

**Modelo de recuperación de áreas degradadas por la minería a través de la
plantación del árbol saman en la vereda San Antonio del Municipio de Zaragoza-
Antioquia**

María Zully Roa Moreno

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

Sahagún-Córdoba

2020

**Modelo de recuperación de áreas degradadas por la minería a través de la
plantación del árbol saman en la vereda San Antonio del Municipio de Zaragoza-
Antioquia**

María Zully Roa Moreno

Presentado para optar al Título de Especialista en Gestión de Proyectos

Doctora Lucia Margarita Salgado

Directora Trabajo de Grado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Especialización en Gestión de Proyectos

Sahagún-Córdoba

2020

Nota de aceptación:

Firma del Presidente

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Sahagún-Córdoba, 2020

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios

A mis padres María Irma y Rodolfo Roa (q.e.p.d.)

Hermanos, Jairo Antonio y Crecencio. A mis hermanos que ya partieron y que siempre ocuparan un gran lugar significativo en mi corazón: Rodolfo, Jesús Edinson y Heiber Alberto.

Sobrinos y demás personas que gracias a su apoyo incondicional, paciencia y comprensión hicieron posible el desarrollo y la culminación del mismo.

Agradecimientos

La autora expresa sus más sinceros agradecimientos a:

Dra. Lucia Margarita Salgado Directora de trabajo de Grado, quien siempre ha demostrado ser una excelente profesional con una gran calidad humana.

Tutores de la UNAD que compartieron sus conocimientos, a los compañeros con los cuales interactúe.

Jhon Alexander Hernández, por sus aportes tecnológicos.

UNAD, por esta modalidad virtual que me permitió estudiar a distancia.

Resumen

El Municipio de Zaragoza ha sido explotado a través de la historia de manera indiscriminada por una minería rudimentaria, generando efectos ambientales negativos y bastantes significativos. Se realizó un modelo o una parcela demostrativa que consiste inicialmente en construir un vivero, sembrar el material vegetal (especie saman) regar diariamente dos veces el vivero con el fin de que las plántulas no mueran, luego buscar un área que haya sido objeto de extracción minera y perfilar el terreno. En el vivero se establecen un total de 107 plántulas inicialmente. Una vez seleccionada el área y las plántulas con un promedio de 4 a 6 hojas aptas para realizar el trasplante, se procedió con el ahoyado de aproximadamente 10 metros de distancia, un hoyo del otro, a estos se les incorporó abono triple quince (debido a la acides del suelo, el cual es un correctivo para suelos ácidos), se procedió a sembrar las plántulas, para lo que se necesitó de 6 personas, la siembra se hizo mediante el método de tres bolillos debido a que el terreno es ondulado. Luego de haber realizado esta plantación, diariamente se hizo seguimiento y monitoreo, con la finalidad de reemplazar las plántulas. La plantación se regó dos veces al día, hasta que se evidenció el enraizamiento de las mismas. Los resultados obtenidos después de la plantación fueron los esperados, puesto que el 96% que corresponde a (103) de las 107 plántulas permanecieron enraizadas, se evidenció el inicio de cobertura con el material vegetal en el suelo degradado por la minería, lo que contribuyó al mejoramiento de las condiciones originarias del mismo, dando como resultado al embellecimiento del paisaje inicialmente.

Palabras clave: Demostrativo, Edáficas, Perfilar, Rudimentaria, Vivero, pasivo ambiental.

Summary

Throughout history, the Municipality of Zaragoza has been exploited indiscriminately by rudimentary mining, generating negative and quite significant environmental effects. A model or a demonstration plot was made that initially consists of building a nursery, planting the plant material (saman species), watering the nursery twice daily so that the seedlings do not die, then looking for an area that has been the object of extraction mining and outline the terrain. A total of 107 seedlings are initially established in the nursery. Once the area and seedlings with an average of 4 to 6 leaves suitable for transplanting were selected, the hole was drilled approximately 10 meters away, one hole from the other, these were added triple fifteen fertilizer (due to the acidity of the soil, which is a corrective for acidic soils), the seedlings were sown, for which it took 6 people, the sowing was done using the three-bolt method because the ground is undulating. After having carried out this plantation, there was daily follow-up and monitoring, in order to replace the seedlings. The plantation was watered twice a day, until the rooting of the same was evident. The results obtained after planting were as expected, since 96% corresponding to (103) of the 107 seedlings remained rooted, the beginning of coverage with the plant material in the soil degraded by mining was evident, which contributed to the improvement of the original conditions of the same, resulting in the beautification of the landscape initially.

Key words: Demonstrative, Edaphic, Profiling, Rudimentary, Nursery, environmental liabilities.

Tabla de contenido

| | Pág. |
|---|-------------|
| Introducción | 12 |
| Problema | 15 |
| Descripción | 15 |
| Formulación del problema | 15 |
| Justificación | 16 |
| Objetivos | 18 |
| Objetivo General | 18 |
| Objetivos Específicos | 18 |
| Marco Teórico | 19 |
| Antecedentes. | 19 |
| El saman | 19 |
| Regeneración del suelo y su importancia | 24 |
| Marco Legal | 25 |
| Marco geográfico | 26 |
| Diseño Metodológico | 28 |
| Tipo de investigación y enfoque | 28 |
| Instrumento de recolección de datos | 28 |

| | |
|------------------|----|
| Población | 28 |
| Muestra | 29 |
| Cronograma | 32 |
| Resultados | 34 |
| Conclusiones | 40 |
| Opinión personal | 41 |
| Recomendaciones | 42 |
| Referencias | 44 |

Lista de tablas

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Características del árbol saman | 23 |
| Tabla 2. Normatividad Minera aplicable | 25 |
| Tabla 3. Roles | 32 |
| Tabla 4. Cronograma físico mensual para establecimiento de la plantación | 33 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 1. Samán | 22 |
| Figura 2. Población | 29 |
| Figura 3. Unidad de Muestra: Foto, Autora | 30 |
| Figura 4: Elemento muestral, Foto, Autora | 30 |

Introducción

De acuerdo con Vanegas (2014), la minería aurífera explota cerca de 6115 hectáreas en la llanura de inundación de los ríos Cauca y Nechí en el Bajo Cauca antioqueño, de ellas, se estima que 2592 hectáreas han sido explotadas hasta diciembre 31 de 2013 por Mineros S.A, a través de la minería aurífera aluvial, situación que no ha sido evaluada ambientalmente.

La idea de este trabajo surge por la minería informal a cielo abierto, que se lleva a cabo en el Municipio de Zaragoza, dejando devastación y suelos áridos, lo que con el paso del tiempo imposibilita el establecimiento de la flora en la zona trayendo como consecuencia disminución de las cuencas, poco paisaje y migración de la fauna, entre otros. Se pretende realizar un análisis sobre un modelo de recuperación a través del árbol saman en un área delimitada e impactada por la minería. Además con el saman se establecen rodales pequeños homogéneos con similares características sin la acción antrópica y son idóneos para sembrar a las orillas de las fuentes hídricas dándole estabilidad al terreno.

El saman es un árbol de rápido crecimiento, aporta gran cantidad de biomasa al suelo y es un rico alimento para el ganado, este árbol es útil para recuperar suelos degradados por la minería porque a través de él, los suelos se recuperan ligeramente y se puede obtener suelos aptos donde se logre establecer cultivos de cualquier tipo, se pueden instaurar plantaciones forestales homogéneas y/o heterogéneas incluso con fines comerciales, teniendo presente un buen plan de manejo Ambiental para garantizar la dinámica del bosque.

En esta zona se tienen condiciones climáticas aptas para el normal desarrollo del samán, y se cuenta con la plantación a bajo costo, y se dispone de semillas de excelente calidad en la misma zona.

El objetivo general es crear un modelo de recuperación de áreas degradadas por la minería a través de la plantación del árbol samán en la vereda san Antonio del Municipio de Zaragoza-Antioquia. Entre los objetivos específicos se tiene construir un vivero con las especificaciones técnicas necesarias para controlar la temperatura y humedad que favorezcan el crecimiento de las plántulas de samán; sembrar las plántulas en el vivero; seleccionar el sitio definitivo donde se va a establecer la plantación; preparar el sitio definitivo con abono triple quince para trasplantar las especies al área a recuperar; establecer en sitio definitivo, la Especie samán en la Vereda San Antonio, para recuperar 0.5 hectárea de área degradada por la minería y realizar seguimiento, observación y control del área plantada.

La línea de Investigación fue Desarrollo Económico Sostenible y sustentable, haciendo énfasis en la línea de Desarrollo sostenible se pretende minimizar el impacto negativo ocasionado por la minería.

Este trabajo se cataloga como un nuevo conocimiento, cuyo propósito es evaluar la adaptabilidad de la especie en terrenos estériles y el rápido establecimiento de la misma, para contribuir de esa manera a la recuperación de otras áreas en igualdad de condiciones en la zona o en zonas con condiciones similares de degradación, por lo antes expuesto se pretende que en un futuro se tome como modelo este trabajo para la recuperación de zonas estériles debido a que una vez recuperada la zona a mediano plazo, se puedan plantar otro

tipo de cultivos e incluso establecer áreas con doble propósito, se pueden implantar por ejemplo parcelas agroforestales, parcelas demostrativas, establecer cultivos de pan coger, como también se pueden establecer sistemas agro silvopastoriles, debido a que hay una buena simbiosis entre el ganado y la especie en mención.

El alcance de este trabajo fue recuperar inicialmente 0.5 hectáreas de áreas degradadas por la minería, luego se podrá implementar el modelo en el resto del país donde se tengan condiciones similares a las de esta zona, garantizando con ello recuperación rápida de estos suelos y pronta productividad.

Entre otros alcances se tiene mitigar el cambio climático, contribuir al aumento del oxígeno, favorecer la disminución del bióxido de carbono, aumentar el cultivo de este árbol, para de esa manera recuperar un gran número de hectáreas a bajos costos, aumentar la productividad de los suelos estériles, y usar el saman como alimento bovino.

Dentro de las limitaciones se puede mencionar que en la región no se tiene la cultura de conservación de los bosques, se hace ganadería extensiva, el agua cada vez está más retirada de las comunidades lo que impide o dificulta construir un vivero para hacer reforestaciones, las vías de acceso en épocas de invierno por lo general están en mal estado, el desconocimiento de los parámetros legales con relación a la reforestación y la falta de control por parte de algunos organismos competentes en el tema ambiental, entre ellos la Administración Municipal y la Autoridad Autónoma Regional CORANTIOQUIA.

Problema

Descripción

La minería ilegal en Colombia crece y pone en riesgo la biodiversidad como lo expresa Hernández (2016), la minería es una amenaza para los ecosistemas, el agua, la biodiversidad y la salud de los colombianos. La minería ilegal genera crisis social y ambiental por la degradación y la contaminación.

En el Municipio de Zaragoza- Antioquia, se presenta una fuerte explotación de recursos minerales, teniendo gran impacto a nivel social, económico, cultural y ambiental, afectando de manera significativa el medio ambiente, trayendo como consecuencia tierras improductivas, migración de la fauna silvestre, tala de especies nativas y foráneas, afectación a fuentes hídricas, un fuerte impacto social y cambio de vocación de uso del suelo.

En el presente estudio se tomó la Vereda San Antonio ya que es una zona representativa donde la minería se ha llevado a cabo de manera descontrolada acabando con bosques, fuentes hídricas lo que repercute en tener un medio ambiente deteriorado.

Formulación del problema

¿Cómo recuperar áreas degradadas por minería a través de la plantación del árbol saman en la Vereda San Antonio en el Municipio de Zaragoza-Antioquia?

Justificación

Frente al impacto negativo de la explotación minería a cielo abierto sin control social y que trae efectos a nivel social, económico, cultural y ambiental, se crea un modelo de recuperación de áreas degradadas por la minería a través de la plantación del árbol samán en la vereda san Antonio del Municipio de Zaragoza-Antioquia.

Se tomó la determinación de trabajar con esta especie, debido a que en esta zona hay gran cantidad de áreas degradadas por la minería, lo que conlleva a tener suelos estériles e improductivos, por eso con el árbol saman se pretende recuperar estos terrenos debido a que es un árbol de crecimiento rápido y aporta grandes cantidades de nutrientes al suelo a través de su material vegetal, lo que ayudará a la regeneración natural del suelo; aunado a lo anterior el saman tiene ventaja ante otras especies que no tienen la misma adaptabilidad y rendimiento para estas áreas degradadas. El saman, sirve de sombra para el ganado y para cultivos mixtos entre los que se destacan el cacao, también es usado como alimento para la fauna, protege las fuentes hídricas y embellece el paisaje.

Con esta primer área a recuperar con la especie saman se espera poder replicar este modelo en otras zonas que están degradadas por la minería en el Municipio, donde las características del suelo y de sus usos, son similares, lo que aporta técnicamente mecanismos prácticos para las comunidades replicar, estos suelos una vez recuperados se podrían utilizar para otros fines. El beneficio de la plantación de esta especie de árbol, adicional a los ya mencionados, es que se utiliza en la medicina ancestral y tradicional para la cura de enfermedades tropicales como la gripe.

Ante lo expuesto, se pretende que el modelo sea tomado para recuperar áreas en condiciones, similares a las aquí descritas bien sea a nivel local, Departamental o en el resto del País.

Objetivos

Objetivo general

Crear un modelo de recuperación de áreas degradadas por la minería a través de la plantación del árbol samán en la vereda san Antonio del Municipio de Zaragoza-Antioquia.

Objetivos específicos

Construir un vivero con las especificaciones técnicas necesarias para controlar la temperatura y humedad que favorezcan el crecimiento de las plántulas de saman.

Sembrar las plántulas en el vivero.

Seleccionar el sitio definitivo donde se va a establecer la plantación.

Preparar el sitio definitivo con abono triple quince para trasplantar las especies al área a recuperar.

Establecer en sitio definitivo, la especie saman en la Vereda San Antonio, para recuperar 0.5 hectárea de área degradada por la minería.

Realizar seguimiento, observación y control del área plantada.

Marco Teórico

Antecedentes.

El trabajo de grado denominado Modelo de Restauración de Áreas Degradadas por Minería en el Municipio del Bagre-Antioquia, se determinó que los factores determinantes y constitutivos del modelo, son la geomorfología (Ge), la hidráulica (Hi), la fauna silvestre (FS), los peces (Pe) y el tipo de comunidades humanas (TCH). Se evaluó el potencial de restauración de un ecosistema como forma concreta y efectiva de conocer la viabilidad de un eventual proceso de restauración y de calificar dicha viabilidad en términos de porcentaje o probabilidades, considerando los aportes, afectaciones o disponibilidad de cada uno de los factores (Venegas, 2014).

Se estableció que al aplicar de forma teórica el modelo conceptual de restauración ecológica en los sitios evaluados, se obtuvo una reducción en el tiempo de recuperación de los sitios intervenidos y un aumento de su potencial de restauración.

El saman

Según Cajas, et al (2014) el samán o campano es un árbol multipropósito en los sistemas ganaderos y ha sido ampliamente usado en sistemas silvopastoriles por sus ventajas tales como: rápido crecimiento, sombra rala, producción de frutos y madera. Estudios realizados bajo condiciones del valle del Sinú, han reportado que los frutos del Samán poseen contenidos de proteína con un alto valor energético, lo que favorece la dieta de los bovinos principalmente durante el período seco. La incidencia es que en un futuro no lejano se pretende integrar esta plantación de Samán con ganado ya que esta asociación

tiene buena simbiosis, porque el ganado se podrá alimentar del follaje y de las semillas del samán y el samán se beneficiaría del abono del ganado contribuyendo con esto a tener suelos bien abonados y alcalinos o fértiles.

Según Febles, Ruiz y Simón (1996) el Samán, está bien adaptado a condiciones climáticas y edáficas del medio ambiente, son compatibles y tienen efectos complementarios con las leguminosas o gramíneas que conviven con él, en la misma área, no requieren fertilización, son resistentes a enfermedades y plagas locales y a las comunes de las otras plantas.

Es de resaltar que el Samán es una especie de follaje exuberante y fijador de gran cantidad de nitrógeno a los suelos donde existe plantación de ellos, condición esta que hace a la especie bastante interesante para recuperar suelos degradados por la minería y suelos ácidos lo cual le permite por su condición fijadora aportar gran cantidad de nutrientes al suelo y mejorar las condiciones edáficas. (Restrepo y Jiménez, 1999).

Registros de consumo: Los frutos de samán han sido consumidos por diferentes mamíferos, algunos de los cuales pueden llegar a ser dispersores (Janzen, 1982), para este caso específico el ganado podrá servir para aumentar la germinación del mismo a través de la ingesta de sus semillas, situación está que es interesante porque estos suelos se pueden regenerar naturalmente y mejorar sus condiciones de fertilidad.

Caracterización del saman. De acuerdo con La Educación Agrícola (2007) el saman pertenece a la familia de las leguminosas, subfamilia mimosácea, se adapta muy bien a los diferentes suelos y microclimas. Desarrolla una copa y un sistema radicular muy extenso, con un amplio follaje lo cual lo caracteriza”.

Es un árbol de gran porte con una copa ancha y densa, su tronco es grueso y sin espinas. Sus hojas son bipinnadas con 2 a 6 pinnas cada una de las cuales hay de 2 a 8 folíolos algo oblongos y obovados. Posee flores blancas y rosadas. Sus frutos tienen forma lineal algo curvado y se presentan en ramos, tienen de 10-20 cm de longitud. Esta especie de gran desarrollo necesita de mucho espacio debido al radio de su copa. No tolera el frío. Requiere riegos cuando joven, siendo más resistente a la sequía en su estado adulto. El fruto sirve de alimento para el ganado. La madera de los árboles jóvenes es buena de trabajar, pero no es así la de los árboles adultos” (Xavier, 2013).

Aspecto agronómico. Este árbol leguminoso es nativo de México y Centro América, extendiéndose a otros países tropicales. Se desarrolla mejor en suelos profundos, con buen drenaje, con pH neutro a ligeramente ácido y con buena fertilidad. Sin embargo hemos visto, que éste árbol prácticamente no tiene limitaciones en cuanto a suelos y condiciones ambientales. Se desarrolla con toda normalidad en terrenos pobres y con poca humedad. No soporta el frío, por tal razón no se desarrolla bien por encima de los 700 metros de altura sobre el nivel del mar. En siembras comerciales para la obtención de madera, se aconseja usar marco de siembra superior a 10 m por 10 m. (Ecured, 2020)

En relación a la madera, ésta es de buena durabilidad, utilizándose en la confección de muebles, cajas, ruedas de carretas, construcción de establos, cercas, paneles, gabinetes y muchos usos más que se le pueden dar a la madera de éste árbol. Es interesante señalar, que constituye buen alimento para la cría del ganado vacuno, las vainas que como toda leguminosa produce ésta planta, tienen un alto contenido de proteína, y son de gran palatabilidad para el ganado. Tienen un 15% de proteína, lo que quiere significar que en

cuanto a proteína, alimenta casi el doble que el maíz que apenas tiene un 9 a 9.5%.” (La Educación Agrícola, 2007).

Cabe resaltar que el Samán es de clima tropical y que el rendimiento y adaptabilidad que se espera es el óptimo dadas las condiciones de la zona y las características edáficas del suelo.

En la figura 1. Se observa la imagen del árbol saman.



Figura 1. Samán

Fuente: Ecured (2020).

Tabla 1. Características del árbol saman

| | |
|--|--|
| Familia | Fabaceae |
| Nombre científico | <i>Albizia saman</i> |
| Autor | (Jacq.) Merr. |
| Etimología | <i>Albizia</i> , en honor al noble italiano Filippo de Albizzi, naturalista del siglo XVIII, quien introdujo en Europa las semillas de <i>Albizia julibrissin</i> , conocido como el árbol de seda |
| Sinónimo | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr |
| Nombre común | Samán, campano |
| Origen | Nativa |
| Continente | América tropical |
| Distribución geográfica | Centroamérica a Colombia y Venezuela |
| Altura máxima (m) | 20 |
| Diámetro (cm) | 100 |
| Amplitud de copa | Amplia (mayor que 14 m) |
| Densidad de follaje | Alta |
| Atributos foliares | Hojas espiraladas, con glándulas en el raquis y entre los pecíolos |
| Persistencia hoja | Semicaducifolia |
| Atributos florales | Con muchos estambres blancos y rojizos |
| Estación de floración | Estacional |
| Sistema de polinización | Insectos |
| Limitaciones frutos en espacios públicos | Masivos: afecta movilidad de peatones y vehículos |
| Sistema de dispersión | Aves, Mamíferos |
| Atracción fauna | Alta |
| Densidad madera (g/cm ³) | 0.49 |
| Tasa de crecimiento | Media a Rápida |
| Longevidad | Alta (> 60 años) |
| Zonas de humedad | Seca, Húmeda |
| Rango altitudinal | 0 - 1000 msnm, 1001 - 1500 msnm, 1501 - 2000 msnm |
| Requerimiento de luminosidad | Alta |
| Tipo de suelo | Prefiere suelos aluviales profundos con buen drenaje y de neutros a ligeramente ácidos |
| Uso | La madera se utiliza en ebanistería y la construcción. Las semillas son tóxicas |
| Función | Sombrío, Ornamental |
| Usos en espacio público | Parques, Separadores, Andenes vías de servicio, Orejas de puente, Plazas/Plazoletas, Edificios institucionales |
| Observaciones | No debe plantarse en sitios con restricciones que limiten su desarrollo natural. |
| | |

Fuentes: Varón y Morales (2016).

Regeneración del suelo y su importancia

De acuerdo con la FAO (2015) el suelo es un recurso irrecuperable y de gran valor para la producción de alimentos para la humanidad, por lo tanto se tomó la iniciativa para generar consciencia del cuidado de este por parte de la sociedad. Considerando que la regeneración del suelo es tan dificultosa y que después de 2000 años tan solo se regeneran 10 cm de suelo fértil, gracias a la descomposición de rocas por efecto del sol, la lluvia, el viento, los animales y las plantas, es ahora que observamos los números rojos de la factura de una explotación excesiva de este recurso.

Se establece que mientras el suelo se encuentre sin cobertura vegetal se verá más expuesto a la erosión ocasionada por el viento y la lluvia, y son los bosques principalmente los que protegen al suelo de esta forma, irónicamente cada año se destruyen 13 millones de hectáreas de bosque (FAO, 2015).

No sólo la tala de bosques amenaza al suelo, sino también la agricultura intensiva que después de la cosecha deja los suelos expuestos a la erosión. La expansión urbana contribuye fuertemente en esta problemática, pues el suelo queda enterrado bajo infraestructuras de cemento, y se pierde el valor del suelo como fuente de subsistencia, además dentro de esta expansión cada vez los espacios agrícolas quedan más rezagados y la frontera agrícola se expande hacia los bosques (FAO, 2015).

Las cifras lo demuestran, en el 2011 se perdieron 24 millones de toneladas de suelo fértil, lo que equivale a 3,4 toneladas por cada habitante del planeta, si pusiéramos un valor económico a dicha pérdida cada persona estaría pagando 69.5 dólares al año, y si

continuásemos a este ritmo se calcula que para el 2050 la superficie de suelo fértil se verá reducida a la mitad. (FAO, 2015).

Es entonces que el suelo se convierte en algo mucho más importante que la superficie por la cual nos transportamos. Se asume al suelo como un recurso básico de subsistencia, y así como el agua es un derecho como ser humano, el suelo debe ser igualmente considerado como tal (FAO, 2015).

Marco legal

Colombia posee una extensa normatividad enfocada a la minería que básicamente apunta hacia la conservación de los recursos.

Esta normatividad apunta a que se haga un aprovechamiento amigable con el medio ambiente para que la actividad minera sea sostenible, se pretende proteger con dicha normatividad los territorios que están en exploración o en explotación.

Tabla 2. *Normatividad Minera aplicable*

| Tipo de Documento | Numero de Norma | Fecha | Descripción |
|-----------------------------|----------------------------|--------------|--|
| Decreto | Antecedentes: Decreto 2655 | el 1998 | Contratos de asociación |
| El Código Nacional de Minas | Decreto 2655 de 1988 | de 1988 | Sus objetivos eran fomentar la exploración en el territorio, facilitar la explotación racional para que respondiera a la demanda, generara empleo en este sector, estimulara la inversión en la industria y promoviera el desarrollo en las regiones |

| Tipo de Documento | Numero de Norma | Fecha | Descripción |
|--------------------------|---|--------------|---|
| Código | La ley 685 | 2001 | Se sancionó la ley que actualmente rige el sector minero en el país. La reforma al antiguo Código se justificó por la necesidad de ajustarlo a la Constitución de 1991 y a las leyes que la reglamentan |
| Decreto | el Decreto 935 d que reglamenta los artículos 271, 273 y 274 del Código | 2013 | Trata varios aspectos sobre la propuesta de concesión e incluye definiciones sobre la determinación de áreas libres y da aplicación a mandatos establecidos en el Código de Minas |
| Ley | La Ley 1382 | 2010 | Lay ley trató temas relevantes en materia ambiental (licencias ambientales, protección a páramos) que fueron bien recibidas |

Fuente: recopilación realizada por la autora.

Marco geográfico

Según lo referenciado por el Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza (2016 - 2019) “Zaragoza es un Municipio de Colombia, localizado en la subregión del Bajo Cauca en el Departamento de Antioquia. Limita por el Norte con el Municipio de Caucasia, por el Este con el Municipio de El Bagre, por el Sur con el Municipio de Segovia y por el Oeste con los Municipios de Anorí y Cáceres.

Historia. Antiguamente, según registros dejados por los conquistadores españoles, en las Vegas del río Nechí de las cercanías del poblado, había un asentamiento indígena de la tribu Yamesí, indios pacíficos y esencialmente mineros dado lo pródigo del oro en la región. Gobernaba a los indígenas, cuando llegaron los españoles, el cacique Mayaba,

cuando se produjeron las primeras crónicas (Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza 2016 - 2019).

En estos territorios, Zaragoza, ciudad tradicional con identidad muy propia y muy antigua en Colombia, fue fundada según registros conocidos en el año de 1581 por Don Gaspar de Rodas, en una típica acción conquistadora de los españoles. Gaspar de Rodas, el primer gobernador español de estos territorios, y desde la fundación, tomó conciencia de las inmensas riquezas auríferas de la región. Otorgó a esta fundación el nombre que todavía hoy lleva en memoria de la ciudad aragonesa del mismo nombre. (Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza 2016 - 2019).

La región donde está situada es una confluencia de dos ríos, el Nechí y el Porce, y su clima es pesado debido a la humedad y a los insectos. No obstante esta dificultad, la comunidad creció por cuenta de sus grandes riquezas, las cuales no son solamente mineras en oro. La reserva forestal de su sitio y sus alrededores es igualmente rica y atractiva. (Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza 2016 - 2019).

Actualmente, la comunidad continúa activa y productiva en sus actividades económicas. La población se divierte con el deporte, especialmente con el “canotaje campesino”, una actividad que se desarrolla en el pueblo desde 1935. En la actualidad, los Juegos Recreativos Tradicionales de la calle, las riñas de gallos, lo mismo que los juegos de azar, hacen parte de la expresión lúdica de los zaragozanos.” (Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza 2016 - 2019).

Diseño Metodológico

Tipo de investigación y enfoque

El tipo de investigación fue Desarrollo económico sostenible y sustentable, haciendo énfasis en Desarrollo Sostenible en Gestión de proyectos. El enfoque fue mixto, llevando a cabo los procesos de recolectar, procesar y analizar la información.

Instrumento de recolección de datos

Se realizó una encuesta realizada en paralelo a las prácticas culturales que se tienen en cuenta al hacer una reforestación pasando por todas sus etapas desde la construcción del vivero hasta la plantación en sitio definitivo, es decir, cada que se está en el sitio de trabajo se encuesta a personas diferentes.

La encuesta se orientó en cuanto a la calidad o deterioro de los suelos y determinar las especies que existen en el territorio.

Población

Se determinó para la encuesta al 20% de las 51 personas que viven en la Vereda San Antonio entre mineros y campesinos, orientado a recopilar información referente a las especies forestales que existen en la zona y a los pasivos ambientales. El censo se ejecutó en un rango de 1 hectárea del área donde se hizo la plantación. Véase figura 2.

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS DE CAMPO
 Proyecto:
 RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA MINERÍA CON ESPECIES ENDÉMICAS EN LA VEREDA SAN ANTONIO DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA-ANTIOQUIA" en 0.5 ha.

| Ítem | Nombres y Apellidos | Actividad | Pasivos Ambientales | Especies Forestales | Firma |
|------|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | Manuel Guillermo Gómez | Minero/ Agricultor | Si | Alseco | Manuel G. |
| 2 | Sol María Hernández De Gómez | Agricultora | Si | Aceite María | Sol M. H. |
| 3 | Oscar Asprilla | Minero | Si | Corrato | OSCAR A. |
| 4 | Rudamel Londoño | Minero | Si | Chingalé | Rudamel Lon. |
| 5 | Miriam Talaigua | Agricultora | Si | Dormilón | Miriam T. |
| 6 | Esteban Yessid Zapata. | Minero | Si | Hobo | Esteban Yessid Zapata. |
| 7 | Herman Montes de Oca R. | Agricultor | Si | Parillo | H.M. |
| 8 | Maria Anastacia Mena R. | Agricultora | Si | Sangretoro | maria.mena |
| 9 | José María López Poz | Minero | Si | Sande | José M. López |
| 10 | Armando Ceballos Ríos. | Minero/ Agricultor | Si | Zapatillo | armando |

Figura 2. Población

Fuente: autora

Muestra

Unidad de muestreo

Para la plantación de la especie en estudio, se tomó una muestra en campo, que consto de diez individuos la cual permitió conocer la propiedad total del conjunto, donde todas tenían características semejantes.



Figura 3. Unidad de Muestra

Fuente: Autora

Elemento muestral

Se tomó el 20% de los individuos a plantar en 0.5 hectárea, donde este 20% corresponde a 10 individuos, los mismos presentaban buenas características y buen comportamiento.



Figura 4: Elemento muestral

Fuente: Autora

Unidad muestral

Cada individuo de la especie samán fue sujeto de medidas como: La altura, diámetro y características organolépticas para evaluar la totalidad de la plantación y así se llegó a la conclusión de que la mortalidad de los arboles fue significativa en etapa de vivero fue del 17.3%, caso contrario sucedió con la supervivencia de la plantación en sitio definitivo, donde los resultados de supervivencia fueron del 100%.

Marco muestral

Las unidades que conforman la población en estudio son de una sola especie Samán (*Samanea saman*) y están distribuidas en un área de 50 mts², a una distancia de siembra de 10x10 metros, con el método de tres bolillos, el lugar de siembra es un lugar a recuperar después de haber sufrido una degradación minera por lo tanto aunque las condiciones del suelo y del PH no son óptimas, los resultados fueron insuperables

Fórmula para determinar la cantidad de árboles a sembrar

Formula: $NA = \text{Numero de arboles}$

$S = \text{Superficie}$

$Ds = \text{Distancia de siembra}$

$NA = 500M / 10 \text{ m} = 50 \text{ árboles a plantar en sitio definitivo}$

Cronograma

Se diseñó un cronograma para el desarrollo del trabajo como aparece en la tabla 3 y

4.

Tabla 3. Roles

| Tareas | Inicio del Proyecto | Patrocinador del Proyecto | Director del Proyecto | Interesados muy influyentes | Terminación del proyecto |
|--|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Identificar los interesados | | R | R | A | R |
| Planificación | | R | R | I | R |
| Construcción del Vivero | | R | R | C | R |
| Trasplante de plántulas a sitio definitivo | | I | R | I | I |
| Ejecución del Proyecto | | I | R | C | R |

Matriz RACI: Fuente Autora

Convenciones:

R= Responsable:

A= Aprobador: es quien da el consentimiento y controla que la tarea haya sido completamente exitosa.

C= Consultor: Quien brinda apoyo o asesoría sin participar directamente en la acción

I= Informado: La persona que tiene conocimiento de todos los procesos que llevan a cabo sin ejercer participación directa.

Tiempo: El tiempo no fue superior a dos meses ya que se considero era el tiempo suficiente para trasplantar las especies al sitio definitivo, es decir al área que se va a recuperar, teniendo como aliado la época de fuertes lluvias.

Tabla 4. Cronograma físico mensual para establecimiento de la plantación

| Actividad | Año -1 | Año 0 Establecimiento | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Consecución de semillas | x | | | | | x | | | | | | | |
| Transporte de semillas | x | | | | | | x | | | | | | |
| Construcción del vivero | x | | | | | | x | | | | | | |
| Embolsado de plántulas | x | | | | | | x | | | | | | |
| Consecución de la tierra | x | | | | | | | x | | | | | |
| Limpia del terreno | x | | | | | | | x | | | | | |
| Preparación del suelo | x | | | | | | | | x | | | | |
| Cercado | x | | | | | | | x | | | | | |
| Habilitación de camino | x | | | | | | | x | | | | | |
| Fertilización | x | | | | | | | | x | | | | |
| Plantación | x | | | | | | | | x | | | | |

Fuente: Autora.

Resultados

Diagnóstico

Para el censo se les hizo las siguientes preguntas a la población.

¿A qué actividad se dedican?

Las personas encuestadas derivan su sustento de la minería o de cultivos de pan coger (Plátano, yuca, maíz).

¿Hay pasivos ambientales en la zona donde se desarrolla el trabajo?

Coinciden en afirmar que es una zona con muchos pasivos ambientales y por lo tanto la calidad de los suelos es baja e improductiva,

¿Qué especies forestales hay en la zona?

Manifiestan que hay pequeños manchones de árboles con diversidad de especies lo que los convierte en rodales heterogéneos

Delimitación del área geográfica

Como primera medida se debe tener en cuenta el lugar o predio donde se desarrolla este trabajo, se procedió a las personas que están inmersas o involucradas en el, esto permitió una mayor facilidad en la recolección de la información, oportuna con el desarrollo del trabajo de campo.

Se estableció una parcela demostrativa, (por única vez) con la especie saman en la Vereda San Antonio donde se pretende recuperar 0.5 hectárea de área degradada por la

minería, allí se fracciona el área a una distancia de siembra de 10 m X 10 m, en donde se hace la plantación en sitio definitivo, como es en periodo de lluvia su establecimiento es rápido y sin mayores contratiempos, lo que permite un mejor rendimiento y adaptabilidad, esto con el fin de recuperar el y garantizar la permanencia de la especie en la zona.

Cabe resaltar que la Vereda donde se desarrolló el trabajo se llama San Antonio y dista de la cabecera Municipal a unos 20 minutos aproximadamente por vía carretable destapada, su actividad económica radica de la explotación minera artesanal, solo algunos moradores tienen pequeños cultivos de pan coger y la tenencia de la tierra en su mayoría es informal, por lo general pertenecen a grandes terratenientes y sus títulos mineros están en manos de pocas empresas que hacen presencia de explotación escasa en el lugar.

Construcción del vivero con las especificaciones técnicas necesarias para controlar la temperatura y humedad que favorezcan el crecimiento de las plántulas de saman.

El desarrollo de los cultivos tuvo tres fases: establecimiento, crecimiento rápido y endurecimiento. En cada una de estas fases, las plantas tienen requerimientos diferentes de luz, agua, espacio en el vivero, tipo de atención y trabajos necesarios para mantenerlas vigorosas.

La plantación se desarrolló en un área de 0.5 hectáreas, se utilizaron semillas de calidad para lograr la preservación del Samán en la zona. Por las características del árbol se forman grandes plantaciones forestales teniendo en cuenta que las semillas se propagan de manera natural y se logra finalmente una buena dispersión.

Siembra de las plántulas en el vivero

Una vez construido el vivero, se sembraron 105 plántulas el día 30 de junio, a las cuales se les hizo control y seguimiento durante un mes, dicho seguimiento consistía en regarlas diariamente en la mañana y en la tarde y en extraer de las bolsitas donde estaban sembradas las plántulas que estuvieran necróticas o muertas, además se le observaba el crecimiento, follaje, grosor del tallo y características organolépticas (color, olor) en cada uno de los 105 individuos plantados en el vivero en la finca el SINAI.

Selección del sitio definitivo donde se va a establecer la plantación.

Las plántulas que sobrevivieron fueron 77 y en su totalidad estos fueron transportados y plantados al sitio definitivo, este trabajo se realizó por espacio de un mes, donde el rol que se desempeñó fue el de Directora y Coordinadora de este trabajo.

Preparación del sitio definitivo con abono triple quince para trasplantar las especies al área a recuperar.

En cada hoyo que se tiene se procedió a depositar abono triple quince, el cual es adecuado para estos terrenos por su alto contenido en nitrógeno, fósforo y potasio que es recomendado para este tipo de suelos. A continuación se exponen las características:

Nitrógeno: Las plantas absorben la mayoría del Nitrógeno en forma de iones Amonio (NH^4) o Nitrato (NO^{-3}) y en muy pequeña proporción lo obtienen de aminoácidos

solubles en agua. Los cultivos absorben la mayor parte del Nitrógeno como nitratos, sin embargo estudios recientes demuestran que los cultivos usan cantidades importantes de Amonio estando éste presente en el suelo. En el proceso de Nitrificación al convertir (NH^+ ⁴) en (NO^- ³), se liberan iones H^+ , este proceso produce acidez en el suelo (Projar, 2020)

Fósforo: El P_2O_5 es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y por consecuencia es un producto muy estable, por lo que las pérdidas por lixiviación son mínimas. Debido a esta característica del Fósforo, es determinante para su máximo aprovechamiento el método y la profundidad de aplicación dependiendo del cultivo, esto es colocarlo dentro del área de desarrollo radical y asegurar con ello la cercanía con el área de absorción de las raíces. El pH es un factor que influye enormemente sobre la solubilidad y disponibilidad del Fósforo, éste es más disponible en pH de 6 a 7. (Projar, 2020)

Potasio: A pesar de que la mayoría de los suelos son ricos en Potasio (K), solo una mínima parte (2%) de éste es disponible para la planta. Existen dos formas de K disponible, una es el K en la solución del suelo (en agua del suelo) y el K intercambiable retenido en las arcillas y la materia orgánica del suelo en forma coloidal. Los coloides del suelo tienen cargas negativas (-) que atraen los cationes como el Potasio (K^+). El Potasio es prácticamente inmóvil en el suelo, su movimiento hacia el sistema radical del cultivo es por difusión (a través de la película de agua que rodea las partículas del suelo). En suelos arenosos y orgánicos se puede lixiviar o percolar, los suelos arenosos tiene baja capacidad de retención de cationes por lo que el K intercambiable es menor (Projar, 2020)

Establecimiento del sitio definitivo, la especie saman en la Vereda San Antonio, para recuperar 0.5 hectárea de área degradada por la minería.

El establecimiento del Saman en sitio definitivo, consiste en que antes de hacer la siembra se limpia el terreno, (se quitan los troncos, piedras , etc) luego se señala la distancias entre plántulas de 10 metros, se hacen los hoyos con una profundidad de 20 cms aproximadamente, luego de esto se incorporan 30 gramos de hidro retenedor por hoyo y de abono triple quince unos 40 gramos también por hoyo, después de este proceso se le quita la bolsa plástica a la plántula con un cuchillo y se procede a sembrar la plántula en el sitio, adicional se hace el riego a la plántula con agua, para evitar marchites en el momento del trasplante , esta siembra se hace por el método de tres bolillos, dado a que la topografía del terreno es bastante inclinada, por lo tanto es el método empleado para pendientes.

Al establecer el árbol Saman en el sitio definitivo se mejoran las condiciones ecológicas originarias del suelo, se embellece el paisaje, llega la fauna asociada a este tipo de cultivos y asimismo se proporcionan todos los usos que se derivan de él.

Para plantar este árbol requiero de un área bastante amplia debido a que es un árbol de gran tamaño, la razón de esto es porque su diámetro es bastante amplio, la altura y su copa.

Seguimiento, observación y control del área plantada.

Luego de hacer la siembra del saman en sitio definitivo se observó que las hojas de las plantas inicialmente estaban un poco marchitas pero con su tronco erguido o recto, esto

es propio del estrés que es producto del trasplante, dos días después de haberlas plantado llovió y esto mejoró notablemente las condiciones de la plantación en general.

Con el pasar de los días se comportan mejor las plántulas establecidas, se observa enraizamiento y aparición de nuevas hojas.

Ninguna de las plántulas se muere lo que proyecta una buena proyección del área plantada.

Conclusiones

Se construyó el vivero para establecer una plantación con excelentes resultados, se seleccionó el material vegetal de acuerdo a las características establecidas.

Para establecer el sitio seleccionado se tuvo en cuenta características idóneas como la extensión y que no existiera ganadería cerca para ejecutar la plantación.

Se llevaron a cabo correctivos al sitio con el uso de abono donde se realizó la plantación en sitio definitivo.

En el desarrollo del trabajo, permanentemente se llevó a cabo el monitoreo de la plantación, para reponer plantas y riego de acuerdo a las necesidades.

Los resultados obtenidos fueron excelentes en cuanto a la supervivencia de los individuos plantados, pese a que el terreno tenía un alto grado de acidez sobrevivieron todos los individuos, lo que demuestra que las tierras degradadas por la minería si se pueden recuperar y a bajos costos a través de plantaciones bien sean homogéneas o heterogéneas

La plantación realizada con la especie Samán aplicando la técnica de reforestación dio los resultados esperados, donde se pudo evidenciar que era posible recuperar áreas degradadas por la minería, teniendo presente, como son suelos con un PH ácido, se debe corregir el suelo previamente con Cal, o con algún abono.

Con la plantación se embelleció el paisaje y en corto tiempo se tendrán buenas condiciones ecológicas, además de que en un futuro sus frutos serán aprovechados por bovinos, como también aumentara el caudal en la fuente hídrica cercana.

Opinión personal

El sitio se recuperó ecológicamente y en él se pueden implementar prácticas agrícolas para el autoconsumo, se evidencio un embellecimiento en el paisaje, además de que la fauna y la flora existentes continúan presentes en el territorio, también tenemos un crecimiento natural de la plantación y una recuperación espontanea del bosque, activada por la revegetalización.

Este trabajo, permitió el mejoramiento de la calidad ambiental, social y cultural de la zona afectada por la actividad minera, donde se tomó la decisión de implementar acciones para promover el establecimiento de una plantación forestal con especies de la zona, debido a sus condiciones de adaptabilidad.

Dicha plantación permitió instaurar alternativas diferentes de uso del suelo con lo cual se impactó de manera positiva el ecosistema, la fauna silvestre la fuente hídrica, la revegetalización y el paisaje.

En las áreas recuperadas se pueden mejorar las condiciones de seguridad alimentaria ofreciéndole a la comunidad alternativas diferentes en cuanto a usos del suelo y aportar de manera positiva al tejido social, de manera que los habitantes tengan opciones que les permitan tener una vida sana y digna.

Recomendaciones

Motivar a los agricultores a replicar este ejercicio porque sería de gran beneficio para las comunidades y para las áreas que se quieran recuperar en corto plazo y sin mayores esfuerzos económicos.

Incentivar a las comunidades para que establezcan plantaciones homogéneas o heterogéneas y través de ellas poder mejorar las condiciones edáficas como también regular el cambio climático

Establecer plantaciones que tengan varios propósitos, lo cual nos permite tener en poco espacio una plantación integral donde habrá un beneficio hombre/naturaleza

Se sugiere la implementación de especies nativas en estos ecosistemas con el fin de que no se altere la composición de los mismos ni el hábitat de la fauna existente, coadyuvando de esa manera a no romper el equilibrio y a que funcione mejor el ambiente.

Investigar con mayor profundidad, sobre las especies forestales endémicas, con la finalidad de ampliar las opciones de reforestación en el territorio y que haya una mayor biodiversidad ecológica.

Vincular a las comunidades con las diferentes Instituciones como son Alcaldía Municipal, CORANTIOQUIA, SENA, etc., para fortalecer el sector agroforestal.

Propender porque en el Plan de Ordenamiento Territorial queden ampliamente delimitadas las zonas con sus respectivos usos del suelo y se les de su aplicabilidad en el marco normativo.

Elaborar procedimientos ambientales y sociales con intervención comunitaria, con el fin de implantar una hoja de ruta para el desarrollo del municipio de Zaragoza-Antioquia.

Referencias

- Cajas, Y; Carvajal, C; Barragán, W; Portilla, D. (2014). Modelos silvopastoriles para el Sur del Atlántico. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2014. 56 p.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13269/73017_65488.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ecured. (2020). saman. <https://www.ecured.cu/Sam%C3%A1n>
- Estudio de Regeneración Natural de 26 Especies Forestales no Tradicionales del Bosque Latifoliado. (Marzo de 2002). La Ceiba, Honduras.
- Delgado, D.; Galindo, J.; Chongo, B.; Geerken, C. Y Curbelo, T. 1996. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos Rev. cubana Cienc. agríc. 30:283
- FAO (2015). Suelos sanos para una vida sana. <http://www.fao.org/soils-2015/blog/la-importancia-de-los-suelos/es/>
- Hernández, M. (2016). La minería ilegal en Colombia crece velozmente y pone en riesgo la diversidad. Mongabay Latam. <https://es.mongabay.com/2016/12/mineria-ilegal-en-colombia/>
- Janzen, D. (1982). Seeds in tapir dung in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Brenesia*, 19/20, 129-135.
- La Educación Agrícola. (2007). El saman, árbol de gran belleza y utilidad ganadera [Mensaje en un blog]. Recuperado de:

<http://laeducacionagricola.blogspot.com/2007/12/el-saman-rbol-de-gran-belleza-y.html>

Plan de Desarrollo del Municipio de Zaragoza (2016 - 2019) (2016). Alcalde Albeiro de Jesús Menoyos. Acuerdo municipal No 004.

<https://perfildealcaldes.socya.org.co/wp-content/uploads/2016/09/Plan-de-Desarrollo-Zaragoza-2016-2019.pdf>

Projar (2020). Abonos <https://www.projar.es/productos/restauracion-ambiental/material-hidrosiembra/mejorantes-para-hidrosiembra/abono-mineral-15-15-15/>

Restrepo, C. & Jiménez, Y. (1999). *Funcionamiento ruminal de animales alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con frutos de SAMAN (Pithecellobium saman)*(Tesis de Pregrado). Universidad de la Salle. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado de:

<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3844/1/064.pdf>

Tovar, Y. P. (1999). *Funcionamiento Rumial de Animales Alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con Frutos de saman*. Santa fe de Bogota, Colombia.

Vanegas, H. (2014). *Modelo De Restauración De Áreas Degradadas Por Minería En El Bagre –Antioquia* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. Recuperado de:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/39657/1/15513921.2014.pdf>

Varón, T. y Morales, L. (2016). Árboles en la ciudad de Medellín. Bogotá: Panamericana.

Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá por Universidad EIA

<https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/references?page=7>

Xavier, B. (2013). Los Samanes [Mensaje en un blog]. Recuperado de:

<http://xavierbryan93.blogspot.com/2013/01/el-saman-el-saman-es-un-arbol.html>