2020

CEMI

REVISTA CENTRO MINERO

Grupo de Investigación Centro Minero

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

SENA Centro Minero Regional Boyacá

VOL 2. ISSN 2665-153X

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

Carlos Mario Estrada Molina
Director General
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Farid de Jesús Figueroa Torres
Director de Formación prefesional
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Dagoberto Juan Berdugo Hernández
Director (E) Regional Boyacá
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Juan Carlos Pinilla Holguín
Subdirector SENA Centro Minero

COMITE EDITORIAL

William Daniel Silva Solano
Líder SENNOVA Centro Minero

Jenny Andrea Preciado
Bióloga
MSc. Gestión y Audtorías Ambientales

Jeimmy Liliana Mojica Piragauta
Ingeniero Civil
Esp. Infraestructura Vial

Lina Marcela Camargo Ruiz
Lic. Idiomas Modernos
Esp. Informática para la Docencia

Martha Cecilia Suárez Pardo
Fisioterapeuta
MSc. Salud Ocupacional y Ambiental

Wilfred Fernando Valero Cárdenas
Ingeniero Electrónico
Esp. Control y Automatización Industrial

Sogamoso, Diciembre 2020

SENA

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

REVISTA CENTRO MINERO

TABLA DE CONTENIDO

01 EDITORIAL 4

02 Aprendizaje significativo una estrategia pedagógica y de vida llamada Planeta verde en Boyacá. 5

03 Evaluación de la eficiencia del hidróxido de calcio CaOH2 sobre las características fisicoquímicas de efluentes mineros de carbón 10

04 Aproximación al inventario florístico de la ronda hídrica de la quebrada Las Torres Sogamoso Boyacá. 15

05 Alquitrán en mezclas para pavimentos. 21

06 Diseño y construcción de un catalizador para la reducción de las emisiones atmosféricas en los hornos alfareros de la región de Sogamoso. 26

07 Aislar y aplicar bacterias sulfito reductoras para la depuración de aguas residuales del Centro Minero 34

08 Aprovechamiento y biotransformación del almidón de papa, nopal suero acido como residuos agroindustriales para la elaboración de empaques biodegradables en Boyacá, material alternativo PLA 41

09 Centro Minero desde la equidad de género hacia el enfoque diferencial. Desafíos y oportunidades. 46

10 AGRADECIMIENTOS 48

01

EDITORIAL
INVESTIGACIÓN EN MEDIO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

Yamith Alfonso Martínez Chaparro
Coordinador de formación profesional integral

En el presente año el mundo se vio afectado por la pandemia producida por el virus del Covid-19 y por supuesto nosotros como grupo de investigación no íbamos a ser la excepción. Hasta el momento van mas de 1,5 millones de colombianos contagiados, de los cuales desafortunadamente han fallecido cerca de 42.000 compatriotas, ante este inusitado problema había que buscar soluciones o propuestas que nos ayudaran a lograr nuestros objetivos para el presente año y a su vez cumplir con todas las recomendaciones dadas por el ministerio de salud para cuidar de nosotros y de las personas con quienes convivimos.

Encontramos en el trabajo en equipo, en la coordinación y en las herramientas tecnológicas la ayuda que necesitábamos para poder sortear esta situación.

El trabajo en equipo nos permitió conocer las fortalezas de cada uno de los integrantes de los proyectos de investigación y de los semilleros de investigación, sumar esas fortalezas individuales para encausarlas y obtener los resultados que necesitábamos.

La coordinación nos permitió un trabajo que consintiera avanzar mientras al mismo tiempo cuidábamos nuestro entorno para evitar y prevenir un posible contagio no solo de nosotros sino de nuestro entorno familiar.

Las herramientas tecnológicas que nos permitieron acercar las distancias y deliberar sobre los resultados que íbamos encontrando en cada uno de nuestros proyectos de investigación y de esa manera darle un enfoque comunitario a pesar de la distancia que debíamos mantener.

Cuando hemos recorrido gran parte del presente año y aun con la incertidumbre sobre cuando regresará la normalidad o sobre si la manera como vivimos hoy en día, será la nueva normalidad, hemos entendido que como humanidad somos capaces de sobreponernos a las dificultades que se nos presenten y en medio de la inexperiencia sacar adelante los proyectos encomendados.

Tal vez el próximo año con las experiencias acumuladas, los resultados serán mucho mejores que los del presente, pero siempre le colocaremos el mismo empeño y entusiasmo para aportar nuestro grano de arena al mundo de la investigación.

02

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO, UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA Y DE VIDA, LLAMADA PLANETA VERDE EN BOYACÁ.

MEANINGFUL LEARNING, A PEDAGOGICAL AND LIFE STRATEGY, CALLED THE GREEN PLANET IN BOYACÁ.

Figueroa Mireya, Bióloga,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
mireyafigueroa@misena.edu.co
Preciado Andrea, Bióloga,
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
jjandreapg@misena.edu.co
Ruiz, Rocío, Lic. Ciencias Naturales y Edu. Ambiental
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
ruizh@sena.edu.co

RESUMEN

La oportunidad de protagonismo del conocimiento empírico de los aprendices, asociado a la integración de saberes de los profesionales, en pro de una solución de vida basada en la investigación con miras al emprendimiento, permite pensar en esta como una experiencia exitosa para nuestra región y en nuestra comunidad educativa SENA Centro Minero; de otra parte, la educación ambiental como herramienta pedagógica nos permitirá incorporar a la comunidad lugareña de nuestra fastuosa laguna de Tota en un proceso que al contarse no más logra empatía y arraigo, fórmula para hacer eco en la búsqueda de alternativas de sustento diferenciales e innovadoras ante el conflicto ambiental y social que se ha sobrellevado por décadas en las inmediaciones del proyecto que bordea el emblema natural del departamento de Boyacá.

Palabras clave: Aprendiz, soldado, Pedagogía, vivero, propagación.

ABSTRACT

The opportunity of protagonist of the empirical knowledge of the apprentices, associated with the integration of knowledge of the professionals, in favor of a life solution based on research with a view to entrepreneurship, allows us to think of this as a successful experience for our region and in our educational community SENA Mining Center; on the other hand, environmental education as a pedagogical tool will allow us to incorporate the local community of our lavish Tota lagoon in a process that, when counting no more, achieves empathy and roots, formulates to echo in the search for differential and innovative livelihood alternatives before the environmental and social conflict that has been endured for decades in the vicinity of the project that borders the natural emblem of the department of Boyacá..

1. INTRODUCCIÓN

Ser formador de la entidad más querida por los colombianos tiene un peso considerable de responsabilidad, con un componente importante de asertividad en el proceso de orientar decisiones de vida desde un aprendizaje; esto en un proceso efectivo de acompañamiento en formación de seis meses, se convierten en un logro o aprendizaje de doble vía que lleva siendo, para el caso, una oportunidad de vida para 14 hogares boyacenses a la espera de una alternativa distinta. Es así como, en el proceso de la Formación Profesional Integral y colaborativa, se da el espacio en el año 2019 de interactuar entre la formación investigativa y la experiencia de vida de 14 aprendices del programa Técnico en Manejo Ambiental del Centro Minero Regional Boyacá, soldados profesionales del Ejercito Nacional de Colombia, personal en etapa de pre-pensión en su mayoría oriundos del departamento de Boyacá, empíricos en el conocimiento de ecosistemas de alta montaña por su largo trasegar al servicio colombiano e interesados en la transferencia de su experiencia a través de un proyecto de investigación aplicada y del logro de un emprendimiento que diera una opción, más allá del cierre de etapa lectiva, de dinamismo a sus vidas.

Estos catorce aprendices del Centro Minero, conocedores de la importancia que tienen los ecosistemas de alta montaña, especialmente los páramos, los cuales albergan una diversidad de flora y en la mayoría de los casos son constantemente

amenazados por actividades como la ganadería, minería, turismo y cambio climático y habiendo reconocido en el proceso formativo a través de un diálogo de saberes el papel significativo e importante de este ecosistema especializado que captura que almacena y regula el agua de las quebradas y ríos, hizo este ejercicio aún más enriquecedor entre los conocimientos que adquirieron en la prestación de sus servicios a la patria y el recorrido por el territorio nacional y el ejercicio académico de reconocimiento de su diversidad y problemáticas, naciendo una alternativa para la gestión estratégica de este nicho mediante un proyecto de investigación en el año 2019.

Para este año el proyecto se estableció en tres fases: en la primera fase se inició con el reconocimiento de las habilidades de los aprendices en la propagación de Espeletia Sp. o frailejón en condiciones de laboratorio, allí se buscó reconocer y documentar el proceso de conocimiento empírico y la aplicación de técnicas estándar que permitieron documentar el paso a paso y con ello sustentar la validación de la técnica en zonas

como tercera fase se realizará la siembra de plántulas de Espeletia Sp. en unas zonas de páramo que permitan el monitoreo del establecimiento en zonas susceptibles de recuperación.

Imagen 2. Selección de viabilidad de semillas

A la fecha se ha avanzado con el establecimiento de núcleos de germinación en diferentes zonas de páramo y la construcción de un vivero del alta montaña en el municipio de Aquitania sector Hato Laguna (imagen 3); la investigación en curso se encuentra documentando la etapa germinativa (imagen 4), en donde después de 45 días de siembra de la semilla, se inicia el proceso de germinación y en promedio de 25 semillas 15 inician proceso meristemático mostrando de manera evolutiva los primeros primordios. Con los días, estos primeros meristemos se tornan de color café y apariencia fuerte y es cuando a los 45 días se pasan a bandejas germinadoras para continuar el proceso de observación en cuarto de crecimiento en el vivero o encapachado; ante los resultados positivos de propagación, germinación, encapachado, las plántulas de espeletia logradas han sido trasladadas a zonas de páramo en los municipios de Aquitania y Cuitiva donde se espera prosperen y de esta manera se contribuya a generar un impacto positivo y una respuesta efectiva, con una técnica sencilla pero habilidosa en la propagación de esta especie.

Imagen 3. Vivero

Imagen 4. Plántulas, bandejas de germinación.

La ejecución del proyecto ha permitido el desarrollo de habilidades formativas, investigativas y de emprendimiento, en esta población de aprendices exmilitares, aprendices en etapa lectiva (en formación) de diferentes programas del área ambiental, instructores investigadores que soportan la parte técnica y en el proceso de emprendimiento de los profesionales del Centro de formación, articulados como comunidad educativa

realmente funcional. De otra parte, el enfocar los resultados de la investigación a una posibilidad de unidad productiva con la visión en el fortalecimiento en turismo ecológico y la vinculación de los lugareños de los páramos en procesos de educación ambiental y responsabilidad social, hace pensar en esta, como una idea también económica viable que pueda ser muy reconocida en Boyacá y Colombia. Junto con el logro de la certificación en Técnico en Manejo Ambiental, se avanza también en presentaciones magistrales, conversatorios, participación en eventos técnicos y comerciales, incluso como muestra de sus habilidades, en otros idiomas ante propios y visitantes, en donde desde ya son los "aprendices soldados" los protagonistas del procesos; con ellos y con los invitados a las diferentes actividades, se ha logrado propagar por semilla y esqueje, no solo especies nativas de alta montaña, sino también fortalecer el vulnerable espíritu de conservación hacia nuestra riqueza natural mediante la educación ambiental, estas dos acciones posibilitan el desarrollo de un producto y un servicio emprendedor que hoy se denomina Vivero Planeta verde Boyacá SAS empresa legalmente constituida y en proceso de fortalecimiento.

Estos catorce hombres se convierten en referentes positivos y reales para nuestro proceso de paz, pues desde ya, también han validado los resultados preliminares como estrategia de sensibilización a nivel académico en eventos locales, regionales e internacionales, generando empatía e interés con instituciones interesadas en acompañar su desarrollo, tanto para la validación investigativa como práctica en la recuperación de áreas impactadas por las actividades ganadera, agrícola y minera, y como para el ejercicio demostrativo de otra realidad colombiana una propositiva y de autogestión y empoderamiento. En año y medio de consolidación de este equipo de trabajo ya se hace merecedor como Centro Minero de la mención como entidad ambientalmente responsable en el concurso Espeletia Dorada año 2019 otorgado por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA , además es participante y ha sido seleccionado en el año 2020 entre aproximadamente 180 postulados, como un potencial negocio verde, que puede demostrar sostenibilidad y ya aplica alternativas de visualización y de fortalecimiento para un emprendimiento como marketing digital, ampliación del portafolio hacia productos orgánicos y un proceso limpio que de 8 meses de formalizado cuenta con el potencial humano, ambiental e institucional que brinda la disciplina, la constancia, Dios y la patria.

Ahora bien desde el contexto pedagógico, también fundamento de la entidad, se tiene como referencia el contexto de experiencia significativa para el Ministerio de Educación Nacional (MEN) " es una práctica concreta (programa, proyecto, actividad) que nace en un ámbito educativo con el fin de desarrollar un aprendizaje significativo a través del fomento de las competencias; que se retroalimenta permanentemente a través de la autorreflexión crítica; es innovadora, atiende una necesidad del contexto identificada previamente, tiene una fundamentación teórica y metodológica coherente y genera impacto saludable en la calidad de vida de la comunidad en la cual está inmersa"… la experiencia del proyecto "Propagación de Espeletia Sp. mediante técnicas artesanales en los municipios de Duitama, Cuitiva, Pesca, Gámeza, Monguí y Aquitania del departamento de Boyacá", se ha desarrollado desde un aprendizaje significativo que involucra los contextos sociales y culturales de los aprendices, atendiendo sus preocupaciones por la recuperación y transformación de los espacios y escenarios naturales, desde una visión ambiental holística, involucrando en un primer momento a este tipo de sujetos en formación, en el reconocimiento de la problemática que se pretende atender y en un segundo momento en la necesidad de fomentar las competencias básicas y técnicas mediante la formulación de un proyecto articulado, transversal y dinámico que ha generado prácticas y acciones investigativas trasformadoras del entorno con un gran potencial de conciencia y sentido de preocupación por la recuperación y conservación de ecosistemas estratégicos como son los páramos.

Considerando una estrategia de aprendizaje significativo, Ausubel propone defender y practicar aquel aprendizaje en el que se provoca un verdadero cambio auténtico en el sujeto, en una interacción que modifica la configuración psicológica o pensamiento del sujeto de forma activa y continua (González, 2000), para el caso de los aprendices del Técnico en Manejo Ambiental, soldados colombianos en etapa de pre-pensión, se define este aprendizaje como el proceso de interacción que produce cambios internos en sus formas de pensar y concebir el conocimiento, sobre el medioambiente en un contexto práctico, relevante e importante, no solo en sus vidas, sino también en una comunidad de la que son referentes y ahora hacen parte aún de manera activa; que con su vinculación en la formación del SENA se generó la condición y situación de establecer conexiones entre lo que se debe aprender y lo que se sabe, es decir, lo que se encuentra en la estructura

cognitiva de la persona que aprende: sus conocimientos previos, sus experiencias y vivencias, las cuales mediante la orientación y formación de los instructores SENA, se trasforma en una formación mediada por la motivación e interés del aprendiz, que desarrolla una aprendizaje integral por competencias desde el saber - saber, el saber-hacer, el saber - ser y el saber convivir.

De esta forma, el aprendizaje significativo se logra con los aprendices, en un engranaje y por medio del diálogo de saberes entre los conocimientos previos y a través del desarrollo de las competencias contempladas en el programa de formación, en donde se impartieron nuevos conocimientos y conceptos, que Ausubel denomina aprendizaje verbal significativo (Viera, 2013) que en la realidad se estructura y materializa en un proyecto de investigación y de emprendimiento que genera impacto en la vida de los aprendices y en el de las comunidades intervenidas.

Las características que expone Ausubel del aprendizaje significativo y que fueron aplicadas durante el proceso formativo se inició con la definición del propósito del aprendizaje, luego se realizó un diálogo para realizar el establecimiento del contexto de los aprendices frente a su proceso formativo y las problemáticas ambientales que identificaron en su vida laboral y cómo desde la formación podían generar acciones que les permitieran dar soluciones con los nuevos conocimientos y habilidades adquiridos ahora en el escenario de su proceso formativo.

En concordancia con Vygotsky que menciona que, la educación es fundamental para un mejor desarrollo del país y que en los procesos de aprendizaje se debe tener en cuenta al aprendiz como persona individual y que al planificar y organizar el proceso de aprendizaje se debe basar en las características específicas de cada uno de los aprendices para generar un aprendizaje significativo (Chaves, 2001), se permitió a los instructores desarrollar actividades de aprendizaje dirigidas específicamente a los aprendices de este grupo de Técnico en Manejo Ambiental, destacando sus cualidades personales con características específicas y determinadas por el contexto durante la prestación del servicio al Ejército Nacional Colombiano.

En la labor-vocación como instructores, denominación única en la filosofía SENA, es indispensable en logro de un aprendizaje significativo en los aprendices, lo cual requiere de la concepción de una serie de actividades de aprendizaje engranadas y específicas que permitan la interacción del aprendiz con los diferentes ambientes de aprendizaje y que el instructor sea realmente participe en el proceso de enseñanza-aprendizaje, asumiendo su rol con vocación compromiso y disposición consciente de su responsabilidad de facilitador del aprendizaje, orientador y apoyo en el perfil del trabajador colombiano.

2. REFERENCIAS

Chaves, A. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. Revista Educación, 25(2), 59-65. http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=44025206

González, D. J. (2018). Una concepción integradora del aprendizaje humano. Obutchénie:Revista De Didática e Psicologia Pedagógica, 2(3), 765-779. doi:10.14393/OBv2n3.a2018-47444

Chaves, A. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. Revista Educación, 25(2), 59-65. http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=44025206

González, D. J. (2018). Una concepción integradora del aprendizaje humano. Obutchénie: Revista De Didática e Psicologia Pedagógica, 2(3), 765-779. doi:10.14393/OBv2n3.a2018-47444

Ministerio de Educación Nacional. (2010). Las rutas del saber hacer: Experiencias significativas que transforman la vida escolar. Orientaciones para autores de experiencias y establecimientos educativos. Bogotá: Panamericana. https://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/guia_37.pdf

Viera, T. (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. Universidades(26), 37-43. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373/37302605

03

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO CAOH2 SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE EFLUENTES MINEROS DE CARBÓN

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF CALCIUM HYDROXIDE CAOH2 ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MINING EFFLUENTS FROM

Soto Nohora, Servicio Nacional de Aprendizaje, patricia.soto.soto@hotmail.com
Sáenz Constanza, Servicio Nacional de Aprendizaje, constanzasaenz@misena.edu.com
Siachoque Claudia, Sumininco, cpsiachoque@gmail.com

RESUMEN

La actividad minera de carbón se ha extendido por varias zonas del departamento de Boyacá, si bien es cierto este proceso productivo trae consigo beneficios económicos relevantes para el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y sus áreas de influencia, no se debe desconocer que unido a ello las afectaciones ambientales son evidentes, generando conflictos sociales que ven afectado su correcto desarrollo.

Uno de los factores que genera mayor afectación sobre los recursos naturales son las aguas vertidas producto del proceso extractivo, aguas que por sus características necesitan tratamientos adecuados que garanticen la mitigación de los impactos, sin embargo, esta actividad desarrollada por mineros pequeños no se lleva a cabo de manera adecuada debido a la carencia de técnicos preparados y altos costos de operación, mantenimiento y seguimiento, es por ello que el hidróxido de calcio se convierte en una alternativa viable para la reducción y tratamiento de estos efluentes.

Palabras clave: Hidróxido de calcio, aguas residuales, vertimientos, minería.

ABSTRACT

The department of Boyacá, although it is true that this production process brings with it relevant economic benefits for the improvement of the quality of life of workers and their areas of influence, it should not be ignored that Together with this, environmental effects are evident, generating social conflicts that affect their correct development.

One of the factors that generates the greatest impact on natural resources is the water discharged as a result of the extractive process, waters that due to their characteristics require adequate treatments that guarantee the mitigation of impacts, however, this activity carried out by small miners is not carried out carried out properly due to the lack of trained technicians and high costs of operation, maintenance and monitoring, which is why calcium hydroxide becomes a viable alternative for the reduction and treatment of these effluents.

Keywords: Calcium hydroxide, wastewater, discharges, mining.

1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente no es estático y las interrelaciones aire, agua ,suelo y población son continuas, es por ello que las actividades productivas y como se llevan a cabo toman un papel elemental en la dinámica ambiental, la minería hace parte del ciclo productivo y el sustento diario de muchas poblaciones a nivel mundial, sin embargo, las implicaciones ambientales ligadas a esta actividad vienen generando graves efectos sobre los recursos naturales y el medio ambiente poniendo en riesgo la calidad del recurso hídrico, ya que los drenajes ácidos de la minería, en este caso de carbón, son una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas y pueden persistir durante décadas, incluso cientos de años una vez finalizado el ciclo productivo. Es por ello que resulta imperativo buscar soluciones accesibles como métodos de control y prevención.

El gran deterioro de la calidad del agua en los asentamientos mineros resulta evidente y es causado por la falta de tratamientos de los efluentes, lo que constituye un importante factor en la pérdida del recurso hídrico, contaminación que se origina porque la minería rompe y comprime la roca creando nuevos túneles para que el oxígeno, aire y microbios, que reaccionan con los minerales. En consecuencia, las rocas pueden generar ácido, movilizando otros muchos constituyentes químicos incluso el uso de explosivos aumenta las concentraciones de nitrato y amoníaco, provocando el incremento de la eutrofización y la contaminación de cuerpos de agua. (Robert Moran, 2001).

Las aguas residuales son comúnmente tratadas mediante procesos biológicos. No obstante, en el caso específico de las aguas residuales industriales, los procesos fisicoquímicos son una alternativa viable, eficiente y económica para tratarlas (Aragonés-Beltrán et al., 2009; Li et al., 2013), sin embargo, esta actividad afronta un constante dilema frente a sus efectos nocivos contra la salud y el medio ambiente según la OIT, los esfuerzos que muchos países despliegan por desalentar o suprimir la minería en pequeña escala -que denuncian como una actividad sucia, peligrosa y destructora- tropiezan con la dura realidad constituida por las necesidades económicas y esta puede y debería ser alentada mediante la creación de un entorno operativo que estimule la utilización de las mejores prácticas de minería y de salud y seguridad en el trabajo, así como de protección ambiental, (OIT, 1999).

Teniendo como punto de partida las proyecciones mineras a nivel mundial, surge la necesidad de aplicar tecnologías basadas en sistemas de tratamiento que garanticen la remoción de contaminantes, pero que a la vez estén al alcance del pequeño minero, que es el causante de focos de contaminación que ejercen ciertas sinergias que pueden representar cambios negativos importantes en su área de influencia. Tratamientos económicos y que pueden estar al alcance de los pequeños mineros de carbón están ligados al uso de la cal, uno de los aspectos más importantes en la utilización de este elemento es que se logran obtener adecuados niveles de pH y mantenerlos en estados neutros eliminando por consiguiente metales pesados disueltos. De igual forma, mediante el uso de las lechadas de cal, como es el caso de esta investigación, se pueden ajustar los valores de pH hasta llegar a los niveles deseados óptimos de cara a los tratamientos posteriores que puedan utilizar las aguas, En el caso de los tratamientos convencionales químicos de aguas residuales industriales de carácter inorgánico la cal proporciona diversas ventajas como la reducción de la concentración de contaminantes orgánicos oxidables, clarificación y precipitación de contaminantes disueltos coagulación de partículas coloidales.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1 Metodología

La metodología para la realización del ensayo se dividió en dos fases: en la primera de ellas se analizó la muestra tomada del afluente de la planta de tratamiento, en la segunda fase se determinaros seis dosis de hidróxido de calcio y se procedió nuevamente a la caracterización de las muestras.

En la primera fase se procede a tomar la muestra simple, del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Minero Morca, (mina de carbón), en el caso particular del estudio se tomó la muestra en condiciones de tiempo seco, a esta amuestra se procede a analizar parámetros de temperatura, pH, color, turbiedad, conductividad, TDS, hierro. En la segunda fase planteada se agregan dosis de hidróxido de calcio HIDROCALCIO SUMININCO en suspensión. Los análisis se realizaron en el laboratorio de biotecnología del Centro Minero con los equipos de campo existentes, validando previamente la vigencia de calibración de los mismos

Tabla 1. Análisis de Afluente Centro Minero.

SENA CENTRO MINERO SOGAMOSO LABORATORIO DE AGUAS REGISTRO ANALISIS DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA							21/10/2020
DATOS DE MUESTRA							
NOMBRE DE LA MINA	Mina Centro minero-Morca		**CODIGO DE LA MUESTRA**			2	
TIPO DE MUESTRA	Simple		**UGAR TOMA DE MUESTR**			Afluente planta de tratamiento del pozo mina	
HORA TOMA DE LA MUESTRA	8:35 a. m.		**ESPONSABLE MUESTRE**			Constanza Sáenz O-Patricia Soto	
FECHA TOMA DE LA MUESTRA	22 DE OCTUBRE						
DATOS NEUTRALIZANTE							
Solución Neutralizante Sumininco LTDA			**CONCENTRACIÓN**			350 g/ml	
ANALISIS Y RESULTADOS							
VOLUMEN DE MUESTRA (ml)	**DOSIS $Ca(OH)_2$ (ml)**	**PH**	**TDS (g/L) temp 15,9 °C**	**Color UPC (Pt-co)**	**Turbiedad FAU**	**conductividad ms/cm 15.2°C**	**Metales pesados**
							Hierro ppm
		7,22 a 15 °C	2,34	4300	129	2,35	72
OBSERVACIONES	FD (250/5), para las lecturas de color, y hierro						

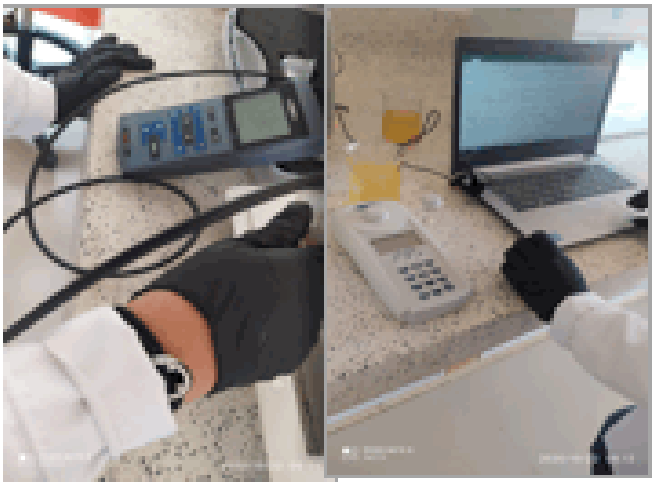


Imagen 1. Análisis de efluente

Una vez analizados los parámetros de inicio de la prueba experimental de busca determinar la dosis óptima de coagulante, partiendo de la premisa que esta no se puede determinar con los resultados de los análisis químicos, se necesita realizar pruebas de jarras en una mesa de coagulación para determinar, de forma analítica y visual, el funcionamiento adecuado del Hidróxido de calcio en suspensión, el cual será objeto de análisis. Las características del hidróxido de calcio a utilizar en el ensayo son las siguientes:

COMPOSICIÓN GARANTIZADA: Hidróxido de Calcio CaOH2: 400 gr/lt Insoluble: 5% Max. PH es solución al 10%: 13

CONTROL DE CALIDAD: Según los métodos de las normas NTC 1398 Y ASTM C25-17

Se tiene una solución inicial de hidróxido de calcio con concentración de 0,35 g / ml a la cual se realiza una dilución de 1/100 una vez realizada esta se procede a ejecutar el ensayo. Se utiliza una sola muestra para cada una de las jarras, con características previas determinadas dado que el tipo de agua no es un factor variable sino un factor constante, con respecto a la velocidad de mezcla rápida y velocidad de mezcla lenta se toman como datos de la prueba mezcla rápida de 120 RPM por un minuto, mezcla lenta 40 RPM por 15 minutos y 10 minutos de reposo. Se planea la realización de una corrida con seis jarras cuyo volumen de trabajo es de 1000 ml y con las dosis según tabla 2.

Tabla 2. Dosis de Hidróxido de calcio

Muestra Vol 1000 ml	Dosis coagulante (ml)
vaso 1	5
vaso 2	10
vaso 3	15
vaso 4	20
vaso 5	25
vaso 6	30

De acuerdo con los anteriores resultados se deduce que el alquitrán con naftaleno tiene mejores parámetros de consistencia y resistencia que el alquitrán sin naftaleno, y su comportamiento cumple para bajos volúmenes de tránsito. Según especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS (2013).

Imagen 2. Montaje realizado para prueba de jarras.

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El número de variables a evaluar es la razón por la cual los procedimientos convencionales tienen un consumo significativo de tiempo y un número relativamente alto de experimentos, a través del ensayo propuesto se busca factores que tienen una mayor influencia en la variable de respuesta, permitiendo entender las interacciones entre las variables. Así, el presente estudio pretende identificar la influencia de los parámetros analizados, como una prueba de comportamiento de cada una de las variables propuestas, (temperatura, pH, color, turbiedad, conductividad, TDS, hierro) frente a la suspensión de hidróxido de calcio. Una vez realizada efectuada la prueba de jarras se obtienen resultados según tabla 3.

4. CONCLUSIONES

Se logró evidenciar que el empleo de hidróxido de cal, (Sumininco) , provoca la remoción de una cantidad considerable de contaminantes, provocando con ello la disminución de los valores de Color, Turbiedad , TDS , conductividad, con disminuciones representativas de los dos primeros ya que se logra disminuir color de 4300 UPC a <10 y turbidez de 129 UNT a <1.

En la fase de experimentación se pudo observar que con la solución de hidróxido de calcio objeto de estudio, se lograron remociones significativas en los parámetros de Color, Turbiedad y Solidos; lo que implica un beneficio a las aguas receptoras permitiendo la entrada de los rayos solares, mejorando la capacidad fotosintética y la producción primaria.

Los valores de hierro en las aguas afluentes se caracterizaron en 72 mg/l, una vez aplicada la solución de hidróxido de calcio de Sumininco se logró disminuir a valores =< 0,31 lo que mejora de forma significativa la calidad del vertimiento y una menor afectación al cuerpo receptor.

5. REFERENCIAS

Aragonés-Beltrán, P., J.A. Mendoza-Roca, A. Bes-Piá, M. García-Melón y E. Parra-Ruiz. (2009). Application of multicriteria decision analysis to jar-test results for chemicals selection in the physical–chemical treatment of textile wastewater, Journal of Hazardous Materials: 164(1), 288-295.

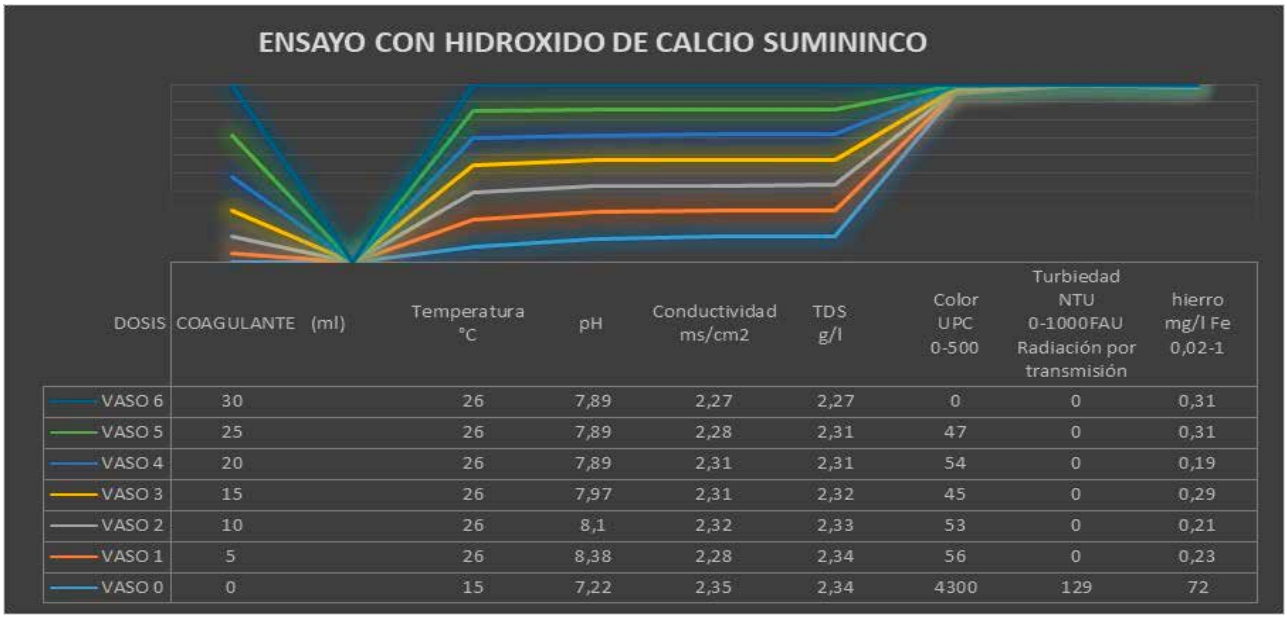
Caviedes Rubio, D. I., Delgado, D. R. y Olaya Amaya, A. (2016). Remoción de metales pesados comúnmente generados por la actividad industrial, empleando macrófitas neotropicales. Producción + Limpia, 11(2), 126-149. doi: 10.22507/pml.v11n2a11

Cloter, A., Mazari, H., & De Anda, S. (2006). Atlas de la cuenca Lerma Chapala construyendo una visión conjunta. México, DF, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Prueba # 1 de Jarras - Hidroxido de Calcio Suminco

Tabla 3. Resultados obtenidos.

MUESTRA Vol 1000 ml	DOSIS COAGULANTE (ml)	Temperatura °C	pH	Conductividad ms/cm2	TDS g/l	Color UPC 0-500	Turbiedad NTU 0-1000FAU Radiación por transmisión	hierro mg/l Fe 0,02-1
VASO 1	5	26	8.38	2,28	2.34	56	Rango bajo	0.23
VASO 2	10	26	8.10	2,32	2.33	53	Rango bajo	0.21
VASO 3	15	26	7.97	2.31	2.32	45	Rango bajo	0.29
VASO 4	20	26	7.89	2.31	2.31	54	Rango bajo	0.19
VASO 5	25	26	7.89	2.28	2.31	47	Rango bajo	0.31
VASO 6	30	26	7.89	2.27	2.27	<10 rango bajo	Rango bajo	0.31



	DOSIS COAGULANTE (ml)	Temperatura °C	pH	Conductividad ms/cm2	TDS g/l	Color UPC 0-500	Turbiedad NTU 0-1000FAU Radiación por transmisión	hierro mg/l Fe 0,02-1
VASO 6	30	26	7,89	2,27	2,27	0	0	0,31
VASO 5	25	26	7,89	2,28	2,31	47	0	0,31
VASO 4	20	26	7,89	2,31	2,31	54	0	0,19
VASO 3	15	26	7,97	2,31	2,32	45	0	0,29
VASO 2	10	26	8,1	2,32	2,33	53	0	0,21
VASO 1	5	26	8,38	2,28	2,34	56	0	0,23
VASO 0	0	15	7,22	2,35	2,34	4300	129	72

Figura 1. Resultados gráficos.

Roldán, G. y L. F. ÁLVAREZ. (2002). Aplicación del Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para el tratamiento de aguas residuales y opciones de reuso de la biomasa producida. Revista Universidad Católica de Oriente. 56-71Sánchez, J. Pensamiento lateral: Aprender jugando, aprender pensando.http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/publicaciones_centros/PDF/manchester_2009/11_sanchez.pdf

SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

SENA

04

APROXIMACIÓN AL INVENTARIO FLORÍSTICO DE LA RONDA HÍDRICA QUEBRADA LAS TORRES SOGAMOSO-

APPROACH TO THE FLORISTIC INVENTORY OF THE HYDRIC ROUND BROOK THE TORRES SOGAMOSO-BOYACÁ.

Figueroa Mireya, Bióloga, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, mireyafigueroa@misena.edu.co,
Hernández Carolina, Aprendiz, Tgo. Control Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, dchernandez361@misena.edu.co,
Preciado Andrea, Bióloga, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, jjandreapg@misena.edu.co
Ruiz Rocío, Lic. Ciencias Naturales y edu. Ambiental, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, ruizh@misena.edu.co
Zipa Jaime, Biólogo, INGEMA Limitada, andreszbiologo@gmail.com

RESUMEN

Se realizó la aproximación al inventario florístico de la ronda hídrica de la Quebrada las Torres del municipio de Sogamoso-Boyacá. El área de estudio no cuenta con un inventario florístico, siendo este fundamental para conocer la diversidad biológica en el desarrollo de planes de conservación. Se realizaron salidas de campo durante los meses de febrero-agosto de los años 2019 y 2020 donde se establecieron 36 transectos de 10x10 m. La zona se subdividió en zona alta, media y baja. Se realizó la descripción morfológica de hoja, venación, posición, presencia de fruto, flor o inflorescencia de cada individuo. Las familias más representativas son: Asteráceae, Verbenaceae, Fabaceae,Crasulaceae, Solanaceae para un total de 26 especies y 58 ejemplares por familia. Los resultados permiten mostrar la riqueza de las zonas; las especies comunes en las tres zonas de muestreo son la Baccharis latifolia (Chilca) y Pteridium aquilinum (helecho común). Se releva la presencia de especies invasoras como Acasia melanoxylon (Acacia Negra), Crocosmia Sp (Crocosmia) y Eucalyptus (eucalipto) de manejo ambiental dentro de las acciones ecológicas posibles y especies endémicas como Xylosma spiculifera (espino cabro), de interés industrial por sus cualidades tintóreas y la utilidad como cerca viva.

Palabras clave: Florístico, Inventario, Quebrada, Ronda Hídrica.

ABSTRACT

The approach to the floristic inventory of the water round of Quebrada las Torres in the municipality of Sogamoso-Boyacá was carried out. The study area does not have a floristic inventory, this being essential to know the biological diversity for the development of conservation plans. Field trips were made during the months of February-August of the year 2019 and 2020 where 36 transects of 10x10 m were established. The area is subdivided into upper, middle and lower areas. The morphological description of the leaf, venation, position, presence of fruit, flower or inflorescence of each individual was made. The most representative family are: Asteráceae, Verbenaceae, Fabaceae, Crasulaceae, Solanaceae for a total of 26 species and 58 specimens per family. The results show the richness of the zones; The common species in the three sampling areas are Baccharis latifolia (Chilca) and Pteridium aquilinum (common fern). The presence of invasive species such as Acasia melanoxylon (Black Acacia), Crocosmia Sp (Crocosmia) and Eucalyptus (eucalyptus) is detected. environmental within the possible ecological .

Crocosmia Sp (Crocosmia) and Eucalyptus (eucalyptus) is detected. environmental within the possible ecological actions and endemic species such as Xylosma spiculifera (hawthorn), of industrial interest due to its tinctorial qualities and usefulness as a living fence.

Key words: Floristic, Inventory, Water Stream, Round Hydric.

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define ronda hídrica o hidráulica como un área de especial importancia ecológica de dominio público inalienable, imprescriptible e inembargables que juegan un papel fundamental desde el punto de vista ambiental. Según el Decreto 2245 de 2017 [Ministerios de Ambiente y desarrollo sostenible] define Ronda Hídrica como la franja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho, así mismo hace parte de la ronda hídrica el área de protección o conservación aferente. Tanto para la franja paralela como para el área de protección o conservación aferente se establecerán directrices de manejo ambiental. La vegetación de la rondas hídricas se caracteriza por ubicarse en sectores de transición entre hábitats terrestres y acuáticos en sus diferentes estratos (Romero, et al.,2014) (Romero, et all. 2014). Dentro de las funciones de las áreas de ronda se destacan la amortiguación de crecientes y transporte de nutrientes y/o contaminantes, protección del ecosistema acuático y de ribera (Bravo, et al., 2018) (Bravo, et all. 2018). Las características bióticas y abióticas se afectan en dichas zonas, por intervenciones antrópicas, generando un fuerte impacto sobre la calidad del agua y causando graves reducciones de la diversidad biológica (Galeano, et al., 2017) (Galeano, et all.2017).

De acuerdo a las visitas realizadas a lo largo de la Quebrada las Torres se pudo establecer que a la fuente hídrica llegan los vertimientos de la mayoría de las explotaciones de carbón que se encuentran ubicadas en la vereda de Morcá. Esta fuente hídrica se considera como una de las corrientes más importantes dentro del municipio de Sogamoso (POT, 2016) y ha perdido gran parte de su cobertura vegetal nativa al ser reemplazada por bosques de eucalipto en sus márgenes y

otras actividades antrópicas como aprovechamientos forestales.

Los inventarios florísticos se realizan con fin de realizar la descripción y conocimiento de los diferentes niveles de organización ecológica en cuanto a estructura, función y descripción de los componentes que conforman una comunidad vegetal, consiste en establecer un recuento o una lista de las especies existentes en ella, lo cual permite describir, y comparar en estudios posteriores las comunidades en función de su riqueza de especies proporcionando un contexto necesariopara la planificación y la interpretación de investigaciones ecológica a largo plazo. (Chávez. 2010). El conocimiento florístico y las relaciones eco-sistémicas de la Quebrada Las Torres, para lo cual se busca convertir en una herramienta metodológica formativa y de compromiso social para la comunidad del Centro Minero, como base para la toma de decisiones en términos formativos, investigativos, de funcionamiento, legales, técnicos y científicos; dados los evidentes impactos de la minería tradicional y las prácticas forestales sin control en el sector de estudio por diferentes actores. La finalidad de la investigación es conocer la riqueza florística y el estado de conservación de la Quebrada las Torres.

Quebrada las Torres

2. METODOLOGÍA

Área de estudio: La Quebrada las Torres nace en lo alto del Mode en la vereda de Morcá municipio de Sogamoso y desemboca en el río Chicamochasobre la cota topográfica 2800 msnm, el área de estudio tiene una temperatura máxima promedio de 16°C en enero y de 14°C en abril y una precipitación media mensual multianual de 61.2 mm, la zona se caracteriza por el desarrollo de actividades agropecuarias y mineras a pequeña escala, establecidas en unidades productivas familiares, (POT, 2016).

Métodos: El muestreo se realizó sobre la ronda hídrica de la Quebrada las Torres con una longitud de 1374 m, subdividiéndola en zona alta correspondiente a la zona de nacimiento de la Quebrada, zona media área de influencia del SENA Centro Minero y zona baja correspondiente a la zona alfarera, sector la Ramada.

Para el estudio de la estructura ecológica del bosque se realizaron transectos de 10 X10 m. En la zona alta se realizaron 12 transectos, en la zona media 16, y en la zona baja 8 transectos, donde se censaron los individuos siguiendo la metodología de muestreos de Rubiaceae y Melastomataceae descrita en el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad del Instituto Alexander Von Humboltd 2004, modificada para la zona de estudio. Cada individuo fue georeferenciado y se realizóel registró fotográfico, descripción morfológica de hoja, venación, posición, presencia de fruto, flor o inflorescencia y DAP siguiendo la guía de introducción a la botánica forestal (Villarreal Quintanilla. 1993)

Tratamiento de la información: Siguiendo las técnicas estándar de herborización se procedió a organizar y digitalizar en tablas de datos la información recopilada de cada uno de los ejemplares colectados para análisis e identificación con personal experto de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y de la empresa Ingeniería Geológica Minera y Ambiental - INGEMA Limitada.

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Se construyeron en total 36 transectos a lo largo de la ronda hídrica de la Quebrada las Torres, se registró según visita preliminar de la zona alta, media y baja de acuerdo con las coberturas vegetales, se evidencian especies introducidas con segmentación del territorio a nivel eco sistémico, se identificaron 58 ejemplares.

Algunas de las especies identificadas son de interés químico y bioindicador de conservación como Familia: Betulaceae, Genero: Alnus, Familia: Orchidaceae,

Genero: Orquidea Epidendrum, Familia: Lamiaceae, Genero: Salvia Officinalis,Familia: Viburnaceae, Genero: Viburnum etc. (Restrepo, 1997, Montanez, et al., 2017, Prieto, et al., 2012, Piloto, 2019).

Los resultados permiten mostrar la riqueza florística del área de estudio, una de las familias más frecuente es Asteraceae, seguida de Verbenaceae; Las especies comunes en las tres zonas de muestreo son: Baccharis latifolia (Chilca) y Pteridium aquilinum (helecho común). Se releva la presencia de especies invasoras como Acasia melanoxylon (Acacia Negra), Crocosmia Sp (Crocosmia) y Eucalyptus (eucalipto) de manejo ambiental dentro de las acciones ecológicas posibles. En la tabla 1. Se presenta el listado de familias vegetales de la Ronda hídrica Quebrada las Torres y los descriptivos de utilidad basado en el libro rojo de plantas de Colombia vol.3

Alnus Acuminata

Es importante resaltar que en la zona se registraron especies consideradas indicadoras y de especial observación como Equisetum arvense (Cola de caballo), Pteridium aquilinum (helecho común) y Larrea cuneifolia (Jarilla negra); de igual forma especies de interés ecológico también de especial vigilancia al aplicar índices de abundancia dada su utilidad como fijadoras de Nitrogeno y sostenimiento de taludes como la Acasia melanoxylon (Acacia Negra), Verbena officinalis (verbena), Kalanchoe pinnata (siempre viva) y Dalea frutescens (Dalea). Para el estudio se registra un endemismo importante para seguimiento dado su uso como cerca viva y de manejo ecológico como es el

Salvia Officinalis

Xylosma spiculifera (espino cabro) que tiene un potencial ornamental adicional susceptible de continuidad y análisis desde el punto de vista de índices ecológicos.

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencio que la Quebrada las Torres en la parte alta presenta amplios parches de conservación con una cobertura de bosques montano bajo, en la zona media se evidencio zonas conservadas con relictos de bosque montano bajo y la zona baja altamente intervenida con cobertura vegetal de carácter herbáceo y pastizales producto de la intervención antrópica caracterizada por la introducción de especies no nativas.

Taraxacum Officinale

Tabla 1. Lista de familias vegetales Quebrada las Torres y descriptivos de utilidad

Familia Taxonómica	Ejemplar/ Familia	Generos representativos	Importancia ecológica / usos
Asteráceae	11	Aster L.	Medicinal, Polinizador
Betulaceae	1	Betula, Alnus, Corylus, Carpinus.	Medicinal, Combustible, Forrajero
Crasulaceae	4	Crassula L.	Restauración de taludes
Elaeocarpaceae	1	Elaeocarpus, Vallea	Medicinal, Cosmética
Equitaceae	1	Equisetum	Bioindicador, Cosmética
Fabaceae	5	Desmedium Incanon	Recuperador de suelos, Forraje, Polinizador
Flacurtiaceae	1	Xilosma Speculiferum	Cerca viva, Tintórea
Geraniaceae	1	Geranium Multipartitum	Recuperador de suelos, Polinizador
Iridaceae	1	Iris	Bioindicador
Lamiaceae	2	Staquis Sp.	Medicinal
Malvaceae	1	Malva Sp.	Mejoramiento de suelos
Melastomataceae	1	Miconia, Squamulosa	Medicinal, Maderable
Mimosaceae	2	Acasia, Mearcia	Polinizador, Fijadora de nitrógeno
Myrinaceae	1	Myrsine Ferrugine	Restaurador de taludes, Maderable
Myrtaceae	3	Mirciantes Leuncocxilla Myciantes Leucoxyla	Medicinal, Cerca viva
Orchidaceae	2	Epidendrum Elongatum	Bioindicador, Ornamental, Polinizador
Passifloraceae	1	Passiflora Sp.	Medicinal
Piperaceae	1	Peperomia	Bioindicador
Poaceae	1	Penicetum Clandestinum	Forraje
Poligonaceae	2	Polygonum Bistorta	Medicinal
Poligpodiaceae	2	Polypodium	Bioindicador
Rosaceae	2	Rubus, Polylepis, Lachemilla	Medicinal. Polonizador, Ornamental
Solanaceae	4	Cestrum Sp.	Medicinal. Polonizador
Verbenaceae	6	Verbenoxylum	Medicinal. Recuperador de suelos
Viburnaceae	1	Vibernum	Protector de cuencas hídricas, Tintórea

Nota Elaboración Propia

4. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud al Lic. Manuel Galvis Rueda docente Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Ricardo Alberto Manrique Investigador Grupo de Investigación en medio ambiente y desarrollo GIMAD, por su disposición en la determinación taxonómica de los ejemplares colectados. A los aprendices del Tecnólogo en Control Ambiental María Fernanda Angarita y Jefer Saúl Ávila y directivos del SENA - Centro Minero.

5. REFERENCIAS

– Bravo-Sossa, L. I., Romo-Bravo, L. Y., Madronero-Palacio, S. M., & Mafla-Chamorro, F. R. (2018). Delimitación de la ronda hídrica con criterio ecosistémico del río Mijitayo, municipio de Pasto-Nariño. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 10(1), 67-78. https://doi.org/10.22490/21456453.237–
Chávez, P. (2010). Inventario Florístico Preeliminar de Plantas Angiospermas Presentes en el Ecosistema de Paramo del Parque Nacional Natural del Cocuy, Boyacá. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

– Decreto 2245 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. ”Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015. único reglamento del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas Hídricas.

– Mostacedo, B., Fredericksen, T., (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

– Plan de Ordenamiento Territorial, POT. (2016). Municipio de Sogamoso-Boyacá.

– Romero, F., Cozano, M., Gangas, R., Naulin, P. (2014). Zonas Ribereñas: Protección, Restauración y contexto legal en Chile. Bosque.

- Romero, F. I., Cozano, M. A., Gangas, R. A., & Naulin, P. I. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. Bosque (Valdivia)

– Restrepo, G., (1997). Infectividad y Efectividad de los actinomiceros del género Frankia asociados con Alnus Acuminata Sp. Acuminata en Colombia. Cronica forestal y del Medio Ambientes Vol.12, numero 1.Universidad Nacional de Colombia.

– Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.

– Galeano, G., Libro rojo de plantas de Colombia. Vol 3 (2014) las bromelias, las labiadas y las pasiflora. Instituto de investigación Alexander Von Humboldt.

05

ALQUITRÁN EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS.

TAR IN MIXTURES FOR FLOORING

Curmen Jean, Ing. en transporte y vías, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, jcurmen@sena.edu.co
Camacho Deicy, Ing. en transporte y vías, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA dcamachov@sena.edu.co

RESUMEN

Por las similitudes observables entre el alquitrán y el asfalto como ligante en mezclas densas en caliente se propone las sustituciones del material convencionalmente empleado para la fabricación de mezclas densas en caliente por alquitrán con el propósito de conocer su comportamiento mediante ensayos de laboratorio normalizados y definir de esta manera la factibilidad del uso e alquita en sustitución del asfalto para carpetas de rodadura.

Palabras clave: Alquitrán, Mezclas, pavimentos.

ABSTRACT

Due to the observable similarities between tar and asphalt as a binder in hot dense mixtures, it is proposed to substitute tar for the material conventionally used for the manufacture of hot dense mixtures with the purpose of knowing its behavior through standardized laboratory tests and defining the in this way the feasibility of the use of tar as a substitute for asphalt for rolling surfaces.

Key words: Tar, Mixtures, Pavements.

1. INTRODUCCIÓN

El uso exclusivo del asfalto como ligante en mezclas para conformar estructuras de pavimento genera una limitante en la industria de la construcción de carreteras al no contar con alternativas para el uso del asfalto en pavimentos flexibles, la tendencia al uso exclusivo de mezclas densas en caliente empleando asfalto como ligante genera riesgos económicos en los proyectos de construcción de obras viales debido a la fluctuación en los precios del asfalto, por lo que es pertinente aportar con estudios que definan la factibilidad del uso de materiales diferentes al asfalto. Con el propósito de encontrar alternativas de mezclas densas en caliente se propone evaluar el empleo de alquitrán como ligante de agregados para capas de rodadura mediante los ensayos Marshall, la caracterización de materiales de la región y la granulometría MDC-19 según las especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS 2013. A partir de los resultados de estabilidad y flujo determinar la factibilidad del alquitrán en mezclas densas en caliente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los agregados empleados se clasifican en arena, finos de trituración y grava de ½, la fuente de materiales corresponde con Triturados Paz del Rio. La caracterización de materiales y ensayos fueron desarrollados por el laboratorio Rapitest Ing. Ltda. los cuales iniciaron

con las granulometrías y las curvas características de cada material para posteriormente determinar por iteración numérica los porcentajes a utilizar de cada agregado de manera que se cumpla con la franja granulométrica establecida en la tabla 450-6 del artículo 450 de Las especificaciones de la norma INVIAS 2013 para MDC-19.

Posteriormente se realizó la caracterización de materiales con el fin de determinar el cumplimiento de los requisitos para agregados de mezclas densas en caliente descritos en la tabla 450-3 del artículo 450 de las especificaciones de la norma INVIAS (2013).

Verificado el cumplimiento de los materiales para MDC-19 se procede a realiza el ensayo Marshall elaborando tres briquetas para cada contenido de alquitrán con naftaleno, el cual se fue variando cada 1% de contenido en peso para un juego de 12 briquetas con contenidos de alquitrán con naftaleno de 4.0%,5.0%, 6.0%, y 7.0%. En el caso de mezcla de agregados de alquitrán sin naftaleno se fabricaron 12 briquetas con contenidos de 4.5% 5.0%, 6.5% y 7.5%. Cada briqueta fue compactada con 75 golpes para una energía de compactación correspondiente a un martillo Marshall de peso 10 Lb de caída libre según norma INV-E-748 y con ello obtener mediante el método grafico la fórmula de trabajo. En el desarrollo de los ensayos se tuvieron las siguientes consideraciones:

La temperatura de la mezcla de alquitrán con agregados pétreos fue de 50 °C y la temperatura de compactación de 40 C° considerando protocolos de seguridad y salud en el trabajo ya que el alquitrán a altas temperaturas genera gases tóxicos.

El curado de las briquetas se realizó durante 7 días calendario con el fin de permitir la evaporación de los aditivos presentes en el alquitrán y hacer efectivo el ligante presente en este. Los procesos y resultados constituyen una información relevante para tomar decisiones en el uso de materiales para la construcción de carreteras e incentiva a aprendices e instructores en la continuidad con la ejecución de proyectos relacionados.

2.1 Ensayos de laboratorio

La caracterización de los agregados pétreos permitió verificar el cumplimiento de los mismos con las especificaciones de la norma INVIAS (2013). Ver tabla 1

Con relación a la mezcla de trabajo se estableció en cumplimiento de franja granulométrica para mezcla densa en caliente MDC-19 con las siguientes proporciones en peso: 37% de grava triturada de ½", 32% de finos de trituración y 31% de arena lavada el resultado de la combinación de materiales se muestra en la siguiente figura.

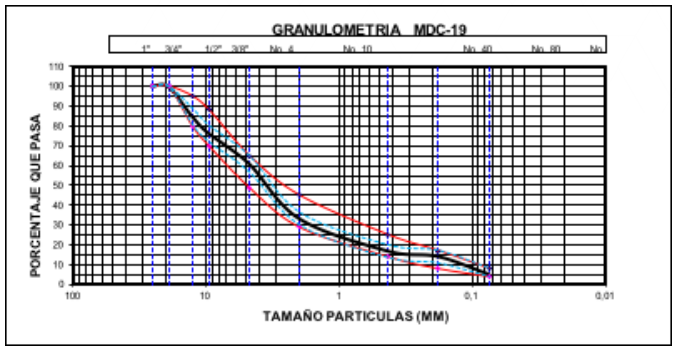


Figura 1. Mezcla de agregados

Una vez realizado los ensayos Marshall respectivos para cada uno de los alquitranes se obtiene las fórmulas de trabajo los cuales se presentan a continuación

Tabla 2. Fórmula de trabajo (alquitrán con naftaleno)

Parámetro	Especificación INV-2013	Fórmula de trabajo
% alquitrán	-----	6,50%
Densidad Bulk	------	2,348 g/cm^3
Estabilidad	Mínimo 900 Kg	1330
Flujo	2.0 mm a 3,5 mm	4,58
Vacíos en la mezcla total (aire)	4.0 % a 6.0 %	5,05%
Vacíos en los agregados	Mínimo 15%	18,20%
Vacíos llenos con asfalto	65% a 75%	72,0%
Relación llenante/ligante efectivo	0,8 a 1,2	1,13
Relación estabilidad/flujo	300 a 600 Kg/mm	

Fuente: Informe Rapitest Ing.

Tabla 3. Fórmula de trabajo (alquitrán sin naftaleno)

Parámetro	Especificación INV-2013	Fórmula de trabajo
% alquitrán	-----	6,30%
Densidad Bulk	------	2,327 g/cm^3
Estabilidad	Mínimo 900 Kg	
Flujo	2.0 mm a 3,5 mm	3,96, mm
Vacíos en la mezcla total (aire)	4.0 % a 6.0 %	6,30%
Vacíos en los agregados	Mínimo 15%	18,35%
Vacíos llenos con asfalto	65% a 75%	67,4%
Relación llenante/ligante efectivo	0,8 a 1,2	1,13
Relación estabilidad/flujo	300 a 600 Kg/mm	295 kg/mm

Fuente: Informe de Rapitest ingeniería Ltda

De acuerdo con los anteriores resultados se deduce que el alquitrán con naftaleno tiene mejores parámetros de consistencia y resistencia que el alquitrán sin naftaleno, y su comportamiento cumple para bajos volúmenes de tránsito. Según especificaciones generales de construcción de carreteras INVIAS (2013).

2.2 Costos comparativos entre mezcla convencional mdc-19 y la mezcla fabricada con alquitrán

Desde la determinación de la estructura del pavimento para el parqueadero del SENA Centro Minero a partir de estudios previos de la sub rasante y conociendo las características del tránsito se define una estructura de pavimento compuesta por las siguientes capas: 0.05 m de MDC-19, 0.15 m de base granular y 0.15 de subbase granular para la cual se realiza el presupuesto de obra considerando dos alternativas de comparación una con mezcla densa en caliente convencional tipo MDC-19 y otra con Alquitrán y naftaleno de acuerdo con los resultados de la fórmula de trabajo con este material. los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4. Presupuestos para alternativas de pavimento

Presupuestos para las alternativas de pavimento	
Presupuesto de obra para mezcla convencional	$ 71.296.025,71
Presupuesto de obra para mezcla con alquitrán	$ 7.332.891,71

Las fórmulas de trabajos son válidas para los materiales estudiados y temperaturas de diseño establecidas, cualquier cambio en la procedencia de los materiales o el alquitrán requiere una verificación del diseño.

En el diseño de alquitrán con naftaleno se determina que tiene unas mejores condiciones de resistencia, comparado con el diseño de alquitrán sin naftaleno.

Tabla 1. Cumplimiento de agregados con norma INVIAS

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	OBTENIDO	CRITERIO DE CUMPLIMIENTO
Desgaste máquina de los ángeles máximo (%)				
Capa de: rodadura/intermedia/-base, 500	E-218	25/35/35	21,56	CUMPLE
Capa de: rodadura/intermedia/-base, 100		5/7/2007	N/A	N/A
Degradación por abrasión en el equipo micro Deval máximo (%)	E-238	20/25/25	16.1	CUMPLE
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de finos		110/90/75		
-valor en seco, mínimo (KN)	E-224	75/75/75	224,7	CUMPLE
-relación humedad/seco mínimo			94,1	CUMPLE
DURABILIDAD				
Perdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220		13,70	CUMPLE
-sulfato de magnesio		18	N/A	N/A
LIMPIEZA				
Índice de plasticidad (%)	E-125 Y E-126	3	N/P	CUMPLE
Equivalente de arena mínimo (%)	E-133	40	44,9	CUMPLE
Valor de azul de metileno, máximo	E-235	10	N/A	N/A
GEOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO GRUESO				
Índice de alargamiento y aplanamiento relación 5:1, máximo (%)	E-240	10	1,9	CUMPLE
Caras fracturadas				
Una Cara		85/75/60		
Dos Caras	E-227	70/-/-	100%	CUMPLE
GEOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS AGREGADO FINO (f)				
Dos Caras				
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	45	58%	CUMPLE

De acuerdo con los precios unitarios actuales de los materiales la mezcla convencional proporciona menores costos en comparación con el alquitrán. Es de considerar que en el tiempo la fluctuación de los costos de los materiales puede modificar considerablemente esta condición, por lo cual el uso del alquitrán respecto a su costo en un momento puede corresponder a una variable factible en su uso.

Es de considerar que el presente estudio no trata de remplazar el uso de asfalto en mezclas densas en caliente, si no de establecer la viabilidad del uso del alquitrán en carpeta de rodadura, por lo cual se realizaron ensayos normalizados para pavimentos flexibles con asfalto que permitieran conocer la consistencia de la mezcla con alquitrán, pero debido a las características propias de este material no fue posible realizar los ensayos de estabilidad y flujo cumpliendo con la totalidad de los parámetros establecidos en la norma INV-E-748-13 resistencia de mezclas asfálticas encaliente empleando el aparato Marshall. centrándose la diferencia de aplicación en las temperaturas de los ensayos las cuales fueron menores a las establecidas en la norma debido a que la briqueta con alquitrán no mantiene su consistencia a las temperaturas del mezclado compactación y estabilidad y flujo, como también que el alquitrán genera en su calentamiento a altas temperaturas gases tóxicos y cancerígenos razones por las cuales técnicamente la mezcla con alquitrán a pesar de mostrar resultados apropiados en su uso se considera no es una alternativa factible.

3. BIBLIOGRAFIA

CINVIAS. (2013), Artículo 450-13 Mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.Bogotá. https://www.-invias.gov.co/index.php/normativa/documentos-tecnicos1

INVIAS. (2013), Normas para ensayos de materiales para carreteras. Bogotá. https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/documentos-tecnicos1

INVIAS.(2013), Especificaciones generales de construcción de carreteras. Bogotá. https://www.invias.gov.-co/index.php/normativa/documentos-tecnicos1

06

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CATALIZADOR PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN LOS HORNOS ALFAREROS DE LA REGIÓN DE SOGAMOSO

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A CATALYST FOR THE REDUCTION OF ATMOSPHERIC EMISSIONS IN THE POTTER OVENS OF THE SOGAMOSO DISTRICT

Curmen Jean, Ing. en transporte y vías, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, jcurmen@sena.edu.co
Camacho Deicy, Ing. en transporte y vías, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA dcamachov@sena.edu.co

RESUMEN

El centro Minero propuso el desarrollo de un catalizador para disminución de emisiones de flúor emitidas a la atmosfera por los hornos alfareros del municipio de Sogamoso, para las pruebas correspondientes del catalizador se diseñó y construyó un horno prototipo a escala, teniendo en cuenta las variables operativas de un horno tipo túnel.

Se evaluaron arcillas de la región para la determinación de sus componentes o fases mineralógicas presentes mediante técnica de DRX con el fin de evaluarlas para realizar mezclas optimas que permitieran disminuir las emisiones de flúor a la atmosfera; para el carbón se realizaron análisis inmediatos de acuerdo a las normas NTC 1872, NTC 2018, NTC 1859, ASTM D 5016, NTC 2075, el poder calorífico se dedujo a partir del contenido de cenizas para la verificar que sea un carbón térmico, este se extrajo por muestreo en canal de acuerdo a la NTC 2713 en la mina didáctica del Centro Minero Sena Regional Boyacá.

Las muestras de gases fueron realizadas con equipo isocinético en la chimenea del horno prototipo. Después de la evaluación del catalizador, se evidenció que generó una reducción apreciable en el contenido de HF de las emisiones del horno (método EPA 26).

Palabras clave: Catalizador, Flúor, Arcilla, horno.

ABSTRACT

The Mining Center proposed the development of a catalyst to reduce fluoride emissions emitted into the atmosphere by pottery kilns in the municipality of Sogamoso, for the corresponding tests of the catalyst, a prototype scale oven was designed and constructed taking into account the operational variables of a tunnel type furnace.

Clays from the region were evaluated for the determination of their components or mineralogical phases present by DRX technique in order to evaluate them for optimal mixtures that allowed to reduce the fluoride evacuated into the atmosphere, for the coal, immediate analyzes were carried out according to the NTC 1872, NTC 2018, NTC 1859, ASTM D 5016, NTC 2075 standards, the calorific value was deduced from the ash content to verify that it is a thermal coal, this is extracted by channel sampling according to NTC 2713 in the didactic mine of the Sena Regional Boyacá Mining Center.

Gas samples were performed with isokinetic equipment in the chimney of the prototype oven. After the evaluation of the catalyst it was evident that it generated an appreciable reduction in the HF content of the furnace emissions.

Keywords: Catalyst, Fluorine, Clay. furnace

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas del sector de alfarero se han venido multiplicando debido a la gran demanda de productividad requerida por las construcciones, la industria cerámica e incluso del de los productores de fertilizantes y de otros productos químicos asociados con la arcilla; de hecho, es importante resaltar la calidad y abundancia de los yacimientos de arcillas ubicados en el territorio nacional. No obstante, la investigación, innovación y el desarrollo de nuevos productos con base en arcillas es limitado. En efecto, el centro minero tiene un gran número de requerimientos para asesoría, capacitación y acompañamiento en control y optimización de procesos para la obtención de mezclas, prensado, secado, maduración, temperatura de cocción, grado de vitrificación y control de calidad, entre muchos otros, los cuales permiten el diseño de nuevos productos. Igualmente, es ampliamente conocido el impacto ambiental procedente de la industria alfarera debido a los procesos y tecnología utilizada. Así mismo, la formación impartida por el centro en las áreas asociadas con las arcillas se está viendo afectada debido a obsolescencia e inexistencia de los equipos adecuados para el beneficio de las mismas.

El proyecto presenta una alternativa de tecnología limpia para el sector alfarero con la implementación de filtros fabricados a partir de las materias primas que se procesan en la región; también se pretende que con el tiempo los empresarios puedan realizar mantenimiento y ajuste de variables operacionales y en un futuro construyan sus propios filtros. Entendiendo que la contaminación por flúor en las emisiones atmosféricas generada por los hornos alfareros es una gran problemática que afecta el medio ambiente y por ende a la comunidad, el Centro Minero propuso el diseño y construcción de un catalizador a partir de las materias primas utilizadas para la fabricación y cocción de productos cerámicos.

Para las pruebas correspondientes del catalizador se diseñó y construyó un horno prototipo a escala teniendo en cuenta las variables operativas de un horno tipo túnel.

Se analizaron arcillas de la región para la determinación de sus componentes o fases mineralógicas presentes con el fin de evaluarlas para realizar mezclas óptimas que permitieran disminuir el flúor evacuado hacia la atmosfera.

Se fabricó un filtro catalizador tipo heterogéneo con las arcillas ricas en zeolitas debido a su alta reactividad retener elementos contaminantes como el flúor y el cloro, ya que estos elementos contribuyen al efecto invernadero de la atmosfera según lo menciona (Conesa, Juan, 2008) en su estudio Emisión de dioxinas y furanos a la atmosfera en el sector cementero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó muestreo de las arcillas en varias zonas de la región de Sogamoso en especial en las dedicadas a la explotación, beneficio y transformación para la fabricación de productos cerámicos. Las arcillas utilizadas para la fabricación de los ladrillos de prueba fueron caracterizadas mediante la técnica de difracción de rayos X con el equipo GNR Europe 600 XRD (Fig. 1) con un cátodo de cobre (Cu-Ka) 1,5418740 una potencia de 39,99 kV y 15 mA, con ángulo de incidencia de 10° a 70° y un tiempo de integración de 8".

Figura 1 Difractómetro de rayos X, Fuente: Autores

El catalizador se diseñó y elaboró con lámina de acero calibre 15, se moldeó mezcla de arcillas (1000 g de amarilla pantanitos bajo, 400 g de verde-gris pantanitos bajo, 400 g de morada batá bajo y 200 g de rosada pantanitos alto) para la sección de limpieza de gases (Fig. 2).

Después de someter a secado los componentes de limpieza de gases se ingresan a la mufla y se programa la velocidad de calentamiento de acuerdo a la siguiente tabla 1:

Figura 2 Moldeo sección lavado de gases, Fuente: Autores

Tiempo H	Tª Inicial ºC	Tª Final ºC
9:00 - 9:30	70	100
9:30 - 10	100	200
10 - 10:30	200	400
10:30 - 11	400	600
11 - 11:30	600	800
11:30 -12	800	1000
12 - 12:30	1000	1100
12:30 - 1	1100	1100
1 - 1:30	1100	1100
1:30 - 2	1100	900
2 - 2:30	900	600
2:30 - 3	600	300
3 – 3:30	300	100
3:30 Apagar horno		

Fuente: Autores

La programación de cocción se asemeja a la utilizada en los hornos alfareros industriales, con un precalentamiento inicial, seguido por la cocción la cual se sostiene la temperatura máxima de una a dos horas y un enfriamiento lento (Fig. 3).

Luego de enfriadas las piezas se inspeccionan y rectifican sus detalles como orificios y canales de circulación de agua.

Figura 3. Cocción de prototipos a escala en mufla, Fuente: Autores

Los componentes de lámina del filtro catalizador (Fig. 4) fueron unidos mediante proceso de soldadura SMAW

Figura 4 Componentes de lámina del catalizador, Fuente Autores

Los pellets fueron fabricados de acuerdo al siguiente procedimiento con los resultados de análisis por difracción de rayos X, se seleccionó una arcilla que presentara en su composición la fase o el compuesto, con alto porcentaje de zeolitas y facilidad de suministro para la elaboración de cuerpos o lechos adsorbentes o catalizadores, para atrapar el flúor contenido en los gases producto de la cocción de productos cerámicos industriales.

Se eligió la arcilla BLANCA BATA BAJO, por su alto contenido de zeolitas y por su cercanía en suministro, el cual se encuentra geológicamente acompañando la formación arcillosa que se está explotando actualmente en los sectores de Pantanitos Alto y Malvinas.

Se realizó la preparación de la arcilla BLANCA BATA BAJO, en la cual se incluyó el secado, trituración y pulverización a malla 60 (250 micras).

Se pesaron 3 kilogramos de arcilla y 1 kilogramo de salvado de trigo y se agregó agua hasta el punto de moldeo, observándose una mezcla aglomerable y fácilmente moldeable.

Se elaboraron pellets o bolas manualmente de aproximadamente 2 cm de diámetro (Fig. 5)

Se sometieron a secado al aire libre durante cinco días

Se elaboraron cajas metálicas para facilitar la cocción de los pellets en horno mufla

Se calcinaron los pellets a diferentes temperaturas 500 y 900º C, para escoger la temperatura de calcinación ideal y obtener pellets calcinados con poros y libres de desintegración o de fácil desmenuzamiento

Figura 5. Pelletes calcinados

El carbón utilizado como combustible para el horno prototipo se analizó teniendo en cuenta las normas NTC 1872, NTC 2018, NTC 1859, ASTM D 5016, NTC 2075

Para la evaluación de los gases se realizó muestreo con equipo isocinético compuesto por una consola de control, una caja fría, cordón umbilical y sonda para la toma de muestras, teniendo en cuenta los métodos EPA 26 y 26A (método no isocinético) para la determinación de fluoruros (HF) y cloruros (HCl) antes y después de instalado el filtro, tomándose dos muestras para evaluar la reducción de HF y HCl en las emisiones atmosféricas de la chimenea del horno prototipo.

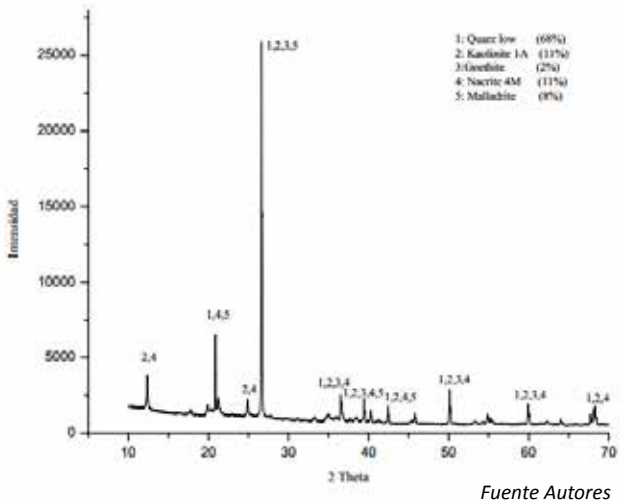
3. RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de las muestras de arcillas por técnica de difractometría de rayos X

Item	Arcilla	Compuestos	Formula Química	%
1	Blanca Bata Bajo	Quartz	SiO2	22
		Kaolinite 1A	H4Al2O9Si2	10
		Illite	H2Al2,59Ca0,01Fe0,04K0,71Mg0, 15Na0,01O12Si3,27	35
		Kaolinite 2M	H4Al2O9Si2	11
		Zeolite CIT-5	O64Si32	3
		Zeolite COK-5	O144Si72	7
		Zeolite CIT-5	O64Si32	3
		Kaolinite	H4Al2O9Si2	32
2	Amarilla pantanitos Bajo	Quartz	SiO2	68
		Kaolinite 1A	H4Al2O9Si2	11
		Goethite	H1FeO2	2
		Nacrite 4M	H4Al2O9Si2	11
		Malladrite	F6Na2Si1	8
3	Morada Bata Bajo	Quartz	SiO2	23
		Kaolinite 1A	H4Al2O9Si2	6
		Illite	H2Al2,59Ca0,01Fe0,04K0,71Mg0, 15Na0,01O12Si3,27	29
		Zeolite CIT-5	O64Si32	7
		Zeolite COK-5	O144Si72	11
		Zeolite	SiO2	1
		Malladrite	F6Na2Si1	23

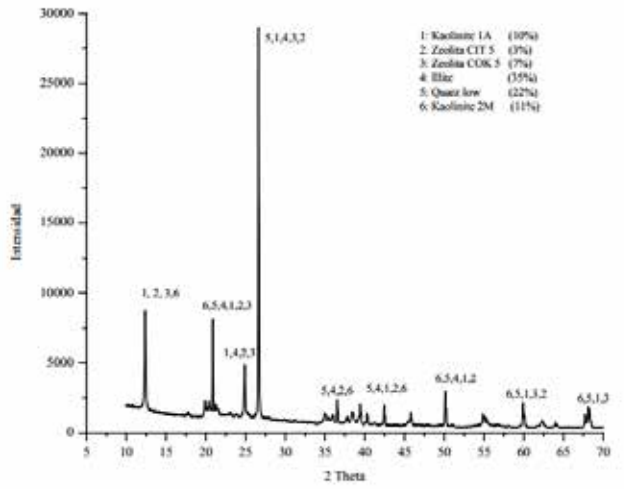
Los difractogramas correspondientes se muestran a continuación: Amarilla Pantanitos Bajo (Fig. 6), Blanca Bata Bajo (Fig. 7), Morada Bata Bajo (Fig. 8)
Fuente: Autores

Figura 6 Difractograma de arcilla Amarilla pantanitos bajo



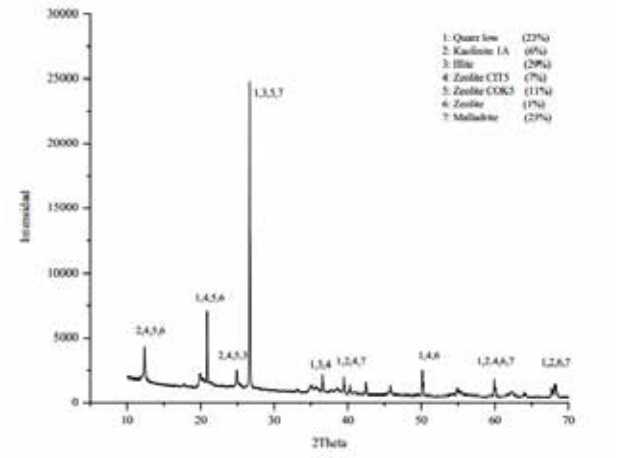
Fuente Autores

Figura7 Difractograma de arcilla Blanca Bata Bajo



Fuente Autores

Figura 8. Difractograma de arcilla Morada Bata Bajo



Fuente Autores

Los resultados de los análisis inmediatos del carbón se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Resultados de análisis inmediatos del carbón de la Mina Didáctica SENA centro Minero

Análisis	Norma técnica	Resultados Obtenidos
Humedad residual	NTC 1872 Humedad total en carbón	HR(Gal 1)= 2.02%
Materia volátil	NTC 2018 Análisis de materia volátil en muestras de carbón y coque	Mv(Gal 1)=42.74%
Cenizas	NTC 1859 Determinación de cenizas en carbón y coque	Cz(Gal 1)=5.52%
Azufre total	ASTM D 5016 azufre en carbón y coque en horno a alta temperatura con el método de absorción infrarroja	S(Gal 1)=1.07%
Índice de hinchamiento libre	ASTM 2075 Método de ensayo para determinar el índice de hinchamiento libre del carbón (IHL)	IHL(Gal 1)= 1.5
Poder calorífico	Deducción de poder calorífico a partir del contenido de cenizas	PC(Gal 1)= 8147.90 Kcal/Kg

Fuente Autores

Nota: El poder calorífico para los carbones Cundi-Boyacenses se calcula aplicando la expresión Pc (Kcal/Kg) en base seca=8676.21-95.71 x % Cenizas en base seca. Fuente: Autores

Los resultados de los análisis de compuestos fluorados y cloruros según método EPA 26 (No isocinético) del muestreo de emisiones atmosféricas del horno se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de análisis de gases para compuestos fluorados y cloruros

Muestra	Sin Filtro catalizado		Con filtro Catalizador	
	HF mg/ml	HCL mg/ml	HF mg/ml	HCL mg/ml
M1	6,44	0.49	0,62	0,33
M2	13,82	0.6	2,52	0,3

Fuente Autores

4. DISCUSIÓN O ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez realizadas las quemas de los ladrillos de prueba se tomaron mediciones de los gases de combustión emitidos por el horno sin colocar el filtro catalizador dando como resultado los siguientes valores para dos muestras tomadas con equipo isocinético M1= 6,44 mg/ml y M2= 13,82 mg/ml para compuestos fluorados (HF) y M1= 0,49 mg/ml; M2= 0,60 mg/ml para cloruros (HCl), posteriormente se colocó el filtro y el resultado de las nuevas muestras para fluoruros fue M1= 0,62 mg/ml y M2= 2,52 mg/ml; para los cloruros fue M1=0,33 mg/ml y M2= 0,30 mg/ml.

Lo anterior demuestra que el catalizador fue eficiente en la reducción de fluoruros y cloruros resultantes de la cocción de productos cerámicos.

Las pruebas se realizaron con materiales y hornos a escala en las instalaciones del patio de mina del centro minero.

El catalizador se construyó con las mismas materias primas utilizadas para la producción de elementos cerámicos.

5. CONCLUSIONES

Se evidencia que el catalizador realizo una reducción apreciable de contaminantes del horno durante el proceso de cocción.

Las arcillas encontradas en la zona de acuerdo a sus características permiten la elaboración de este tipo de catalizadores sin la necesidad de contar con materias primas importadas y de alto costo.

Debido a la porosidad del catalizador, no se evidencio dificultad para evacuar los gases del horno.

Se requiere un dispositivo de sujeción en la chimenea para colocar el catalizador.

El catalizador solido producido es de tipo heterogéneo. (Rodríguez-Gregorich. 2011)

6. AGRADECIMIENTOS

Ing. Met. Juan Carlos Pinilla. Subdirector Centro Minero SENA Regional Boyacá

Aprendices Ficha 1439964: Química aplicada a la industria.

Aprendices Ficha 1366484A: Supervisión de labores mineras

Aprendices Ficha 1320194: Supervisión de labores mineras

Richard Ramírez aprendiz programa Manejo Ambiental

7. REFERENCIAS

Conesa, Juan A. (2008). Emisión de dioxinas y furanos a la atmosfera en el sector cementero. 22 noviembre 2020, de Fundación Conesa Sitio web: http://www.fundacionconema.org/wp-content/uploads/2017/07/JA_Conesa.pdf

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). Resolución 610 del 24 marzo de 2010. Calidad del aire https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/bf- Resoluci%C3%B3n%20610%20de%202010%20-%20Calidad%20del%20Aire.

Corpoboyacá. (2013). Resolución 618. 30 abril de 2013. https://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/11/Resolucion_0618_2013.pdf

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2006). Humedad total del carbón. (NTC 1872). https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/colecao.aspx

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2004). Determinación de cenizas en carbón y coque. (NTC 1859). https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/colecao.aspx

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2004). Análisis de materia volátil en muestras de carbón y coque. (NTC 2018). https://e-collection-icontec-org.bdigital.sena.edu.co/colecao.aspx

American Standard Testing of Materials (2010) Standard Test Method for Total Sulfur in Coal and Coke Combustion Residues Using a High-Temperature Tube Furnace Combustion Method with Infrared Absorption. ASTM D 5016. https://www.astm.org/Standards/D5016.htm

Agencia de proteccion Ambiental de Estados Unidos. 2019. Determination of hydrogen halide and halogen emissions from stationary sources non-isokinetic method (EPA 26). https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/method_26a.pdf

Agencia de proteccion Ambiental de Estados Unidos. 2019: Determination of hydrogen halide and halogen emissions from stationary sources isokinetic method (EPA 26). https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/method_26_0.pdf

Curtidor L, Lozano L, Cardozo L. 2018: “Caracterización y evaluación de las arcillas de las zonas aledañas a la ciudad de Sogamoso para su utilización como catalizadoras de las emisiones de flúor de los hornos alfareros del municipio”. ISBN: 978-958-15-0384-1

Gonzalez, E.Galán y B. Fabbri. (1998). Problemática de las emisiones de flúor, cloro y azufre duraante la cocción de materiales de la industria ladrillera, Boletín de la sociedad española de cerámica y vidrio, J. ISSN 0366-3175, Vol. 37,

Nº 4, págs. 307-314. https://pdfs.semanticscholar.org/bc59/2b9e74fe9901fd30b23e08322816bf02764b.pdf

Alicia Rodríguez-Gregorich. 2011. Catálisis heterogénea: preparación de catalizadores sólidos (parte i). Facultad de Química, Universidad de Camagüey, Cuba.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000200009

SENA | SENNOVA
Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

CONGRESO
NACIONAL DE MINERÍA
Una apuesta que construye futuro

26 a 30 de octubre 2020

07

AISLAR Y APLICAR BACTERIAS SULFATO REDUCTORAS PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA MINA DEL CENTRO MINERO.

ISOLATE AND APPLY BACTERIA SULFATO REDUCTORAS FOR THE DEPURATION OF WASTE WATER FROM THE MINE OF THE MINING CENTER.

*Vilma Useche-Castro[1], Constanza Sáenz-Orjuela[2], Yanneth López- Chaparro[3], Amalia León-Gallo[4] **

[1]Grupo de Investigación GICEMIN, Centro Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso, Colombia. vilmarocio_useche@misena.edu.co. Ingeniera Química, experiencia como analista químico en el área ambiental específicamente en aguas; docente catedrático e instructora del área de química en el Sena Centro Minero.

[2]Grupo de Investigación GICEMIN, Centro Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso, Colombia. constanzasaenz@misena.edu.co. Ingeniera Química, desempeño en el sector productivo durante 5 años a cargo del laboratorio químico e instructora del área de Química en el Sena Centro Minero.

[3]Grupo de Investigación GICEMIN, Centro Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso, Colombia. yannethlopez@misena.edu.co. Bióloga con especialización en Derecho Ambiental, trabajo en diferentes campos de Investigación, ecología, proyectos productivos, trabajo con la Comunidad, e instructora del área Ambiental en el Sena Centro Minero.

[4]Grupo de Investigación GICEMIN, Centro Minero, Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso, Colombia. fernanda_gallo@outlook.com. Microbióloga Industrial con Maestría en Ciencias en Bioprocesos, experiencia en desarrollo y gestión de proyectos de investigación.

** Autor para correspondencia: Centro Minero. Servicio Nacional de Aprendizaje, Sogamoso - Km7 Vereda Morca. Celular: 3172978138*

RESUMEN

Las aguas residuales generadas y vertidas en recursos hídricos, provenientes de la explotación del carbón contienen metales pesados los cuales pueden ser oxidados por la acción del aire y microorganismos, formando altas concentraciones de sulfatos y metales pesados que se denominan Drenajes Ácidos de Minas (DAM). Las Bacterias sulfato reductoras (BSR) son bacterias anaeróbicas que se encuentran ampliamente distribuidas en medios libres de oxígeno, tanto acuáticas como terrestres, que favorecen la descomposición de la materia orgánica siendo un proceso continuo. En la Mina Didáctica del Centro Minero se desarrollan actividades de formación que incluyen la explotación del mineral, generando impactos ambientales en el ecosistema y para esto se plantea la aplicación de BSR en el tratamiento de las aguas de la Mina, estas fueron aisladas y posteriormente repicadas para la generación de suficiente Biomasa que permitió realizar el tratamiento con un Biorreactor prototipo. Se aplicó el tratamiento con las bacterias tomando en cuenta su ciclo de vida, donde se pudo evidenciar el descenso de la carga contaminante debido al metabolismo y desarrollo de las BSR sobre las muestras experimentales.

PALABRAS CLAVES: Bacterias Sulfatoreductoras (BSR), Drenajes Ácidos de Mina (DAM), Metales Pesados, Biorreactor, Prototipo

ABSTRACT

Wastewater from coal exploitation contains heavy metals which can be oxidized by the action of air and microorganisms, forming high concentrations of sulfates and heavy metal called Minas Acid Drains (DAM). Reducing sulfate bacteria (BSR) are anaerobic bacteria that are widely distributed in oxygen-free media, both aquatic and terrestrial, that favor the descomposition of organic matter being a continuous process. Training activities are carried out in the Mining Center of the Mining Center, which include the exploitation of the mineral, generating enviromental impacts on the ecosystem and for this, the application of BSR in the treatment of the waters of the mine is proposed, these were isolated and subsequently replicated. Forthe generation of enough Biomass that alowed the treatment with a prototype biorreactor. The treatment with the bacteria was applied taking into account their life cycle, where it was posible to demostrate the decrease of the contaminant load due to the metabolism and development of the BSR on the experimental samples.

KEYWORDS:
Sulfate-Reducing Bacteria (BSR), Mine Acid Drains (DAM), Heavy Metals, Bioreactor, Prototype.

1. INTRODUCCIÓN

Como producto de la actividad minera, el drenaje acido de mina (DAM) se convierte en la dificultad de manejo no solo industrial sino ambiental, dada la contaminación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, situación que es generalizada en dichos procesos alrededor del mundo. En este tipo de proceso se generan una serie compleja de reacciones geoquímicas que se producen cuando los minerales sulfurosos son expuestos a la atmósfera bajo un ambiente oxidante, produciendo aguas contaminadas fuertemente ácidas[1], estos residuos mineros son ricos en sulfuros, principalmente debido a altos contenidos de sulfuro de hierro como la pirita (FeS2) y la pirrolita (Fe1 – xS), a su vez se encuentra la presencia de elementos traza como Arsénico, Silicio, Cobre, Zinc, Níquel, Cobalto, Molibdeno y Cromo. El control para la formación de DAM es impredecible ya que los contenidos de los minerales y demás elementos son altamente variables de un sitio a otro, siendo difícil de tratar y elevando costos de estabilización en más de miles de millones de dólares [2]. Particularmente, la minería de carbón ha generado gran preocupación puesto que el nivel de extracción ha aumentado en gran cantidad para satisfacer la demanda industrial a nivel mundial como ha sido reportado para China y Estados Unidos[3].

El tratamiento tradicional de los DAM ha permitido mitigar el impacto que estos generan, aunque presenta

varias desventajas como es alto costo de instalación, mantenimiento y formación de subproductos como lodos.

Por lo anterior, se han estudiado tecnologías ambientalmente amigables que utilizan microorganismos como las bacterias sulfato reductoras (BSR) para la remoción de metales pesados, lo que ha sido ampliamente reportado, como en el caso de, biosorción de cadmio [4] y otros metales[5]. Las BSR son microorganismos anaerobios gram negativos, los cuales pueden reducir el sulfato a sulfuro en una fuente de carbono adecuada. El sulfuro así generado, es capaz de eliminar metales formando precipitados metálicos. El uso de las BSR, para generar sulfuros a partir de sulfatos y tratar la contaminación por metales como Cu, Zn, Ni, Cr, U, Fe, Mn y Cd, se ha estudiado durante décadas [6], [7]. El metabolismo de estas bacterias tiene como resultado la producción de sulfuros, generación de alcalinidad y la precipitación química de los metales. Este trabajo se enfocó en aislar especies de BSR: Desulfobacter spp para la remoción de metales de soluciones acuosas, con el fin de estudiar su posible aplicación en el tratamiento de DAM, [8],[9] en el área de influencia del Centro Minero.

El objetivo de este estudio fue investigar el potencial de las bacterias sulfato reductoras en la remoción de metales pesados para el tratamiento del drenaje ácido de la mina didáctica de carbón (Centro minero SENA, Boyacá).

2. METODOLOGÍA
(Materiales y Métodos)

El presente trabajo se realizó en la Mina Didáctica del SENA Centro Minero, la cual se encuentra ubicada en el Km 7 del Centro Poblado de Morca, sector Bata, al noreste del municipio de Sogamoso, con una altura promedio de 2665 m.s.n.m., según levantamiento topográfico presenta las siguientes coordenadas N 1´125.553,37 E 1´131.173,88

2.1 Recolección de muestras y análisis

El punto de muestreo se localizó en el pozo de la mina donde se recolecta, todo el flujo de agua generada en el proceso de la extracción minera, el muestreo fue efectuado de acuerdo al protocolo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, instructivo para la toma de muestras de aguas-residuales, teniendo en cuenta todos los requerimientos e instrucciones establecidos en el protocolo, las muestras fueron depositadas , en frascos de vidrio de 1000 mL, conservado a 4°C hasta llegar al laboratorio. Después de bombear el agua almacenada en el pozo, se tomaron las muestras de lodos en forma aleatoria para garantizar su representatividad, a una profundidad de 70 cm y fueron recolectadas en frascos de 250 mL y conservados a 4 °C.

Foto 1. Toma de muestra lodos pozo mina

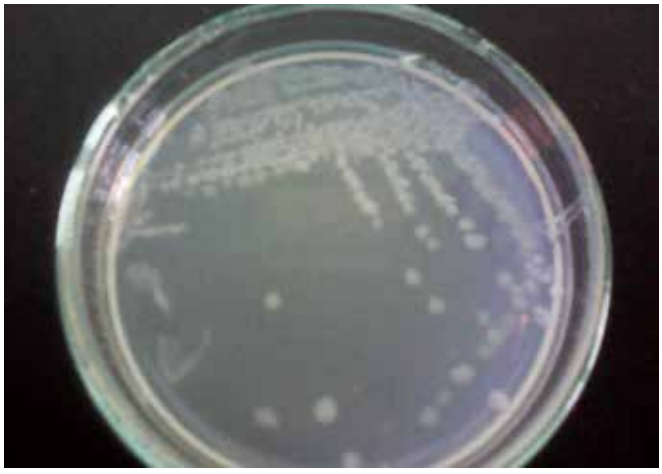
2.3 Aislamiento y enriquecimiento de BSR

El aislamiento de las bacterias sulfato reductoras BSR, fue realizado a partir de las muestras de lodos, tomando 5 mL de sedimento e inoculando inmediatamente con 25 mL de modificado API fórmula recomendada por el American Petroleum Institute (API) para monitorear BRS en sistemas de petróleo y gas, cuyo medio es estrictamente anaeróbico con una temperatura de incubación de 30 ° C. La preparación del medio fue realizada tomando las siguientes cantidades: 0,01 g L-1 K2HPO4; 0,2 g L-1 (NH4)2Fe(SO4)2•6H2O; 10 g L-1 NaCl; 0,2 g L-1 MgSO4 •7H2O; 0,001 g L1 Resarzurina de sodio; 0,1 g L-1 Ácido Ascórbico; 4.0 g L-1 lactato de sodio; 1,0 g L-1 Extracto de levadura 1 L; pH 7,0).
Después del aislamiento para la producción de BSR se usó el medio de cultivo Postgate C [10], bajo condiciones anaerobias, preparando 3 cultivos sucesivos bajo las mismas condiciones para minimizar riesgo de bacterias contaminantes. Posteriormente se realizó una verificación morfológica utilizando coloración de Gram por medio de microscopia óptica(MO).

Tras realizar el aislamiento de las bacterias BSR , se procedió mediante repiques en medio Postgate C, a la multiplicación de la población de bacterias, con el fin de contar con suficiente material para la experimentación, las cuales fueron conservadas en solución salina al 0,85% de NaCl.

Foto 2. Inoculación y aislamiento de las bacterias Sulfato Reductoras BSR

Para determinar la concentración de bacterias producidas, se utilizó el método de la escala de McFarland (método cualitativo) y posteriormente se midió la absorbancia mediante espectrofotometría UV-VIS, con el objeto que todas las pruebas a desarrollar, contengan el mismo números de bacterias y observar su comportamiento en las muestras tomadas.



2.4 Ensayo de precipitación de Hierro

La verificación de precipitación de hierro se llevó a cabo como lo menciona Zhang [11]. Se prepararon soluciones diluidas (4:1000) de agua residual de la mina, inoculando con 20 ml de cultivo líquido de BSR a 200 ml de agua diluida, en condiciones anaerobias por 4 horas en agitación constante a 300 rpm y 30 °C, posteriormente se realizó las pruebas por duplicado para verificar la reducción de hierro, mediante espectrofotometría ultravioleta con 1,10 fenantrolina, de acuerdo al Standar Methods Cód. 2120-84.

Foto 2. Medición de hierro por método espectrofotométrico

2.5 Evaluación de prototipo a escala laboratorio

Se diseñó un prototipo a escala laboratorio, creando condiciones anaerobias para el crecimiento de las bacterias, la evolución de las BRS , pudo observarse mediante una curva de crecimiento, efectuada en medio Postgate C, tomando 400 ml de agua de la mina sin diluir e inoculando con 30 ml de bacterias BSR producidas con 30 ml de medio C, bajo condiciones anaerobias, agitación 300 rpm y 30 °C, la depuración del agua de la mina se efectúo durante 4 días, paralelo se llevó a cabo el experimento control o blanco, el cual presenta las mismas condiciones excepto el inóculo de BSR y sus nutrientes [12]. Este experimento fue realizado por triplicado y se tomaron muestras para análisis de parámetros fisicoquímicos cada 24 horas. Los análisis están referenciados por el Standar Methods: acidez, método por titulación Cód. D 1067, alcalinidad, método por titulación Cód. 10112, Dureza total, método por titulación Cód. 10603 Cloruros, método por titulación Cód. 073-2001 Hierro, método espectrofotometría ultravioleta con 1,10 fenantrolina Cód. 2120-84 Sulfatos, método espectrofotometría ultravioleta por turbidimetría Cód. 16302.

Foto 3. Prototipo a escala laboratorio y evolución del crecimiento de las BSR en agua de la mina

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Morfología de bacterias

Los lodos sedimentables del pozo minero presentan alta variedad de consorcios microbianos capaces de crecer en presencia de altas concentraciones de metales, a partir de estos solidos se logró el enriquecimiento y aislamiento de BSR en el laboratorio, cultivado bajo condiciones anaerobias, en el medio de cultivo selectivo Postgate C, ampliamente usado para este tipo de bacterias con lactato de sodio como fuente de carbono, para el crecimiento microbiano el cual fue identificado microscópicamente. En la morfología observada por microscopia óptica de las BSR, se observaron bacilos Gram negativos; debido a su delgada pared celular y metabolismo, así mismo, el crecimiento de las bacterias en este medio selectivo observó una coloración negra, debido a la presencia de sulfato de amonio y magnesio, nutrientes propios de este medio para la producción de sulfuro. [13]–[15].

3.2 Características de agua de la mina

En general, la calidad del efluente del agua de DAM mostró un efecto adverso típico tal como alta acidez y altas concentraciones de hierro, sulfatos, cloruros y dureza y presencia de alcalinidad, particularmente el agua presenta pH bajo a nivel de 3,50, similar a lo reportado por Balistrieri [16] quien reporta niveles de pH igual a 4,95 y además sale de los límites permitidos por la normatividad, así como el hierro y sulfatos, con niveles 163,78 mg /L con límite de 2 mg /L y 2626,05 mg/L con límite de 1200,0 mg /L respectivamente. En cuanto los demás parámetros se observan que no se encuentran en un rango aceptable, causando impacto ambiental significativo, de acuerdo a los valores establecidos por la resolución 631 de 2015. La tabla 1 muestra los análisis de parámetros de agua sin tratamiento bacteriano.

Parametro	Técnica	Unidad	Resultado	Parametros permisibles Según la resolución 0631
Acidez	Titulométrico	mg/L $CaCO_3$	380,80	Análisis y reporte
Alcalinidad	Titulométrico	mg/L $CaCO_3$	94,5	Análisis y reporte
Cloruros	Volumétrico	mg/L CL	4480,5	500
DQO	Reflujo cerrado	mg/L O_2	4080	150
Dureza Total	Volumétrico	mg/L $CaCO_3$	4221	Análisis y reporte
Hierro Total	Colorimétrico visible	mg/L	163,78	2,00
pH	Electrométrico	unidades de pH	3,50	6,00 a 9,00
Sulfatos	Colorimétrico	mg/L	2626,05	1200.00
Temperatura	Electrométrico	ºC	14,8	Análisis y reporte

Foto 1. Toma de muestra lodos pozo mina

3.3 Análisis de precipitación de hierro

Durante las pruebas efectuadas con el prototipo a nivel laboratorio, se observó disminución significativa de los parámetros fisicoquímicos analizados hasta el día dos; durante los demás días de prueba no se presentaron variaciones significativas en los análisis realizados al agua tratada con las BSR, según se muestra en la tabla 2.

Condiciones	Tiempo de prueba (días)	pH	Acidez mg/L $CaCO_3$	Alcalinadad mg/L $CaCo_3$	Dureza mg/L $CaCo_3$	Ppm de SO4=	Ppm de Hierro Total
Con BSR y medio Posgate C	Día 0	3,5	444,26	126,0	2412	2702,31	151,39
	Día 1	6,56	190,40	189,0	2211	2383,16	41,35
	Día 2	6,47	190,40	189,0	2211	2405,76	38,46
	Día 3	6,64	190,40	315,0	2211	2566,74	38,78
Sin BSR y medio Posgate C	Día 0	3,5	380,80	0,0	4221	2626,05	163,78
	Día 1	3.96	333,20	0,0	3618	2609,11	125,17
	Día 2	3,63	380,80	0,0	2412	2579,45	125,0
	Día 3	3,35	285,60	0,0	1809	2578,98	124,0

Tabla 2. Parámetros físico-químicos del agua con tratamiento BSR.

El uso de medio Postage C permitió reducir la fase de adaptación de las BSR y mejorar su crecimiento.

En cuanto al comportamiento de los parámetros fisicoquímicos se observó el incremento en el pH del agua de

la mina, partiendo de un valor de 3,50 a 6,47 y una reducción de la acidez de 444,26 a 190,40 mg/L CaCO3 con porcentaje de remoción de 42,85%. En cuanto al hierro total se inicia con un valor de 151,39, quedando en 38,46 ppm obteniendo una remoción de 74,59% y con respecto a los sulfatos hubo una disminución de un 10,97 % de remoción.

4.CONCLUSIONES

Se logro aislar y aplicar las bacterias sulfato reductoras en las aguas acidas provenientes de la mina del centro minero, y realizar ensayos a nivel de laboratorio, que permitió ver la aplicabilidad de un tratamiento No convencional en los tratamientos de vertimientos ácidos

Las pruebas realizadas presentan una reducción en los parámetros fisicoquímicos por acción del inoculo de las BSR, sin embargo estos no alcanzan los valores permisibles contemplados en la Resolución 631 de 2015 sobre vertimientos puntuales, por lo que se hace necesario la implementación de un tratamiento complementario para lograr el cumplimiento de la norma.

Para el tratamiento de agua acidas de la mina del Centro minero es necesario utilizar sistemas complementarios, como la aplicación de un consorcio microbiano y/o tratamientos fisicoquímicos convencionales, que permitan un mayor porcentaje de remoción de contaminantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio Nacional de Aprendizaje y en particular al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) por el apoyo de investigación e instalaciones instrumentales proporcionadas.

REFERENCIAS

[1] C. A. Ríos, C. D. Williams, and C. L. Roberts, “Removal of heavy metals from acid mine drainage (AMD) using coal fly ash, natural clinker and synthetic zeolites,” J. Hazard. Mater., vol. 156, no. 1–3, pp. 23–35, 2008.

[2] U. Epa and O. of Wetlands, “Technical Document: Acid Mine Drainage Prediction,” 1994.

[3] D. Turney and V. Fthenakis, “Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 15, no. 6, pp. 3261–3270, 2011.

[4] F. Pagnanelli, C. Cruz Viggi, and L. Toro, “Isolation and quantification of cadmium removal mechanisms in batch reactors inoculated by sulphate reducing bacteria: Biosorption versus bioprecipitation,” Bioresour. Technol., vol. 101, no. 9, pp. 2981–2987, 2010.

[5] S. Azabou, T. Mechichi, and S. Sayadi, “Zinc precipitation by heavy-metal tolerant sulfate-reducing bacteria enriched on phosphogypsum as a sulfate source,” Miner. Eng., vol. 20, no. 2, pp. 173–178, 2007.

[6] A. Angelov, S. Bratkova, and A. Loukanov, “Microbial fuel cell based on electroactive sulfate-reducing biofilm,” Energy Convers. Manag., vol. 67, pp. 283–286, 2013.

[7] A. M. Sanchez-Salazar, J. W. Arboleda-Valencia, H. F. Rivera-Gutierrez, and R. H. Valle-Molinares, “Análisis de coliformes y bacterias reductoras de sulfato en reservorios acuíferos de Corrales de San Luis Beltrán, Atlántico, Colombia,” Med. Lab., vol. 20, no. 9–10, pp. 453–466, 2014.

[8] C. García, D. A. Moreno, A. Ballester, M. L. Blázquez, and F. González, “Bioremediation of an industrial acid mine water by metal-tolerant sulphate-reducing bacteria,” Miner. Eng., vol. 14, no. 9, pp. 997–1008, Sep. 2001.

[9] M. Santana, “Presence and expression of terminal oxygen reductases in strictly anaerobic sulfate-reducing bacteria isolated from salt-marsh sediments,” 2008.

[10] J. R. Postgate, The Sulfate-Reducing Bacteria. Cambridge University Press, Cambridge, 1984, 1984.

[11] G. Zhang, X. Ouyang, H. Li, Z. Fu, and J. Chen, “Bioremoval of antimony from contaminated waters by a mixed batch culture of sulfate-reducing bacteria,” Int. Biodeterior. Biodegradation, vol. 115, pp. 148–155, Nov. 2016.

[12] A. Luptáková, I. Kotuličová, E. Mačingová, and J. Jenčárová, “Bacterial Elimination of Sulphates from Mine Waters,” Chem. Eng. Trans., vol. 35, pp. 853–858, 2013.

[13] C.-H. Kang, Y.-J. Kwon, and J.-S. So, “Bioremediation of heavy metals by using bacterial mixtures,” Ecol. Eng., vol. 89, pp. 64–69, 2016.

[14] T. Jong and D. L. Parry, “Removal of sulfate and heavy metals by sulfate reducing bacteria in short-term bench scale upflow anaerobic packed bed reactor runs,” Water Res., vol. 37, no. 14, pp. 3379–3389, Aug. 2003.

[15] H. T. Q. Kieu, E. Müller, and H. Horn, “Heavy metal removal in anaerobic semi-continuous stirred tank reactors by a consortium of sulfate-reducing bacteria,” Water Res., vol. 45, no. 13, pp. 3863–3870, Jul. 2011.

[16] L. S. Balistrieri, R. R. Seal, N. M. Piatak, and B. Paul, “Assessing the concentration, speciation, and toxicity of dissolved metals during mixing of acid-mine drainage and ambient river water downstream of the Elizabeth Copper Mine, Vermont, USA,” Appl. Geochemistry, vol. 22, no. 5, pp. 930–952, May 2007.

08

APROVECHAMIENTO Y BIOTRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES (ALMIDÓN DE PAPA, NOPAL Y SUERO ÁCIDO) PARA LA ELABORACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO EN BOYACÁ

USE AND BIOTRANSFORMATION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE (POTATO STARCH, NOPAL AND ACID SERUM) TO PRODUCE LACTIC ACID IN BOYACÁ, ALTERNATIVE MATERIAL PLA

Daza Helena, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. , hvdaza@misena.edu.co
Barrera Yineth, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. karinabarrera@misena.edu.co
Fuerte Ángela, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. amfuerte@misena.edu.co

RESUMEN

Dos de las industrias importantes del departamento de Boyacá son la de los lácteos y la de comestibles fritos a base de papa, cuyos procesos productivos generan considerables cantidades de residuos, como el suero ácido y el almidón de papa residual, los cuales, debido a su carga orgánica, requieren de un tratamiento especial y representan un contaminante ambiental en la zona. Ante esta necesidad, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) une las capacidades de la especialidad química del Centro Minero, el Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial en Duitama y la asesoría de las líneas de biotecnología y nanotecnología del Tecnoparque SENA en Bogotá, realizan investigaciones para validar los mencionados subproductos industriales, como materia prima para la obtención de ácido láctico, el cual puede utilizarse para la elaboración de ácido poliláctico (PLA), polímero que de entre sus muchos usos, sirve como material alternativo para la creación de empaques biodegradables en el departamento.

Se llevó a cabo un diseño experimental con tres sustratos: almidón de papá (A), Nopal (N) y Suero ácido (S) con tres cepas de bacterias ácido-lácticas: Lactobacillus Casei (LC); Estreptococos Thermophilus (ET) y Lactobacillus Delbrueckii subsp. Bulgaricus y Streptococcus Thermophilus, la cual se denominará MIXTO. Así mismo, se llevó a cabo la caracterización y pretratamiento previo de las materias primas, con la finalidad de verificar el contenido de glucosa para su posterior conversión a ácido láctico. Se evalúan, las cantidades de ácido láctico producidas por las materias primas y los microrganismos, tras el proceso de fermentación láctica, extracción y purificación.

El proceso consiste en la hidrólisis ácida del sustrato, en la cual se obtienen azúcares que, en una segunda etapa, son fermentados para obtener el ácido láctico, posteriormente, se separa la biomasa y las partículas sólidas para finalmente purificar el mencionado ácido. Dados los resultados experimentales en la hidrólisis, el sustrato de Nopal (N), así como la cepa ET no se utilizan en la segunda etapa, por lo tanto, se procesa un total de 14 muestras, siete por cada cultivo (LC y mixto), tres por cada sustrato y un control, todas ellas producen ácido láctico.

Los sustratos tratados con la cepa mixta producen cantidades hasta 68,8% mayores de ácido láctico, respecto de las que fueron tratadas con Lactobacillus Casei, finalmente, las que presentaron mejores resultados fueron las MA1 y MS1, esta última con 3673 ppm del ácido.

Palabras Claves: Ácido láctico, Almidón de papa, Bacterias ácido-lácticas, Suero Acido, Residuos agroindustriales.

ABSTRACT

Two key industries in Boyacá are diary and potato-based fried foods, which productive processes yields substantial waste quantities, like acid whey and residual potato starch, which due to their organic load, requires special treatment and represent an environmental pollutant in the area. Faced with this need, the National Learning Service (SENA) join the capabilities of the Chemistry area of the Centro Minero and the Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial in Duitama and in consultation from the biotechnology and nanotechnology lines of Tecnoparque SENA Bogotá, to perform investigations to validate the capacity of the mentioned industrial products as raw material to obtain polylactic acid (PLA), polymer which between its many utilities, can be used as alternative material to making biodegradable packaging in the department.

An experimental design was carried out with three substrates: potato starch (A), Nopal (N) and Acid whey (S), with three strains of lactic acid bacteria: Lactobacillus Casei (LC); Streptococci Thermophilus (ET) and a called “mixed” strain, composed of Lactobacillus Delbrueckii subsp. Bulgaricus and Streptococcus Thermophilus. Likewise, a previous characterization and pretreatment of the raw materials was carried out to verify the glucose content for its subsequent conversion to lactic acid. The final lactic acid yields from the rsion to lactic acid. The final lactic acid yields from the raw materials with the microorganisms were evaluated, after the lactic fermentation, extraction and purification processes.

The process involves the obtainment of reducer sugars by substratum acid hydrolysis and a second fermentation stage to produce lactic acid, which are subjected to biomass and solid particles segregation to finally, purify the mentioned acid. Given the hydrolysis experimental results, Nopal substratum (N), as well as the strain ET, are not used on second stage, therefore, a total of 14 samples were processed, seven for each strain (Mixed and LC), three for each substratum and one control, all of it yields lactic acid.

Mixed strain treated substrates yields up to 68,8% higher lactic acid quantities, regarding they which was treated with Lactobacillus Casei. Finally, MA1 and MS1 samples produces better results, the last of they with 3673 ppm of the acid.

1. INTRODUCCIÓN

Para producir ácido láctico a partir de fuentes renovables como el almidón residual, autores como Holfvendahl y Hahn-Hagerdal (2000) describen las siguientes fases: en primer lugar, la hidrólisis del sustrato en azucares fermentables, en segundo lugar, la fermentación de azucares a ácido láctico, una tercera etapa, consistente en la separación de biomasa y partículas sólidas del medio de fermentación y finalmente la purificación del ácido láctico obtenido.

Dentro de la fase de hidrolisis los carbohidratos de los sustratos forman compuestos más simples como la glucosa, (Durruty, 2013). Seguido a lo anterior, el proceso de fermentación es clave para la obtención de ácido, es necesario mencionar, qué con el fin de obtener los mejores rendimientos, con los sustratos propuestos, es crucial elegir el método más adecuado para cada uno de ellos.

Los métodos biológicos para el proceso de fermentación, son el aerobio (se realiza en presencia de oxígeno) y anaerobio (en ausencia de oxígeno), siendo este último, uno de los más usados para la producción de ácido láctico en laboratorio, en este se usan bacterias acido lácticas, como Lactobacilos y estreptococos, entre otros, los cuales pertenecen a los Bacilos gram positivos (Orozco, 2011). Un método común consiste en someter los sustratos, en combinación con la cepa apropiada, a medios ácidos, con temperatura de 40°C y tiempo de fermentación entre 3 a 4 días, tras los cuales, los microrganismos consumen eficientemente la glucosa para obtener energía, arrojando como subproducto ácido láctico. Finalmente, el ácido se filtra para eliminar las sustancias insolubles como la biomasa y se destila para concentrar el ácido.

2. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un diseño experimental para la obtención de ácido láctico, inicialmente se proponen tres sustratos: Almidón de papa (A), Mucilago de Nopal en Harina (N) y Suero Acido (S), los cuales se someten a un pretratamiento consistente en la hidrolisis ácida, con el fin de realizar la remoción de los sólidos y la conversión

en azucares fermentables.

De manera similar, se plantea el uso de tres cepas de bacterias acido lácticas: Lactobacillus Casei (LC); Estreptococos Thermophilus (ET) y la cepa "Mixta" (M), consistente en la mezcla de Lactobacillus Delbrueckii subsp. Bulgaricus y Streptococcus Thermophilus, los cuales se activan e inoculan, para su posterior fermentación mediante la preparación soluciones y medios de cultivo MRS, para el crecimiento de las bacterias, posteriormente, se realiza un conteo Unidades Formadoras de Colonia (UFC), encontrando que la cepa ET, no presenta la cantidad necesaria de estas para poder ejecutar el proceso. Se lleva a cabo un proceso de adaptación de la bacteria al sustrato, preparando un medio de cultivo por componentes

De esta manera, cada combinación de cepa y sustrato es procesada por triplicado, añadiendo un control, por el método del ácido dinitrosalicílico (DNS), y posterior determinación del pH y lectura de la absorbancia en espectrofotómetro UV-vis entre 440 nm a 540 nm.

Las variables claves de la fermentación láctica son la concentración de sustrato-bacteria (CSB), temperatura (T), tiempo de fermentación (TF), RPM, pH, azucares reductores y concentración de Ácido láctico (ppm).

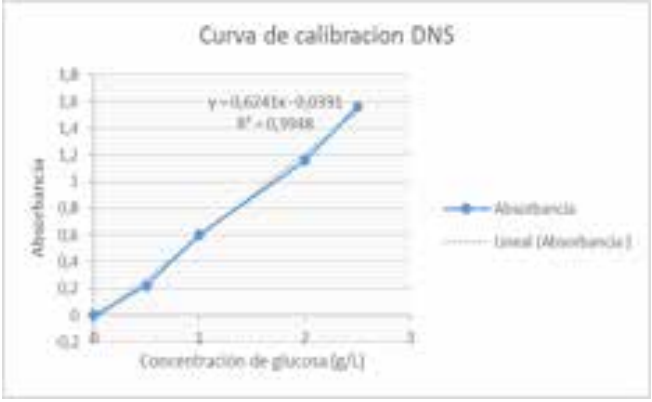
En los pasos finales, se separan los residuos, mediante el método propuesto por Gil-Horan, Domínguez-Espinosa y Pacho-Carrillo, (2008) y se cuantifica el ácido por método de Cloruro férrico.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se menciona, de las cepas de bacterias planteadas (LC), (ET), (MIXTO), se descarta la ET, debido a que no presenta una cantidad representativa de UFC para la fermentación, mientras que de los tres sustratos propuestos: (A), (S), (N), el sustrato de harina de nopal es desestimado, debido a que no presenta contenido de glucosa, por lo cual, se teoriza que se requiere una enzima capaz de convertir los azúcares en fermentables.

Se evidencia la obtención de ácido láctico en todas las 14 muestras procesadas, como se puede observar en la tabla 1, las variables de proceso se fijan de la siguiente manera: tiempo de fermentación entre 1 a 4 días, temperatura entre 35-38°C y velocidad de 120 a 130 RPM.

Para los ejemplares del Cultivo Mixto, con sustrato de almidón de papa previamente tratado la muestra MA1 exhibe el mayor contenido final de ácido láctico, así como una disminución del pH, de 5,09 a 4,87, en esta misma muestra los azucares reductores por el método DNS (ver gráfico No. 1) disminuyen de 6813 ppm a 6401 ppm, lo cual se ve representado en el aumento de la concentración de ácido láctico (ver gráfico n°2) de 2806 ppm (día 1) a 3195 ppm (día 4). Para el caso del suero ácido con la anterior cepa, la muestra MS1 presenta un contenido de ácido láctico de 3673 ppm, el mayor de todas las concentraciones obtenidas, mientras que su pH disminuyo de 5,33 a 4,22, asimismo los azucares reductores pasaron de 9592 a 8139 ppm.



Grafica 1. Curva de calibración DNS

Grafica 1. Curva de calibración cloruro férrico

Por su parte, se debe resaltar la muestra con suero LS1, la cual ostenta la mayor producción de ácido láctico de todas las tratadas con la cepa de Lactobacillus Casei (LC) aunque el rendimiento obtenido es menor a cualquiera de las muestras de la cepa mixta.

Finalmente, incluso teniendo en cuenta que todas las muestras producen ácido láctico se recomienda realizar trabajos de validación y estandarización del método,

Tabla 1. Caracterización del ácido láctico

Información general			día 1	día 4	día 1	día 4	día 1	día 4-3
Cepa	Sustrato	tratamientos			Azúcares reductores		Ácido láctico	
			pH Inicial	pH final	Inicial (ppm)	Final (ppm)	Inicial (ppm)	Final (ppm)
Mixto	Almidón	**MA1**	5,09	4,87	6813	6401	2806	**3195**
		MA2	5,07	4,89	6813	6172	3288	2980
		MA3	5,06	4,87	6572	6807	2894	3166
	Suero	**MS1**	5,33	4,22	9592	8139	3527	**3673**
		MS2	5,32	4,2	9281	10347	3869	3529
		MS3	5,33	4,22	9731	9979	4038	3440
	Control	MC1	5,34	4,22	12383	9560	2255	1121
Lactobacillus Casei	Almidón	LA1	5,55	3,86	6946	4434	959	894
		LA2	5,59	3,68	7098	5176	916	924
		LA3	5,59	3,61	8570	5570	1189	1094
	Suero	LS1	5,59	3,65	6908	8095	1594	**2059**
		LS2	5,91	3,89	10194	9363	1912	1880
		LS3	5,92	3,89	10214	8056	1525	1946
	Control	LC1	5,98	3,84	10087	4098	1280	1494

M: cepa mixta
L: cepa *Lactobacillus Casei*
A: Almidón
S: Suero

para definir como optimizar los procesos de fermentación, extracción y purificación del ácido.

3. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue posible gracias a cada una de las personas que contribuyeron en su realización y asesoría, en especial al SENA CEDEAGRO con la Líder SENNOVA Angela Milena Fuerte, quien en conjunto con la instructora Yineth Karina Barrera por su asesoría y acompañamiento y préstamo de los laboratorios del centro, equipos e insumos necesarios. Adicionalmente en el Centro Minero a la Líder SENNOVA Deicy María Camacho y los instructores del área de química Yansy Milena

Rodríguez, Vilma Useche, Constanza Ríos, Osman Acero. Y finalmente, a Tecnoparque Bogotá en especial a la asesora del proyecto Ana María Gómez.

4. REFERENCIAS

Cardona, C., López, L. y López, F. (2004). Separación de ácido láctico por destilación reactiva. Revista Universidad EAFIT, 40(135), pp.40-53.

Durruty, I. (2013) Biodegradación anaeróbica de efluentes del procesado de papa. UNLP. 107.

Holfvendahl, K. y Hahn-Hagerdal, B. (2002). Enzyme Microb. Technol, 26.

Gill, R., Domínguez, R. y Pacho, J. (2008). Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja: Procesos de separación y purificación. Tecnología, ciencia y Educación, 22(2), pp.79-90.

Martínez, G. & Saravia, V. (2013). Plásticos biodegradables producidos por microorganismos. Uruguay y Ciencia, [en línea] (16), pp.22-23. Disponible en: https://bit.ly/2y1zApg [Acceso 4 Sep. 2018].

Orozco, F. (2011). Producción de ácido láctico por medio de fermentación anaerobia y su polimerización a partir de reacciones de apertura de anillo. Maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán.

Tejada, R. (2015). Obtención de ácido láctico por fermentación de almidón de ñame espino mediante el Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus Y el streptococcus thermophilus para su uso en la producción de ácido poliláctico. Pregrado. Universidad de Cartagena.

09

CENTRO MINERO DESDE LA EQUIDAD DE GÉNERO HACIA EL ENFOQUE DIFERENCIAL "DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES".

CENTRO MINERO FROM GENDER EQUITY TOWARDS THE DIFFERENTIAL APPROACH CHALLENGES AND OPPORTUNITIES.

Lombana Efrén, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, elombanaj@sena.edu.co
Preciado Jenny, Bióloga, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, jpreciadog@sena.edu.co
Camargo Lina, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, linacamargoruiz@misena.edu.co
Ruiz Teresita, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, truiz@sena.edu.co

Hace 4 años un grupo de amigos del SENA Centro Minero, Regional Boyacá, enfrentó la tarea de hablar de equidad de género , término que para aquella fecha no movía las fibras de los integrantes de la comunidad educativa, por ello a través de la estrategia del Sistema de Investigación Innovación y Desarrollo Tecnológico SENNOVA se genera una acción participativa de carácter pedagógico, en el que a través de un semillero de investigación que sus integrantes le bautizan con el nombre Semillero de investigación HIPNOS y en su simbología hace alusión al Dios de los sueños y evoca la importancia de la convivencia en la diversidad. Este semillero adopta por línea de investigación o especialidad, la responsabilidad social y se convierte entonces en una herramienta con la que se empieza la tarea de convocar a los diferentes actores de la comunidad de este centro de formación en el análisis, tratamiento y formación de aprendices y en general de la comunidad en cuanto al proceso de las actividades diarias mediante el trabajo participativo y en el marco de la temática que ya para el momento se apropiaba por formación en semillero como enfoque diferencial.

El compromiso y la responsabilidad social que las instituciones proponen en sus actividades cotidianas y con las comunidades a su alrededor, requiere de acciones que respondan a necesidades sentidas de la población; por ello se implementa un proceso de identificación de aciertos y dificultades que las mujeres aprendices en Supervisión de Labores Mineras enfrenta en la formación, la práctica y el desarrollo laboral, todo ello, como una manera de proponer o establecer acciones formativas en equidad de género, para disminuir la brecha desigual que hay en este mercado, desde la formación y la relación con las empresas que desempeñan esta labor milenaria.

La sistematización de esta experiencia, permite la descripción de un proceso llevado desde la evidencia de una debilidad o un problema en uno de los programas de formación, y que a partir de la misma reflexión e identificación en el tema se han propuesto acciones para mitigar esta situación generando un interés colectivo de apoyo y sentido de pertenencia de todas las dependencias del centro, con el propósito de mejorar los procesos formativos que incluyan temáticas referentes a la equidad de género con la intención de que estos conocimientos adquiridos sean llevados a las buenas prácticas laborales, como insumo para generar redes incluyentes en el país, desde una acción desarrollada en la formación Sena.

Durante estos años de labor investigativa se han desarrollado diversas actividades que han contribuido al reconocimiento e importancia de esta temática dentro del contexto educativo y laboral, por ello la tarea que ya para mediados del año 2018 se reunía en torno al gusto por el tema a un instructor de idiomas del área de bilingüismo (Lina Marcela Camargo), la bibliotecóloga (Teresita Ruiz), el instructor de ética (Efrén Lombana) y el líder del grupo de investigación instructor de área Ambiental (Jenny Andrea Preciado), todos ellos investigadores del grupo de investigación GICEMIN, en cuanto a las diferentes situaciones de equidad, desarrollo humano, orientación sexual y el inicio de un trabajo por aprender y desaprender respecto del cada vez más sonado tema, Equidad de género, derechos de hombres y mujeres, todos y todas, desafiando una situación de contexto de extremos feministas y machistas.

Iniciando el año de 2019 ya se habían tratado, publicado y presentado a nivel regional, nacional e internacional en Chile, resultados del proyecto titulado "Desde las entrañas de la tierra con perspectiva de mujer – La mujer aprendiz en la minería bajo tierra" estudio que tuvo por muestra las experiencias, relatos y situaciones contextualizadas de la comunidad del Centro Minero con el análisis de conversatorios de alrededor de 32 aprendices de tres fichas en formación en los programas de Tecnólogo en supervisión de labores mineras, Tecnólogo en Obras civiles y el contexto de formación propia de un centro especialista en minería como son: maquinaria pesada, voladura, ventilación, seguridad y salud en el trabajo, ambiental y sistemas en torno al sector minero, a partir de allí se formula un proyecto titulado propuesta única en su momento para el centro que generaba un espacio de diálogo en donde a través de entrevistas, fotografía, charlas participativas al interior de los ambientes y espacios de formación, daban la pincelada inicial para el trabajo en centro con relación a lo que ya empezaba a tomar carácter de formación en Enfoque diferencial: aquí el contexto de la temática respectiva: "El enfoque diferencial identifica las características que comparten las personas con el fin de potenciar las acciones diferenciales, que materialicen el goce efectivo de sus derechos. Desde este enfoque se define a la diversidad como el punto de partida para la implementación de las políticas públicas. "El enfoque diferencial permite comprender y visibilizar las dinámicas de discriminación y exclusión social, de tal forma que desde ahí se establezcan acciones para la transformación desde la equidad y el desarrollo humano", "Este enfoque reconoce la existencia de grupos poblacionales que, por sus condiciones y características étnicas, trascurrir vital, género, orientaciones sexuales e identidades de género, discapacidad o por ser víctimas del conflicto armado, son más vulnerables y requieren un abordaje ajustado a sus necesidades y particularidades, para disminuir situaciones de inequidad que dificultan el goce efectivo de sus derechos fundamentales, buscando lograr la equidad en el derecho a la diferencia".

Este trabajo durante el año 2020 se ve acompañado por los administrativos de centro, y es referente dentro del convenio internacional en alianza internacional CICAN Cooperación de los países miembros de la lianza del pacifico, participación en donde se ha generado en conjunto a la dirección de formación profesioanal SENA (Bogotá) el momento propicio para el trabajo en torno a un comité de políticas de género; también para el año 2020, se logró la participación en el Congreso Internacional de Minería, una apuesta que construye futuro, en donde se dio un espacio de diálogo entre mujeres líderes, operarias, técnicas y funcionarias del estado para hablar de la mujer en la minería y por otra parte, la participación con ponencias, panelistas y trabajo de aprendices en la metodología de poster. Así mismo, en el mes de septiembre de 2020 cumpliendo su meta de para el año 2021, se formaron 20 instructores con La Red Institucional de Integralidad de la Formación RIIF SENA, mediante el curso de APLICACIÓN DEL ENFOQUE DIFERENCIAL EN LA GESTIÓN DE LOS PROCESOS MISIONALES, ESTRATEGICOS para compartir de manera virtual, ante el aislamiento, las experiencias a partir de la implementación de la política pública para la atención con enfoque pluralista y diferencial en los Centros de Formación de nuestra Entidad.

Para el 2021 se está formulando una nueva propuesta de investigación en conjunto con otros instructores del área técnica en Química, Ambiental , el cual enmarca a las mujeres alfareras de la comunidad de influencia del centro de formación vereda Morca sector pantanitos y la Ramada en una propuesta de empoderamiento, restauración ecológica y trabajo participativo generando estrategias y material pedagógico, espacios y participación con resultados en torno al tema luego del aprendizaje de "Enfoque diferencial". Del mismo modo se tiene como propuesta la creación de una cartilla como herramienta de trabajo en la formación y como insumo para la difusión de equidad, igualdad y enfoque de género, así mismo con la inclusión de políticas y conceptos de equidad de género a través de actividades de formación del SENA centro minero Morcá, Sogamoso. La cartilla tiene como objetivo orientar a la mujer aprendiz mediante recomendaciones y un recorrido didáctico que le permitan identificar y gestionar situaciones de género en el sector extractivo, posibilitando la estructuración de acciones que eviten y minimicen actos de discriminación y violencia de género.

Hoy por hoy el camino está abierto para llegar a la transformación de imaginarios y estereotipos sobre la equidad de género y el enfoque diferencial tanto en el ámbito educativo como en el laboral, por lo cual se requiere resaltar el tema en la entidad y poder empezar a implementar las diferentes políticas pluralistas con las que ya cuenta el Sena y a través de estos llegara contemplar acciones concretas para mitigar las brechas de género que aquejan a las aprendices cuando se enfrentan a el ámbito laboral.

10

AGRADECIMIENTOS

El Comité Editorial de la Revista CEMI Centro Minero agradece la participación profesional como pares evaluadores de:

Ing. Elkin Ferney Aguilar Pacuas
Lic. Tania Charris Franco
Biol. Claudia Marcela Vargas Jiménez
Ing. Larry Yair David Rojas Correa
Lic. Eduardo Enrique Vargas Julio
Quim. Harry Ortiz Prada
Biol. Gina Liliana Rojas lizarazo
Ing. Jenny Vivian Fajardo
Ing. Leidy Astrid Valero Cárdenas
Ing. Yesid Alfonso Fagua Herrera