

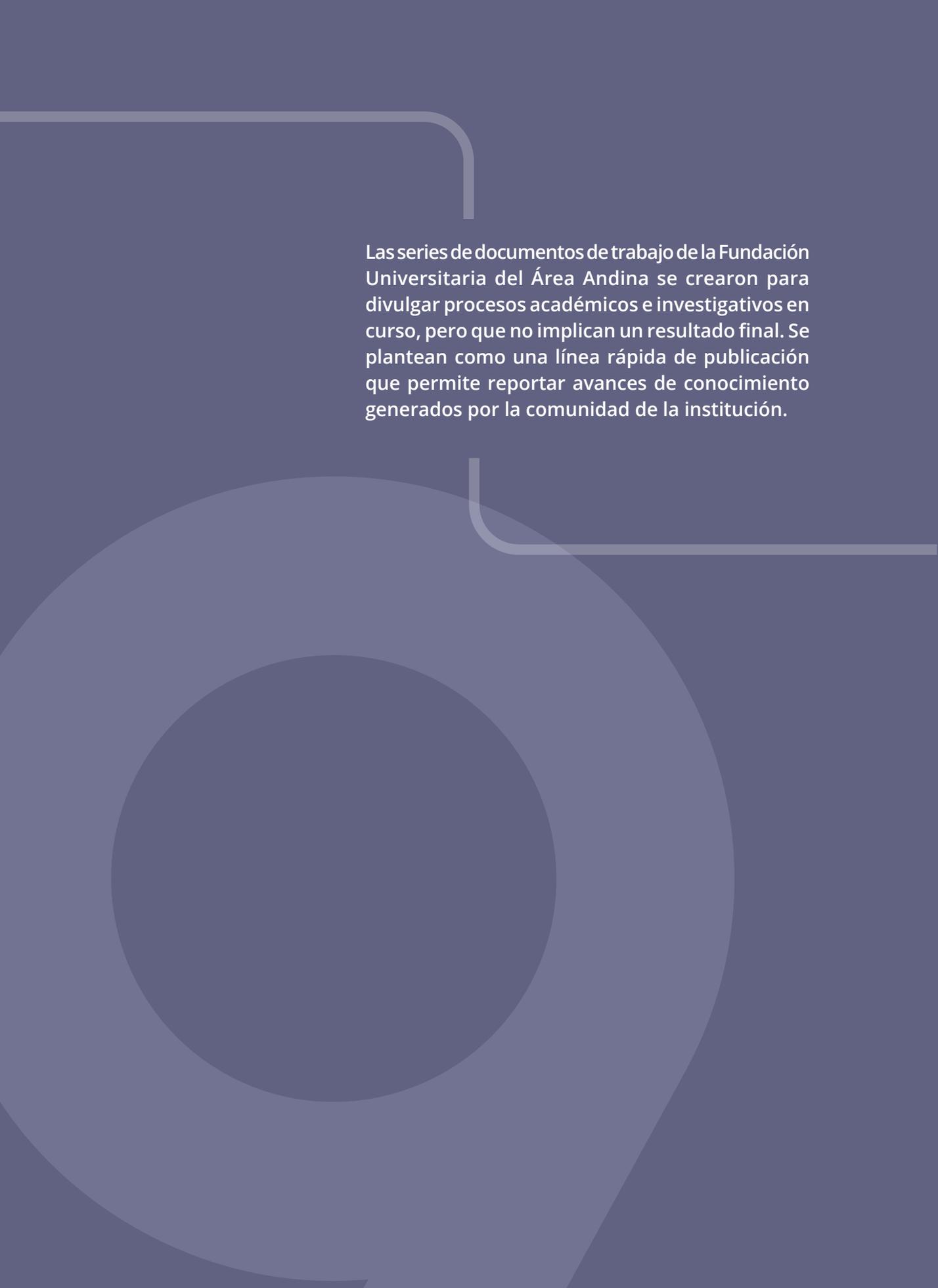
**DIRECCIÓN
NACIONAL DE
INVESTIGACIONES**

**DOCUMENTOS DE
TRABAJO AREANDINA
ISSN: 2665-4644**

**X CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN
AREANDINO**

**PROPUESTA DE TRANSFERENCIA
TECNOLÓGICA EN TRATAMIENTO
DE SUELOS CON MODELO APLICATIVO
EN LA ZONA CARBONÍFERA DEL CESAR
(COMUNIDAD RURAL DE BOQUERÓN, EN
EL MUNICIPIO DE LA JAGUA DE IBIRICO)**

Aristides José Noriega Hernández
Daniel Andrés Cotes García
Luis Carlos Díaz Muegue

The background features a large, light blue circle on the left side. A horizontal line with a rounded end extends from the top left towards the center. Another horizontal line with a rounded end extends from the right edge towards the center, positioned below the first line. The text is centered in the upper right area of the page.

Las series de documentos de trabajo de la Fundación Universitaria del Área Andina se crearon para divulgar procesos académicos e investigativos en curso, pero que no implican un resultado final. Se plantean como una línea rápida de publicación que permite reportar avances de conocimiento generados por la comunidad de la institución.

Propuesta de transferencia tecnológica en tratamiento de suelos con modelo aplicativo en la zona carbonífera del Cesar (comunidad rural de Boquerón, en el municipio de la Jagua de Ibirico)

**Aristides
José Noriega
Hernández**

Estudiante de séptimo semestre de Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Valledupar.
Correo electrónico: anoriega8@estudiantes.areandina.edu.co

**Daniel Andrés
Cotes García**

Docente del programa de Ingeniería de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Valledupar.
Correo electrónico: dacotes@areandina.edu.co

**Luis Carlos Díaz
Muegue**

Docente el departamento de investigación de la Fundación Universitaria del Área Andina, sede Valledupar.
Correo electrónico: ldiaz164@areandina.edu.co

Cómo citar este documento:

Noriega Hernández, A. J., Cotes García, D. A. y Díaz Muegue, L. C. (2019). Propuesta de transferencia tecnológica en tratamiento de suelos con modelo aplicativo en la zona carbonífera del Cesar (comunidad rural de Boquerón, en el municipio de la Jagua de Ibirico). *Documentos de Trabajo Areandina* (2). Fundación Universitaria del Área Andina. <https://doi.org/10.33132/26654644.1708>

Resumen

La investigación tiene lugar en el municipio La Jagua de Ibirico, específicamente el corregimiento de Boquerón, en el cual a lo largo de toda su historia se ha visto influenciado por la actividad minera. Seguramente esta comunidad ha sufrido los estragos que dejan a su paso las grandes extracciones de recursos naturales, como lo es la ganadería extensiva, la sobre explotación del suelo por parte de la agricultura indiscriminada y, por otra parte, la minería de recursos energéticos en este caso, el carbón.

Sin embargo, al haber sido una zona bastante productiva los problemas y consecuencias del conflicto armado en Colombia también hicieron presencia a lo largo de toda la historia de Boquerón. Todo esto ha repercutido de una manera bastante deplorable porque a medida que el tiempo avanza son más las personas que presentan problemas y enfermedades que los lleva a tener una calidad de vida bastante mala, poniendo en riesgo su salud y así mismo el desarrollo social de cada uno de los habitantes.

Por esto desde la academia se quiere unir lazos no sólo con otras universidades como lo fue La Universidad Jorge Tadeo Lozano, Penn State University y Areandina, sino con las personas. Con el fin de poder estudiar los casos correspondientes y hacer propia la transferencia de conocimientos no sólo como si la academia tuviera la verdad absoluta, todo lo contrario, se trata de aprender y que exista un intercambio de conocimientos por parte y parte de todos los involucrados, para generar un cambio en la manera y forma como se abordan los problemas de este tipo.

Palabras clave: biochar, biorremediación, transferencia tecnológica, tratamiento.

Introducción

Boquerón es una comunidad que se encuentra en medio de dos grandes minas extractoras de carbón del Departamento del Cesar, Colombia, se encuentra en proceso de reasentamiento debido al interés económico de su subsuelo y también a que su calidad de vida se ve afectadas por distintas variables entre las cuales está la contaminación del aire y la fertilidad de su suelo. Su historia cuenta que en el pasado su principal actividad económica era la agricultura, junto con la pesca, pero que por alguna razón luego de la llegada de las grandes empresas mineras estas actividades se fueron perdiendo hasta llegar a lo poco que es hoy, porque su suelo sufrió cambios. Esta investigación propone un modelo de transferencia tecnológica para tratamiento de suelos aplicando Biochar para la comunidad rural de Boquerón en el municipio de la Jagua de Ibirico, Cesar.

Los objetivos de esta investigación son analizar las condiciones socioeconómicas, ambientales y culturales de la comunidad rural de Boquerón, aportar un plan de intervención al suelo adecuado para esta comunidad que incluye los métodos y guías para que las personas de esta comunidad puedan utilizar el Biochar para el manejo de su suelo de forma continua y sostenible, y el modelo de transferencia tecnológica para la interacción con la comunidad en torno al tratamiento de su suelo con utilización de Biochar; todo esto con la finalidad de que puedan retomar y desarrollar su actividad agrícola que los llevara a mejorar su calidad de vida.

Descripción de los temas

Teniendo en cuenta el hilo conductor de la ponencia los temas más relevantes que se pueden abordar en este punto son más que todo la parte técnica de cómo hacer hacer que el suelo en Boquerón recupere sus condiciones y características propias que alguna vez tuvo: un suelo tan fértil.

Por ello se ve la necesidad de buscar alternativas o mecanismos que ayuden a la remediación o a la biorremediación de esta masa de tierra que los habitantes del corregimiento de Boquerón necesitan para por lo menos su autosustento. La biorremediación se ha convertido en una alternativa atractiva y prometedora a las tradicionales técnicas físico-químicas para la remediación de los compuestos que contaminan el ambiente (Garzón, Rodríguez y Hernández, 2017).

Esta es la razón por la cual se hace mención anteriormente al termino Biochar. El Biochar es un material muy ligero y frágil de baja densidad,

e incluso, si no es de grano fino como algunos Biochar. Por lo general contiene una fracción de polvo fino que se aplica para la rentabilidad de la agricultura y / o el secuestro de carbono (Major, 2009).

Según el libro *A Guide to Conducting Biochar Trials (Una guía para la realización de ensayos con Biochar)* de Julie Major (directora de la International Biochar Initiative), Biochar se ha demostrado para beneficiar el crecimiento del cultivo y el rendimiento, y es un material prometedor para su uso en la agricultura. Sin embargo, como es el caso para cualquier enmienda del suelo, su eficacia debe ser mostrada en una variedad de sistemas de cultivo, y en este momento (2009) las tasas de aplicación óptimas todavía tienen que ser determinados. Si usted está buscando mejoras en el rendimiento a través de una mejor nutrición de las plantas, se debe elegir un cultivo que es relevante para su ajuste mientras que tienen demandas altas de fertilidad, y también tratar de añadir carbón vegetal al suelo más pobre que tiene: lógicamente que es donde es probable para tener el mayor impacto. Si usted está interesado en la retención de la humedad para los cultivos, es necesario trabajar en un área o con un tipo de suelo en el que la humedad es una limitación para la producción de cultivos.

Ahora bien, llegamos a la parte de los métodos para la aplicación de biochar para biorremediación de suelos contaminados o dañados. Según el libro *A Guide to Conducting Biochar Trials*, dice que los métodos de aplicación de Biochar para biorremediación de suelos son los siguientes:

- **Tierra vegetal de mezcla uniforme:**

El Biochar se difunde por toda el área de aplicación, generalmente, después de la preparación del suelo primario, La aplicación puede hacerse utilizando esparcidores, también se puede aplicar como una suspensión líquida. Después de la aplicación, la incorporación se consigue con la mano o con arado. Aplicación uniforme, mezcla Biochar a fondo y cubre con tierra.

- **Aplicación a los hoyos de plantación:**

Al establecer huertos o plantaciones de palma, la aplicación de Biochar a hoyos de plantación individuales es otra técnica que minimiza las pérdidas por erosión.

- **Bandeo:**

Puede congregar a diferentes profundidades, cubriendo completamente el Biochar con el suelo, lo que minimiza las pérdidas potenciales

después de la aplicación. Alrededor de los árboles, una banda circular o varios agujeros alrededor de la base del árbol se aplica a la parte inferior de estos agujeros.

- **El mejor vestido**

En zonas en las que ya se ha establecido cultivos, se aplica el Biochar a la superficie del suelo con una cubierta de espesa vegetación, mantillo, etc. (Major, 2009). Haciendo un análisis del cultivo de las plantas nativas de esta comunidad podemos concluir cuales métodos serían utilizados por la comunidad de Boquerón.

La investigación a realizar es de tipo descriptivo porque trata de “describir un fenómeno: especificar propiedades, características y rasgos importantes, tiene como utilidad mostrar con precisión las dimensiones de un fenómeno focalizada a las variables” (Carballo, 2013); de enfoque mixto, debido a que se recolectará información basada en la observación de comportamientos, discusiones, respuestas abiertas y encuestas para la posterior interpretación de significados y de este modo mostrar los resultados obtenidos.

Fase 1. Análisis de las condiciones socioeconómicas de la comunidad rural de Boquerón

Para realizar el análisis de las condiciones socioeconómicas de la comunidad rural de Boquerón (Jagua de Ibirico) se utilizó distintas herramientas de recolección de información, empezando por realizar grupos focales en los cuales deberán estar presentes los representantes más influyentes y de mayor conocimiento y pertinencia de esta comunidad, en los cuales se habló sobre temas relevantes al uso, estado, y manejo del suelo de su comunidad a partir de su vida y experiencia, cambios en el mismo y posibles causas que ellos puedan conocer de esto. Toda esta información es organizada en un modelo de caracterización de la comunidad construido con base en el modelo de caracterización de comunidades rurales de la Universidad de Penn State (EE. UU.).

Se conoció información sobre el desarrollo de actividades agrícolas en Boquerón por medio de una encuesta generada en base al artículo “Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México” de Helena Cotler y María Luisa Cuevas, la cual fue aplicada directamente a la población.

Encuesta sobre el desarrollo de actividades agrícolas en Boquerón

Fase 2. Definición de los métodos de biorremediación de suelos mineros con Biochar adecuado para esta comunidad

Se describirá las características del suelo de Boquerón y su proceso formativo con la ayuda de revisión bibliográfica e información extraída de la página oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para conocer la geología, las estructuras existentes y la litología general del área de estudio; también se realizarán planos de suelos y de conflicto de uso del suelo que permitan entender y organizar la información con ayuda de un software de diseño con información geográfica.

Luego se realizará una comparación entre las características de suelos directamente afectados por minería de carbón a cielo abierto por medio de estudios previos con las características del suelo actual de Boquerón, mediante la realización de una toma de muestras y posterior análisis de laboratorio. Esto para conocer el grado de afectación que este pueda tener y la necesidad de aplicar un método particular para biorremediarlo. La elección del método de biorremediación de sus suelos mineros con Biochar que sea el más adecuado para las condiciones ambientales de esta comunidad se realizara principalmente en base al libro *A Guide to Conducting Biochar Trials* de Julie Major, en el cual se obtiene toda la información sobre el Biochar y sus métodos de aplicación para varios casos.

Fase 3. Diseño del plan de intervención del suelo en el cual las personas pueden utilizar el Biochar para el manejo del mismo

Con la finalidad de que las personas puedan utilizar el Biochar para el desarrollo de sus cultivos se diseñara un plan de intervención del suelo en el cual se darán las recomendaciones para el uso de este con el fin de lograr un efectivo mejoramiento de la calidad de su suelo agrícola. Se finaliza con la realización de una encuesta de adopción tecnológica para asegurarnos de la claridad que tuvo la comunidad sobre la aplicación del Biochar como tratamiento para la fertilidad su suelo agrícola.

Fase 4. El modelo de transferencia de conocimiento que se aplicara a la comunidad de Boquerón para abarcar este tema en específico

Se conocerá por medio de una cantidad de revisiones bibliográficas que se debe tener como características principales el manejo de comunita-

des rurales, manejo del léxico técnico y cultural, aplicación de nuevas tecnologías y temática específica a tratar para que dicha transferencia de conocimientos no solo se lleve a cabo de manera efectiva sino que también conlleve a una reflexión de la comunidad receptora y sea de aprovechamiento.

Resultados

Condición socioeconómica de la comunidad rural de Boquerón

La siguiente información fue obtenida mediante la realización de grupos focales en el corregimiento de Boquerón donde se encontraban todos sus representantes y complementado con datos suministrados por la Alcaldía de la Jagua de Ibirico (Cesar), organizados con base en el modelo de caracterización de comunidades rurales de la Universidad de Penn State.

Características geográficas

Figura 1. Imágenes de satélite del corregimiento de Boquerón, la Jagua de Ibirico (Cesar).



Fuente: Tomado de Google maps.

Ubicación

Latitud: 9.63087

Longitud: - 73.4226

Altitud: 150 m.s.n.m.

Proximidad a otras comunidades: El municipio de La Jagua de Ibirico, Cesar, a 15 minutos. Municipio de La Loma a 1 hora de distancia. Comunidad rural de El Hatillo.

Clima: Tropical seco.

Recursos naturales: Existencia de hierro, gas, carbón y petróleo.

Problemas principales / necesidades ambientales

- **Agua:**

Toman el agua de un pozo subterráneo, que no ha sido estudiado para conocer su calidad para su consumo. Hay una planta de tratamiento, pero no funciona. No llueve mucho, y cuando llueve no resulta constante. El ecosistema se deteriora, no hay río (se secan).

- **Aire:**

La calidad del aire es aparentemente mala porque hay minas muy cerca. Presencia visible de material particulado (polvillo de carbón) en todos los medios físicos de la comunidad.

- **Suelo:**

Poca fertilidad que dificulta el desarrollo de actividades agrícolas, con concentraciones de hierro.

Infraestructura

Aproximadamente una tercera parte está conformada por casas hechas de barro y madera, y las demás son en ladrillo, sin mayor detalle en diseños ni enchapado. Las casas se ven afectadas por la voladura minera

Vías: todas destapadas sin distinción de vías peatonales y carreteras.

Transporte: vehículos personales. Alojamiento: únicamente familiar.

Turismo: nulo.

Demografía

Población

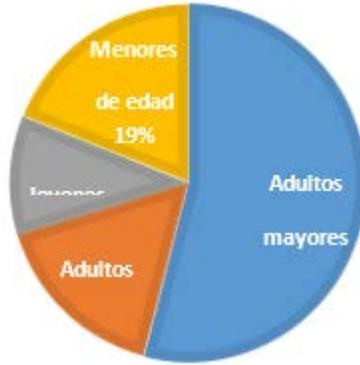
La comunidad rural que será beneficiada se encuentra en una vereda del municipio La Jagua de Ibirico (Cesar). Es una población de 1.546 habitantes hasta el año 2012, según el Plan de Desarrollo Municipal de la Jagua de Ibirico 2012-2015, pero con el paso del tiempo se ha reducido hasta alrededor de los 700 habitantes (figura 2) que presentan altos índices de pobreza y contaminación ambiental.

Fuentes de agua:

- El río El Cocuy (a 15 minutos caminando)
- Río Pajui (A 8 minutos caminando)

Comunidad afrodescendiente: La mayoría.

Figura 2. Distribución por edad.



Fuente: elaboración propia.

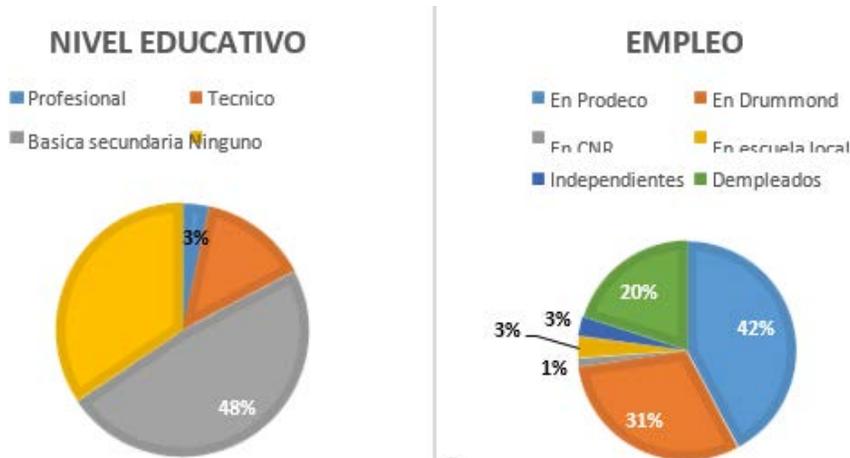
Consejo de la comunidad:

- ICBF
- Alcaldía de la Jagua de Ibirico.

Educación y empleo

Hay una escuela primaria que algunas veces funciona una escuela secundaria por ciclos. Gran parte de los jóvenes y niños van a estudiar al municipio de La Jagua. La tasa de empleo ha mejorado en los últimos cinco años debido a las oportunidades de empleo con empresas del sector minero cercanas a la zona por derecho. Existen algunos pequeños cultivos y criaderos de especies menores solo para consumo propio.

Figura 3. Distribución por del nivel educativo y empleabilidad.



Fuente: elaboración propia.

Economías formales o informales

- 4 tiendas locales.
- 1 miscelánea.
- 2 heladerías.
- 6 cantinas con billar.
- 2 instalaciones recreativas.

Producción agrícola

Antes era muy alto, desde 1985 se cultiva a baja escala: Maíz

- Cultivos: Se cultiva palma de aceite y maíz. En menor proporción se ha cultivado arroz, y árboles frutales.
- Venta vs consumo: es para consumo propio.

Salud

Servicios de salud

- Hay un lugar de salud básico, trabajan 7 horas al día de lunes a viernes.
- Hay una unidad dental sin responsables.

Infraestructuras de Recreación

- Hay un Centro de Desarrollo Infantil (escuela para niños) 28 niños de 0-5 años.
- Hay un lugar para la recreación de personas mayores. 84 adultos mayores.
- Hay un restaurante escolar, pero no funciona de forma permanente.
- Parque central de Boquerón.

Servicios de crédito: Ninguno.

Organizaciones e Instituciones Comunitarias: Líderes de la comunidad del cual hacen parte personas de diferentes actividades de la comunidad.

Afiliación: La mayoría cuenta con afiliación a diferentes EPS.

Otros aspectos:

Partes interesadas clave: propia comunidad, Alcaldía de la Jagua y Empresas Intervinientes (principalmente Drummond y Prodeco).

Comunicaciones

- El acceso a internet es difícil.
- Hay una mala señal de teléfono.

Encuesta realizada

Teniendo en cuenta una población de 700 personas.

N = 700 habitantes

Z= (Nivel de confianza de 90%)

p= (Heterogeneidad de 50%)

e= (Margen de error de 10%)

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Aplicando la fórmula estándar para muestras:

Tamaño de la muestra= 62, de las que se realizaron 60 encuestas.

Los resultados de la encuesta realizada a 60 habitantes mayores de edad de Boquerón fueron los que se muestran a continuación en la tabla 1:

Formación	Primaria		28	Bachiller	26	Técnico	1	Ninguna	5
Rango de edad	18-40	33	>40	27					
Sexo	M	22	F	38					

Encuesta y resultados

Tabla 1. Resultados de encuesta.

1	Hasta el momento no	Personalmente no las he aplicado, pero he visto su aplicación en algunos sitios	He utilizado algunas prácticas, solo en casos específicos	Siempre aplico prácticas y tengo amplia experiencia en ello			
1. ¿Ha aplicado prácticas agrícolas en Boquerón en los últimos 5 años?	28	3	12	17			
2	Parcelas agrícolas	Patio de su hogar	ninguna	Otras (especificar)			
2. ¿En qué tipo de espacio se encuentran la(s) práctica(s) de agricultura que ha realizado?	21	29	16				
3	Aplicación de materia orgánica	Labranza mínima	Labranza de conservación	Fertilización	Abonos verdes	Otra (especificar)	Ninguna
3. ¿Ha utilizado o utiliza algún tipo de prácticas agronómicas de conservación del suelo? (Marque con X TODAS las que considere)	6	15	4	18	24		18

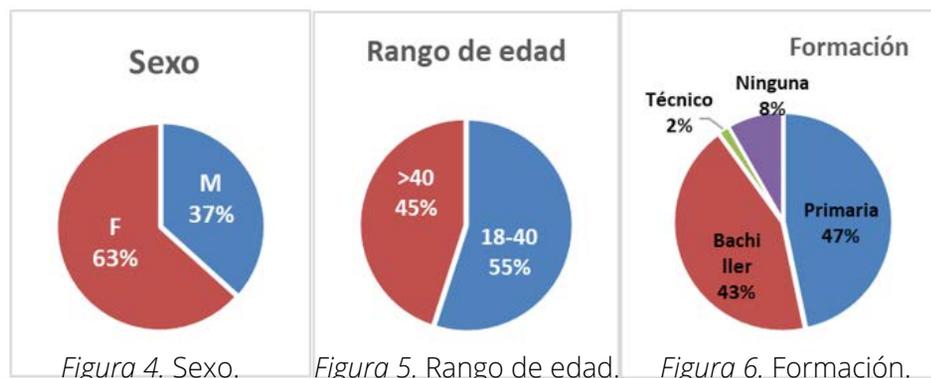
4	Exclusivamente autoconsumo	Principalmente autoconsumo, con ventas en caso de excedentes	Destinada principalmente a venta en mercados regionales	Destinada principalmente a venta en mercados internacionales	Otro (especificar)
4. ¿Cuál es el destino de la producción agrícola de ese sitio?	35	13	12		
5	Es mi principal actividad económica (Vivo y solvento mis necesidades básicas de la agricultura)		No es mi actividad económica principal	No me dedico a la agricultura	
5. ¿Cuánta es su dependencia económica a sus propias prácticas agrícolas?	5		34	21	
6	Suelos poco deteriorados	Suelos medianamente deteriorados	Suelos muy deteriorados		
6. ¿Cómo se encuentran los suelos al momento de iniciar las prácticas en ese sitio?	15	10	35		
7		No es necesario	Serviría para optimizar la producción	Muy necesario	Urgente
7. ¿Qué tan necesario le parece que sea la aplicación de un tratamiento para su suelo de fines agrícolas?		6	5	27	22
8	<1 ha	1-3 ha	3-5 ha	>5 ha	
8. ¿Cuál es el tamaño del área que está destinada a estas prácticas?	32	9	15	4	
9	Familiar	Contratada	Ambas	Ninguna	
9. ¿Con qué mano de obra se cuenta para esta actividad?	41	3	6	10	
10	Rotación de cultivos	Cultivos en franjas	Cultivos asociados	Cercos vivos	Siembra de especies nativas
10. ¿Qué prácticas vegetativas de conservación utiliza?	4	3	15		38
11	Midiendo rendimientos	Observaciones propias	Pago a técnicos expertos en suelos	Análisis de suelos y foliar	
11. ¿De qué forma mide los resultados de las prácticas de conservación de suelo en sistemas agrícolas y agroforestales?	14	55			

Propuesta de transferencia tecnológica en tratamiento de suelos

12	Falta de dinero	Falta de mano de obra	Ausencia de organización	Conflictos por tierras	Falta de asistencia técnica	La aceptación es difícil	Otros (especificar)
12. ¿Qué obstáculos ha identificado para el establecimiento de estas prácticas? (Se puede marcar más de una opción)	40	26	7	5			2-comercio y transporte 4 - contaminación 6-riesgo de animales
13	Parcelas agrícolas	Zonas de pastoreo	Módulos silvopastoriles	Parcelas agroforestales	Otras (patio)		
13. ¿En qué tipo de agroecosistema se encuentran la(s) práctica(s) de manejo y de conservación de suelos que ha realizado?	52	3		2	3		
14	Ninguna	Manual	Animal	Maquinaria propia	Maquinaria rentada	Otra (especifique)	
14. En caso de parcelas agrícolas ¿cuál es el tipo de labranza que normalmente se utiliza?	4	54	2				
15	Menos de 1 cabeza/ha	1 cabeza / hectárea	1-3 cabezas /ha	Más de 3 cabezas /ha			
15. En caso de zonas de pastoreo ¿Cuántas cabezas de ganado se encuentran en el predio?	19		2	19			
16	Malas prácticas agropecuarias	Cambio climático	Minería	Otra (en buenas condiciones)			
16. ¿Cuál cree que sea el motivo por el cual su suelo se encuentra en esas condiciones?	5	15	48	4			

Fuente: Elaboración propia.

Representación porcentual de los resultados obtenidos mediante la encuesta



La mayor parte de la muestra entrevistada es de sexo femenino, entre los 18 y los 40 años de edad con educación formativa hasta básica secundaria (figura 4, 5 y 6).

En los últimos años el 48% de los habitantes de Boquerón ha aplicado actividades agrícolas, en parcelas reservadas para esta actividad principalmente cercanas a sus viviendas (figura 7 y 8).

El 79% de los habitantes de Boquerón que han aplicado actividades agrícolas han utilizado algún tipo de práctica agronómica para la conservación de su suelo, donde resaltan el uso de abonos verdes, fertilizantes y labranza mínima aplicada al suelo (figura 9).

El 65% de los habitantes de Boquerón realizan actualmente actividades agrícolas, la mayor parte lo hacen a pequeña escala y solo el 42%

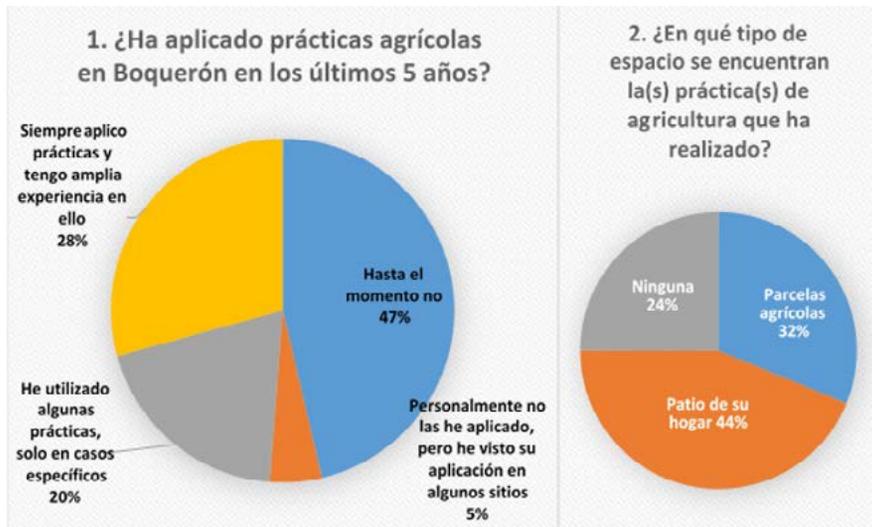


Figura 7. Practicas agricolas.

Figura 8. Tipo de espacio.

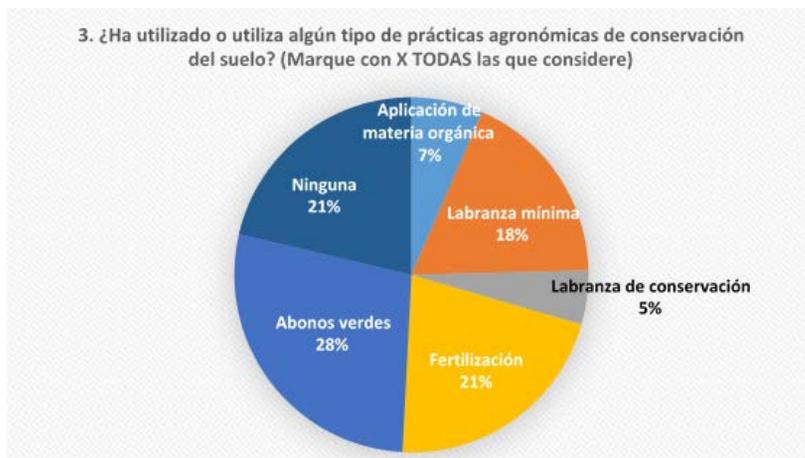


Figura 9. Practicas agronomicas de conservacion.

Fuente: elaboración propia.

de estos lo ve como una opción comercial fuera de su autoconsumo (figura 10 y 11)

El 75% de los habitantes de Boquerón consideran que su suelo esta de medianamente deteriorados a muy deteriorado, es decir que presenta rasgos de surcos, compactación, muy poca vegetación, con cárcavas y/o con signos de fuerte erosión y rasgos de sobrepastoreo (figura 12). Y el 82% ven de muy necesario a urgente la aplicación de un tratamiento para su suelo de fines agrícolas (figura 13).

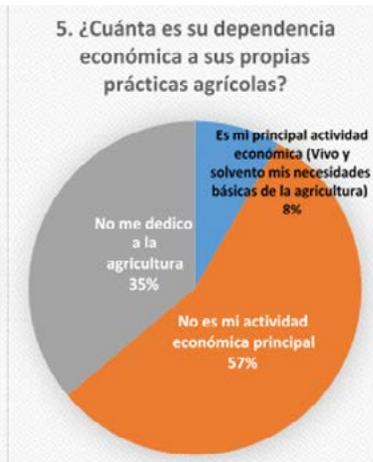


Figura 10. Destino de la producción. Figura 11. Dependencia económica.

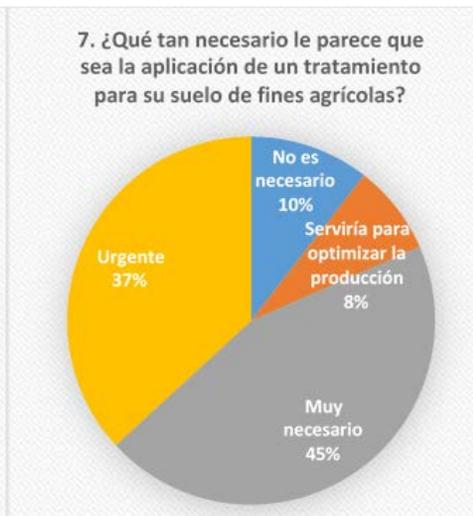


Figura 12. Estado del suelo. Figura 13. Necesidad de tratamiento.

Menos del 50% del área destinada para estas actividades cubren más de 1 ha, con mayor parte de mano de obra propia de la familia de cada agricultor, con siembra de especies nativas como principal práctica vegetativa de conservación (figura 14, 15, y 16).

El 80% de los habitantes de Boquerón que realizan actividades agrícolas miden los resultados de sus prácticas de conservación de suelo a partir de observaciones propias contra un 20% que miden sus rendimientos (figura 17), opinan que el mayor obstáculo para el establecimiento de estas prácticas corresponde a la falta de dinero seguido de la falta de mano de obra, y aportan que existen factores adicionales como el comercio y transporte, la contaminación y riesgo de animales salvajes (figura 18).

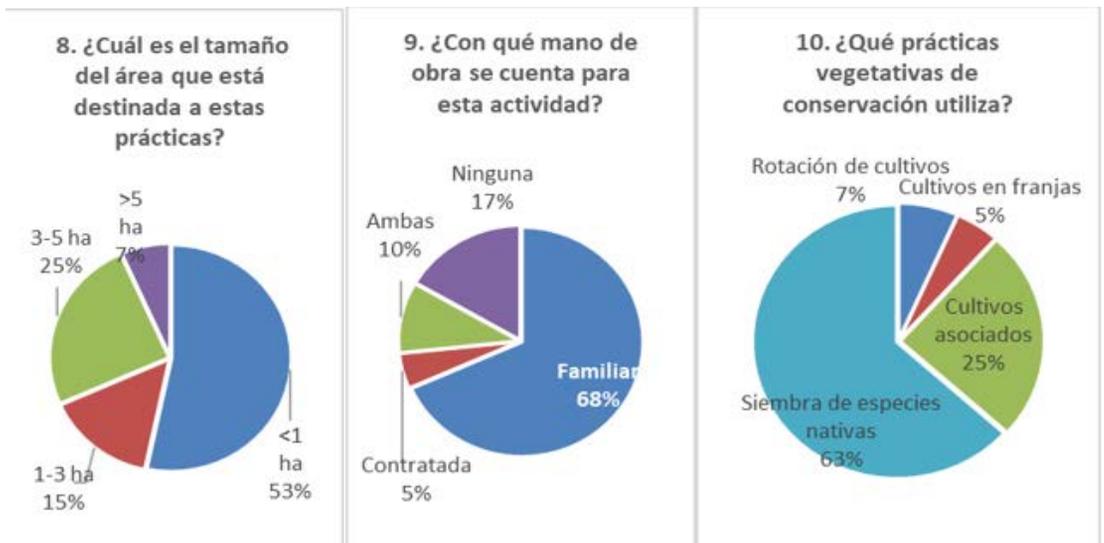


Figura 14. Tamaño del área. Figura 15. Mano de obra. Figura 16. Practicas vegetativas.



Figura 17. Medición de resultados. Figura 18. Posibles obstáculos.

Las prácticas de manejo y conservación del suelo que esta comunidad aplica son realizadas en su mayoría en sus parcelas agrícolas de forma manual (figura 19 y 20), y como se muestra en la figura 21, esta comunidad no frecuenta o poco realizan actividades de ganadería en sus predios.

Por último, como se ve en la figura 22, referente al porcentaje de la pregunta 16, el 67% los habitantes de Boquerón creen que las condiciones actuales de su suelo se deben a las actividades mineras aledañas en términos generales de impacto ambiental y social.

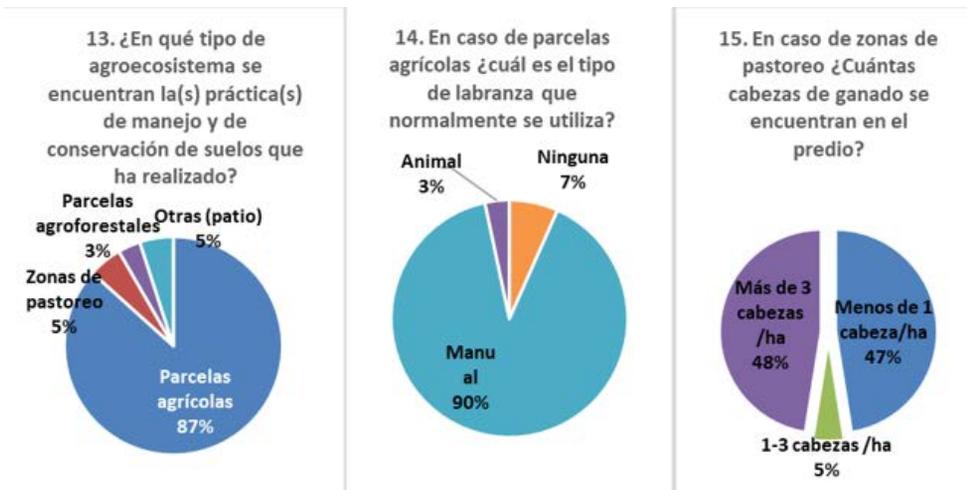


Figura 19. Agroecosistemas. Figura 20. Tipo de labranza. Figura 21. Ganado.



Figura 22. Motivo del suelo contaminado.

Fuente: elaboración propia.

Plan de intervención del suelo

Una vez analizada toda la estructura y problemáticas sociales es necesario comenzar a intervenir el suelo para ello se ha propuesto este modelo siguiendo algunos parámetros y procedimientos para así llegar y tener mayor claridad no solo en el tema si no a la hora de poder recuperar datos para mejorar las condiciones del suelo de esta región.

Con base en el texto *A Guide to Conducting Biochar Trials*, se desarrolló un plan de intervención del suelo organizado en pasos que nos permite una implementación óptima de Biochar en el suelo de boquerón.

Paso 1. Verificación de la eficacia del Biochar

Antes de utilizar el Biochar en el suelo agrícola se debe realizar una prueba rápida para determinar si ese Biochar contiene algún tipo de compuestos que puedan ser potencialmente dañinos para las plantas. Para ello debe asegurarse de capacitar a la comunidad para la realización de los ensayos con Biochar, para llevar a cabo las mediciones del suelo, y luego de haber realizado la prueba, habiendo asegurado un resultado positivo, se debe definir el medio de Distribución y el lugar de almacenamiento del Biochar en Boquerón.

Para la realización de la prueba asegurarse de mantener una muestra representativa de su Biochar para su análisis.

A continuación, se presentan 2 opciones de las cuales se puede escoger la realización de la prueba:

Prueba de germinación

Básicamente, el objetivo es determinar si la adición de carbón vegetal al suelo tiene un efecto sobre la germinación de semillas. Si es posible, utilizar el suelo de la ubicación experimental donde se llevará a cabo la prueba de campo. Si no está disponible, utilizar otro tipo de suelo. El mismo suelo debe ser utilizado tanto en el recipiente con carbón vegetal y el otro sin él.

1. Obtener dos contenedores con una forma similar a un plato.
2. En un recipiente, colocar una cantidad dada de suelo.
3. En el otro, colocar la misma cantidad de la misma tierra mezclada con su material de Biochar.
4. Extender el mismo número de semillas en la superficie del suelo en cada contenedor. Debe utilizar muchas semillas (20 o más por contenedor).
5. Colocar los contenedores en una ubicación en la que se producen buenas condiciones para la germinación de las semillas: la tempera-

tura ambiente, humedecer el suelo en cada contenedor y asegúrese de que no se seque.

6. Una vez que se observó la germinación significativa, contar el número de semillas que germinaron en cada contenedor.
7. Comparar el número de plántulas germinadas en los contenedores con y sin Biochar, para ver si hay diferencias. Hacer repeticiones.

Prueba de evitación del gusano

Esta es una prueba más compleja, ya que requiere de gusanos vivos para completar. Sin embargo, puede ser más sensible que un ensayo de germinación con semillas de plantas.

Estos son los pasos a seguir para el examen:

1. Obtener un recipiente plano con un diámetro de alrededor de 10 cm.
2. Cortar un trozo de cartón o láminas de plástico que se ajuste al diámetro de su contenedor para separar el suelo y mezcla de suelo/Biochar.
3. Coloque el separador en el contenedor. Marque la posición de su separación en el borde del recipiente. En un medio, coloque suelo solamente, y en la otra, la mezcla de suelo/Biochar. El suelo en ambos lados debe ser igualmente húmedo, pero no saturado. Cuidado de regar el suelo después de retirar el separador.
4. Retire el separador y ubique en el lugar 10 gusanos a lo largo de la línea donde estaba el separador.
5. Colocar el contenedor en un área donde se mantiene la temperatura ambiente normal. Cubrir el recipiente con una bolsa de tapa o de plástico ventilada con agujeros en ella.
6. Después de 48 horas, colocar el separador en la misma posición que antes. Minuciosamente observar el suelo y contar el número de gusanos en cada lado del separador. Si los gusanos han evitado el lado del contenedor en el que se aplicó el Biochar, entonces el Biochar no debe ser aplicado al suelo sin más investigación. Repitiendo la prueba más de una vez dará resultados más concluyentes.

Paso 2. Indicaciones básicas sobre el manejo y la aplicación de Biochar

- Tener cuidado, ya que se produce riesgo de ignición accidental con algunos materiales de Biochar. a menudo se humedecen antes del envío.

- Es importante desarrollar sistemas locales de almacenamiento y transporte de carbón vegetal. Los problemas de polvo se pueden controlar con la adición de agua a la Biochar, la mezcla con suspensión de arcilla, o formación de perlas con un aglutinante.
- La comunicación es fundamental cuando los ensayos se llevan a cabo en varios lugares y gestionados por diferentes personas, por ejemplo, los agricultores, deben asegurarse de que están de acuerdo con esto y entender lo que necesita. Esté preparado para los cambios a hacer frente a situaciones tomar decisiones que no se habían previsto.
- El Biochar puede aplicarse junto con otras modificaciones como abono, estiércol o residuos de cultivos, y que no necesita que se aplicarán cuando se establece cada nueva cosecha para proporcionar beneficios en el tiempo.
- Las pérdidas por erosión son indeseables, representan una pérdida de Biochar, y este material perdido no está disponible en el suelo para mejorar su fertilidad o el secuestro de carbono.

Luego de leer lo anterior, en caso de que desee experimentar con sus cultivos para tener una comparación acerca de la evolución de estos con el uso del Biochar en razón del tiempo, puede seguir los siguientes pasos:

Métodos de cultivo experimental:

Paso 1: Debe elegir un área de un tamaño significativo, que sea lo más uniforme posible, y debe dividirlo en bloques, estas serán secciones que contendrán un replicado de cada tratamiento. Luego puede realizar sus cultivos teniendo en cuenta alguno de los dos siguientes métodos:

1. Replicación=Variedad de mezclas: estas pueden ser, por ejemplo, Biochar/suelo, solo suelo, abono/suelo, Biochar/abono/suelo, etc. 3 repeticiones de cada tratamiento es el mínimo necesario para sacar conclusiones que confiables que también son aceptadas por la comunidad científica.

Más repeticiones son mejores porque dan más poder para detectar pequeñas variaciones, pero reales entre los tratamientos, pero 3-4 repeticiones a menudo se utilizan para mantener el costo y el tiempo necesario para ejecutar el experimento bajo control. Permite garantizar que los resultados son debido a los factores que se está probando y no a otros factores aleatorios. Incluso si hay factores de confusión de los cuales no se está consciente, la división de un área de hasta

en muchas áreas pequeñas de experimento minimiza el efecto de estos factores, en términos de comparaciones de tratamiento.

Una vez que haya decidido cuántos tratamientos y replicas van a incorporar en su experimento, puede conocer el número de áreas pequeñas de experimento que necesitará y el tamaño de la unidad depende del tipo de planta que se utiliza.

2. Parcelas de control: en este caso, la única diferencia en el suelo será la presencia o ausencia de Biochar. La siembra y el control de malezas y plagas deben ser los mismos para ambas parcelas.

Paso 3. Muestreo de suelo: si se desea tomar muestras para realizar estudios en laboratorio se recomiendan tener en cuenta las siguientes indicaciones

- Muestreo de suelos debería ser anual, justo después de la cosecha o justo antes de la siembra es más fácil en la práctica. El suelo que es muy húmedo o muy seco puede ser extremadamente difícil de probar.
- En el caso en el que se definen las hileras de cultivo, la muestra se toma en hileras de cultivo y en puntos medios entre hileras.
- Varias herramientas se pueden utilizar para tomar muestras del suelo. El punto importante es ser constante en la forma en que se utiliza cualquier herramienta.
- Para el análisis, se debe usar una muestra por cada área pequeña de experimento es apropiado. Esto garantiza la obtención de una muestra homogénea que representa la totalidad.
- Las muestras previamente etiquetadas deben ponerse a secar tan pronto como sea posible después del muestreo en un área cubierta. Luego, se debe tener algunas muestras de suelo archivados en un almacenamiento y pueden ser enviadas al laboratorio.
- Se sugiere buscar un laboratorio especializado para estudiar mejores resultados en la fertilidad del suelo y el estado nutricional de los cultivos en razón de tiempo, que no represente un costo muy alto. Para esto puede ponerse en contacto con departamentos de agronomía, universidades o entidades del Estado que realicen este tipo de ensayos en su región.
- Usted debe tener cuidado con el análisis que elija para determinar carbono total, ya que el Biochar, como sabemos, es muy difícil de

degradar. Preferiblemente incluya un análisis de carbono total, que se lleva a cabo por combustión seca en un analizador de C / N.

Paso 4. Análisis y resultados que presentan

Después de haber analizado las muestras de suelo por un laboratorio especializado debe comparar la cantidad total de carbono que está en el Biochar-modificado del suelo y conocer la cantidad de suelos que no recibieron el Biochar.

Dado que usted tiene 3 o más repeticiones de cada tratamiento, se puede calcular valores medios para el rendimiento, fósforo disponible, pH, etc., en cada tratamiento como se muestra en la tabla 2, que se presenta a continuación:

Tabla 2. Tabla de ejemplo de comparación de resultados de muestras.

Tratamiento	Reproducir exactamente	rendimiento
Controlar	1	5
Controlar	2	10
Controlar	3	15
	promedio	10
El biocarbón	1	20
El biocarbón	2	15
El biocarbón	3	10
	promedio	15

Tratamiento	Reproducir exactamente	rendimiento
Controlar	1	11
Controlar	2	9
Controlar	3	10
	promedio	10
El biocarbón	1	15
El biocarbón	2	13
El biocarbón	3	17
	promedio	15

Fuente: Major (2009)

Presentar estos datos también gráficamente permite a otros entender rápidamente la idea principal, esto lo puede hacer más fácilmente con ayuda del programa de Office Excel.

Paso 5 (opcional). Difundir los resultados

Compartiendo sus resultados con otras personas o con entidades de experimentación con Biochar contribuye a estudios más detallados sobre la efectividad del Biochar en la fertilidad de diferentes tipos de suelo y demás.

Modelo de transferencia tecnológica adecuado para intervenir a la comunidad de Boquerón

El modelo a implementar es una mezcla del método de interacción sujeto-sujeto, empresa-sujeto y el directo del proveedor-sujeto, llamado

academia-sujeto, y es organizado tomando los factores más importantes y con mejores resultados de cada método individual y adaptado a lo que requiere la comunidad de Boquerón para garantizar óptimos resultados en su aplicación. Resalta en sus características, las humanidades, la inclusión a la mujer y a los jóvenes, y responsabilidad social y ambiental todos en tornos a la idea principal. Este método se ejecuta según lo platea el cronograma (tabla 3), seguido por la descripción de cada una de sus actividades:

Acercamiento a la comunidad

Este acercamiento también fue parte de este propio proyecto y se trata de dar a conocer a ambas partes en términos de cultura, costumbres, actividades económicas, problemáticas sociales, económicas, políticas, ambientales y demás. Esta conexión se llevó a cabo inicialmente por medio de personas en común como docentes de la Fundación Universitaria del Área Andina con influencia laboral cerca de la comunidad y estudiantes del área andina provenientes de la comunidad, esta relación entre las partes es clave a la hora de buscar transferir conocimiento y tecnologías que serán para un fin beneficioso.

Es necesario entender el problema antes de intentar intervenir en él, para ello la comunicación con las partes influenciadas debe ser

Tabla 3. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	PERÍODO:															
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Acercamiento a la comunidad	X	X	X	X												
Conversaciones y conclusiones de cooperación y conocimiento mutuo con agricultores activos de la comunidad.			X	X												
Escuela de campo de agricultura básica y uso del biochar.					X	X	X	X	X							
Dinámicas de empoderamiento de mujeres.					X	X	X									
Dinámicas de concientización de jóvenes.					X											
Ejecución de prácticas agrícolas										X	X	X				
Supervisión de correctas prácticas agrícolas con Biochar																X
Medición de resultados	SEMESTRAL A PARTIR DEL MES 5															

Fuente: Elaboración propia.

constante. Se sugiere que al menos una vez por semanas se realicen conversaciones con la comunidad durante la planeación y ejecución del proyecto a realizar, de esta forma pueden tener más conocimiento del proyecto a ejecutar y sobre los procesos que se llevaran a cabo por ambas partes.

Conversaciones y conclusiones de cooperación y conocimiento mutuo con agricultores activos de la comunidad

Se debe tener en cuenta que el conocimiento es mutuo, y que el ente que quiere intervenir en primera posición es un extraño ante la comunidad, que cada parte tiene una forma de ejecutar sus actividades y que se deben respetar sus maneras de pensar. Para esto la recomendación es buscar relaciones con la comunidad implicada en la ciencia a intervenir o que tienen mayor relevancia en la transferencia como los agricultores de la comunidad quienes serán invitados inicialmente a unas pocas reuniones en las cuales se conocerán técnicas, problemas, hechos y sugerencias a cerca de la agricultura local realizada por estas personas. Esto estará acompañado por dinámicas de participación en torno al uso de suelo, plantas, tiempos, temporadas, etc.

Después de lograr conocer la comunidad se debe plantear puntualmente la estrategia a utilizar, que en nuestro caso es el uso del Biochar en el suelo, esto enfocado en el beneficio e impacto en su economía. Se debe buscar la inclusión y cooperación máxima de esta parte de la comunidad ya que se quiere transmitir conocimientos y tecnologías a utilizar en el proyecto.

Escuela de campo de agricultura básica y uso del Biochar

Como medida para combatir el desempleo en la comunidad se desarrollará una escuela de campo sobre agricultura básica y uso del Biochar a toda la parte de la comunidad mayor de edad que esté interesada en aprender a implementar técnicas agrícolas, dependiendo del número de personas que se inscriban serán divididos en grupos de 30 a 35 personas. Esto sería de mayor aprovechamiento para aquella parte de esta población que nunca ha implementado este tipo de actividad o no conocen nada de ello y también ayudaría a los agricultores actuales a conocer nuevas técnicas que incluyen el uso del Biochar en el suelo para mejores resultados en sus cultivos.

Tener en cuenta que durante toda la ejecución de esta ECA se recomienda contar con la asesoría de un profesional en el área agrícola y debe existir participación activa de la comunidad, en el reconocimiento

y resolución de problemas comunes, planteamiento de nuevas ideas, y ejecución de prácticas agrícolas.

Características de esta ECA

Duración de 40 horas en total: divididas en 8 horas semanales durante 5 semanas, reuniones de socialización de las temáticas preferiblemente realizadas los días sábados y domingos.

Durante estas reuniones se deben implementar dinámicas que lleven a los agricultores a compartir sus conocimientos alrededor de la realización de actividades agrícolas y los problemas con los que se encuentran en medio de la realización de estas actividades.

Se brindará información detallada acerca de los métodos básicos para realizar intervención con Biochar al suelo de Boquerón, según el tipo de cultivo o planta tal como se presenta en el plan de acción detallado en este proyecto.

Se deben realizar prácticas de cultivo de plantas nativas y se deben plantear y acordar un plan de monitoreo activo.

Esta ECA debe incluir un seminario de emprendimiento y liderazgo orientado a la sostenibilidad de sus actividades agrícolas con uso de Biochar.

Dinámicas de empoderamiento de mujeres

Es muy importante para esta comunidad resolver el problema a cerca del que hacer de las mujeres además de las actividades de su hogar cuando no cuentan con estudios técnicos ni universitarios y cuentan con tiempo libre durante el día. Incluir a las mujeres en las actividades agrícolas es una forma de que estas pueden sentirse más capaces y productivas, además del hecho de poder generar productos para el consumo de su hogar y también para la venta. Para ello, además de asistir a una escuela de campo para capacitarse en técnicas de agricultura, es necesario que también se sientan capaces de trabajar y llevar su hogar, por lo que deben asistir a conferencias sobre empoderamiento de la mujer cabeza de hogar, compañera o soltera. Estas conferencias deben ser de alta influencia a esta parte importante de la comunidad por lo que deben estar acompañadas de dinámicas participativas. Se recomienda la realización de 3 conferencias de empoderamiento de la mujer, de 2 a 3 horas de duración, una vez por semana durante 3 semanas en conjunto con la escuela de campo.

Dinámicas de concientización de jóvenes

Otro de las preocupaciones de esta comunidad va dirigida hacia la ocupación actual y el futuro de los jóvenes que en gran mayoría terminan el bachillerato sin intenciones de realizar estudios de educación superior, con la esperanza de resultar trabajando en cualquier puesto, empleados de una de las empresas mineras que se encuentran cerca de su corregimiento, en muchos casos por dificultad económica estos jóvenes resultan desertando del bachiller, y existe mucha preocupación acerca de su ocupación económica para su auto sustento y para sus hogares. Por lo que es necesario incluir entre las actividades a realizar, una conferencia de 2 a 3 horas de duración para concientizar a los jóvenes sobre esta oportunidad de realizar una actividad económica propia que es capaz de generarles un beneficio económico y más. Esta conferencia va dirigida a Jóvenes entre los 18 y 25 años de edad, de ambos sexos y se sugiere la fecha de realización sea durante la semana de iniciación de la escuela de campo. Se propone que esta conferencia incluya realizar una dinámica participativa para conocer las opiniones de los jóvenes asistentes, conocer sus ideas, generar motivación para la ejecución de sus propias actividades agrícolas e invitarlos a asistir a la escuela de campo.

28

Ejemplos de dinámicas

Dinámica de grupo #1

El facilitado deberá inflar globos con preguntas a dentro sobre el tema. NADIE debe quedar si un globo, pero no TODOS deben tener preguntas a dentro.

Luego de entregar los globos, el facilitador deberá decir que los exploten. A las personas que le tocaron preguntas deben responderlas y si lo hace correctamente se les darán un detalle (pueden ser dulces si así lo desea)

Al finalizar la actividad se retroalimentará la finalidad de esta para que no queden vacíos sobre el tema mencionado.

Dinámica de grupo #2

- Se deben realizar unos rompecabezas en hojas de block, las cuales encima tendrán una pregunta sobre el tema. Se recortará el rompecabezas y se meterá en un sobre.

- Luego se pegarán debajo de cinco (5) sillas separadas en el sitio de realización.
- Al finalizar la presentación se les pedirá a las personas que busquen si debajo de sus sillas hay algo. Las personas que encuentren los sobres deben armarse en grupo de cinco (5) personas, las cuales deben ayudarlo a organizar el rompecabezas y ayudarlo a responder la pregunta.
- Al finalizar la actividad se retroalimentará la finalidad de esta para que no queden vacíos sobre el tema mencionado.

Dinámica de grupo #3

- Se armarán en grupo de cinco o más personas si es necesario.
- Se les entregará un papel bond, colores, lápices y marcadores.
- Luego en el papel bond deberán dibujar su corregimiento.
- Al terminar, todos deberán decir cómo les fue con la actividad, cómo se sintieron, qué fue lo que más se les dificultó dibujar, y qué necesitan para que su Municipio empiece a progresar (esta será una oportunidad para que el facilitador los apropie más sobre el proyecto y les haga saber la importancia de la realización de este).
- Al finalizar la actividad se retroalimentará la finalidad de esta para que no queden vacíos sobre el tema mencionado.

Ejecución y supervisión de correctas prácticas agrícolas con Biochar y medición de resultados

Luego de dar por terminadas las actividades mencionadas anteriormente, la comunidad tendrá la oportunidad de llevar a cabo su agricultura con la implementación del Biochar como tratamiento para su suelo, el número de personas que luego de asistir a las anteriores actividades ejecuten actividades agrícolas con Biochar sería el indicador más importante para evidenciar los avances y medir cada una de las etapas propuestas en el plan de intervención del suelo. Después estas prácticas serán supervisadas como verificación de su correcta implementación y para conocer la experiencia de la comunidad ante esta oportunidad. Por último, se recomienda que semestral o anualmente se realice una toma de muestras al suelo agrícola para estudiar su estado y cambios a través del tiempo con la utilización de este tratamiento y del mismo modo se estudiara el beneficio que significo para esta comunidad.

Conclusiones

Las características geográficas y geológicas de la zona en la que se encuentra la comunidad de Boquerón son de mucho interés para el desarrollo de actividades de extracción minera, este tipo de actividades han llevado consigo beneficios y también impactos a esta comunidad en varios aspectos, entre ellos se resaltan problemas en el agua, aire y suelo. Por esta razón se han visto forzados a adaptarse a estas nuevas condiciones, principalmente en aspectos culturales y económicos. El desarrollo de agricultura fue una de las actividades económicas de esta comunidad que más se desarrollaban en el pasado y que aún se desarrolla en mucha menor medida, esto en relación con su problemática ambiental.

Luego de conocer los resultados de laboratorio de muestras del suelo de Boquerón y compararlas con las características de los suelos afectados directamente por minería de carbón a cielo abierto, se pudo concluir que el suelo de Boquerón no está tan afectado como el localizado directamente en la mina, pero tampoco se encuentra en una condición óptima para auto sostenerse en una agricultura de cultivos variados bajo su clima cálido-semiárido. Por lo que la aplicación de un tratamiento para su suelo es necesario al momento de buscar el desarrollo de actividades agrícolas. Así que se propone la utilización de una tecnología llamada Biochar a base de carbón para la biorremediación de su suelo dirigido a estas actividades junto con un plan de intervención al suelo para la implementación correcta de este tratamiento en términos generales y experimentales, planteando pruebas previas del producto con el suelo.

Por último, se plantea un Modelo de transferencia tecnológica y de conocimientos denominado academia-sujeto, que fue organizado tomando los factores más importantes y con mejores resultados una variedad de metodologías de transferencia y adaptado a lo que requiere la comunidad de Boquerón para garantizar óptimos resultados en su aplicación, el cual se utilizaría para acercarse y conocer a toda la población de esta comunidad, presentar el Biochar como una opción para el tratamiento de su suelo, guiarlos sobre sus beneficios ecológicos, económicos y sociales para ellos, capacitarlos y buscar estrategias de sostenibilidad en el tiempo para que por medio de su uso puedan mejorar su calidad de vida.

Este proyecto correspondió al reconocimiento de la necesidad de aplicar un tratamiento de suelos en la comunidad de Boquerón, describió la problemática, argumentó evidencias en base a análisis propios y de diferentes autores, planeó y propuso una intervención a esta co-

munidad con una oportunidad para mejorar su calidad de vida. Queda abierto para la realización de futuros estudios sobre la efectividad de su ejecución y práctica, tanto al Biochar en el suelo como al modelo de transferencia planteado.

Referencias

- Arranz J. (2011). Suelos mineros asociados a la minería de carbón a cielo abierto en España: una revisión. *Boletín Geológico y Minero*, 122(2), 171-186
- Carballo B. (2013). *Definiendo el alcance de una investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa*. Recuperado de <https://pensamientosistemasaplicado.blogspot.com/2013/03/definiendo-el-alcance-de-una.html>
- CEGESTI, Velásquez, G. y Medellín, E. (2005). *Manual de transferencia y adquisición de tecnologías sostenibles*. San José, Costa Rica: CEGESTI.
- Cotler, H. y Cuevas M. (2017). *Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México*. Fundación Río Arronte, I.A.P. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.
- Díaz, L., Arranz, J. y Peñuela, G. (2013). Caracterización físico-química y mineralógica de suelos en zona carbonífera del Cesar, Colombia. *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 38(1), 42-47
- Díaz, L., Arranz, J. y Peñuela, G. (2017). Characterization and Potential Use of Biochar for the Remediation of Coal Mine Waste Containing Efflorescent Salts. *Sustainability*, 9(11), 2100. <https://doi.org/10.3390/su9112100>
- Díaz L. y Perez J. (2018). *Caracterización de los suelos en los municipios de La Jagua de Ibirico y Becerril centro del departamento del Cesar*.
- Floriańczyk, Z., Janc, K. & Czapiewski, K. (2012). The importance and diffusion of knowledge in the agricultural sector: The Polish experiences. *Geographia Polonica*, 85(1), 45-56.
- García, F., Aguilera, C. y Catalán, P. (2016). Dinámicas de transferencia tecnológica en una universidad pública regional. El caso de la Universidad del Bío-Bío. *Nova Scientia*, 8(16), 331-351. <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203345704017.pdf>
- Garzón, J., Rodríguez, J. y Hernández, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Universidad y Salud*, 19(2), 309-318. <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171902.93>
- IGAC. (2019). *Geoportal, Datos Abiertos Agrología*. [Página web]. Recuperado de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>
- Major, J. (2009). *A Guide to Conducting Biochar Trials*. Ver. 1.1. Recuperado de <https://www.Biochar-international.org>

- Revista Agunkuya, 8(2). Recuperado de <http://revia.areandina.edu.co/ojs/index.php/Cc/article/view/1241>
- RCNRadio. (2013). Boquerón, corregimiento del Cesar que espera reasentamiento. Recuperado de <https://www.rcnradio.com/colombia/boqueron-cesar-un-corregimiento-en-espera-de-reasentamiento-88634>
- Rudas, G. (2014). *La minería de carbón a gran escala en Colombia: impactos económicos, sociales, laborales, ambientales y territoriales*. Bogotá (Colombia). Fiedrech-Ebert-Stiftung.
- Schilling, M. (2008). *Dirección estratégica de la innovación tecnológica*. Madrid: McGraw Hill.
- Van Stam, G. (2013). Information and Knowledge Transfer in the rural community of Macha, Zambia. *The Journal of Community Informatics*, 9(1). Recuperado de <http://ci-journal.net/index.php/ciej/article/view/871/979>.
- Weatherspark. (2019). *El clima promedio en La Jagua de Ibirico Colombia*. [Página web]. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/24419/Clima-promedio-en-La-Jagua-de-Ibirico-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>
- Wikipedia. (2019). *Transferencia tecnológica*. [Página web]. https://es.wikipedia.org/wiki/Transferencia_tecnol%C3%B3gica, fecha de acceso 24/05/2019).