural, siendo notable la demanda que existe para carpintería y fines artesanales.

Las actividades de reforestación por el momento se llevaron a cabo en 2 hectáreas de tierra las cuales quedaron distribuidas en los 2 polígonos reforestados parcialmente, 1 hectárea para cada polígono. Dentro del avance de estas actividades fue necesario el uso de herramientas como palas, barras y palines, fue necesario el uso de una camioneta para el transporte de los arbolitos desde el vivero hasta las áreas de trabajo. Las especies que se utilizaron en las actividades son especies de buena adaptación a las condiciones de la zona, buen crecimiento y con funciones que le aportaran beneficios a los ecosistemas.

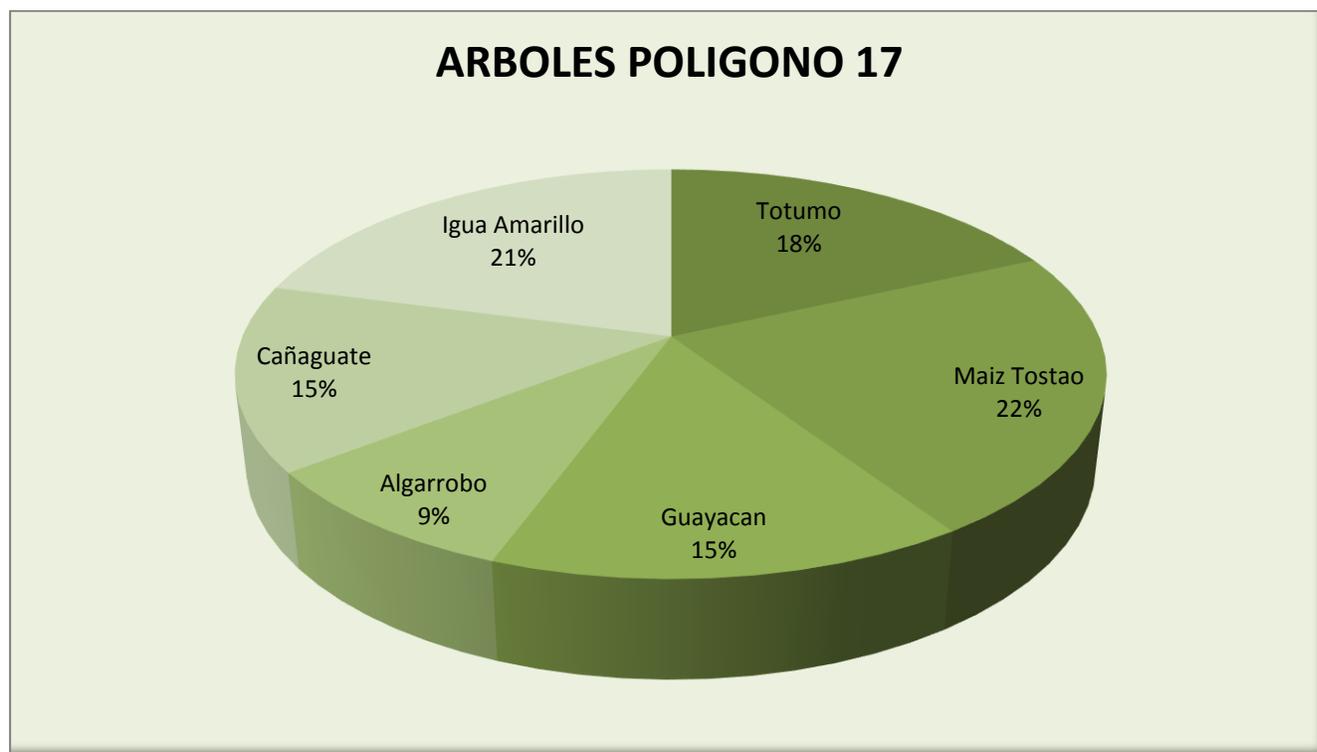


Fotografía 34. *Siembra de árboles polígono 17.*
Fuente: Pasante

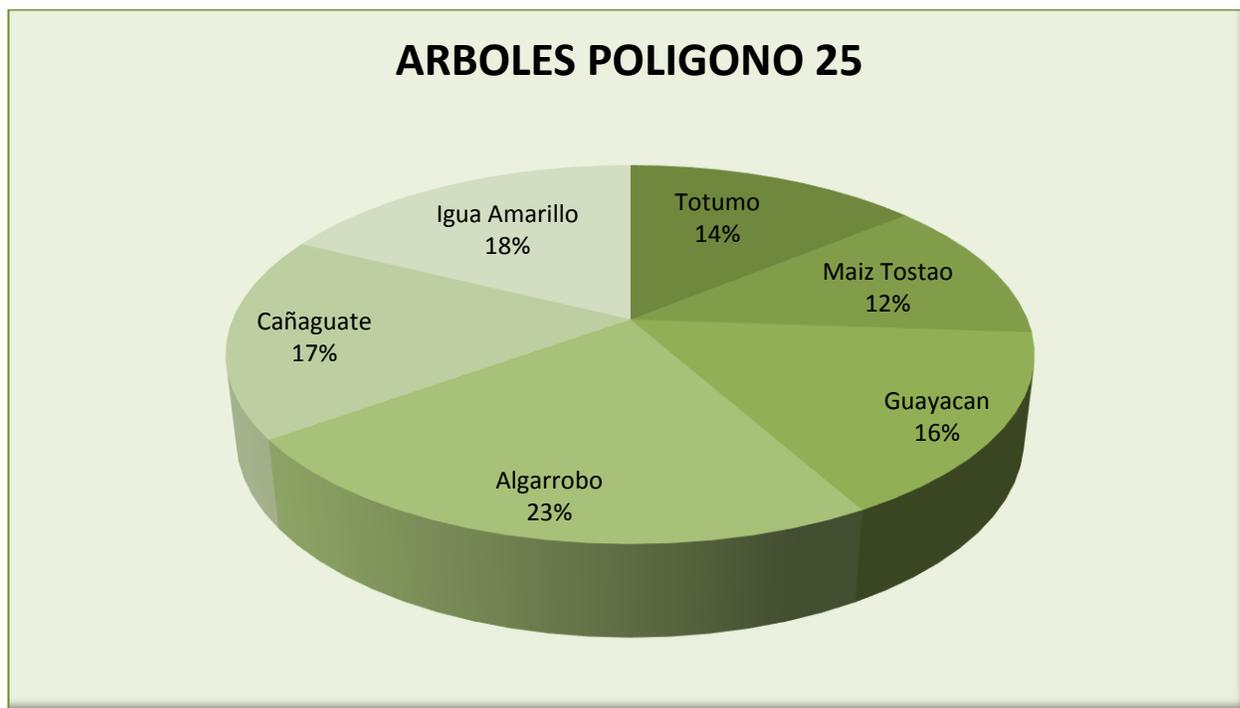
Tabla 11.
Cantidad de árboles para reforestación.

Nombre común	Nombre científico	INDIVIDUOS P- 17	% P-17	INDIVIDUOS P- 25	% P-25
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	61	15.1	56	12.8
Maíz Tostao	<i>Coccoloba acuminata</i>	75	18.6	48	11.0
Guayacán	<i>Guayacum officinales</i>	50	12.4	63	14.4
Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i>	30	7.4	92	21.1
Cañaguat	<i>Tabebuia chrysea</i>	49	12.1	64	15.8
Igua Amarillo	<i>Pseufomanea guachapele</i>	70	17.3	65	16.1
Campano	<i>Samanea saman</i>	68	16.8	47	10.8
TOTAL		403	100	435	100

Grafica 11. Porcentaje de árboles del poligono17.



Grafica 12. *Porcentaje de árboles polígono 25.*



Fuente: Pasante

3.4 Comparación fotográfica

Por medio de la comparación fotográfica podemos establecer el avance cualitativo del establecimiento de la cobertura vegetal en cada área trabajada, siendo este el primer paso en el proceso de restauración ecológica del cual se desprenden otros aspectos importantes a evaluar como lo son la importancia de la cobertura vegetal en suelos erosionados y en las mejoras en el cambio climático. Es importante hacer énfasis que para llevar a cabo un proceso de restauración se necesita el establecimiento de cobertura vegetal de diferentes especies para permitir que haya una relación diversificada entre el componente flora y por medio de este atraer distintas especies de fauna presentes dentro del ecosistema.

Al iniciar el proyecto en cada polígono visiblemente se notó el grado de erosión presente dentro de cada centro de trabajo, generando un impacto ambiental contra el paisaje el cual permitió ser reconstruido a medida que se desarrolló el proyecto. Teniendo como referencia el estado inicial de las área trabajadas se puede identificar el impacto ambiental beneficioso que se está generando en cuanto a las mejoras del paisaje y de las condiciones del ecosistema, de igual manera se busca lograr que con estos cambios en la apariencia del paisaje se genere un impacto social distinto al que se genera al momento de tener estos frentes de trabajos escasos en cobertura vegetal.

por medio de la cobertura vegetal obtenemos grandes beneficios como lo son generación de oxígeno, así como ayuda en la disminución del material particulado presente en la atmósfera, la regulación en el microclima y de igual manera modifica la estética del paisaje presentando un aspecto más agradable. Dentro de las especies trabajadas mostraron mayor rendimiento el ajonjolí (*Sesamum indicum*), el sorgo (*Sorghum spp*), el guandú (*Cajanus cajan*) y el caupi (*Vigna unguiculata*), siendo estos quienes mayor distribución presentaron en las áreas trabajadas.

Una de las principales características que se quiere lograr dentro de los centros de trabajo es conseguir una cobertura vegetal uniforme, y es por esta razón que se debe mejorar algunas practicas que se llevan dentro de algunos polígonos como lo son el esparcimiento de heno que impiden que la cobertura vegetal se desarrolle uniformemente, dejando zonas desnudas e impidiendo que algunas semillas germinen.



Fotografía 35. *Zonas desnudas por pisoteo de tractor.*
Fuente: Pasante

Polígono 4

Fotografía 36. *Fotografía inicial polígono 4.*
Fuente: Pasante



Fotografía 37. *Fotografía final polígono 4*
Fuente: Pasante

Polígono 21



Fotografía 38. *Fotografía inicial polígono 21.*
Fuente: Pasante



Fotografía 39. *Fotografía final polígono 21*
Fuente: Pasante

Polígono 17



Fotografía 40. *Fotografía inicial polígono 17.*
Fuente: Pasante



Fotografía 41. *Fotografía final polígono 17*
Fuente: Pasante

Polígono 15

Fotografía 42. *Fotografía inicial polígono 15.*
Fuente: Pasante



Fotografía 43. *Fotografía final polígono 15.*
Fuente: Pasante

Desviación río San Antonio



Fotografía 44. *Fotografía inicial desviación río san antonio.*
Fuente: Pasante



Fotografía 45. *Fotografía final desviación río san antonio.*
Fuente: Pasante

Capítulo 4. Diagnostico Final

Con el presente proyecto se da a conocer de manera cuantitativa y cualitativa la evolución del proyecto de revegetación y reforestación que se lleva a cabo dentro de la mina Pribbenow liderado por la multinacional Drummond Ltd. Las visitas, los monitoreos y los seguimientos periódicos a la evolución del trabajo realizado fueron la pieza clave para determinar el éxito que se tuvo y para establecer las mejoras que se deberán implementar en los proyectos venideros de las actividades de restauración.

Este proyecto fue realizado formando parte de la empresa Semillas y Pastos de la Costa S.A.S (SEMIPAC SA.S), quien brindo todas las herramientas a su alcance para determinar las falencias que se presentan, las buenas prácticas y para formular mejoras que permitirán el crecimiento de la empresa en las actividades de restauración ecológica. Se contó con la colaboración de personal con experiencia dentro de las actividades agrícolas quienes apoyaron las actividades de monitoreo y se les escucho al momento de aportar su conocimiento en el campo.

El proyecto resulta ser beneficioso tanto para la empresa SEMIPAC S.A.S como para Drummond Ltd. Ya que este se convierte en el primer informe completo presentado por medio del cual se establecen datos cuantitativos en cuanto al crecimiento y cobertura, permitiendo establecer la adaptación de especies y el desempeño de cada una de ellas, para tomar medidas correctivas cuando se presente el efecto adverso al que nos planteamos.

SEMIPAC S.A.S se beneficia directamente de la evaluación realizada mediante este informe, ya que este sirve como medio para dar a conocer su trabajo, mostrando las actividades realizadas, los resultados arrojados y generar confiabilidad en los procesos de restauración ecológica en suelos mineros, para que de esta manera se pueda generar confiabilidad y los

proyectos de restauración se lleven a cabo no solo en las minas, sino también en los demás sectores productivos que generen daños al ambiente y requieran de este tipo de prácticas de cuidado del medio ambiente.

Conclusiones

La realización de los monitoreos periódicos nos permitió establecer los indicadores de crecimiento y cuál de las especies presenta un mejor rendimiento en dicha medición, dejando como resultado que las especies con mayor crecimiento fueron el Sorgo (*Sorghum spp*), Ajon Jolí (*Sesamum indicum*) y el Guandú (*Cajanus cajan*), las cuales se adaptaron favorablemente a las condiciones de la zona en un periodo de 3 meses.

Las especies de pasto Carimagua (*Andropogon gayanus*), Angleton (*Dichantium aristatum*) y Kikuyina (*Bothriochloa pertus*) fueron las especies con menor rendimiento dentro de los 3 meses, ya que no alcanzaron a germinar en su totalidad permaneciendo en un periodo de latencia el cual cuando se presenten las condiciones adecuadas la semilla llevara a cabo su germinación. Se llega a esta conclusión tomando como referencia los polígonos trabajados anteriormente, los cuales en los primeros meses no presenta germinación en estas especies y al cabo de unos meses podemos ver como se distribuyen en toda la parcela estableciéndose de manera exitosa la familia de los pastos.

Especies como la caraota (*Phaseolus vulgaris L*) no presentaron un desempeño ideal para las condiciones presentes en la zona, ya que se mostraron débiles ante la competencia con las demás especies y se marchitaban rápidamente. Dicha especie no será incluida en los siguientes proyectos que desarrollara Semipac S.A.S a menos que las condiciones de establecimiento y competencia sean las apropiadas para el individuo.

Los porcentajes de cobertura sobresalen con especies como ajon jolí (*Sesamum indicum*), Sorgo (*Sorghum spp*), frijol caupi (*Vigna unguiculata*) y guandú (*Cajanus cajan*), quienes al establecerse dentro de los polígonos permitió que se distribuyeran en las áreas trabajadas y en

cuanto al ingreso de los tractores al momento de llevar a cabo las actividades de esparcimiento de heno se pudo establecer los porcentajes de cobertura en las zonas donde este ingresó.

Mediante la realización de inspecciones periódicas con el personal de la empresa SEMIPAC S.A.S se logró conocer de manera cualitativa y cuantitativa los avances en cuanto al crecimiento de las especies y mejoras en el paisaje, por medio del cual se dará a conocer el éxito del proyecto, la importancia de la realización de dichas actividades. La realización del proyecto permitió que la experiencia vivida se convierta en una pieza fundamental en la vida profesional que se aproxima, dentro de la cual se llenaron espacios y se esclarecieron dudas que en este largo camino servirán para fortalecer mi conocimiento y mejorar las acciones a realizar.

Recomendaciones.

Es importante tener en cuenta que al momento de realizar las actividades en cada etapa del proyecto se tengan en cuenta las estrategias que permitirán que una actividad se realice sin complicaciones. Al momento de realizar las actividades de esparcimiento de heno mecánicamente evitar que tanto el tractor como la enrolladora ingresen al área de trabajo, ya que donde este equipo pisa hay deficiencia en el crecimiento de semillas.

Es necesario antes de iniciar el proyecto conocer las características físicas y químicas del suelo, con el fin de establecer las especies que mejor se adapten a las condiciones tanto de la zona como del terreno, debido a que especies como la caraota no se establecieron de la mejor manera dentro del proyecto, dando paso a la formulación de estrategias de mejora y actividades correctivas dentro de los planes a futuro.

En las actividades de reforestación resulta más efectivo que las plantaciones se hagan de manera total y no parcial dentro de las áreas de trabajo, con el fin de llevar un orden en dichas actividades y que el crecimiento sea en conjunto, permitiendo que la función del ecosistema se genere uniformemente.

Aumentar las labores de restauración de las áreas de manejo de estériles debe ser uno de los objetivos principales dentro del proyecto de establecimiento de cobertura vegetal, partiendo de la necesidad de lograr una estabilización en estos terrenos que en épocas de invierno se vuelven más inestables y se necesita reforzar por medio de buenas prácticas de bioingeniería.

Referencias

- CañoSeco. (2015). *Manejo de esteril de mina*. Venezuela: Compañía Carbonífera Caño Seco.
- Cordoba, U. (2014). *MANUAL DE TECNICAS DE ESTABILIZACION BIOTECNICA EN TALUD DE INFRAESTRUCTURA DE OBRA CIVIL*. CORDOBA: Instituto de Agricultura Sostenible.
- Galvez, J. (2002). *LA RESTAURACION ECOLÓGICA: CONCEPTOS Y APLICACIONES*. Guatemala: IARNA.
- Goso, C. (2013). *Curso "geología ambiental"*. bogota: seccion ecologica regional y ambiental.
- Guzman, C. (2012). *MITOS Y REALIDADES DE LOS PLANES DE CIERRE DE MINAS*. Lima-Peru: universidad nacional de ingenieria.
- Hernandez, A. J., & Pastor, J. (2008). *LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS: MARCOS CONCEPTUALES Y METODOLOGÍAS*. Madrid: CIEMAT.
- IIAP. (2012). *PROTOCOLO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR MINERÍA A CIELO*. Bogota.
- INFOJARDIN. (2015). *INFOJARDIN*. Recuperado el 5 de MAYO de 2017, de <http://www.infojardin.net/glosario/resina/revegetacion.htm>
- Machlis, G. (1993). *Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos*. . Caracas, Venezuela.: UICN, BID.
- Mataix, C. (2010). *Técnicas de revegetación de taludes*. Madrid: Estudios y Proyectos Mineros S.A.S.
- MIN AMBIENTE. (2011). *ESTERILES DE CARBÓN*. ESPAÑA: CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTOS DE OBRAS PÚBLICAS.

- MUNDO CONEJO. (2015). *MUNDO CONEJO*. Recuperado el 5 de ABRIL de 2017, de MUNDO CONEJO: <http://www.mundoconejo.com.ar/mundoconejo.php?c=hen>
- Murcia, C., & Guariguata, M. (2014). *La Restauracion Ecologica en Colombia. Tendencias, Necesidades y Oportunidades*. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Reyes, J. (2013). *recuperacion de bosquen con Nothofagus spp, en los andes del sur de chile: uso de la escarificacion del suelo commo tecnica facilitadora para la regeneracion*. chile: Universidad Austral.
- Saavedra, M., Sanchez, S., & Alcantara, C. (2008). *Cultivo de Especies Autoctonas para Revegetacion*. Mdrid- España: instituto de investigacion y formacion agraria y pesquera.
- Schwarz, M. (4 de Febrero de 2013). *gestion de operaciones de proyectos mineros*. Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de <http://max-schwarz.blogspot.com.co/2013/02/preservacion-de-suelo-superficial-top.html>
- SDA. (2010). *RESTAURACION ECOLOGICA (RE)*. BOGOTA: Secretaria Distrital de Ambiente.
- SENA. (1991). *REFORESTACION DE MICROCUENCA*. Bogotá: Publicaciones SENA.
- SER, (. (2004). *The SER International Primer On Ecological Restoration*. Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Serrada-Hierro. (1995). *Apuntes de Repoblacion Forestal, Fundacion Conde del Valle de Salazar*. escuela universitaria de ingenieria tecnica forestal.
- Suarez, J. (2014). *Bioingenieria y Biotecnologia*. Colombia: Erosion.com.co.
- VARGAS, O. (2011). *RESTAURACIÓN ECOLÓGICA: BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN*. BOGOTA: UNAL.

Vargas, O. (2015). *Pasos Fundamentales en la Restauracion Ecologica*. Universidad Nacional de Colombia.

Vargas, O., & Reyes, S. P. (2011). *Congreso colombiano de restauracion ecologica*. Bogota: EDITORES.