

Incorporación de sustratos orgánicos a estériles producidos en minas de carbón, para la revegetalización en zonas de páramo

Incorporation of organic substrates in a sterile products coal mines for the wasteland revegetation zones

Ingrid Alexandra Rivera Díaz^{1*}, Oscar G. Rodríguez Torres¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, Bogotá Colombia, * ingrida.riverad@unilibrebog.edu.co

Fecha de recepción del artículo 05/03/2010: Fecha de aceptación del artículo: 04/04/2010

Resumen

La explotación de carbón afecta suelos, vegetación y aguas con materiales de desecho llamados estériles, el objetivo del trabajo es caracterizar la vegetación nativa del área de influencia de la mina, determinar las especies para propagación, establecer tres sustratos con diferentes proporciones, de suelo, compostaje y estéril, y determinar la viabilidad de los sustratos evaluando el crecimiento del material vegetal para diseñar un plan de revegetalización.

Se identificaron 43 especies nativas y se trabajó con tres, consideradas las más aptas para propagación: *Ageratina Aristeii*, *Calamagrostis Efussa* y *Orthosantus Chymboracensis*, los resultados obtenidos de la revegetalización fueron con: *Ageratina Aristeii* un porcentaje de 40 %, *Orthosantus Chimboracensis* 75% y *Calamagrostis Effusa* 80 % de plantas adaptadas y desarrolladas.

Se pudo concluir, que se puede restaurar zonas de páramo con vegetación nativa, introduciendo estériles, eliminando 60% de contaminación y 80% el uso de suelo natural en restauraciones.

Palabras claves

Páramo estéril, sustrato, siembra, revegetalización.

Abstract

The coal exploitation affects soils, vegetation and water with waste materials called sterile, the study

aims to characterize them of native vegetation about influence area of mine, determine the species to spread, establish three substrates with different proportions of soil, composting and sterile, determine the feasibility of substrates evaluating growth of plant material and design a revegetation plan.

Were obtained an identification of plant material of 43 species, were worked with three; *Ageratina Aristeii*, *Calamagrostis Efussa* and *Orthosantus Chymboracensis* considered most suitable for propagation, and as final result were obtained that revegetation can be perform with *Ageratina Aristeii* taking a percentage of 40% with *Orthosantus Chimboracensis* 75% and *Calamagrostis effusa* 80% of plants adapted and developed.

As conclusion, were can restore areas of moor with native vegetation, introducing sterile, eliminating 60% of pollution and 80% natural soil use in restorations.

Key Words

Wasteland, steril, substrates, sowing, revegetation

Introducción

Durante épocas el hombre ha venido desarrollando técnicas para la explotación de los recursos naturales con un mínimo de importancia sobre los diferentes impactos provocados en el caso de

la minería Subterránea de Carbón, por lo general desarrollada en zonas de páramo con una altura superior a los 3200 msnm, los recursos afectados son el agua y el suelo por contaminación de cuerpos de agua, desprendimientos o deslizamientos y remociones en masa, degradación estética del paisaje contaminación del suelo y la vegetación y desplazamiento de fauna [1]. Mencionando además que el principal causante de estos impactos es el material de desecho llamado estéril, el cual no tiene propiedades químicas útiles y sus propiedades físicas no son suficientes para darle uso productivo, este material se encuentra recubriendo el manto de carbón en el interior del yacimiento, con unas características de dureza especiales, pero una vez extraído pierde toda dureza tanto así, que fácilmente se transforma de roca a polvo, generando grandes impactos como la pérdida de la capa vegetal, contaminación de suelos y aguas superficiales, migración definitiva de mamíferos y aves, y, la degradación estética del paisaje.

Para la recuperación de la capa vegetal la Guía Ambiental de Minería Subterránea de Carbón [2] sugiere disponer los estériles en patios de acopio, donde es distribuido de dos formas, en forma paralela a la capa superficial de suelo o en forma perpendicular a la pendiente del terreno, posteriormente cubriendo con una capa de cinco centímetros de suelo orgánico y seguidamente cubriendo con tapetes de pasto, o con bloques de césped con raíz y suelo incorporado, luego se procede a realizar una reforestación protectora, con especies recomendadas por las entidades competentes en el área de influencia.

Se estableció en campo que la problemática de esta metodología es que al distribuir los estériles se altera más la capa vegetal nativa, y por consiguiente se cambia el medio y sus hábitats, y además al introducir especies vegetales no se garantiza su óptimo desarrollo. Pero qué pasaría si ¿Se realiza una identificación vegetal del área de influencia, para establecer un vivero incorporando los estériles a sustratos orgánicos para propagación de dicho material vegetal identificado?

En la actualidad algunos estudios muestran que los estériles son dispuestos como cimient o primera capa para obras civiles como construcción de carreteras, “Utilización de estériles en terraplenes de carreteras de la comunidad de Castilla y León” [3] es un proyecto adelantado por la Sociedad de Investigación y Explotación minera de Castilla y León S.A. SIEMCALSA, de España en la cual los estériles se usan para las bases y sub bases de las carreteras, donde éstos se mezclan con cemento y disponen como primer nivel de la carretera, dentro de las ventajas de estos métodos se encuentra la disposición de grandes cantidades de estériles, según el tamaño de la carretera, se han logrado disponer hasta 130.000 m³ de estériles, lo cual representa una considerable disminución de la contaminación visual, de suelos, flora, fauna, en el área de influencia del proyecto, este tipo de soluciones son viables cuando las carreteras van a ser pavimentadas, y cuando se encuentran cerca del proyecto minero, de no ser así resulta costoso el traslado de los materiales y el almacenamiento temporal de los mismos, ya que en este tipo de obras se avanza en forma lineal en el tiempo y no se construye de inmediato, a diferencia del presente proyecto que se encuentra en un páramo y lejos de alguna carretera posible para pavimentar, y son zonas de restricción y conservación.

Otro estudio realizado en Villanueva de la Peña en España [4] evalúa el comportamiento de las especies introducidas en los proyectos de revegetación de áreas degradadas, frente a las especies (herbáceas y arbustivas), que de forma natural colonizan dichas áreas desde los alrededores, convirtiéndose en un tema de actualidad en ecología vegetal y restauración ecológica, se analiza la influencia de la hidrosiembra, de una mezcla comercial de semillas, en la revegetación temprana de una mina de carbón a cielo abierto restaurada, en donde nueve parcelas permanentes de 16 m² se evaluaron bimensualmente durante los dos primeros años tras la revegetación, tomando en cada una de ellas ocho inventarios cuadrados de 50 cm de lado, seleccionados al azar en el primer muestreo y fijados permanentemente. Los resultados muestran un incremento, tanto en número como en cobertura, de las especies colonizadoras naturales, a pesar de

que la cobertura vegetal total se haya mantenido constante. Dentro de las especies colonizadoras, las leguminosas son las que han experimentado un mayor incremento, tanto en número como en cobertura, siendo en su mayoría anuales y dispersadas por animales (*Trifolium campestre*, *T. glomeratum*, *T. striatum*, *Medicago polymorpha*, *Medicago lupulina*)[5] posiblemente, su expansión desde los alrededores se haya visto favorecida por el pastoreo. Tras ellas en importancia, se encuentran especies ruderales de las familias *Geraniaceae* y *Cruciferae*. A diferencia del presente proyecto éste es de minería a cielo abierto, lo cual facilita la movilización de los estériles y el tratamiento de los mismos; se puede observar que los estudios que se han realizado a los estériles son por lo general en minería a cielo abierto, para este proyecto que es de minería subterránea en páramos, no se han encontrado estudios, lo cual es una ventaja porque se convierte en el primer proyecto de investigación, que busca una solución a la disposición de los estériles en zonas de páramo, minimizando costos de traslado de los mismos, y generando beneficios ambientales se encuentran el disminuir la alteración de los suelos de páramo, disminución del uso de suelo natural para recuperar áreas intervenidas, menor alteración de aguas superficiales de escorrentía, y por último para el empresario minero ahorro en los costos invertidos para la disposición de los estériles.

Metodología

Se realizó la identificación en campo de las especies vegetales nativas en la zona de las cuales se obtuvieron 43 especies, de las cuales se relacionan las 12 principales especies en la Tabla 1.

Tabla 1. Vegetación Nativa – Vereda Páramo Alto (Páramo de Guerrero)

1. <i>Ageratina Aristeii</i>	7. <i>Diplostefium Phillicoides</i>
2. <i>Aragoa Abietina</i>	8. <i>Diplostefium Rosmarinifolium</i>
3. <i>Aratuphilum Nitidum</i>	9. <i>Ericasia Hiericacium</i>
4. <i>Arcitophilum Nitidum</i>	10. <i>Escallonia Myrtilloides</i>
5. <i>Baccharis Latifolia</i>	11. <i>Espeletia Argentea</i>
6. <i>Blechnum Loxense</i>	12. <i>Espeletia Grandiflora</i>

Teniendo en cuenta la fácil propagación, adaptabilidad y resiliencia se determinaron tres especies para el estudio: *Ageratina Aristeii*, *Calamagrostis Effusa* y *Orthosantus Chymboracensis*



a. *Ageratina Aristeii* (Amargoso) [5]



b) *Calamagrostis efussa* (Cola de ratón)



c. *Orthosantus Chymboracensis* (Esterilla) [6]

Figura 1. Plantas seleccionadas para la siembra

Se construyó un vivero con un área de 64m² ubicado en el Páramo de Guerrero, con una temperatura promedio de 8° C y a una altura de 3450 msnm, [9] en un área intervenida por actividades propias de la explotación minera.



a) Vivero construido en el Páramo.



b) Camas para tratamientos y siembra.

Figura 2. Construcción de vivero

En él se prepararon los sustratos teniendo en cuenta tres componentes: suelo natural, compostaje y estéril de carbón; y se establecieron 11 tratamientos, como se relacionan en la Figura 3.

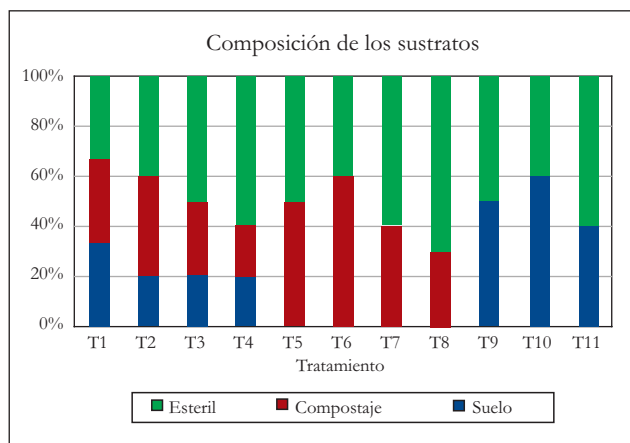


Figura 3. Composición de los tratamientos del estudio.

La población vegetal inicial de acuerdo al diseño del vivero y a las características de la siembra se estableció en 400 plantas de las tres especies, que se sembraron en 11 camas y tres almácigos. La siembra de las especies elegidas se realizó de dos formas, siembra por estaca (*Ageratina Aristei*) y siembra por división (*Calamagrostis Effusa* y *Orthrosantus Chymboracensis*). Cada una de éstas con una recolección y preparación de la muestra diferente.



a) Siembra por estaca (*Ageratina Aristei*)



b) Siembra por división (*Orthrosantus Chymboracensis*)

Figura 4. Preparación de muestras para siembra

Resultados

Se realizó el seguimiento de adaptación y desarrollo del material vegetal a los diferentes tratamientos y los resultados se resumen en dos evaluaciones: la primera evaluación hace referencia a la adaptación inicial del material vegetal a los sustratos evaluados los cuales se representan en el Figura 5.

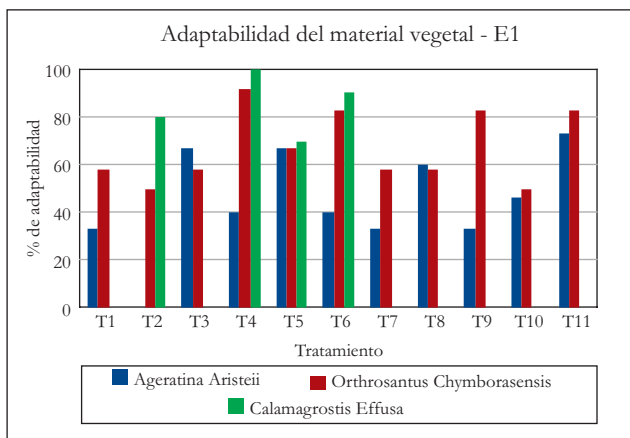


Figura 5. Resumen de la primera evaluación de adaptabilidad del material vegetal

La segunda evaluación se realizó ocho meses después para determinar su adaptación definitiva relacionada con el desarrollo vegetal en los diferentes tratamientos.

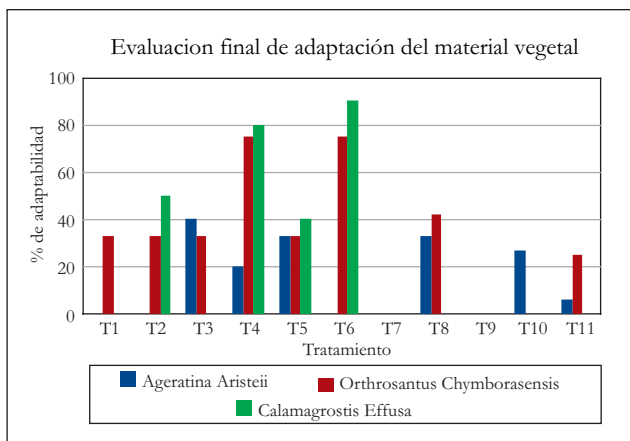


Figura 6. Evaluación final de adaptabilidad del material vegetal

- ***Ageratina Aristei***

Para esta planta los mayores porcentajes de adaptación al sustrato lo representan los tratamientos 3, 5 y 8, y a su vez de éstos se destaca el tratamiento 3, ya que en la primera evaluación presenta el 67% de plantas vivas, y en la segunda el 40%, a diferencia de los otros dos tratamientos que tuvieron menos porcentaje en la segunda evaluación con 33% cada uno.

- ***Orthrosantus Chymboracensis***

Los mayores porcentajes lo presentan los tratamientos 4 y 6 que presentan un 92 y 85% de plantas vivas respectivamente en la primera evaluación; y en la segunda evaluación ambos presentan un 75%. Se podría decir que es más efectivo el tratamiento 6, ya que su porcentaje disminuyó menos que el del 4, pero de fondo el tratamiento 4 utiliza un 20% más de estériles, disminuyendo el uso de compostaje y suelo, siendo desde el punto de vista ambiental más económico y viable, ya que se disminuye la contaminación producida por estériles en un 60%.

- ***Calamagrostis Effusa***

Los mayores porcentajes lo representan los tratamientos 4 y 6 que presentan un 100 y 90% de plantas vivas respectivamente en la primera evaluación, y en la segunda evaluación presentan un 80 y 90% , es más efectivo el tratamiento 6, ya que su porcentaje no disminuyó para la segunda evaluación, pero económicamente no es tan viable como el tratamiento 4, ya que éste requiere comprar el compostaje, y el tratamiento 4 reduce significativamente la contaminación porque usa un 20% de suelo natural y los costos son mucho menores que los del T6.

Conclusiones

Se puede realizar la revegetalización con *Ageratina Aristei* utilizando un sustrato compuesto de 20% de suelo natural, 30% compostaje y 50% de estériles teniendo un porcentaje de 40 % de plantas. La revegetalización con *Orthrosantus Chymboracensis* y *Calamagrostis Effusa* utiliza un sustrato compuesto de 20% de suelo natural, 20% compostaje y 60% de estériles teniendo un porcentaje de 75 y 80 % de plantas. El principal resultado es que se puede disminuir hasta en un 80% el uso de suelo natural en restauraciones, siendo económicamente viable realizar restauraciones con suelo, compostaje y estériles.

En cuanto a la *Ageratina Aristei* puede ser sembrada en zonas de ladera, donde los suelos no sean muy drenados ya que allí se coloniza muy bien,

pueden ser sembradas al margen de las quebradas y nacederos, y , la *Orthrosantus Chymboracensis* y la *Calamagrostis Effusa* pueden ser sembradas en zonas donde se requiera protección de cuerpos de agua y en zonas desprovistas de vegetación a modo de recubrimiento.

Referencias

[1] Subdirección de amenazas geoambientales (2004) *Evaluación de efectos actuales por actividades de aprovechamiento del subsuelo en la zona minera del municipio de Cogua*. Bogotá, Colombia. Ingeominas.

[2] *Guía ambiental minería subterránea del carbón*, Cap 2.5, Consultado 10 Junio 2009. En: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon.

[3] *Utilización de estériles en terraplenes de carreteras de la comunidad de Castilla y León*. Consultado 6 Abril de 2010. En: http://www.siemcalsa.com/web/Utilizacion_de_esteriles_de_carbon.pdf .

[4] *Cambios en la comunidad vegetal sobre estériles de carbón tras hidrosiembra*. Consultado Mayo de 2010. En: http://www.mma.es/secciones/el_ministerio/organismos/oapn/pdf/ecologia_21_03.pdf.

[5] Pedraza P.P & Betancour, J & Franco, R. (2004). *Chisacá, un recorrido por los páramos andinos*. Bogotá, Colombia.

[6] Escobar, O.A. (2004). *Vegetación del territorio CAR*. Bogotá, Colombia. CAR

[7] Murillo, J & Vanegas, G. (2003) *Flora de los páramos y bosques altoandinos del noroccidente de Antioquia*. Medellín, Colombia.

[8] Ángel, T. E. & Rodríguez T. J. (1990). *El manto de la tierra*. Bogotá, Colombia. GTZ, Eschborn.

[9] Robayo, V. B. (2007) *Atlas de Cundinamarca, Colombia*. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC