



Estrategia de revegetalización para la estabilización de taludes en zonas de acopio de material estéril de carbón en Guacheta,Cundinamarca.

Revegetalization strategy for the stabilization of taludes in carbón sterile material accomodation zones in Guacheta,Cundinamarca-Colombia.

Juan Sebastian Alonso Lopez ¹.; Ingrid Alexandra Rivera ²

¹.Universidad Libre. juans.alonsol@unilibrebog.edu.co

² Docente, Universidad libre. ingrida.riverad@unilibre.edu.co

Resumen

El objetivo del presente trabajo es formular estrategias de revegetalización como solución a riesgo de inestabilidad de taludes en zona de acopio de material estéril de carbón en el municipio de Guacheta-Cundinamarca. Por esto, es necesario diseñar una estrategia por medio del método terraceo de banco y zanja de coronación combinándolo con revegetalización, evitando la dispersión de masa y otorgar sostenibilidad y fertilidad al terreno. En primer lugar, se consultaron fichas taxonómicas para determinar la especie apropiada para implementar en la cobertura vegetal, luego se analizó diferentes tipos de sustratos con el fin de seleccionar el más apropiado para el crecimiento vegetal. Por último, se procede a establecer el diseño del terraceo de banco. La especie seleccionada fue Laurel de Cera (*Morella pubescens*), la cual contaba con las características de adaptabilidad en la zona. Luego se estableció los elementos a combinar (Estérilx, Estiércol, Micorrizas y aserrín) y los porcentajes que se utilizarían en la combinación. Como resultado de esto, se determinó dos tipos de combinaciones, (50%Esteril-25% Estiercol-25% Micorrizas) y (50% Esteril-20% Micorrizas-10% estiércol-20%Aserrín). Para finalizar esta etapa se

hicieron pruebas en el laboratorio y seguimiento al crecimiento de la especie sembrada en los dos tipos de sustratos. Finalmente, se procedió a realizar el diseño del el terraceo que se implementara en el talud. Por el tipo de terreno se estableció que el diseño de la zanja de coronación debía ser tipo roca y por otro lado que el talud que se va a intervenir es de tipo natural.

Palabras clave: cobertura vegetal, revegetalizacion, sustrato, zanja de coronación,

Abstract

The objective of this work is to formulate revegetation strategies as a solution to the risk of taludes instability in the acomodation area of sterile coal material in the municipality of Guacheta-Cundinamarca. For this reason, it is necessary to design a strategy by means of the terraceo method of banco and ditch of coronation, combining it with revegetalization, avoiding mass dispersion and granting sustainability and fertility to the land. First, taxonomic files were consulted to determine the appropriate species to implement in the vegetation cover, then different types of substrates were analyzed in order to select the most optimal

for plant growth. Finally, we proceed to set up the terraced method of banco. The selected species was Laurel de Cera (*Morella pubescens*), which had the characteristics of adaptability in the area. Then, the elements to be combined were established (sterile, manure, mycorrhizae and sawdust) and the percentages that would be used in the combination. As a result of this, two types of combinations were determined (50% Sterile-25% Manure-25% Mycorrhizae) and (50% Sterile-20% Mycorrhizae-10% Manure-20% Sawdust). To finish this stage, tests were

1. Introducción

La industria minera ha generado grandes beneficios a nivel económico en varios de los departamentos que conforman nuestro país, pero también ha generado diversas problemáticas a nivel ambiental, como el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del paisaje. Estas problemáticas se ven reflejadas con el transcurrir del tiempo generando diversos impactos como son: daños en la salud, contaminación del suelo, inestabilidad en el terreno entre otros. Todos estos impactos se producen debido a la inadecuada disposición de los residuos producidos por la minería (Material estéril de carbón) que se generan luego de realizar la explotación de este mineral, el cual es posteriormente depositado en una zona de acopio a la cual no se le realiza ningún tipo de seguimiento por lo tanto no se cuenta con medidas de control adecuadas para evitar su esparcimiento.

2. Metodología

Este proyecto se desarrolló en el municipio de Guacheta- Cundinamarca con el objetivo de mitigar el impacto ambiental que esta generando el exceso de material estéril de

made in the laboratory and monitoring the growth of the species planted in the two types of substrates.

Finally, we proceeded to design the terrace that will be implemented on the slope. For the type of terrain it was established that the design of the coronation ditch should be rock type and on the other hand that the slope that is going to intervene is of natural type.

Keywords: plant cover, revegetalization, substratum, crown ditch

carbonó en la zona. Para llevar a cabo la realización del proyecto de forma efectiva se establecieron cuatro etapas las cuales son el paso a paso de la investigación.

En primer lugar, se efectuó una visita de campo, luego se realizaron análisis en el laboratorio, seguido de esto se procedió a seleccionar la especie con la cual se iba a llevar a cabo la revegetalización y por último se determinó el tipo de talud que se iba a intervenir para realizar la estrategia óptima para la estabilidad.

2.1 Visita de campo

Se realizó una visita de campo al lugar donde se encontraban ubicadas las minas y posteriormente se visitó la zona de acopio de estéril de carbón. El objetivo de esta visita era identificar aspectos de la zona como especies vegetales nativas, obtener registros fotográficos con el fin de detallar los taludes que presentaban inestabilidad y registrar el deterioro que se presentaba tanto a nivel de suelo como a nivel paisajístico. Por otro lado, se realizó una toma de muestra del suelo para posteriormente realizar la correspondiente caracterización fisicoquímica.



Imagen 1. Acopio Mina

Imagen 2.

2.2 Análisis de laboratorio

Luego se determinó la composición del sustrato (estéril, estiércol, micorrizas y aserrín), posteriormente se determinaron las diferentes combinaciones y finalmente se realizó la respectiva caracterización fisicoquímica a cada uno de los sustratos. Basados en la caracterización de los sustratos se procedió a consultar la ficha taxonómica de diferentes tipos de especies que tuvieran las características de adaptabilidad con los sustratos planteados y las condiciones climáticas de la zona donde se va a realizar la revegetalización y se determinó que la especie más apropiada era **Laurel de Cera** (*Morella pubescens*).



Imagen 3. Elementos



Imagen 4. Sustrato

2.3 Seguimiento y Control

Con la especie determinada y teniendo en cuenta las diferentes combinaciones de los sustratos, se procede a realizar seguimiento y control al comportamiento que tienen la planta en cada uno de los sustratos, con el fin de determinar en qué tipo de combinaciones tiene mejor adaptabilidad escogiendo los mejores dos sustratos.



Imagen 5. Resultado 1

Imagen 6. Resultado 2

2.4 Diseño para estabilizar el talud

Se procede por último a establecer el diseño adecuado para estabilizar el talud teniendo en cuenta fotografías áreas en la zona para determinar los cambios presentados en el lugar con la llegada de la minería, siendo este el punto de partida para determinar un correcto diseño para la estabilización del terreno donde también se tendrá en cuenta el tipo de talud a intervenir y su inclinación.



Imagen 7: Cartografía1



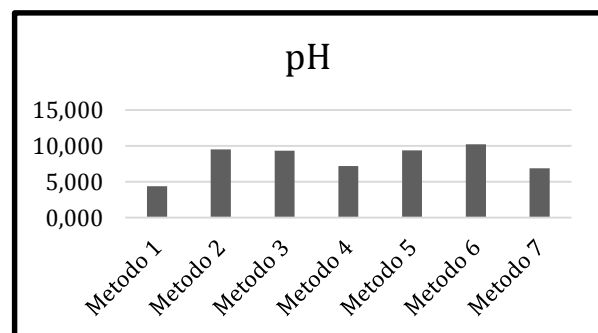
Imagen 8: Cartografía2

3. Resultados

Se realizó la toma de muestra del material estéril de carbón en la visita de campo y posteriormente se procedió a hacer la medición de pH.

Metodo	Sustrato				pH
	Estéril	Micorrizas	Estiércol	Aserrín	
Metodo 1	100%	0%	0%	0%	4,375
Metodo 2	50%	20%	15%	15%	9,519
Metodo 3	50%	20%	20%	10%	9,326
Metodo 4	50%	20%	10%	20%	7,189
Metodo 5	60%	10%	15%	15%	9,361
Metodo 6	60%	10%	10%	20%	10,205
Metodo 7	60%	20%	10%	10%	6,876

Tabla 1: pH sustratos



18

Grafico 1. pH sustrato

Para este caso se tuvieron en cuenta los métodos 4 y 7 ya que estos contaban con un pH neutro. Adicionalmente se ensayó con un tercer sustrato el cual se realizó con la combinación (50% Estéril-25% Estiercol-25% Micorrizas). Ya teniendo las combinaciones correspondientes se realizó un análisis de bases intercambiables.

Posteriormente se efectuó el seguimiento y control al comportamiento de la planta en las tres combinaciones.

Metodo	Altura (Diciembre) cm 14/12/2016	Altura (Abril) cm 14/04/2017	pH
esteril 50%- esteriercol 25%- Micorrizas 25%	27	31,7	7,4
Esteril 100%	20,1	24,5	5,5
Esteril 50%, micorrizas 20%- estiercol 10%- Aserrin 20%	23	32,8	7,2
Esteril 60%, micorrizas 20%, estiercol 10%, Aserrin 10%	27,5	30,8	6,9

Tabla 2. Seguimiento y control de altura

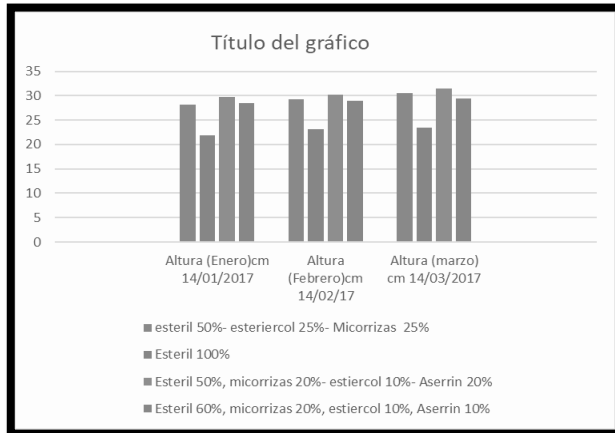


Grafico 2. Seguimiento y control de alturas

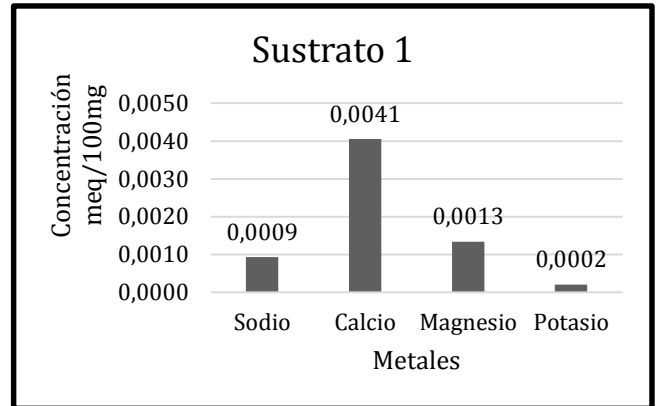
Seguido a esto, en el laboratorio se realizó análisis de bases intercambiables (Tabla3) a los sustratos en los que mejor se adaptó la planta, arrojando los siguientes resultados

Concentración (meq/100g suelo)	Sustrato
0,0009 Na meq/100g suelo	Estéril 50%- Estiercol 25%
0,0041 Ca meq/100g suelo	

0,0013 Mg meq/100g suelo	Micorrizas 25%
0,0002 K meq/100g suelo	

Tabla 3. Bases intercambiables sustrato 1

Grafico3. Bases intercambiables sustrato 1



Concentración (meq/100g suelo)	Sustrato
0,012 Na meq/100g suelo	Estéril 50% Micorrizas 20% Estiercol 10% Aserrín 20%
0,0046 Ca meq/100g suelo	
0,0015 Mg meq/100g suelo	
0,0002 K meq/100g suelo	

Tabla 4. Bases intercambiables sustrato 2

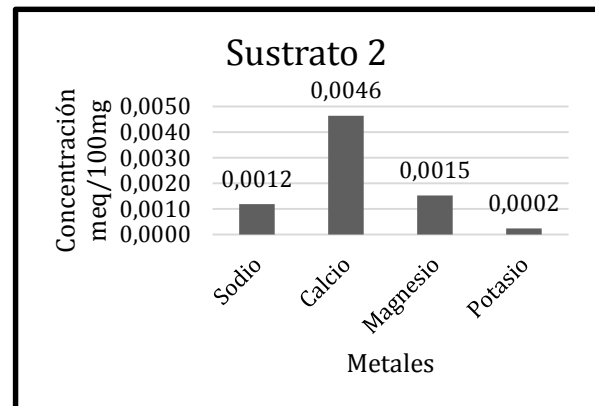


Grafico 4. Bases intercambiables sustrato 2

Los resultados que se observan en las gráficas dan evidencia de un aporte mínimo de bases de cambio lo cual se puede ver reflejado en el crecimiento gradual que se evidencio en la especie vegetal

Por último, se determinó que el proceso más adecuado para estabilizar el talud era la

implementación de una zanja de coronación con el fin de interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias evitando su paso por el talud. Para este proceso se sugiere implementar una zanja de coronación de tipo rocoso puesto que por la gran cantidad de material estéril de carbón presente en la zona sería un método muy efectivo

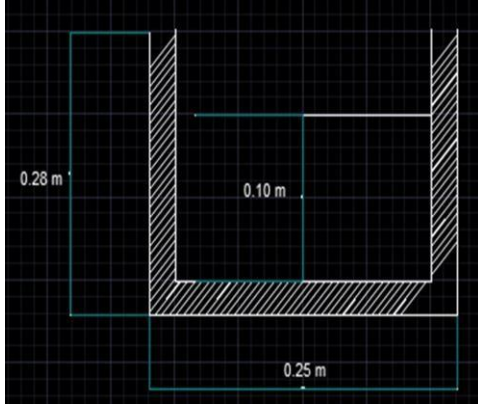


Imagen 8: Diseño Zanja de Coronación

Por otro lado, se decidió llevar a cabo el diseño de un terrazo de banco a lo largo del talud con la cobertura vegetal del laurel de cera, así lograr estabilidad, contribuyendo a la disminución del deterioro paisajístico. Para este diseño se tuvo en cuenta que el talud es de tipo artificial puesto que se ha ido formando a causa de la actividad minera presente en la zona.

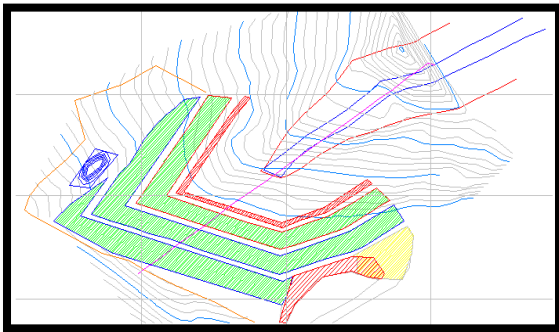


Imagen 9. Diseño Terraza de banco

Conclusiones

1. Se sugiere complementar el sustrato con algún tipo de fertilizante durante la etapa de adaptación de la especie vegetal y acelerando el crecimiento de esta.
2. Aunque se presentaron niveles bajos de bases intercambiables, la presencia de micorrizas y estiércol en el sustrato,

3. permite acondicionar el suelo, lo que favorece el crecimiento de las plantas
4. Se recomienda sembrar pasto o rye Grass junto con el laurel de cera para que el terreno se afiance con mayor facilidad.

Agradecimientos

Agradecimientos a la Universidad Libre seccional Bogotá por facilitarme los laboratorios durante la realización de mi proyecto en sus diferentes etapas, a los colaboradores que trabajan en los diferentes tipos de laboratorios por su apoyo con el préstamo de equipos y la preparación de los reactivos. A Ingrid Alexandra Rivera, Rafael Nikolay y Alejandra Ibatá por el apoyo que me brindaron en las diferentes etapas del proyecto. Por último a mi padres por el apoyo moral y económico en todas las ponencias en las cuales participe.

Referencias Bibliográficas

- Verbel, Jesús Oliveros. EFECTOS DE LA MINERÍA EN COLOMBIA SOBRE LA SALUD HUMANA. *Minería de carbón*. [En línea] S.F.
http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/forum_topic/3655/files/efectos_mineria_colombia_sobre_salud_humana.pdf.
- Guacheta, Alcaldía de. Nuestro municipio. *economía*. [En línea] Alcaldía de Guacheta, 14 de 09 de 2012. [Citado el: 10 de 05 de 2016.]
http://www.guacheta-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml.
- FAO. Conclusiones. materia orgánica. [En línea] FAO, S.F. [Citado el: 10 de 05 de 2016.]
<http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0a.htm>.
- Galvis, Juan José Manrique y Granados, Javier Octavio García. Producción Y Exportaciones De Carbón En Colombia Segundo Trimestre De 2013. Colombia : SIMCO, 2013. 4-20.
- Lozana Montañez, F. A., Ochoa, J. W. y Camacho, R. A. (2012). Estudio geomecánico para el diseño minero a cielo abierto del yacimiento de carbón en Rondón- Boyava L'ESPRIT INGENIEUX. B3. PP 49-60
- Gutiérrez Claverol, M. y Luque Cabal, C. (1993). Recursos del subsuelo de Asturias.



- Recuperado de:
<http://books.google.com.co/books?id=v1YAD9f88NEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- De Matteis. A. (2003). Estabilidad de Taludes. Universidad nacional del rosario recuperado de:
(<http://www.fceia.unr.edu.ar/geologia/ygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>).
- Pardo P. E., Cavadía T., Alvarino G. (2015). Análisis De La Diversidad Genética De La Paloma Doméstica (Columba Livia) En Bogotá, Colombia Utilizando Genes Que Codifican La Coloración Y Diseño Del Plumaje. BISTUA Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 13 (1): 35-45.
- Silva, S.(2014, 16 de enero) La minería en Colombia: la maldición de los recursos naturales. El tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13366835>
- Meléndez I., Pedro E., Quijano A. Actividad genotóxica de aguas antes y después de clorar en la planta de potabilización Empo- pamplona. Bistua:Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.2015.13(2):12-23
- Universidad industrial de Santander. Practicas de análisis químico de suelos. Bucaramanga : Acreditación Institucional, 2008. 19-21,24-25.
- Duarte Páez, A. L., Galeano Valenzuela, P. A. y Morales Pérez, D. R.(2009). Siembra forestal recuperación paisajística y revegetalización de agregados. INGENIO. PP 75
- Lozana Montañez, F. A., Ochoa, J. W. y Camacho, R. A. (2012). Estudio geomecanico para el diseño minero a cielo abierto del yacimiento de carbón en Rondón- Boyacá. *L'ESPRIT INGENIEUX*. B3. PP 49-60.
- Valderrama, N.T. & Morales-Puentes., M.E. 2016. Frutos y semillas en remanentes de bosque altoandino del Páramo de Rabanal (Boyacá, Colombia). Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 14(2): 141-168.
- Díaz Suarez, J. (1998). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga, Colombia. Publicaciones UIS
- Laverde P Luz Amanda, L. and Rivera María Esther, R. (2015). Bochalema – Sistema de alerta temprana.Bistua Revista de la facultad de Ciencias Basicas, 13(2), p.pag.96.-,97
- J.S Alonso Lopez.Ingeniero Ambiental Universidad Libre seccional Bogotá (X semestre), nivel de inglés B2 en Burlington School, Londres.
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7664-6970>
- I.A Rivera Diaz. Maestría/Magister Universidad Nacional de Colombia.Sede Bogota.Ciencias Agrarias, Enerode2002 - de 2005, Aplicación de un modelo matemático para evaluar la perdida de suelo en una zona de ladera bajo cultivo de papa (Solanum phureja) en la Sabana de Bogotá. Pregrado/Universitario

*Para citar este artículo: Juan Sebastian Alonso Lopez J.S.; Ingrid Alexandra Rivera I.A. Revegetalization strategy for the stabilization of taludes in carbón sterile material accommodation zones in Guacheta, Cundinamarca-Colombia. Revista Bistua. 2019 17(1):15-20

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas: Ingrid Alexandra Rivera. Docente, Universidad Libre. ingrida.riverad@unilibre.edu.co

Recibido: Diciembre 05de 2017

Aceptado: Marzo 10 de 2018