

Cuadernos de semilleros de investigación

Vol. 6 No. 1 Enero - Diciembre de 2020 e-ISSN: 2619-1806



UNIAGRARIA
LA U VERDE DE COLOMBIA

REVISTA CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Vol. 6 No. 1

Enero - diciembre 2020

Vicerrectoría de Investigación

Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA

ISSN: 2619-1806

Director

Dr. Álvaro Mauricio Zúñiga Morales

Vicerrector de Investigación

Dr. Emiro Martínez Jiménez

Consejero

Dr. Álvaro Ramírez Rubiano

Consejero

Editor

MSc Nora Milena Roncancio Parra

Directora Departamento de Investigación
Formativa

Comité Editorial

Dra. Raquel Conto López

Dr. Juan Carlos Ruiz Urquijo

Dra. Nora Milena Roncancio Parra

Rector

Dr. Jorge Orlando Gaitán Arciniégas

Vicerrector de Formación

Dr. Jorge Arturo Torres Escobar

Secretario General

Dr. John Jairo Guarín Rivera

Diseño

Laura García Tovar

Corrección de estilo

María Camila Remolina

ISSN: 2619-1806

2020 - Fundación Universitaria Agraria de
Colombia -UNIAGRARIA
Bogotá D.C - Colombia

Consejo Superior

Dr. Álvaro Zúñiga García

Presidente

Dra. Teresa Arévalo Ramírez

Consejera

Dra. Teresa Escobar de Torres

Consejera

Dr. Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Consejero y Rector

Dr. Héctor Jairo Guarín Avellaneda

Consejero

Concepto Gráfico, Composición e Impresión

Entrelibros E-book Solutions

www.entrelibros.co



Cuadernos de Semilleros de Investigación by Universidad Agraria de Colombia – Uniagraria is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercialCompartirIgual 4.0 Unported License.

La publicación 'Cuadernos de Semilleros de Investigación' es producto de la Universidad Agraria de Colombia -Uniagraria-bajo el ISSN: 2619-1806, en idioma español. Es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC).

ÍNDICE

Editorial

Nora Milena Roncancio Parra

Directora Departamento de Investigación Formativa

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

5

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE CARBÓN PARA POSIBLE USO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

CHARACTERIZATION OF COAL RESIDUES FOR POSSIBLE USE
AS CONSTRUCTION MATERIAL

8

Felipe Alba, Juan Sebastian Medina, Carol Juliana Ramirez

ESTUDIO DE LA DISMINUCIÓN DE PLOMO EN SOLUCIÓN POR LA MICROALGA CHLORELLA VULGARIS

STUDY OF THE REDUCTION OF LEAD IN SOLUTION BY THE MICROALGAE
CHLORELLA VULGARIS

19

Laura Marcela Barrera, G., Manuela Barrero, E., Karen Lorena, Gómez, A.,
Juan Carlos, Sanabria, M.

INVESTIGACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE TIERRAS EN LA VEREDA ALTAMIRA DE SAN MARTIN META, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

RESEARCH AND USE OF LAND IN THE VILLAGE OF ALTAMIRA DE SAN MARTIN META,
BY MEANS OF THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE FOR MOBILE DEVICES.

33

Jaime Audi Rodríguez Barrera.

PERSPECTIVA AMBIENTAL POR AFECTACIONES AGRÍCOLAS EN EL RIO SUBACHOQUE

ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE DUE TO AGRICULTURAL EFFECTS
ON THE SUBACHOQUE RIVER

48

Daniela Barrera Beltrán, David Alejandro Gómez Jiménez, Mauricio Daniel Zapata Ruiz,
Yuris Paola Sierra Cantillo, Karen Michelle Wagner Molina

**ESTEROLES EN LA LECHE BOVINA Y SU POTENCIAL PARA DISMINUIR
RIESGOS DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES EN HUMANOS:
REVISIÓN PRELIMINAR Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

*STEROLS IN BOVINE MILK AND THEIR POTENTIAL TO REDUCE RISKS
OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN HUMANS: PRELIMINARY REVIEW
AND RESEARCH PERSPECTIVES*

60

*Carlos Gabriel Garcés, Andrea Yorginna Cortes, Edwin Gerardo Parra, Jenny Esperanza
Parra, Yurany Teresa Ortiz, Fredy Armando Aguilar*

GUÍA PARA LOS AUTORES

66

EDITORIAL

Nora Milena Roncancio Parra¹

Esta publicación es algo especial, ya que se gesta en el marco de la pandemia por el virus COVID-19. Lo cual obligó a repensar, no solo la forma de enseñar, sino también de investigar y en el caso de la formación, repensar el cómo se forma para la investigación. Esta nueva realidad llevó a reflexionar si las estrategias, que, hasta ese momento, la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria) estaba implementando serían igual de funcionales y permitirían mantener la atención de los estudiantes.

Especialmente la estrategia de los Semilleros de Investigación, caracterizada por la interacción docente-estudiante de forma presencial, que por su naturaleza siempre fue presencial en el escenario educativo de Uniagraria y se puso a prueba gracias al confinamiento decretado, no solo en Colombia, sino a nivel mundial.

Lo primero que se cuestiona es si con la enseñanza, ahora mediada por la necesidad, los estudiantes estaban en la capacidad de atender; además de sus clases regulares, al espacio del semillero, que, aunque ya tenía aula virtual, ésta no hacía parte del habitus de formación estudiantil. En este sentido, apoyados por la plataforma *Teams* se abre un canal para cada semillero por parte de los docentes que los lideran, con el propósito de no perder la comunicación y poder continuar el desarrollo de los planes de trabajo diseñados para alcanzar el desarrollo de las competencias investigativas, que son la carta de navegación de los docentes que orientan esta estrategia de formación para la investigación.

Hasta el año 2020 eran 13 los semilleros existentes, recordando que según el acuerdo 901 del 2018, cada programa mantendría un solo semillero en el que participan estudiantes y docentes que proyectan a su vez iniciativas investigativas, articuladas a las líneas de investigación de cada programa académico.

¹ Directora Departamento de Investigación Formativa, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

En el transcurso de la pandemia los estudiantes se mantuvieron firmes en el proceso de participación de los semilleros de investigación, es así como para julio 2020 hacían parte 312 estudiantes y para el segundo período académico 751 estudiantes, duplicando la participación estudiantil, siendo este un indicador de que la mediación contribuyó a evitar la deserción estudiantil de los estudiantes en los semilleros y permitió, no solo mantener, sino incrementar el número de estudiantes de la Red Uniagraria.

Es así como producto de la masiva participación, durante un año tan difícil para todos, se logra gestar la presente publicación en su vol 6. Donde se reúnen 6 artículos que visibilizan la producción intelectual de nuestros semilleros. Es así, como el primer texto, denominado *“Caracterización de residuos de carbón para posible uso como material de construcción”* del semillero SEMICFA del programa de ingeniería civil, muestra las posibles capacidades que podrían tener los desechos que dejan la explotación de minas de carbón, esto con el fin de reducir la presión ejercida al medio ambiente.

El segundo artículo bajo el nombre *“Estudio de la disminución de metales pesados causado por la microalga Chlorella Vulgaris”* del semillero en Contexto y Conciencia Ambiental del Departamento de Ciencias Básicas, permite reconocer las características necesarias que requiere el cultivo, su capacidad de retención de plomo y el planteamiento a futuro de posibles pruebas para la descontaminación de aguas que contengan otros metales pesados.

El tercer texto se denomina *“Caso estudio para investigación y aprovechamiento de tierras en la vereda Altamira de San Martín, Meta mediante implementación de Software para dispositivos móviles”*, del semillero de investigación Sembrando Ciencia e Innovación, del programa de ingeniería industrial, cuyo objetivo se focalizó en elaborar una propuesta de mejora en el proceso de caracterización de predios en la vereda Altamira del municipio de San Martín (Meta), mediante herramientas tecnológicas.

Un cuarto documento bajo el nombre *“Perspectiva ambiental por afectaciones agrícolas en el río Subachoque”*, del semillero de investigación Derecho, Ruralidad y Ambiente, del programa de derecho, tiene como propósito mitigar la contaminación frente al recurso hídrico regional que atraviesa los dos municipios participantes.

El quinto artículo nombrado como *“Esteroles en la leche bovina y su potencial para disminuir riesgos de enfermedades cardiovasculares en humanos”* del semillero de investigación en Ciencias Animales del programa de zootecnia, revisa el efecto benéfico del consumo de esteroles vegetales en términos de reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, con miras a formular perspectivas de investigación en torno a los sistemas de producción de leche en Colombia.

Los textos presentados son el resultado de un largo proceso en que los investigadores noveles, que son estudiantes de programas de pregrado de Uniagraria, se forman en el desarrollo de competencias investigativas, disciplinares y genéricas, que les permiten apropiarse del objeto investigado y divulgarlo mediante diferentes escenarios, uno de ellos Cuadernos de Investigación.

Complace en verdad saber que la pandemia no ha sido un obstáculo predominante para que los estudiantes se continúen motivando a la formación investigativa y logren terminar sus iniciativas de investigación, que les representa a su vez la oportunidad de cumplir con el requisito de grado para efectos de terminación de sus estudios.

Bienvenido el uso de las tecnologías en los procesos de enseñanza, ya que han permitido mediar y mantener la chispa de la investigación.

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DE CARBÓN PARA POSIBLE USO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

CHARACTERIZATION OF COAL RESIDUES FOR POSSIBLE USE AS CONSTRUCTION MATERIAL

Felipe Alba¹
Juan Sebastian Medina¹
Carol Juliana Ramirez¹
Efraín Casadiego²

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es mostrar las posibles capacidades que podrían tener los desechos que dejan la explotación de minas de carbón, esto con el fin de reducir la presión ejercida al medio ambiente. En el caso específico de esta investigación, se quiere llegar a utilizar estos desechos para la elaboración de asfalto y utilizarlo en ciertas zonas de Colombia con difícil acceso por la complejidad del terreno y costos de construcción.

Se analizaron los estudios realizados en una planta térmica de energía ubicada en Nueva Delhi, India, esta produce unos desechos de carbón los cuales son almacenados sin darles ningún uso y convirtiéndolos en un riesgo ambiental para la zona. Entre los ensayos que se realizaron, se crearon capas flexibles de pavimento dando unos resultados favorables en ciertas condiciones.

Palabras claves: carbón, residuos, minería, pavimento.

ABSTRACT

The objective of this research is to show the possible capacities that the waste left by the exploitation of coal mines could have, this in order to reduce the pressure exerted on the environment. In the specific case of this research, the aim is to use this waste for the production of asphalt and to use it in certain areas of Colombia that are difficult to access due to the complexity of the terrain and construction costs.

¹ Estudiantes del Semillero de investigación en ingeniería civil y fenómenos Ambientales SEMICFA del programa de Ingeniería Civil de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

² Líder Semillero de Investigación en ingeniería civil y fenómenos ambientales SEMICFA del programa de ingeniería civil. Contacto: casadiego.efrain@uniagraria.edu.co

The studies carried out in a thermal power plant located in New Delhi, India, were analyzed. This plant produces coal waste which is stored without any use and thus, turning it into an environmental risk for the area. Among the tests that were carried out, flexible pavement layers were created, giving favorable results in certain conditions

Keywords: Coal, waste, mining, pavement

INTRODUCCIÓN

La falta de conciencia ambiental por parte de algunas personas nos ha llevado, en los últimos años, a pensar en la optimización de los recursos y en el uso de los desechos que dejan prácticas como la explotación minera. Esto, ya que a pesar de que la minería es necesaria para la humanidad, puesto que ella nos proporciona recursos energéticos muy necesarios para las comunidades, la falta de ética por parte de las empresas hace que sea una práctica no muy bien aceptada por la sociedad. Más aun, en un país como Colombia el cual es identificado por ser el país de América Latina con mayores reservas de carbón. La explotación de este mineral representa el 47 % de la actividad minera en el país, alcanzando el 1 % del producto interno bruto, asimismo es una fuente generadora de divisas y empleo (UPME, 2005). El 90 % de la extracción de este mineral se realiza en los departamentos del Cesar y La Guajira, donde se encuentran las principales empresas como Drummond, Xtrata o BHP- Billiton, el porcentaje restante de la extracción se realiza en zonas de Córdoba, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia y Valle del Cauca (ANM, 2013).

Sin embargo, la extracción de este mineral genera impactos irreversibles en el medio ambiente, debido a que no el cien por ciento del material extraído es aprovechable y comercializado, sino que muchas veces es desechado de manera inadecuada, generando problemas como la esterilización del suelo, la contaminación

de las fuentes de agua y el incremento de partículas en el aire, afectando la salud y calidad de vida de los habitantes aledaños al sector donde se realiza el proceso de extracción.

La disposición inadecuada de los residuos inertes genera graves afectaciones en la fauna, la flora y en el ser humano, generando una gran contaminación en el aire pues pequeñas partículas del mineral son emitidas a la atmosfera que, a su vez, tienen graves efectos en la salud de las personas. Este material articulado, al viajar por la atmosfera, entra en contacto con cuerpos de agua afectando las fuentes hídricas y causando daños en el subsuelo, lo que desencadena problemas de fertilidad y pérdida de nutrientes en el suelo.

EL CARBÓN COMO MINERAL APROVECHABLE

El carbón es un mineral el cual está compuesto principalmente por carbono, hidrogeno, nitrógeno, oxígeno y azufre, originándose en las transformaciones físicas y químicas de grandes acumulaciones vegetales depositadas en ambientes palustres (pantanos), lagunares o deltaicos. Una de las clasificaciones más aceptadas para el carbón corresponde a la *American Society for Testing and Materials* (ASTMD-388- 777), quien lo divide en cuatro clases según las propiedades referidas a la composición de los vegetales y las condiciones de presión y temperatura a que fueron sometidas durante su formación (UPME, 2005) (tabla I).

Tabla 1.
Clasificación de los carbones

Tipo	Carbono fijo (%)	Material volátil (%)	Contenido humedad (%)	Poder calórico (Btu/lb)	Poder Calórico (MJ/kg)	Poder Calórico (kcal/kg)
Antracita	86-98	1	<15	>14.000	>32,6	>7.780
Bituminoso	45-86	32	15-20	10.500 –	24,5 –	5.800 –
				14.000	32,6	7.780
Subbituminoso	35-45	50	20-30	7.800 –	18,2 –	4.300 –
				10.500	24,5	7.780
Lignito y Turba	25-35	96	> 30	4.000 –	9,3 – 18,2	2.200 –
				7.800		4.300

(Fuente: Tomado de UPME, 2005)

Antracita: es también conocido como carbón duro, con un contenido elevado de carbono y un gran poder calorífico, por lo cual es usado como combustible en generación de calor o vapor en la industria térmica y siderúrgica, también se puede usar en la fabricación de goma sintética, colorantes y filtros para purificación de agua.

Bituminoso: posee un menor contenido de carbono y menor poder calorífico, se conoce como carbón coquizable, el cual es usado en procesos de obtención del acero y carbones térmicos usados en la producción de vapor para la generación de energía.

Subbituminoso: contiene un menor poder calorífico que los bituminosos, es empleado en la generación de energía eléctrica y en procesos industriales.

Lignito y turba: son carbones con alta humedad y alto contenido de ceniza y de materia volátil, por lo que tienen un bajo poder calorífico. Son usados para la generación de calefacción, energía eléctrica y para la fabricación de briquetas para quemarlas en hornos. El proceso de la extracción del carbón está dividido por etapas y en cada una de ellas se van generando diversos residuos de los cuales podemos destacar por proceso:

- **Exploración:** reservas y calidades
- **Explotación:** desarrollo y montaje, preparación y producción.
- **Beneficio:** clasificación y lavado del carbón.
- **Transformación:** en la producción de coque y otros procesos
- **Transporte, comercialización, distribución y usos.**

EXPLORACIÓN

Para la extracción de este mineral se inicia por la etapa de exploración que consiste en la búsqueda del yacimiento carbonífero cuyas condiciones geológicas, tales como potencialidad y calidad, serán valoradas. La calidad del carbón se determina por sus propiedades físicas y químicas, para así definir su posible uso, estas propiedades son la humedad, cenizas, materias volátiles, carbono fijo, azufre total y poder calorífico (UPME, 2005). En la cordillera oriental de Colombia se encuentran los mejores carbones bituminosos para uso térmico y metalúrgico, junto con carbones antracitas, tanto para el consumo interno como de exportación (UPME, 2005). En esta etapa se generan residuos como suelos que son removidos para los respectivos análisis del mineral, los cuales no tienen una disposición adecuada puesto que solo se apilan cerca al proyecto, generando un impacto negativo en el ambiente (Gamboa, 2015).

EXPLOTACIÓN

Luego de la etapa de exploración se da paso a la explotación, en la cual se ejecuta la delimitación de las áreas a intervenir, vías de acceso y obras de infraestructura y la extracción o producción de la mina, esto por diferentes métodos y sistemas de explotación debido a las condiciones del yacimiento carbonífero.

BENEFICIO

Esta es la etapa donde se ejecutan las actividades y operaciones necesarias para mejorar las condiciones físicas del mineral de acuerdo con su uso, entre las principales actividades podemos destacar:

- **Separación:** se dividen los carbones con cualidades diferentes dispuestos en mantos o vetas contiguas, esto se realiza dentro de la mina.
- **Selección o clasificación manual:** sustracción manual de rocas adyacentes, intercalaciones al manto o impurezas que puedan acompañar el carbón al ser extraído de la mina.
- **Trituración y quebrantamiento:** reducción de las dimensiones de los fragmentos de carbón extraído como parte de una clasificación más útil
- **Tamizado o clasificación por tamaño**
- **Lavado:** disminución del porcentaje de cenizas e impurezas para minimizar impactos ambientales en la combustión del carbón.
- **Secado:** calentamiento mecánico del carbón para disminuir la humedad.
- **Mezcla de carbones:** para cumplir con requisitos del mercado (UPME, 2005).

TRANSFORMACIÓN

Son las operaciones fisicoquímicas o metalúrgicas para obtener un producto comercializable, como la destilación para producir coque, gas, amoníaco y brea, entre otros.

TRANSPORTE

El carbón usualmente es transportado desde la mina en volquetas de 10 toneladas, deblotroques y tractomulas, cables aéreos y vías férreas; es llevado a patios de acopio, plantas de beneficio, consumidores internos y a puertos de embarque para su posterior exportación.

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN COLOMBIA

La explotación de productos mineros como el carbón, níquel o gas natural, si no se efectúan como es debido, causan negativos impactos ambientales irreversibles. Según un estudio hecho por el Instituto Nacional de los Recursos Naturales (Inderen), el impacto ambiental que causa la explotación minera es grande. Las transformaciones que causan al medio ambiente inciden en los recursos hídricos, geológicos, biológicos, atmosféricos y socioeconómicos. Algunas de esas consecuencias son prevenibles, pero otras no pueden evitarse.

En el campo geológico se producen cambios topográficos y geomorfológicos debido a la remoción de las capas superficiales del terreno. La inestabilidad de los terrenos, al dejar las formaciones rocosas al descubierto, puede ocasionar el desencadenamiento de fenómenos erosivos.

También se produce un aceleramiento de los procesos de resquebrajamiento de la roca con separación de las partes y fallas en las unidades rocosas por el uso de la dinamita.

En el campo biológico, el impacto sobre los bosques naturales y la contaminación del agua ocasionan la pérdida de recursos y especies en peligro de extinción. Paralelamente, la construcción de vías y oleoductos para sacar el producto explotado produce alteración de suelos, fauna y flora en todos los ecosistemas, por lo que necesariamente tienen que pasar; por ende, se puede presentar contaminación por derrames no previstos o accidentes causados por descuido o de

manera intencional. Asimismo, se genera contaminación visual o gaseosa por las emisiones de gases o escape del polvillo en el caso del carbón, que es transportado desde las zonas de producción hasta los puertos de exportación, vía terrestre.

Según un estudio hecho en la región por el Consejo Regional de Planificación de la Costa Atlántica (Corpes), aún no se tiene conciencia del valor de los recursos para su uso interno, así como tampoco se ha conseguido una conciencia ecológica que permita desarrollar la minería a gran escala disminuyendo el impacto ambiental.

Para evitar que estos problemas se sigan presentando, el Ministerio del Medio Ambiente dijo que no se dará vía libre a ningún tipo de proyecto de desarrollo sin previo estudio de impacto ambiental ni sin la licencia que le amerite la realización de tales explotaciones. Del mismo modo, las poblaciones que conviven en estas regiones sostienen que las empresas deben hacer un esfuerzo mayor para evitar que se sigan deteriorando los recursos naturales.

El suelo sufre un gran impacto por la remoción y pérdida de suelo al realizar las excavaciones, la desestabilización de Taludes que, produce esta remoción y la contaminación de este al depositar material sobre él. Además de generarse efectos en cadena, ya que al contaminar el suelo se afecta directamente a la flora y fauna del entorno, por tanto, se alteran los factores bióticos y abióticos del ecosistema y se producen también cambios en el uso del suelo e impacto en el paisaje, y en algunas ocasiones, afectación al patrimonio cultural. Es de resaltar que esta actividad genera impacto en el componente social con la generación de empleo y movimiento de la economía del sector y la población.

REFERENTES TEÓRICOS

Es importante revisar investigaciones previas, nacionales e internacionales, sobre la extracción, impactos y reutilización de carbón para agregados de construcción.

Referente internacional

La mina invierno es la más grande a cielo abierto en Chile y, además, aporta parte de la energía del país. Sin embargo, los habitantes colonos de la isla están enojados porque nunca se les tuvo en cuenta con la participación, ya que todo lo que ellos pidieron fue, en su mayoría, negado y se creó la mina así los residentes se rehusaran.

Son tres consensos que caracterizan la escena sociopolítica de Chile, estos son el privilegio de minería sobre otras actividades, la fe perenne en las economías de combustibles fósiles como una oportunidad para el desarrollo en la región de Magallanes y la necesidad nacional de más energía.

En 2010, Mina Invierno presentó el proyecto al sistema de evaluación ambiental, para la explotación de la mina a cielo abierto, que fue aprobado en 2011 por el comité de los ministerios. La mina fue situada en el extremo oriental de la isla, cerca del canal que conecta la isla con el continente. Las familias residentes en Isla Riesco organizaron una resistencia tan pronto como se enteraron de la existencia del proyecto minero, y sus consecuencias. El rechazo al proyecto minero no estaba muy equivocado; este creció a medida que los expertos dieron más detalles sobre sus impactos, a las personas les generó una gran preocupación debido a que el

proyecto iba ser de minería a cielo abierto, lo cual podría generar impacto en el estilo de vida de los isleños. En primer lugar, se creó la organización “Comunidad para el Desarrollo Sostenible de Río Verde”, integrada por los ciudadanos de Isla Riesco que crearon la Alerta de Isla Riesco (AIR) que implica una organización local y la gente de todo el país, cuyo objetivo era proteger Isla Riesco, asegurar el desarrollo sostenible basado en el respeto a las dimensiones ambientales, sociales y económicas.

Desde su fundación, el movimiento ha trabajado para difundir y hacer visibles los impactos ambientales, sociales y económicos de la minería de carbón a cielo abierto en la isla, así como en otras comunidades, creando conexiones con las comunidades afectadas por la minería del carbón en Chile y el mundo. El grupo ha desarrollado diferentes estrategias a nivel local, regional, nacional e internacional, incluyendo: la participación en el proceso de EAE (introdujeron más de 1,400 comentarios al mar presentado por la empresa), acciones legales (presentación de exhibición personal y de reclamos administrativos), estudio realizado por científicos y profesionales, difusión a través de spots y documentales de televisión, y creación de redes comunitarias con el fin de llegar a los políticos. El movimiento de aire sostiene que la extracción de carbón (destinado a alimentar las centrales termoeléctricas de energía eléctrica) es negativo para el país. AIR está compuesto por personas y familias con recursos y redes, sin embargo, no encaja en la categoría de muy adinerados. Son profesionales (médicos, periodistas, psicólogos, ingenieros agrónomos) que pueden movilizar sus redes sociales y explicar las cosas con claridad, pero que

no pertenecen a las redes de energía. No obstante, no pudieron detener el proyecto de ser aprobado.

Otra investigación para destacar es una sobre estudios que se han realizado y demuestran las diferentes opciones que se tienen para dar un uso a los residuos inertes, generados en la extracción del carbón. Calstar, empresa estadounidense, realiza ladrillos ecológicos a partir de la ceniza generada en centrales termoeléctricas de carbón, con una duración de cocción menor a 12 horas y disminución de gases efecto invernadero (El Mundo, 2009). En las minas de carbón de Jerada, en Marruecos, también se están implementando actividades de reciclaje y reutilización de más de 134,482 millones de toneladas

de residuos de carbón (Taha *et al.*, 2016), con un alto grado de calidad y resistencia. Finalmente, la Universidad Nacional, sede Manizales, realizó un estudio en 2015 acerca de la utilización de residuos de la extracción de carbón junto con desechos plásticos para obtener materiales (Triviño y Gil, 2015).

Referente nacional

Otra investigación muy importante es una realizada en la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria), la cual presenta una caracterización de los residuos sólidos producidos en lámina de carbón carboveva, dicha información se puede encontrar resumida en la tabla 2 y la ilustración 1.

Tabla 2.

Cantidades por mes de residuos generados

Residuo	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Orgánicos	400	3
Chatarra	600	4
Estéril	12 167	88
Llantas	120	1
Cartón	50	0,4
Madera	450	3
No reutilizables	10	0,1
TOTAL	13 797	100

Fuente: Formulación del plan integrado de manejo de residuos sólidos en la mina de carbón Carboveva en el municipio de Cucunubá, Departamento de Cundinamarca (Manquillo y Gómez, 2016)

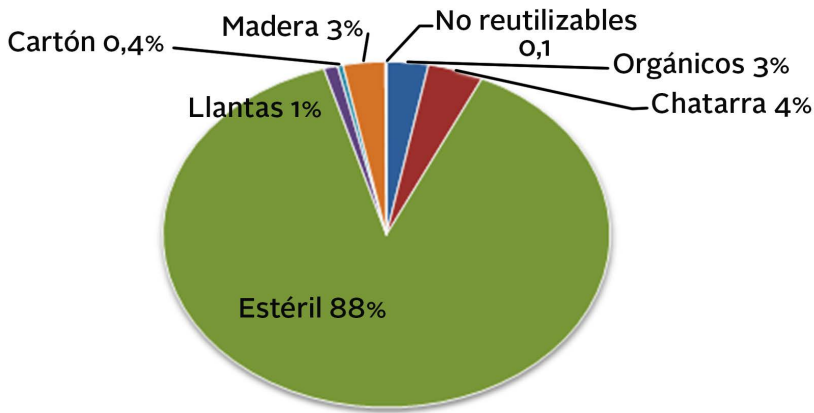


Ilustración 1.

Porcentaje de residuos sólidos que produce por mes la mina de carbón Carboveva

Fuente: formulación del plan integrado de manejo de residuos sólidos en la mina de Carbón Carboveva en el municipio de Cucunubá, Departamento de Cundinamarca (Manquillo y Gómez, 2016)

Si se analiza la información proporcionada se puede observar que la mayoría de los residuos cumplen siendo de tipo estéril, los tipos son variados, por ejemplo, se pueden encontrar de capa superficial, de suelo y de rocas encajantes. De todas las muestras presentadas se toman 5 tipos de muestras para su respectiva caracterización y determinación de su posible uso (tabla 3).

Como propuesta de uso frente a esta información, se concluyó que los residuos estériles cumplen ciertas condiciones para el uso en muros de contención o para uso de su base granular en la construcción de vías (Gómez & Manquillo, 2016).

RESULTADOS

Como se presentó previamente, en todos los estudios descritos muchos de

los desechos que deja esta práctica son de tipo estéril, que, bajo ciertos criterios, se pueden usar en construcción como agregado, o también puede ser usado para elaborar *Clinker*, esto con el fin de hacer una reducción de costo, manteniendo la calidad necesaria. Otro posible uso según los estudios revisados es la de elaboración de ladrillos cocidos, de características menores a los convencionales, pero con beneficios según sea el caso. Todo esto nos indica que la cantidad de alternativas que se le pueden dar a los desechos estériles, ayudan a mitigar un poco el impacto al medio ambiente.

CONCLUSIONES

La minería es una de las industrias que más generan impacto en el medio ambiente, afectando las fuentes hídricas cercanas a la

Tabla 3.

Muestras tomadas de la mina de carbon Carboveva

PUNTO	N° DE MUESTRA	COORDENADA N	COORDENADA W	DESCRIPCIÓN	USO DEL MATERIAL
1	1	5° 14,2' 15,2"	13° 48' 1,3"	Color negro brillante a opaco, textura lisa, tamaño mediano a pequeño	Sisco o peña, material susceptible de aprovechamiento.
1	2	5° 14,2' 15,2"	13° 48' 1,3"	Color negro a gris opaco, textura rugosa, tamaño pequeño a granular.	Sisco o peña, material susceptible de aprovechamiento.
2	3	19° 8' 42"	74° 0' 14"	Color amarillo ocre y arena, textura rugosa, tamaño mediano hasta tamaños granulares.	Aprovechable como material de construcción en las obras de la mina
3	4	19° 8' 42"	74° 0' 14"	Color negro brillante, textura lisa, tamaño grande.	Material usado para la venta
4	5	19° 8' 42,6"	74° 0' 14"	Color madera clara, textura grano mediano, tamaño mediano	Desecho a la naturaleza

Fuente: formulación del plan integrado de manejo de residuos sólidos en la mina de Carbón Carboveva en el municipio de Cucunubá, Departamento de Cundinamarca (Manquillo y Gómez, 2016)

zona de explotación, dañando el suelo y el subsuelo, generando así un cambio en los factores bióticos y abióticos del ecosistema, aun sabiendo que este impacto puede ser minimizado con la implementación de estrategias de reutilización de los residuos en las actividades de construcción, implementándolo como relleno.

Es de gran importancia socializar con los encargados de las industrias mineras, haciendo énfasis en las actividades de sostenibilidad para la extracción de carbón, las cuales se pueden implementar con el uso y disposición correcto de las materias inertes, generadas por la actividad de extracción, minas o entre otras industrias.

La clasificación y caracterización de los residuos que son producidos por las actividades de extracción de carbón, puede generar un referente para establecer los posibles usos o aplicaciones que se le pueden dar. Un análisis de granulometría y resistencia al desgaste y a la abrasión, nos muestra que puede ser usado como material de relleno y otros estudios demuestran que puede ser usado como agregado para la elaboración de ladrillos ecológicos.

REFERENCIAS

- zona de explotación, dañando el suelo y el subsuelo, generando así un cambio en los factores bióticos y abióticos del ecosistema, aun sabiendo que este impacto puede ser minimizado con la implementación de estrategias de reutilización de los residuos en las actividades de construcción, implementándolo como relleno.
- Es de gran importancia socializar con los encargados de las industrias mineras, haciendo énfasis en las actividades de sostenibilidad para la extracción de carbón, las cuales se pueden implementar con el uso y disposición correcto de las materias inertes, generadas por la actividad de extracción, minas o entre otras industrias.
- La clasificación y caracterización de los residuos que son producidos por las actividades de extracción de carbón, puede generar un referente para establecer los posibles usos o aplicaciones que se le pueden dar. Un análisis de granulometría y resistencia al desgaste y a la abrasión, nos muestra que puede ser usado como material de relleno y otros estudios demuestran que puede ser usado como agregado para la elaboración de ladrillos ecológicos.
- ## REFERENCIAS
- Agencia Nacional de Minería (2013). Carbón (ANM). <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/carbon.pdf>
- EL Mundo (6 de octubre de 2009). Las emisiones de CO2 se reducirán un 3% en 2009 por la crisis económica. <https://www.elmundo.es/elmundo/2009/10/06/ciencia/1254816796>.
- html#:~:text=Las%20emisiones%20mundiales%20de%20CO2,de%20la%20Energ%C3%ADa%20(AIE).
- Gamboa García, D. (2015). Valoración de impactos ecológicos por minería de oro en río Guabas, Valle del Cauca, Colombia. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 6(2), 243 - 254. doi: <http://dx.doi.org/10.22490/21456453.1420>
- Manquillo, D. P. & Gómez. (2016). Formulación de Plan Integrado De Residuos Sólidos en la Mina de Carbón Carboveva En El Municipio de Cucunuba, Departamento de Cundinamarca. Proyecto de Grado de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia
- Taha, Y., Benzaazoua, M., Hakkou, R. and Mansori, M. (2016). Natural Clay Substitution by Calamine Processing Wastes to Manufacture Fired Bricks. Journal of Cleaner Production, 135, 847-858. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.200>
- Triviño, M. d., & Gil, E. (2015). Utilización de los residuos de la extracción del carbón y del proceso de coquización junto con desechos plásticos, como alternativa de obtención de materiales. Energética, 46, 85-95. https://revists.unal.edu.co/index.php/energetica/article/viewFile/51901/n46_a9_519V2
- UPME. Unidad de Planeación Minero Energética. (2005). La Cadena del Carbón. Subdirección de Planeación Minera. Bogotá, Colombia. http://www.upme.gov.co/docs/cadena_carbon.pdf

ESTUDIO DE LA DISMINUCIÓN DE PLOMO EN SOLUCIÓN POR LA MICROALGA *CHLORELLA VULGARIS*

STUDY OF THE REDUCTION OF LEAD IN SOLUTION BY THE MICROALGAE *CHLORELLA VULGARIS*

Laura Marcela, Barrera, G.¹

Manuela, Barrero, E.²

Karen Lorena, Gómez, A.³

Juan Carlos, Sanabria, M.⁴

RESUMEN

Se determinó la capacidad de retención del plomo (Pb^{2+}) en solución debido a la presencia de la microalga *Chlorella vulgaris*, planteando así un posible método de biorremediación para aguas contaminadas con este metal pesado. Inicialmente se determinaron las condiciones óptimas para generar el adecuado cultivo de la microalga en el laboratorio de química. Luego, se contaminaron muestras acuosas de la microalga y se procedió a cuantificar el cambio en la concentración del metal pesado en dichas soluciones a través de la formación de un complejo coloreado del plomo con ditiocarbazona, el cual fue medido usando espectrofotometría UV-Vis. Finalmente, analizando los resultados obtenidos se logra optimizar las condiciones que requiere el cultivo, se determina una máxima disminución en la concentración del 49 % y se plantea la proyección de este método como una propuesta para la descontaminación de aguas que contengan otros metales pesados. .

Palabras claves: espectrofotometría, plomo, *Chlorella Vulgaris*..

ABSTRACT

The retention capacity of lead (Pb^{2+}) in solution was determined due to the presence of the *Chlorella vulgaris* microalgae, presenting like a possible bioremediation method for contaminated water with this heavy metal. Initially, the optimal conditions were

¹ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Semillero de investigación DIA y Semillero de educación en contexto y conciencia ambiental. Correo electrónico: barrera.laura1@uniagraria.edu.co

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Semillero de investigación DIA y Semillero de educación en contexto y conciencia ambiental.

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Semillero de investigación DIA y Semillero de educación en contexto y conciencia ambiental.

⁴ Químico, PhD. Ciencias. Docente tiempo completo de la Facultad de Ciencias Básicas de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Semillero de educación en contexto y conciencia ambiental. Correo electrónico: sanabriam.juan@uniagraria.edu.co

determined to generate an adequate culture in the chemistry laboratory. Then, aqueous samples of the microalgae were contaminated and the change in the concentration of the heavy metal in said solutions was quantified through the formation of a colored complex of lead with dithizone, which was measured using UV-Vis spectrophotometry. Finally, analyzing the results obtained, it is possible to optimize the cultivation conditions, a maximum decrease in the concentration of 49% is determined and the projection of this method is proposed as a proposal for the decontamination of waters that contain other heavy metals.

Keywords: Heavy metals, lead, *Chlorella Vulgaris*

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha venido incrementando el nivel de contaminación del medio ambiente, generando al planeta un daño irreversible. Esto es debido en parte a la industria y al mal manejo de los residuos y desechos que se producen, la mayoría de estos contaminantes terminan en las fuentes hídricas, importantes para el hombre. Lamentablemente, no se ha logrado generar un equilibrio entre el desarrollo de la industria y las producciones ambientalmente sustentables (De Corato et al., 2018) puesto que, el tratamiento de biorremediación de aguas representa costos muy elevados, que no generan ganancias a la industria. Se han realizado amplias investigaciones para la búsqueda de opciones alternas de descontaminación de aguas, que sean de un menor costo y se empleen con tecnología eficiente. Una de estas alternativas es el uso de microalgas, en este caso *Chlorella Vulgaris*, ya que han sido consideradas eco-amigables desde años atrás, reciclan y absorben eficientemente muchos contaminantes como sustancias tóxicas, nitritos, fosfatos, metales pesados, dióxido de carbono (CO_2), entre otros; de tal manera que incorporan en la fotosíntesis su metabolismo para producción de biomasa, desarrollando productos agroindustriales tanto alimenticios como no alimenticios.

El funcionamiento de un sistema de remediación de aguas presenta ventajas muy relevantes en cuanto al mejoramiento de la calidad del efluente, mediante un mecanismo de bajo costo energético, así como el aprovechamiento de nutrientes que están siendo desechados al ser incorporados en la biomasa. Comúnmente las aguas residuales contienen nutrientes

requeridos para el crecimiento de las microalgas, por lo que constituyen un medio apropiado para su desarrollo (Andrade et al., 2006); siendo así un tipo de tecnología eficiente para la remoción de contaminantes en las aguas y permitiendo a la industria un desarrollo en cuanto a equilibrio, entre la producción y el control de las emisiones, llevándola a una sostenibilidad ambiental.

Es por ello, que en el siguiente trabajo se planteó como objetivo general la determinación de la capacidad biorremediadora de la microalga *Chlorella vulgaris* a distintas concentraciones de plomo. Así como también, se plantearon tres objetivos específicos; establecer espectrofotométricamente una curva de calibración de plomo; definir espectrofotométricamente la descontaminación del plomo en solución, usando la microalga *Chlorella vulgaris*; y, evaluar el crecimiento del cultivo de la microalga *Chlorella vulgaris* en condiciones adecuadas de laboratorio.

ASPECTOS TEÓRICOS

La microalga *Chlorella Vulgaris* (Fig. 1) es un organismo unicelular perteneciente a la familia Oocystaceae, del orden *Chlorococcales* y de la división *Chlorophyta* (Gomez, 1997). Los componentes presentes en su pared celular contribuyen a la capacidad para retener distintos compuestos contaminantes ambientales presentes en los cuerpos de agua. Es por lo que ha sido estudiada a profundización y ha atraído la atención dentro del campo biotecnológico, agroindustrial y ambiental. Así mismo, posee la capacidad de remoción de metales pesados, toxinas, nitratos, fosfatos y absorción de dióxido

de carbono (CO₂); todo esto con ayuda de la fotosíntesis, ya que puede llegar a convertir estos compuestos en biomasa (González et al., 2017). La *Chlorella Vulgaris*,

tiene una gran capacidad de productividad, la cual depende de la adaptación a las condiciones de cultivo junto con un acelerado crecimiento en el medio.

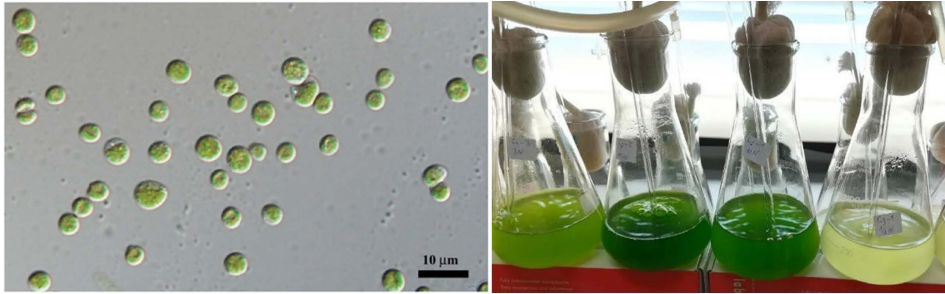


Fig. 1

Imagen de la microalga Chlorella Vulgaris en solución observada en el microscopio y de su cultivo

Fuente: Fayad et al. (2017) y Caetano et al. (2020).

Al ser organismos fotoautótrofos, dependen de la luz, ya sea natural o artificial, de temperaturas adecuadas y de una fuente de carbono (C). Además, necesitan de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S), sulfato de magnesio (MgSO₄) y micronutrientes en cantidades específicas, en proporciones adecuadas y en forma química biodisponible en el medio de cultivo, de manera que su crecimiento no se limite (Hernández et al., 2014), la temperatura puede estar hasta 37°C y su pH entre 5,5 y 10 siendo neutro o alcalino.

La microalga *Chlorella Vulgaris* puede ser cultivada por dos medios, el abierto y el cerrado; se cultiva principalmente de manera abierta, donde se tendrán ciertas adaptaciones con el medio ambiente, siendo cultivados en estanques (Fig. 2). Las

condiciones de este tipo de cultivo son las siguientes:

- **La luz:** si se genera un exceso con su adaptación de la luz solar en las horas del día esta sufrirá la foto inhibición: “definida como la inhibición de la fotosíntesis causada por el exceso de radiación, la cual afecta la producción en condiciones de campo, en gran medida” (Posada, 2007). Las microalgas que presenten mayor densidad de 3g/L soportan la intensidad de la luz.
- **pH:** representa influencias en los factores como la productividad, alcalinidad (capacidad para neutralizar ácidos) y respiración de la microalga, en el experimento de Heberto (Rodas et. al, 2012), se obtuvieron mejores resultados con la presencia de 6,8 de pH en el cultivo. Además, el pH tiene la capacidad de remover el

nitrógeno por medio de sistemas de aguas residuales.

- **CO₂**: la adición de dióxido de carbono (CO₂) presenta un mejoramiento de la productividad en los estanques de

agua de alta velocidad, controlando la adición de ácidos o bases para formar nuevas fuentes generadoras de dióxido de carbono (Hernández et.al, 2014).



Fig. 2.

Sistema de estanques de canales para la producción de microalgas. Compañía Seambiotic, Israel

Fuente: Hernández (2017)

Por otro lado, en los cultivos cerrados se regulan las adaptaciones en ciertas condiciones de temperatura, por ejemplo, el pH y las bajas concentraciones. Estos cultivos son realizados en un ambiente aislado por medio de foto biorreactores planos o tubulares (Fig. 3) para evitar contaminación ya sea por parte de la lluvia o del aire contaminado (Sevilla, 2014), en este ambiente se genera una mayor agitación y productividad. Para que las microalgas sobrevivan tienen que estar en un ambiente entre 28°C y 35°C, tener una inmersión de colector solar de piscinas y un reactor dentro del invernadero

(Hernández et.al, 2014).

En estos cultivos se puede encontrar:

- **Luz**: con ayuda de esta se genera una fotosíntesis más rápida, generando un auto sombreado, en donde las células exteriores les darán sombra a las capas interiores, en comparación con el cultivo abierto, el cual está cubierto con plásticos transparentes, para la sombra de las capas interiores.
- **Aireación**: permite la agitación constante del cultivo, manteniendo una temperatura controlada en las cámaras.



Fig. 3

*Fotobiorreactores cerrados tubulares para el cultivo de microalgas.
GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH, Alemania*

Fuente: Hernández (2017)

La microalga se encarga de remover una serie de fosfatos y nitratos de las aguas residuales. Los fosfatos ingresan por medio de la contaminación, ya sea de manera puntual o dispersada; la primera será causada por los residuos industriales y la segunda, por actividades agronómicas (Andrade et.al, 2006). Del mismo modo, los fosfatos son los que afectan la cantidad de oxígeno que se encuentra en el agua, además, si crecen de una manera acelerada conllevan a un proceso de eutrofización “acumulación de residuos orgánicos en el litoral marino o en un lago, laguna, embalse, etc., qué causa la proliferación de ciertas algas” (Infante et.al, 2012), esto quiere decir que provoca la muerte de la microalga.

Las aguas residuales contienen una gran cantidad de metales pesados, estos metales actúan con toxicidad y, además, son agentes cancerígenos. Las microalgas actúan por medio de sus cargas superficiales negativas y generan una alta afinidad por los iones

de los metales pesados (Hernández et.al, 2014), esto quiere decir, que las microalgas tienen la capacidad de retirar los metales disueltos presentes en las aguas residuales.

Durante muchos años, la industria ha venido contaminando las aguas residuales con la presencia de plomo, de igual forma, los hogares han contribuido a esta contaminación, ya que las tuberías con el tiempo se van deteriorando, incluso un estudio hecho por la EPA (Agencia de protección ambiental en Estados Unidos) menciona como la mayor concentración de enfermedades se da por el consumo de agua potable contaminado por el plomo, acumulándose en el cuerpo y trayendo con el tiempo más enfermedades como la anemia, problemas en los tejidos, malformaciones, entre otras.

La remoción de metales en fase acuosa puede ser por un tipo denominado “bioacumulación”, se realiza con biomasa viva y la cantidad de metal removido

depende del proceso metabólico, del crecimiento de organismo vivo y de la formación de sitios activos selectivos (Infante et.al, 2012), proceso importante para el método que se realizó en este proyecto.

Se hizo uso de un espectrofotómetro (Fig. 4), el cual mediante radiaciones determinó la concentración de un reactivo o producto durante la reacción, para el caso de aguas residuales serán los fosfatos, nitratos y metales pesados

quienes generan una reacción y un cambio drástico en la composición del agua. Este proceso funciona a partir de una luz que atraviesa una sustancia, en este caso el agua, haciendo que sea absorbida debido a que la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida; así es como con ayuda del espectrofotómetro se observa la disponibilidad del alga en el agua dentro del cultivo, además permite reconocer la absorción de los metales pesados (Arellano, 2007).



Fig. 4.
Espectrofotómetro UV-Vis de doble haz.

Fuente: Avantor (2019).

ASPECTOS EXPERIMENTALES

En primera instancia, se preparó una solución madre tomando 16,4201 mg de nitrato de plomo del 98 % de pureza, diluidos en 100,00 ml de agua destilada en un balón aforado (Fig. 5), obteniendo

una concentración de 100,5 ppm del catión plomoso (Pb^{2+}). Posteriormente, se tomaron las alícuotas de los volúmenes adecuados en donde se prepararon seis diluciones, con el fin de determinar la curva de calibración mostrada en la (Gráfica 1 y Tabla I).



Fig. 5.

Balón aforado con la solución acuosa del catión plomoso

Fuente: elaboración propia.

Para la determinación espectrofotométrica de este ion se utilizó la ditizona, pesando 7,2704 mg de ditizona con 16723,4712 mg de dodecil sulfato de sodio (SDS), llevándolo a un volumen final de 100,00

ml en un balón aforado. Se procedió a solubilizar el indicador usando un ultrasonido por una hora, generando una solución de coloración rosada, como se puede apreciar en la figura 6.



Fig. 6.

Solución que contiene el complejo de plomo-ditizona, en un balón aforado ambar y en un tubo de ensayo.

Fuente: elaboración propia.

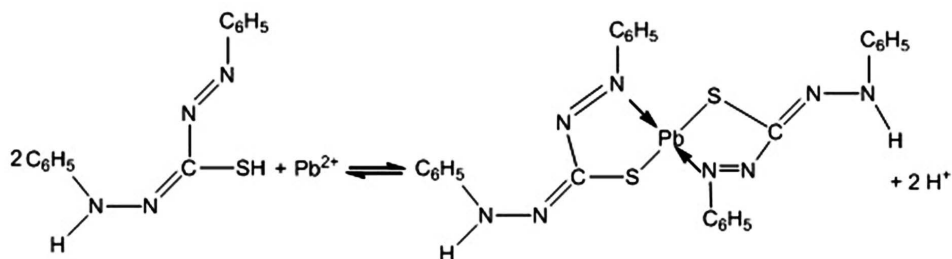


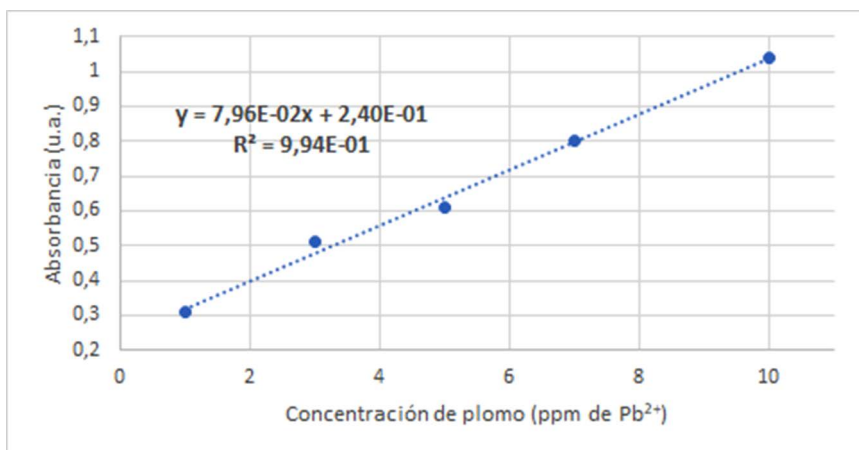
Fig. 7.

Reacción de formación del complejo Pb^{2+} ditizona

Fuente: Yuspian et. Al. (2017)

Se determinó la absorbancia del complejo de la figura 7, usando el espectrofotómetro

Avantor de doble haz a una longitud de onda de 510,0 nm.



Gráfica I.

Curva de calibración.

Fuente: elaboración propia.

Tabla I.

Resultados de la determinación espectrofotométrica del plomo para la curva de calibración.

Concentración de Pb ²⁺ (ppm)	Absorbancia (u.a.)
10,0	1,043
7,0	0,802
5,0	0,616
3,0	0,512
1,0	0,311

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a la contaminación del agua que contenía la microalga (Fig. 7), usando soluciones de concentraciones de: 1,0 ppm, 10,0 ppm y 100,0 ppm de Pb²⁺ cada una

de ellas con 200,0 ml del microalga *Chlorella Vulgaris* (cultivada en el laboratorio, con luz 12/12, NPK (soluplant, crecimiento, 25-10-10+ME) y en agitación constante.



Fig. 8

Soluciones de la microalga cultivada en el laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

El recipiente 1 contenía una solución de 100,0 ppm de $Pb(NO_3)_2$ se encontraba con agitación constante y tenía 1 mg de nutrientes NPK. Por otra parte, el recipiente 2 tenía 10,0 ppm de $Pb(NO_3)_2$ sólo se encontraba con agitación constante y el último recipiente (3), contenía 1,0 ppm de

$Pb(NO_3)_2$ no se encontraba con agitación constante ni se le añadió nutrientes NPK (soluplant, crecimiento, 25-10-10+ME).

Los tres recipientes se dejaron durante 4 días, en donde posteriormente se determinó de nuevo el contenido de plomo de cada uno de ellos (tabla II).

Tabla 2.

Resultados de absorbancia en el espectrofotómetro obtenidos después de cuatro días

Recipiente	Absorbancia inicial (u.a)	Absorbancia final (u.a)	%Disminución de concentración
1	0,526	0,516	3,6
2	0,640	0,596	11,0
3	0,925	0,586	48,6

^a La desviación estándar típica de la absorbancia y el porcentaje de disminución a partir de medidas espectroscópicas es de 0,012 u.a. y 1,5 % respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS

Se evidenciaron cambios leves por parte de las muestras 1 y 2, de concentración 10,0 y 100,0 ppm, lo que quiere decir bajo estas condiciones no se logra una disminución apreciable de la muestra.

Mientras que para el recipiente 3, contaminado con la mayor concentración de plomo, se observa un gran cambio (48,6 %). Se entiende entonces que, al proporcionarles su medio vital de crecimiento, es decir la agitación y los nutrientes necesarios, la microalga ejecuta un adecuado proceso de retención haciendo evidente el cambio en la concentración de la solución acuosa.

La microalga *Chlorella Vulgaris* es capaz de incorporar grandes cantidades de metales como (Cr^{+2} , Cr^{+3} , Cr^{+6} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Cu^{+1} , Cu^{+2} , Zn^{+2} , Pb^{+2} , Pb^{+4} y Hg^{+1} , Hg^{+2}) por medio de absorción y acumulación (Graham et. al, 2009), esto se debe a los mecanismos de detoxificación que contiene, estos ayudan a acumular y transformar los metales pesados mencionados anteriormente. Esta información es relevante a la hora de incorporar la microalga en las aguas con contenido de plomo, a elevadas concentraciones.

Dado que se logró un porcentaje de descontaminación, se podría considerar el uso de la microalga a un nivel más industrial para la biorremediación de aguas, por medio de cultivos amigables con el medio ambiente.

Las posibles fuentes de error en nuestro procedimiento pueden venir de compuestos que interfieran en la determinación, así que se plantea el uso a complejantes. Aunque las mediciones se realizaron haciendo

triplicados y promediando los resultados, se puede plantear un análisis estadístico con parámetros que permitan determinar la robustez del método, además de un planteamiento de un diseño factorial de experimentos para evaluar diferentes condiciones experimentales.

Se plantean para futuros estudios algunas recomendaciones como: determinar la cantidad de plomo usando la espectroscopía de absorción atómica, probar diferentes concentraciones de la microalga y diferentes tiempos de cultivo, utilizar diferentes metales pesados y generar una estandarización de un método viable para escalar fuera del laboratorio a un proceso de mayor capacidad.

CONCLUSIONES

- Se determinaron las condiciones adecuadas del cultivo de la microalga *Chlorella Vulgaris*.
- La microalga *Chlorella vulgaris* tiene capacidad de retención de plomo, siempre y cuando se encuentre en un medio que satisfaga sus condiciones de crecimiento.
- Se evidenció un potencial de retención de plomo por parte de la microalga del 49 % en muestras contaminadas.

REFERENCIAS

Andrade, C., Chacón, C., Cárdenas, C., & Morales Avedaño, E. (2006). Remoción de nitrógeno y fósforo de aguas residuales urbanas por la microalga *Chlorella* sp. en condiciones de laboratorio. *Scientific Journal from the Experimental Faculty of Sciences. Ciencia*. 14(1), 56-63.

- Arellano, G. (2007). Utilización de microalgas para la remoción de cadmio y zinc de efluentes de aguas residuales urbanas. (Tesis de maestría). Recuperado de: <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/747/1/177811.pdf>
- Avantor (2019). Espectrofotómetro UV-Vis de haz doble VWR. Recuperado de: <https://mx.vwr.com/store/product/12243110/espectrofotometro-uv-vis-de-haz-doble-vwr>
- Caetano N., Melo A.R., Gorgich M., Branco-Vieira M., Martins A.A. & Mata T.M. (2020). Influence of cultivation conditions on the bioenergy potential and bio-compounds of *Chlorella vulgaris*, *Energy Reports*, 6(1), 378-384.
- De Corato, U., De Bari, I., Viola, E. & Pugliese, M. (2018). Assessing the main opportunities of integrated biorefining from agrobioenergy co/by-products and agroindustrial residues into high-value added products associated to some emerging markets: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 88. 326-346.
- Fayad, N., Yehya T., Audonnet, F. & Vial C. (2017). Harvesting of microalgae *Chlorella vulgaris* using electro-coagulation-flocculation in the batch mode. *Algal Research*, 25, 1-11.
- Gomez, L. (1997). Cultivo y aplicación de las microalgas *Dunaliella salina* y *Chlorella vulgaris* en Cuba. (Tesis de doctorado). Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/61897834.pdf>
- González Delgado, Á. D., Barajas Solano, A. F., & Ardila Álvarez, A. M. (2017). Producción de biomasa y proteínas de *Chlorella vulgaris* Beyerink (Chlorellales: Chlorellaceae) a través del diseño de medios de cultivo selectivos. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*. 18(3), 451-461.
- Graham, J. E., & Wilcox, L. W. (2009). *Algae*. Second Edition (Benjamin Cummings 1-616.
- Hernández Pérez, A., & Labbé, J. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de biología marina y oceanografía*. 49(2), 157-173.
- Hernandez, M. (2017). Cultivo de *Chlorococcum* sp. con un digestato de excretas porcinas en condiciones controladas y no controladas. (Tesis de Maestría). Recuperada de: https://www.researchgate.net/publication/319722249_Cultivos_de_Chlorococcum_sp_con_un_digestato_de_excretas_porcinas_en_condiciones_controladas_y_no_controladas
- Infante, C., Angulo, E., Zárate, A., Flez, J., Barrios, F., & Zapata, C. (2012). Propagación de la microalga *chlorella* sp. en cultivo por lote: cinética del crecimiento celular. *Avances en Ciencia e Ingeniería*. 3(2), 159-164.
- Posada, F. C. (2007). Fotoinhibición: Respuesta fisiológica de los vegetales al estrés por exceso de luz. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 1(1), 114-123.
- Rodas G., Rodríguez H., Flores H., Vidales G., Aranda J. & Luna M. (2012). Efecto de la densidad celular de inoculación en el crecimiento de *Chlorella vulgaris* CLV2

cultivada bajo condiciones mixotróficas.
Revista fitotecnica mexicana.35,83-86.

Sevilla, J. (2014). Ingeniería de Procesos aplicada a la Biotecnología de Microalgas. 1.7 - Fotobiorreactores para el cultivo masivo de microalgas. Recuperada de: <https://w3.ual.es/~jfernand/ProcMicro70801207/>

[tema-1---generalidades/1-7-fotobiorreactores.html](#)

Yuspian N., Eti R., Latifah K. (2017). Optical sensor for the determination of lead (II) based on immobilization of dithizone onto chitosan-silica membrane. *Indonesian Journal of Chemistry*.17(1), 7 -14.

INVESTIGACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE TIERRAS EN LA VEREDA ALTAMIRA DE SAN MARTIN META, MEDIANTE IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

RESEARCH AND USE OF LAND IN THE VILLAGE OF ALTAMIRA DE SAN MARTIN META, BY MEANS OF THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE FOR MOBILE DEVICES.

Jaime Audi Rodríguez Barrera.¹

RESUMEN

La implementación técnica se realizó mediante la tecnología de la aplicación “Open Data Kit - ODK” la cual hace parte del conjunto de tecnologías de la información existentes al servicio de las causas humanitarias, fue desarrollada por investigadores del departamento de Ciencia e Ingeniería de la Universidad de Washington y diseñada con el propósito de llegar a comunidades poco atendidas alrededor del mundo. El documento “protocolo para la generación y recolección de encuestas digitales” es un instrumento metodológico que permite entender el flujo de trabajo en la recolección de información. Lo componen fases de las cuales se presenta una desagregación detallada de procesos que se realizan para la recolección de un momento de análisis, evaluación y toma de decisiones.

Palabras claves: recolección, formulario, sincronización, implementación.

ABSTRACT

The technical implementation was done through the Open Data Kit (ODK) application technology, which is part of the existing set of information technologies at the service of humanitarian causes, developed by researchers from the Department of Science and Engineering at the University of Washington, and designed to reach underserved communities around the world.

The document “Protocol for the generation and collection of digital surveys” is a methodological tool that allows to understand the workflow in the collection of information. It is composed of phases that present a detailed breakdown of the processes that are carried out for the collection of a moment of analysis, evaluation and decision making.

Keywords: form, synchronization, implementation.

¹ Programa Ingeniería Industrial X Semestre – Semillero Sembrando Ciencia Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Contacto: rodriguez.jaime@uniagraria.edu.co

FORMULACIÓN

¿Cómo mejoraría el aprovechamiento de tierras en la vereda Altamira de San Martín Meta mediante la implementación de *Software* para dispositivos móviles?

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo desarrolla e implementa el uso de una aplicación móvil para la captura de información y el mejoramiento en la ejecución y producción agrícola mediante el estudio y análisis de tierras.

Los avances tecnológicos hoy en día permiten, sin duda alguna, capturar información desde cualquier tipo de dispositivo móvil, esto posibilita el mejoramiento de tiempos de respuesta en zonas rurales alejadas de las grandes ciudades (Hoshi *et al.*, 2017). La dificultad que tienen los habitantes del campo para el levantamiento de información en sus predios imposibilita tener con certeza cifras exactas, afectando el nivel de aprovechamiento de sus terrenos, así como otro tipo de cultivos que se encuentran en su predio (Cardoso, 2018).

El fácil manejo de estas herramientas recientemente diseñadas permite caracterizar cualquier tipo de terreno o predio sin necesidad de estar conectado a una red o cobertura de datos, procesando la información de manera rápida y oportuna (Martínez y Villalobos, 2008).

En la ejecución y la caracterización de las diferentes variedades de especies agrícolas o forestales, estas aplicaciones permiten tomar, con las técnicas adecuadas de

medición topográfica, fotogramétrica y satelital (GPS), las condiciones de vegetación, dimensión, localización y distribución de los elementos ubicados en terreno, en las que incluso encontraremos hasta la altimetría (Soto, 2004).

Explorar nuevas alternativas tecnológicas en el sector agrícola garantiza que los habitantes de este sector sean los más beneficiados (Saravia-Matus y Paloma, 2015), socializar herramientas útiles para mejorar las prácticas rutinarias crea nuevos espacios de información (Kipf *et al.*, 2016).

La aplicación de estas plataformas permitiría estandarizar información útil para los dueños de los predios y habitantes de la región, no solo por la utilidad de la aplicación en los dispositivos si no por el manejo en medidas y toma de información rápida (Ali *et al.*, 2016).

El sector agropecuario en Colombia es uno de los de mayor importancia para el desarrollo y mejora interna del país, con un total de 43,1 millones de hectáreas, 34,4 millones destinados a ganadería y 8,7 millones para cultivos (DANE, 2014), por lo que el uso de tecnologías modernas y la aplicación de las mismas son el camino a mejorar la productividad, mejorar las relaciones con proveedores y clientes y lo más importante, el aprovechamiento de cada uno de los recursos que intervienen en los procesos agrícolas (Delgado *et al.*, 2006).

El departamento del Meta actualmente tiene una participación de hectáreas cosechadas del 6,8 %, siendo un departamento que aporta gran variedad de productos agrícolas a la zona y al país (DANE, 2019). El municipio de San Martín, geográficamente, es en su gran

parte selva y cuenta con bastantes fuentes hidrográficas, haciendo que este municipio sea uno de los más productivos no solo en la ganadería si no en los cultivos, ya que el 64,74 % del territorio es utilizado en el sector primario, de los cuales el 62,94 % está dedicado a la ganadería (375,170 hectáreas) y el 1,79 % restante se utiliza en la agricultura (Gobernación del Meta, 2020).

Con base en lo anterior, se evidencia que a pesar de ser las mismas actividades agrícolas, no todas las zonas o territorios son los mismos, debido a esto y a los cambios por la globalización el sector agrícola se ha visto en la necesidad de optimizar sus procesos, tanto en la distribución de terrenos para la pre cosecha, cosecha y recolección de estos productos como en la prevención y control para evitar pérdidas de producto en gran cantidad, así como en la generación de registros de datos y de incidencias generadas para realizar su respectiva corrección (Ali *et al.*, 2016).

Bajo este contexto, el objetivo del presente artículo, fue elaborar una propuesta de mejora en el proceso de caracterización de predios en la vereda Altamira del municipio de San Martín (Meta), mediante herramientas tecnológicas disminuyendo los costos relacionados con mano de obra y garantizando el aprovechamiento de los terrenos.

MÉTODO

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo el enfoque de esta investigación será cuantitativo, ya que este enfoque se basa en la definición de

objetivos y en el desarrollo del mismo, se derivan preguntas de investigación al igual que análisis muestral y métodos estadísticos (Hernández, 2013). Esto debido a que dentro de esta investigación se busca mejorar el proceso de obtención de información en los predios, proceso que se realizara basado en el razonamiento inductivo a partir de encuestas, recopilación de datos cuantificables y su respectivo análisis para su aplicación a futuro, llevando a una interpretación contextual debido a la visita a campo (Otero-ortega y Atlántico, 2018).

TIPO Y DISEÑO

El tipo de diseño que se usará en el desarrollo de este trabajo es exploratorio, debido a que bajo este concepto, en este tipo de investigaciones se determinan tendencias y relaciones entre variables buscando un avance en el conocimiento de una problemática, para así poder generar una hipótesis (Cauas, 2017). Respecto al tipo de investigación, para el desarrollo de este trabajo se utilizará el transeccional, puesto que para para cumplir el objetivo se obtendrán datos en un momento específico con base en las variables ya definidas (Hernandez, 2013).

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos y obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular; lo que facilita la investigación de nuevas problemáticas (Hernandez, 2013).

Los avances tecnológicos hoy en día permiten sin duda alguna capturar información desde cualquier tipo de

dispositivo móvil, esto posibilita el mejoramiento de tiempos de respuesta en zonas rurales alejadas de las grandes ciudades (Hoshi *et al.*, 2017); La dificultad que tienen los habitantes del campo para el levantamiento de información en sus predios imposibilita tener con certeza cifras exactas, afectando el nivel del aprovechamiento de sus terrenos, así como otro tipo de cultivos que se encuentran en su predio (Cardoso, 2018).

Con base en lo anterior, el uso de la aplicación “ODK” en la caracterización de predios en la vereda Altamira de San Martín (Meta), llevará a no solo al aprovechamiento de los terrenos, sino a estudios de impacto ambiental y buenas prácticas en el sector de la agricultura (Cauas, 2017).

Esto lleva a que el diseño de investigación de este trabajo sea el no experimental, ya que al hacer la recolección de datos de los predios no se intervendrá en los acontecimientos que se presenten en el momento del estudio de observación en los predios, debido a que las variables a estudiar son independientes y no es posible manipularlas (Hernández, 2013).

FASE DE DISEÑO

En la fase de diseño se presentan los siguientes objetivos:

- Elaborar una propuesta de mejora en el proceso de caracterización de predios, en la vereda Altamira del municipio de San Martín (Meta) mediante herramientas tecnológicas.
- Levantar información de los predios mediante el uso de dispositivos móviles

para la generación de datos que puedan mejorar las prácticas agrícolas y uso de la tierra.

- Analizar y comparar el manejo de la información con la captura de dispositivos móviles y que ayuden a mejores resultados en el aprovechamiento de los predios agrícolas.
- Diseñar una base que pueda comparar la sostenibilidad y mejoramiento con el uso de tecnologías móviles de fácil manejo para los habitantes de los predios.
- Luego de identificar las variables e indicadores de análisis, se identifican las preguntas de desempeño, las hipótesis centrales, se establecen las preguntas orientadoras, se establece la información primaria y secundaria necesaria para contextualizar la intervención y complementar los análisis, y finalmente, se seleccionan los métodos de recolección de la información.

Como resultado se estructura y diseña el instrumento de recolección de la información (número, orden de los capítulos y orden lógico de las preguntas) y se genera la diagramación de la encuesta en papel. Asimismo, se entrega el manual de diligenciamiento de cada uno de los instrumentos de recolección de la información.

El manual tiene como objetivo describir los lineamientos generales para el correcto diligenciamiento de las encuestas y dar las definiciones de los conceptos básicos de las diferentes preguntas.

FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Se inicia la fase de implementación con el diseño gráfico de la encuesta como insumo revisado y aprobado. El objetivo de la fase es obtener la plantilla base digital lista para iniciar el proceso de recolección. En general, la fase de implementación cuenta con tres etapas básicas las cuales deben ser superadas en su totalidad para la generación de la primera plantilla digital: i) implementación; ii) revisión; iii) publicación.

Para la implementación se utilizan cuatro herramientas: i) XLSForm: constructor de archivos XML a partir de un archivo Excel; ii) Google Docs: gestor de documentos en línea; iii) ODK Aggregate: gestor de plantillas (XML) en línea diseñado para la fase de desarrollo; iv) ODK Collect: permite visualizar el flujo técnico en los dispositivos móviles.

CREAR LA PLANTILLA CON XLSFORM

La generación de un XML basado en un archivo de Excel es un estándar de desarrollo implementado para la

construcción de formularios digitales con enfoque humanitario. En este sentido, su desarrollo fue diseñado para poder aplicarlo sin requerir conocimientos avanzados en programación y en un entorno que para, para la mayoría de los usuarios, es de uso frecuente. Esta parte de la configuración básica de un archivo Excel, el cual lo componen tres páginas.

Encuesta (survey): en esta hoja se realiza el listado de preguntas que harán parte de la plantilla. Cada pregunta lleva implícita una configuración, la cual se debe implementar según el diseño conceptual de la encuesta.

Una vez se tiene consolidado un instrumento de recolección se procede a realizar la prueba piloto, la cual busca comprobar si el instrumento se ajusta a la realidad del terreno o si, por el contrario, aún requiere ser ajustado tanto temáticamente como técnicamente.

Es indispensable realizar la prueba piloto con la misma exhaustividad que un instrumento depurado. Es por esto que se deben llevar a cabo algunas etapas que hacen parte del flujo del piloto (figura 1).

Selección de la zona
Definición del universo
Preparación de la misión
Recolección de la misión
Socialización
Procesamiento
Análisis
Socialización

Figura 1.
Etapas de la prueba piloto

Fuente: elaboración propia

Con la encuesta digital ya descargada en el dispositivo y con la muestra estadística ya confirmada, nos trasladamos a la vereda Altamira en el municipio de San Martín Meta.

En la reunión de programación se socializa el objetivo del levantamiento de la información, se indagan acerca de las condiciones de ingreso a los territorios y se concretan los sitios en los que se llevarán a cabo las encuestas de acuerdo con la muestra, el propósito de estudio de tierras y mejoramiento de las actividades agrícolas con la aplicación.

POBLACIÓN

Del área destinada en el departamento para uso agrícola, que asciende a 2,094,069 hectáreas (24,5 %), se determinó que el 42,6 % del área total se concentra en cuatro municipios: Puerto Gaitán (17,4 %); Puerto López (10,3 %); Mapiripán (7,6 %); y

San Martín (7,7 %). Así mismo, el desarrollo de la actividad agrícola se agrupa en la zona centro del departamento, aledaña al pie de monte llanero.

La caña es otro de los cultivos que han venido ocupando territorio y que se encuentra concordante con el desarrollo de proyectos como el de etanol carburante. El municipio que concentra en su territorio esta cobertura es San Martín con 4,796 ha que suman más del 90 % del área que se registró con esta cobertura.

Finalmente, se han registrado una serie de cultivos herbáceos que se encuentran relacionados con maíz y soya, particularmente en el municipio con 9,685 ha que corresponden poco más del 86 % del área cubierta con coberturas generales de cereales.

La población de estudio focalizada es de 98 predios en la vereda Altamira de San Martín (Meta).

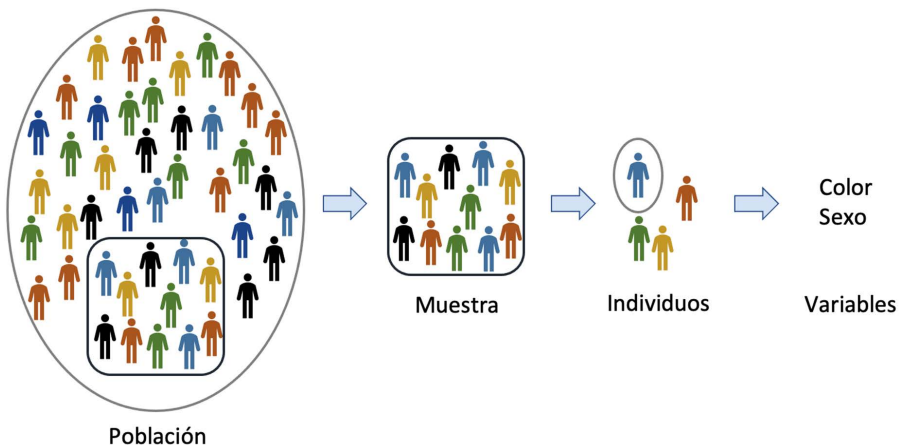


Figura 2.
Tipo de investigación y diseño

Fuente: Elaboración propia

El tamaño muestral se especifica a nivel municipal mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p(1 - p)}{\varepsilon^2 * (N - 1) + \frac{Z_{\alpha}^2 * p * (1 - p)}{2}}$$

Donde:

1 - α : nivel de significancia o nivel de confianza. Los valores más usuales de alfa son 1% 5 % y 10 %, y representan la probabilidad que un resultado obtenido se deba al azar. De esta forma, lo deseable son valores de α pequeños. En este caso se usó α del 5 %. El nivel de confianza de la muestra corresponde por lo tanto al 95 %.

$Z^2_{\alpha/2}$: percentil $1 - \alpha/2$ de la distribución normal estándar. Es el valor de la distribución normal estándar que deja un área hacia atrás de $1 - \alpha/2$

N : tamaño de la población en el municipio.

p : valor estimado de la proporción de la variable de interés en la población. Cuando la proporción en la población que posee las características que se van a investigar no se conoce, se usa como valor aquel que maximiza el tamaño de muestra (0,5).

ε : representa el error tolerable para los indicadores. Un mayor error disminuye el tamaño de muestra pero afecta la precisión de los estimadores, un menor error aumenta el tamaño de muestra lo cual repercute en el incremento del costo del estudio. En este caso se usó $\varepsilon = 5 \%$.

Luego de calcular el tamaño de muestra (n) se asigna proporcionalmente a cada vereda

(estrato) el tamaño muestral mediante la ecuación:

$$nh = n * \frac{Nh}{N} \quad (2)$$

Donde:

nh : tamaño de la muestra asignada al estrato h. El estrato es la vereda.

Nh : tamaño de la población en el estrato h. En este caso, es el tamaño de la población a nivel de vereda.

N : tamaño de la población total. En este caso, tamaño de la población en el municipio.

Una vez definidos los tamaños de muestra de cada vereda, se seleccionan los beneficiarios a encuestar mediante muestreo aleatorio simple.

JUSTIFICACIÓN PARA EL USO DE MUESTREO ESTRATIFICADO

Al considerar como subpoblaciones las veredas se pueden tener características de tipo homogéneo en las variables de estudio. Esta es una condición ideal para el uso de este tipo de diseño. Según Cochran,

La estratificación puede producir una ganancia en la precisión de las

estimaciones de las características de la población. Puede ser posible dividir una población heterogénea en subpoblaciones, cada una de las cuales es internamente homogénea. Si cada estrato es homogéneo respecto a que las mediciones de la variable de interés varían muy poco de una unidad a otra un estimador preciso de cada estrato puede obtenerse a partir de una muestra pequeña en cada estrato. Esos estimadores pueden ser combinado en un estimador preciso para la población completa. (...) En un muestreo estratificado, la población se divide en subpoblaciones que no se traslapan, estas subpoblaciones son llamadas estratos. Dentro de cada estrato se selecciona una muestra. Las selecciones en cada estrato son independientes. El muestreo estratificado es un método poderoso y flexible que es utilizado ampliamente en la práctica.” (Cochran, 2017, p. 1-15)

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información es un aspecto de vital importancia en cualquier tipo de estudio o de investigación y más si trata de un trabajo académico. La recopilación de datos inexactos o no acordes con los resultados puede afectar estos y en últimas instancias, derivar en conclusiones no válidas.

En las encuestas o formularios de caracterización que hacen parte del sistema de recolección, se utilizarán métodos de preguntas abiertas de texto, preguntas con opciones con respuestas múltiples, opciones con respuestas únicas y tomas de georreferencia de polígonos y puntos de coordenadas, que brindarán información más precisa y útil al momento de interpretar:

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Tabla 1.

Desarrollo objetivo 1

Objetivo 1.

Levantar información de los predios mediante el uso de dispositivos móviles para la generación de datos que puedan mejorar las prácticas agrícolas y uso de la tierra.

Fase	Metodología
I. Recopilación de información previa.	1. Realizar búsqueda de información general sobre la zona a medir mediante consulta bibliográfica. 2. Elegir población estadística, por medio de un censo o muestra aleatoria 3. Aplicar herramientas de gestión de proyectos. 4. Realizar formulario de información a levantar.

2. Planeación de logística	5. Socializar la metodología con el grupo técnico y JAC. 6. Programar recorridos.
----------------------------	---

Nota: Resultado esperado

Identificar los predios que se van a caracterizar en los municipios y las variables a caracterizar en cada uno de los predios.

Fuente: elaboración propia

Tabla 2.

Desarrollo objetivo 2

Objetivo 2.

Diagnosticar los predios rurales con la aplicación para el buen aprovechamiento y uso de los mismos.

Fase	Metodología
1. Levantamiento de la información.	1. Indexar las encuestas ya aprobadas al <i>software</i> 2. Desplazar a la zona a caracterizar y diligenciar encuestas con los dispositivos en campo.
2. Análisis de la información.	3. Analizar los resultados que arroja la aplicación en bases de datos. 4. Presentar un informe a las JAC con los resultados obtenidos en la caracterización.

Nota: Resultado esperado

Obtener datos reales sobre los predios para su aprovechamiento.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.**Desarrollo objetivo 3****Objetivo 3.**

Realizar un análisis de los costos asociados al proyecto

Fase	Metodología
1. Identificación de los costos	1. Selección de los equipos necesarios. 2. Identificación costos directos. 3. Identificación costos indirectos.
2. Análisis de costos	4. Realizar el análisis de los costos asociados al proyecto.

Nota: Resultado esperado

Mediante el análisis de costo se prevé evaluar determinar el costo total del proyecto realizado.

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante meses se hicieron estudios de implementación para el levantamiento de determinada información con aplicaciones que soportaran la capacidad de guardar los datos y exportarlos en bases, para revisar comportamiento de las mediciones y el estudio de lo que pretendemos desarrollar con una aplicación (Rea Sanchez *et al.*, 2015).

Área rural o resto municipal: se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles, carreteras, avenidas y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas.

Puede estar constituida por centros poblados y población dispersa (DANE, 2014).

Aplicaciones móviles: son un tipo de *software* desarrollado principalmente para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras de bolsillo, entre otros. Presentan un conjunto de ventajas como portabilidad y disponibilidad que son superiores a las aplicaciones de computadora convencionales. Las aplicaciones móviles permiten sacar un mayor provecho de las características de *hardware* del dispositivo, así como información proporcionada directamente por el usuario con fines de alimentación de sistemas de información (Jimenez *et al.*, 2021).

INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El desarrollo de tecnologías ha marcado una transformación profunda en cómo el conocimiento geográfico es producido y compartido. Los ciudadanos que no son expertos en sistemas de información geográfica, cartografía y materias afines, se convierten en actores importantes contribuyendo con información geográfica en varias temáticas (Milano, 2013).

La información registra una cantidad de datos geográficos que puede ser utilizados e interpretados por los beneficiarios de la aplicación (King *et al.*, 2014).

ESTRUCTURAS DE DATOS

La forma de captura de un polígono e información derivada de una caracterización de un predio han cambiado rápidamente, sobre todo en la forma en la que la información geográfica es producida, compartida y consumida (Milano, 2013).

En varios ámbitos ha crecido la necesidad de integrar la información geográfica con aplicaciones, ODK es una de ellas. En este contexto, las infraestructuras de datos espaciales juegan un rol de gran importancia, la información cuya finalidad es la publicación y representación de datos, metadatos y servicios de forma estándar, garantizando el acceso a dar datos de una forma rápida y oportuna (Ahmed *et al.*, 2018).

RECOLECCIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS MÓVILES INTELIGENTES

La tecnología móvil ha transformado y cambiado la forma en la que vivimos, no

solo se ha convertido en una herramienta que facilita las comunicaciones telefónicas, sino también en una importante red de aplicaciones colaborativas. Este desarrollo ha permitido que la accesibilidad a dispositivos móviles inteligentes sea cada vez más baja, lo cual nos ofrece una gran oportunidad para su uso en recolección móvil de datos en entornos de bajos recursos y de baja cobertura (Stafford, 2015).

La recolección de datos es clave en varios escenarios de investigación como observaciones medioambientales, encuestas socioeconómicas, catalogación medioambiental, cobertura de desastres naturales, gestión de riesgos y evaluaciones clínicas en donde la recolección de datos mediante dispositivos móviles ha abierto nuevas ventanas (King *et al.*, 2014).

Diseñar una plataforma única para todo es un conjunto diverso de la información. El diseño de ODK permite a los usuarios definir sus propias herramientas de procesamiento de datos para personalizar la transformación de datos y maximizar la flexibilidad del usuario (Kipf *et al.*, 2016).

La principal función de ODK es de recolectar datos a través de dispositivos móviles, los que pueden ser teléfonos inteligentes o *tablets* que usen el sistema Android. La información captada con los dispositivos móviles es enviada a un servidor, el que puede ser en la nube (internet) o uno privado, mediante programaciones y configuraciones muy fáciles (Ahmed *et al.*, 2018). En este sentido, ODK permite generar un formulario o encuesta adaptado a cada situación, que facilite la toma de datos en el campo sin la necesidad de estar conectado al internet.

Además, permite adjuntar fotografías realizadas con el mismo dispositivo, así como la información relativa a la ubicación, haciendo uso del GPS (Shikuku *et al.*, 2020).

El gran porcentaje del país es agropecuario, lo que hace que su fuente de ingreso sea la producción, venta y distribución. Esto y los cambios generados actualmente, debido a la globalización, acuerdos comerciales y el cambio climático, hacen que en el sector agropecuario del país sea necesario realizar modificaciones en sus procesos para estar a la vanguardia y cumplir con su demanda actual, lo que lleva a la necesidad de optimizar sus procesos (Avilés *et al.*, 2020).

El desarrollo y la implementación de una aplicación que sea útil y aprovechada para determinada comunidad, surge por la necesidad de capturar datos de recolección como variables que necesitan ser evaluadas y controladas para los procesos, información de cada uno de los predios que será utilizado de manera rápida y oportuna, así como la disminución de costos de mano de obra (Kipf *et al.*, 2016), considerando que estas tecnologías deben ser adaptables, amigables y que permitan la movilidad del agricultor, aspectos que son importantes en el trabajo (Špička *et al.*, 2009).

Actualmente se están desarrollando diversas aplicaciones que buscan facilitar el trabajo del hombre en los procesos productivos (Avilés *et al.*, 2020), basados en que estas son herramientas con las que se puede optimizar tiempos, levantar información exacta sobre predios, costos de insumos, son de fácil manejo, económicas y se adaptan a las necesidades de cada agricultor (Delgado *et al.*, 2006).

En el presente documento se analizarán los resultados de la caracterización de

los predios rurales en la vereda Altamira de San Martín (Meta), mediante el uso de tecnologías aplicadas en dispositivos móviles, en el que se evidenciará la efectividad de la herramienta en el aprovechamiento del terreno, estudios de tierras, delimitación, relieve predominante y a su vez, cómo influye en la disminución de costos de mano de obra.

ALCANCE

En el desarrollo de este proyecto se aplica la ingeniería industrial, uno de sus aspectos será el diagnóstico que se le realizará en la vereda Altamira de San Martín (Meta), se evidenciará el aprovechamiento de cada uno de las variables de estudio y su impacto.

Este trabajo se hará bajo información geográfica de la que se disponga utilizando SIG (Sistemas de Información Geográficos) aplicando y tomando ventaja de las nuevas tecnologías que involucren la recolección de datos.

La información espacial se obtendrá de los dispositivos móviles inteligentes, que se convierten hoy en día en herramientas importantes para la recolección de datos en campo, registrando datos alfanuméricos, localización, fotos, videos, sonidos, etc. mediante los sensores integrados a ellos.

CONCLUSIONES

Los cambios que se están presentando actualmente a nivel mundial han hecho que se desarrollen aplicaciones enfocadas en el sector agrícola, centrándose en ser una ayuda para el aprovechamiento de los predios (Martínez Villalobos *et al.*, 2018).

En el país varias compañías han desarrollado aplicaciones para dar solución y acompañamiento a los procesos agrícolas, estas aplicaciones son útiles tanto para medianos como grandes predios (Delgado *et al.*, 2016).

La necesidad de cambio en el sector agrícola y la aplicación de *software* para el mismo, ha hecho que también se presenten mejoras en dichas aplicaciones, las cuales iniciaron con “sistemas digitales de mano desconectados”, pero se vio la necesidad de incorporar apoyo en SIG, para luego incluir la opción de “obtención de información agrícola” de una manera fácil, exacta y segura (Andres & Ballari, 2014).

En la última década las investigaciones han favorecido que las herramientas móviles se adapten a las circunstancias actuales y han propiciado características en trabajos agrícolas (Kipf *et al.*, 2016), dejando atrás prácticas anteriores tomadas en papel, para después ser tabuladas y hacer diagnósticos primarios (Milano, 2013).

En Colombia en los sectores donde más se utiliza actualmente este tipo de aplicaciones es el ganadero y el agricultor, específicamente en la siembra de arroz, café, palma. Siendo estas aplicaciones un apoyo en el proceso inventario, de riego, control de siembra y el que se será objeto de estudio, el de obtención y control de datos (Martínez Villalobos *et al.*, 2018).

Examinando los datos existentes de la región, que nos permita hacer un diagnóstico y caso estudio en la zona en donde se realizara el levantamiento de la información con la aplicación ODK (Open Data Kit), se diseñará una propuesta basada en un modelo estándar para ser socializado

con los habitantes de los predios a visitar y explicar la metodología con mapas de referencia de la zona, además de la utilidad y beneficio para el trabajo en tierra y el aprovechamiento de este.

Este trabajo se hará bajo un marco conceptual, en el que se revisará primero toda la información geográfica que se disponga utilizando SIG y aplicando y tomando ventaja de las nuevas tecnologías que involucren la recolección de datos, con fines únicamente de la necesidad y disposición de los titulares de los predios.

La información espacial se analizará, como los dispositivos móviles inteligentes que se convierten en herramientas importantes para la recolección de datos en campo registrando datos alfanuméricos, localización, fotos, videos, sonidos, etc. mediante la georreferenciación integrada en ella.

REFERENCIAS

- Ahmed, R., Robinson, R., Elsony, A., Thomson, R., Bertel Squire, S., Malmberg, R., Burney, P., & Mortimer, K. (2018). A comparison of smartphone and paper data-collection tools in the Burden of Obstructive Lung Disease (BOLD) study in Gezira state, Sudan. *PLoS ONE*, 13(3), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193917>
- Ali, S. M., Powers, R., Beorse, J., Noor, A., Naureen, F., Anjum, N., Ishaq, M., Aamir, J., & Anderson, R. (2016). ODK scan: Digitizing data collection and impacting data management processes in Pakistan's tuberculosis control program. *Future Internet*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/fi8040051>

- Andres, J., & Ballari, D. (2014). Recoleccion movil de datos de especies introducidas en las islas Galapagos con dispositivos moviles inteligentes. 62.
- Avilés, R. F., Romero, W., Loor, G. A., & Nava, J. D. (2020). Estudio del uso de apps en las actividades agrícolas de las pequeñas unidades productivas en el sector de Milagro - Ecuador - ProQuest. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, E25, 173–187. <https://search.proquest.com/openview/2c532d5762907cbde6cbf5ab5ce31333/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Cardoso, J. C. (2018). Nonfood GM Crops in Tropical Regions: A Reasonable Way to Promote the Technology for Increased Agricultural Sustainability. Global Challenges, 2(5–6), 1800010. <https://doi.org/10.1002/gch2.201800010>
- Cauas, D. (n.d.). variables de Daniel Cauas. https://www.academia.edu/11162820/variables_de_Daniel_Cauas
- DANE. (2014). Calidad de vida en Colombia: encuesta del DANE, 2014. Ploutos, 6(1), 32–39. Recuperado a partir de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/plou/article/view/1577>
- DANE. (2019). Calidad de vida en Colombia: encuesta del DANE, 2019. Ploutos, 7(2), 52–57. Recuperado a partir de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/plou/article/view/1627>
- Delgado, J. M., Giraldo, C., Millán, A. F., Zúñiga, C., & Abadía, J. (2006). Desarrollo de un software Web y Móvil para la gestión de información de campo de cultivos agrícolas (AgrocomM). Sistemas & Telemática, 113–124. http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/sistemas_telematica/article/view/969
- Gobernación del Meta. (2020). Plan Estratégico Meta 2020 Diagnóstico de la Zona Insular del Municipio de la Macarena (meta)Ciencia Unemi, 4(18), 122.
- Hernandez, S NoTitle NoTitle. Metodología de la investigación, 53(9), 1689–1699.
- Hoshi, T., Imanishi, N., Moji, K., & Chaves, L. F. (2017). Density dependence in a seasonal time series of the bamboo mosquito, Tripteroides bambusa (Diptera: Culicidae). Canadian Entomologist, 149(3), 338–344. <https://doi.org/10.4039/tce.2016.64>
- Jimenez, I. A. C., García, L. C. C., Violante, M. G., Marcolin, F., & Vezzetti, E. (2021). Commonly used external tam variables in e-learning, agriculture and virtual reality applications. Future Internet, 13(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/fi13010007>
- King, C., Hall, J., Banda, M., Beard, J., Bird, J., Kazembe, P., & Fottrell, E. (2014). Electronic data capture in a rural African setting: Evaluating experiences with different systems in Malawi. Global Health Action, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.3402/gha.v7.25878>
- Kipf, A., Brunette, W., Kellerstrass, J., Podolsky, M., Rosa, J., Sundt, M., Wilson, D., Borriello, G., Brewer, E., & Thomas, E. (2016). A proposed integrated data collection, analysis and sharing platform for impact evaluation. Development Engineering, 1, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.deveng.2015.12.002>

- Martínez Villalobos, G., Flórez Méndez, D., & Bravo Osorio, N. (2018). Desarrollo de un sistema web y móvil para la gestión de cultivos agrícolas. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(18), 151–166. <https://doi.org/10.22430/21457778.669>
- Milano R. (2013). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24, 5.
- Otero-ortega, A., & Atlántico, U. (2018). *Enfoques de investigación*. August.
- Rea Sanchez, V., Maldonado Cevallos, C., & Villao Santos, F. (2015). Los Sistemas de Información para lograr un desarrollo competitivo en el sector agrícola / Information Systems to achieve competitive development in the agricultural sector. *Ciencia Unemi*, 8(13), 122. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss13.2015pp122-129p>
- Saravia-Matus, S., & Paloma, S. G. Y. (2015). Challenges in implementing the National Sustainable Agriculture Development Plan (NSADP) for subsistence and semisubsistence farmers in Sierra Leone. *Cahiers Agricultures*, 24(4), 240–245. <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0757>
- Shikuku, K. M., Tran, N., Pincus, L., Hoffmann, V., Lagerkvist, C. J., Akintola, S. L., Fakoya, K. A., & Muliro, J. (2020). Experimental and survey-based data on willingness to pay for seafood safety and environmental sustainability certification in Nigeria. *Data in Brief*, 30, 105540. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105540>
- Soto. (2004). Prevalencia de hipertensión arterial en la ciudad de Chiclayo en el 2000: Estudio Poblacional. *Rev Per Soc Med Intern* 2001; 14(3): 153-58.
- Špička, J., Boudný, J., & Janotová, B. (2009). The role of subsidies in managing the operating risk of agricultural enterprises. *Agricultural Economics*, 55(4), 169–179. <https://doi.org/10.17221/17/2009-agricecon>
- Stafford, C. (2015). Setting new standards for transparency & accountability: Using mobile technology for data collection and mapping of bed net distributions in rural DRC. *Annals of Global Health*, 81(1), 201. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.02.962>

PERSPECTIVA AMBIENTAL POR AFECTACIONES AGRÍCOLAS EN EL RIO SUBACHOQUE

ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE DUE TO AGRICULTURAL EFFECTS ON THE SUBACHOQUE RIVER

Daniela Barrera Beltrán ¹
David Alejandro Gómez Jiménez²
Mauricio Daniel Zapata Ruiz³
Yuris Paola Sierra Cantillo⁴
Karen Michelle Wagner Molina⁵

RESUMEN

En esta investigación se realiza un diagnóstico del impacto agropecuario en la regional Subachoque- Madrid, ya que estos dos municipios tienen un alto índice de contaminación frente al recurso hídrico regional, esto se llevará a cabo con el fin de determinar cómo se puede mitigar tal contaminación. La metodología que se ha utilizado es el uso de instrumentos de investigación como fichas bibliográficas, que contiene títulos, autores, idioma, fuentes, forma de acceso al documento y, año de publicación. En esta investigación en estado de curso se recurre a la recolección y revisión de documentos de información, agrupando diversas fuentes que desde la etapa pre- investigativa se plantearon. Por otro lado, realizando entrevistas de tipo periodística a habitantes de la región, haciendo uso de bases de datos como lo son; Biblioteca Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Universidad Jorge Tadeo Lozano e informes de la CAR, repositorios institucionales de la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Salle y Universidad de Manizales. Inicialmente, dentro del contenido se encuentra el rastreo documental donde se recopilan datos con estudios, informes, sentencias y propuestas por parte de líderes y fundaciones que se dedican al acompañamiento de la comunidad, igualmente al cuidado y preservación sobre el río de Subachoque.

Palabras claves: recurso hídrico, río Subachoque, ambiente, actividad agropecuaria, contaminación.

¹ Estudiante de Derecho. Integrante de semillero de investigación Derecho, ruralidad y ambiente. Facultad de derecho. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Barrera.daniela@uniagraria.edu.co

² Estudiante de Derecho. Integrante de semillero de investigación Derecho, ruralidad y ambiente. Facultad de derecho. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Gomez.david2@uniagraria.edu.co

³ Estudiante de Derecho. Integrante de semillero de investigación Derecho, ruralidad y ambiente. Facultad de derecho. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Zapata.Mauricio@uniagraria.edu.co

⁴ Estudiante de Derecho. Integrante de semillero de investigación Derecho, ruralidad y ambiente. Facultad de derecho. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Sierra.yuris@uniagraria.edu.co

⁵ Estudiante de Derecho. Integrante de semillero de investigación Derecho, ruralidad y ambiente. Facultad de derecho. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Wagnerkaren@uniagraria.edu.co

ABSTRACT

In this research, a diagnosis of the agricultural impact in the region of Subachoque-Madrid will be carried out, since these two municipalities have a high rate of contamination of regional water resources, this will be done to determine how to mitigate such contamination. The methodology used is the use of research tools such as bibliographic cards, which contain titles, authors, language, sources, form of access to the document and year of publication. In this ongoing research, the collection and review of information documents is used, grouping various sources that have been proposed in the pre-research stage. On the other hand, through the conduct of journalistic interviews with the inhabitants of the region, making use of databases such as; Library Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Universidad Jorge Tadeo Lozano and CAR reports, institutional repositories of Universidad Nacional de Colombia, Universidad de la Salle, and Universidad de Manizales. First, within the content, there is a documentary tracking, where data is compiled with studies, reports, judgments and proposals of leaders and foundations dedicated to the accompaniment of the community, as well as the care and preservation of the Subachoque River.

Keywords: Water resources, Subachoque River, environment, agricultural activities, pollution.

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país con abundancia de fuentes hídricas, las cuales se definen como “los recursos hídricos, propiamente dichos, entendidos como los volúmenes de agua capaces de dejar satisfechas las necesidades hídricas en cantidad y calidad, en tiempo y en espacio” (Iglesias et.al., 2005). Sin embargo, el problema se ha concentrado en la contaminación del río de Bogotá, el cual es el principal cause hídrico ubicado en la sabana de Bogotá. Según el Decreto 2811 de 1974 artículo 8 literal A, se define la contaminación como “la alteración del ambiente con sustancias puestas en él por actividad humana o de la naturaleza en cantidades que afectan el bienestar y la salud de las personas, así como de la flora y fauna” (Ministerio de Ambiente de Desarrollo Sostenible, 2014, pág. 3).

Por medio de la Sentencia Río Bogotá se “Ordenó el diseño e implementación de medidas para descontaminar el río Bogotá y evitar la contaminación a futuro” (2014). Así también se busca la recuperación del río de Subachoque, perteneciente a la cuenca media, ya que esta es fuente hídrica del 21 % del municipio de Madrid, el cual desde su paso llega contaminado este municipio. Este desemboca por el río de Balsillas y llega al río de Bogotá, por esto se debe hacer control de los vertimientos bien sea agroindustriales, agrícolas, pecuarios entre otros, construcción y adecuación de las plantas de tratamiento de aguas residuales (CONSEJO DE ESTADO, 2014). La corporación Autónoma Regional de Cundinamarca mediante (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 1997) se declaró la región del nacimiento del río Subachoque y pantano de Arce, como distrito de manejo integrado de

los recursos naturales velando por su conservación y defensa.

Frente al alcance de la investigación, esta se delimita con el fin de no extenderla, así que se analizan los efectos de la sentencia con relación a la contaminación del río Subachoque, demostrando la eficacia de las leyes promulgadas para la prevención y cuidado de la fuente hídrica, se investigan las actividades que contaminan el río y los alcances ambientales, exhortando a las administraciones municipales, empresas, campesinos y corporaciones ambientales para trabajar juntos, mejorando la calidad del río y del medio ambiente con la esperanza de lograr un proyecto equilibrado.

Las limitaciones se comenzaron a evidenciar primordialmente bajo la emergencia sanitaria que presenta la falta de interés de la alcaldía, evidenciada en la ausencia de respuestas, asimismo, para finalizar la distancia entre el grupo de investigación que está localizando en diferentes partes del país limitando las experiencias físicas con la comunidad y la fuente hídrica.

Conforme a la normatividad, la ley 99 de 1993

“por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”. (Ley 99, 1993)

El artículo 1 de la misma ley “las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos deben ser objeto de protección especial” (Ley 99, 1993). Por consiguiente, el río

de Subachoque, al ser reconocido como recurso hídrico y nacimiento de agua, debe recibir una protección especial.

El Acuerdo Municipal 15 de 2000 en el cual en su artículo 1 establece estrategias

Para lograr efectiva y realmente los objetivos generales del, Esquema de Ordenamiento Territorial se formularán y ejecutarán planes sectoriales que armonicen la visión del municipio con las particularidades de cada uno de los temas que en ellos se desarrolle, como el Plan Educativo y Cultural, Plan Local de Salud, Plan Vial y de Transporte, Plan de Servicios Públicos, Plan de Manejo de Equipamientos Colectivos y Espacios Públicos, Plan de Vivienda, Plan de Desarrollo Agropecuario Municipal, entre otros (Consejo Municipal de Subachoque, 2001),

En el Acuerdo municipal 017 de 2006 del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de Madrid “se incorporan al proyecto las medidas de protección para las cuencas del río Bogotá que se encuentran dentro de la jurisdicción del municipio de Madrid, logrando las siguientes acciones para la planeación coordinada y sostenible del territorio” (Consejo Municipal de Madrid, 2006) tales como Río Subachoque, Plan de Restauración y Recuperación del río Subachoque. Así también se guía frente a la resolución 0957 del 2019 “Por medio de la cual se aprueba el ajuste y actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del río Bogotá y se dictan otras disposiciones” (Resolución 0957, 2019).

El presente trabajo investigativo en curso, tiene como objetivo revisar

los documentos asociados al impacto agropecuario frente al recurso hídrico regional Subachoque y Madrid, para de esta manera poder determinar qué actividades agropecuarias son las que están afectando este recurso hídrico y por ende, determinar frente a los PBOT de los municipios como Subachoque y Madrid, así tales actividades como la ganadería, lechería, vacunos, caprinos, pastoreo, siembra de cultivos, zanahoria, papa, alverja, maíz, empresas de flores, entre otros, los cuales gracias a diferentes estudios se ha evidenciado que han causado daños en el suelo, por lo cual los municipios de Subachoque y Madrid se han visto afectados. A nivel personal, el objetivo que se tiene previsto es crear una política ambiental y esta forma proteger los derechos que se le han otorgado al río Bogotá y al río Subachoque. Con esta política ambiental se busca concientizar y dar posibles soluciones a los problemas. Además, se busca que los ciudadanos de estos municipios puedan realizar actividades que ayuden al fortalecimiento de esta fuente hídrica y al crear una comunidad concientizada, humana y capaz de proteger este afluente tan importante.

El presente trabajo investigativo en curso, tiene como objetivo revisar los documentos asociados al impacto agropecuario frente al recurso hídrico regional Subachoque y Madrid, para de esta manera poder determinar qué actividades agropecuarias son las que están afectando este recurso hídrico y por ende, determinar frente a los PBOT de los municipios como Subachoque y Madrid, así tales actividades como la ganadería, lechería, vacunos, caprinos, pastoreo, siembra de cultivos, zanahoria, papa, alverja, maíz, empresas de flores,

entre otros, los cuales gracias a diferentes estudios se ha evidenciado que han causado daños en el suelo, por lo cual los municipios de Subachoque y Madrid se han visto afectados. A nivel personal, el objetivo que se tiene previsto es crear una política ambiental y esta forma proteger los derechos que se le han otorgado al río Bogotá y al río Subachoque. Con esta política ambiental se busca concientizar y dar posibles soluciones a los problemas. Además, se busca que los ciudadanos de estos municipios puedan realizar actividades que ayuden al fortalecimiento de esta fuente hídrica y al crear una comunidad concientizada, humana y capaz de proteger este afluente tan importante.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mediante el acuerdo CAR N°17 de 1997, se declaró la región del nacimiento del río Subachoque y pantano de Arce como distrito de manejo integrado de los recursos naturales, velando por su conservación y defensa. Por lo tanto, se quiere llegar al equilibrio de un desarrollo sostenible, pero a pesar de este acuerdo las actividades agropecuarias no tomaron las medidas eficientes para proteger y conservar el medioambiente.

Esto tampoco se ejecuta como lo estipula ley 99 de 1993 "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones". (Ley 99, 1993)

Esta ley hace parte de la protección especial por ser un recurso hídrico vital, por lo cual se debe preservar. Por el contrario, hay algunos factores los cuales la están contaminando y así afectan directamente al río Subachoque. En el recorrido de este río se ven afectados principalmente los municipios de Subachoque y Madrid, pero hay un trasfondo de esta problemática donde la fauna y la flora se han ido disminuyendo a lo largo de los años, como lo hacen la zona de páramo, bosques, peces y especies de plantas vasculares.

Las afectaciones por el impacto de las actividades agropecuarias como ganadería, lechería, vacunos, caprinos, pastoreo, siembra de cultivos, zanahoria, papa, alverja, maíz, empresas de flores, entre otros, han ocasionado graves daños en el suelo. Un claro ejemplo es la agricultura nociva, ya que el suelo se deteriora gradualmente con uso de plaguicidas, donde los municipios de Subachoque y Madrid Cundinamarca se ven afectados drásticamente en los cuerpos de agua que se encuentran alrededor de la zona.

El río Subachoque, perteneciente a la cuenca media del río de Bogotá, se localiza a 35 Km al noroccidente de Bogotá, nace en la vereda del Guamal (Subachoque) donde recorre sus 90 kilómetros de extensión total y finaliza su cauce cruzando la cabecera municipal de Madrid Cundinamarca; durante este recorrido se encuentran empresas de flores y varias actividades agropecuarias. Es una gran problemática la expansión de cultivos cerca del río Subachoque, como la siembra de papa, zanahoria, arveja y maíz e incluso las empresas de flores, con su mala utilización de diversos agroquímicos que se emplean para controlar las plagas y el crecimiento de

estos cultivos. En consecuencia, los residuos de estos químicos llegan al río Subachoque mediante un proceso natural de infiltración y escorrentía, que altera drásticamente las características del río Subachoque, y, por ende, las especies acuáticas que viven en ese lugar, la ganadería tan cerca de esta fuente hídrica genera contaminación fecal por el ganado.

En conclusión, afecta el nivel del uso sanitario del agua, tanto para su consumo humano como para el consumo de las especies del sector; así como los peces como la guapucha, tinguá y demás animales que se acercan al río para abastecerse.

De lo anterior nace la siguiente pregunta ¿por qué las actividades agropecuarias están afectando la fuente hídrica regional del río Subachoque y qué medidas se pueden aplicar para preservar el acuerdo N° 17 de 1997 “Por medio del cual se declara y alinda un distrito de manejo integrado de los recursos naturales” y la ley 93 de 1993?

OBJETIVOS

Se tiene como objetivo general realizar un diagnóstico de las actividades agropecuarias que están afectando la fuente hídrica regional del río Subachoque y qué medidas se pueden aplicar para preservar el acuerdo N° 17 de 1997 (CAR) y la ley 93 de 1993, Subachoque-Madrid. A su vez, este objetivo general se divide en tres objetivos específicos:

1. Analizar las medidas implementadas en los municipios de Subachoque y Madrid con relación con la contaminación del río Bogotá y su afluente Río Subachoque (Sentencia Consejo de Estado, 2014) 2.

Identificar las actividades agropecuarias en los municipios Madrid y Subachoque, así como su relación de afectación con el Río Subachoque y 3. Plantear un mecanismo de coexistencia de la actividad agropecuaria y la preservación del recurso hídrico río Subachoque y su afluente mayor Río Bogotá.

JUSTIFICACIÓN

El río Subachoque es la fuente abastecedora del afluente río Bogotá, el cual en ocasiones se ha visto contaminado en gran escala por las actividades agropecuarias, hasta tal punto de tener mal olor. En su recorrido desde Subachoque, pasando por Madrid y desembocando en el río de Bogotá, tiende siempre a llegar con basura, excremento fecal y desechos o productos químicos. La importancia de este proyecto investigativo radica en establecer prontas soluciones frente a la problemática presentada en los municipios de Subachoque y Madrid y a partir de esa información consultada, poder adoptar unas medidas jurídicas, relacionadas con los acuerdos proferidos por los municipios y demás entes. Asimismo, se busca que se realice una política ambiental estratégica para la preservación de la subcuenca río Subachoque frente a diversos acuerdos y leyes que se verán reflejados durante el desarrollo de esta investigación.

Los motivos que nos llevó a nosotros como estudiantes de derecho de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia a fijarnos en la línea de investigación de derecho ambiental y sostenibilidad son diversos, por una parte estamos interesados en saber cómo los municipios de Subachoque y Madrid centran su principal actividad económica en el sector agropecuario, por

ejemplo, los diferentes tipos de cultivos y la producción lechera desatan cuestiones en cómo se genera el seguimiento de planes estratégicos o reglamentos para proferir y seguir con los acuerdos fijados, no solo por el consejo de estado sino por los propios municipios para estas actividades económicas y por ende, ¿qué podemos hacer para proteger esta subcuenca perteneciente al río de Bogotá y proteger la biodiversidad que habita allí?

La investigación en curso se estructurará en dos partes, en la primera parte se tiene planeado analizar encuestas de los ciudadanos, estudios realizados por diferentes profesionales, tesis, archivos y decretos hacia la prevención y gestión de riesgos de esta afluente, esta información se encuentra en la alcaldía, bases de datos, libros, fundaciones entre otras. Por ende, el sondeo a realizar será con información confiable con el fin de saber con certeza qué actividades contaminan más al río Subachoque y analizar y verificar la información con los PBOT.

En la segunda parte, se articulará una política ambiental, basada en la normatividad vigente para proteger los derechos que se le han reconocido no solo al río de Bogotá sino también al río de Subachoque, esta política ambiental se relacionará con la concientización inclinada a dar posibles soluciones, donde los ciudadanos de estos municipios que practican estas actividades tengan una conciencia social y humana de proteger este recurso hídrico, que es utilizado tanto para el abastecimiento del hogar como para actividades agropecuarias de Subachoque y Madrid.

DISEÑO METODOLÓGICO

ENFOQUE CONCEPTUAL

En la fase conceptual el proyecto “Impacto de la actividad agropecuaria frente al recurso hídrico regional Subachoque Madrid” tiene como designio realizar un diagnóstico de las actividades agropecuarias que están afectando la fuente hídrica regional del río Subachoque y qué medidas se pueden aplicar para preservar el acuerdo municipal N° 17 de 1997 emitido por la CAR y la ley 99 de 1993 en las regiones de Subachoque y Madrid. Durante el recorrido se encuentran empresas de flores y varias actividades agropecuarias como ganadería, lechería, pastoreo y expansión de cultivos cerca del río Subachoque, que influyen en la problemática, así también se visualiza el uso inadecuado de agroquímicos, el cual puede afectar los suelos cerca del afluente, con tal magnitud que hasta llegar a la contaminación de este dado que “el mayor riesgo se presenta por las altas concentraciones de agroquímicos, materia orgánica, sedimentos y sales en los cuerpos de agua” (FAO, 2018), residuos que llegan al río Subachoque.

De igual forma, el proyecto tiene como objetivo analizar cada una de las medidas que se están implementando en estos municipios para mitigar la contaminación de este afluente, así mismo se busca identificar las actividades que más impacto tienen con relación a los daños causados al río Subachoque. Lo esperado al finalizar la investigación es identificar otras actividades de la zona que afectan la fuente hídrica, llegar a una conclusión desde el aspecto social hasta el aspecto legal haciendo uso del derecho ambiental y así, crear mecanismos que ayuden a la conservación

del río e incentivar a las personas de esta comunidad al cuidado y mantenimiento de esta fuente hídrica.

ENFOQUE METÓDICO

La fase metodológica se basa en un enfoque cualitativo que analiza a fondo el problema del caso de estudio del recurso hídrico Río Subachoque con relación a su protección. Se identifica lo que piensan los habitantes sobre el problema en el afluente, y qué acciones legales se han tomado para preservar el río Subachoque. Para ello, se realiza una observación y análisis de los sucesos y fenómenos relacionados con la problemática de contaminación. Se desarrollarán preguntas e hipótesis antes, durante y después de la recolección y análisis de datos. El alcance de la investigación en curso es explicativo.

La población principal que se estudia e identifica, son los habitantes directamente afectados por la contaminación del río Subachoque, incluyendo a los habitantes del municipio de Madrid, así como también fundaciones, entidades y empresas ubicadas en estas áreas. El enfoque utilizado está centrado en los sujetos que experimentan las dificultades ambientales derivadas de esta problemática en el río Subachoque.

Principalmente, se seleccionó este enfoque porque está orientado a un tema social, lo cual nos va a permitir trabajar de manera conjunta con la comunidad de Subachoque y Madrid.

Se ha delimitado sobre esta población porque con base en su experiencia y relación con el río Subachoque pueden complementar a la realización de un análisis investigativo sobre las condiciones en las que se encuentra este afluente

tan importante. Se seleccionaron unas medidas para la variable de investigación para lo cual debemos entender que "son las características y propiedades cuantitativas o cualitativas de un objeto o fenómeno que adquieren distintos valores, o sea, varían respecto a las unidades de observación" (Carballo & Guelmes, 2016). Así, las variables planteadas son el sexo, profesión u ocupación, acciones sociales realizadas, prácticas participativas en el río de Subachoque, prácticas mal realizadas, entre otras.

El diseño de plan de muestreo planteado es, primeramente, un rastreo documental y luego, entrevistas con los habitantes (los cuales pueden ser mayores de 15 años). Este diseño se realizará no probabilístico con el fin de que se haga un juicio del investigador donde se indagará lo referente a los impactos agropecuarios.

ENFOQUE EMPÍRICO

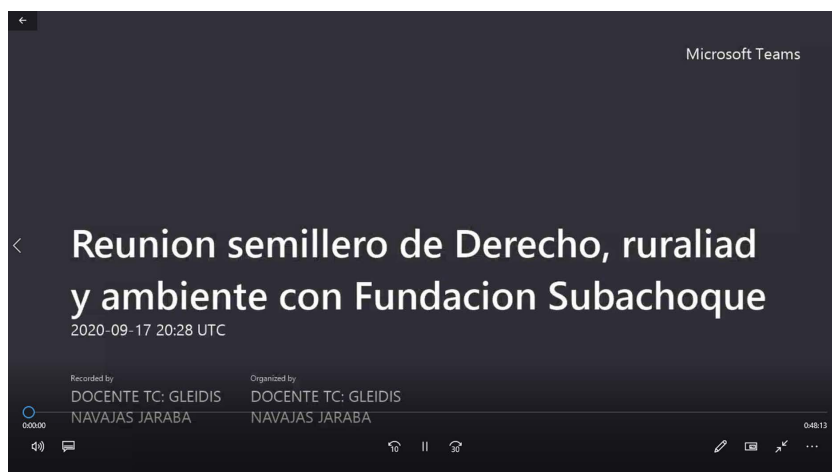
Para llevar a cabo este estudio empírico, se utilizarán diferentes instrumentos de recolección de datos, como el rastreo documental, encuestas, entrevistas y análisis de documentos, entre otros. En el rastreo documental, se elabora una ficha bibliográfica del documento revisado, en el que se incluirá, el autor, título del libro, año, editorial y objetivo de este, con el fin de verificar su relevancia y utilidad para el caso de estudio. En cuanto a las respuestas de las entidades, se identificará los pronunciamientos más relevantes, mediante un matriz y finalmente las encuestas y entrevistas se enfocarán en analizar los impactos agropecuarios que afectan al río Subachoque, en concordancia con la normatividad vigente y el cumplimiento de los Planes de Ordenamiento Territorial.

En consonancia con la sentencia del Consejo de Estado de 2014 relacionada con el río Bogotá, se procede a analizar las actividades agropecuarias que están impactando negativamente el río Subachoque y proponer una política ambiental que contribuya a su protección y mejora, por lo cual este proyecto en curso se realiza mediante un enfoque cualitativo y explicativo.

EN LA ACTUALIDAD

La investigación, se ha visto afectada por los efectos de la pandemia, lo cual ha dificultado el trabajo de campo, sin embargo se ha

venido realizado el análisis de las normas y contactos por herramientas digitales con grupos afectados por la situación del río y que están interesados en avanzar en soluciones. Así se logra reunión por Teams con la Fundación pro Subachoque, con uno de sus fundadores Raúl Londoño, apoyando la educación ambiental como fuente de formación en los colegios rurales y otros aspectos. Se logra avanzar en un convenio con Uniagraria que permita articulación no solo investigativa, sino de extensión y traslado de medios a las comunidades. Se está a la espera de iniciar procesos in situ en aplicación de lo conceptual en pro del afluente hídrico y la población que la rodea.



Fuente: elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de la interpretación principal se obtienen los siguientes datos: según el acuerdo municipal número 41 del año 2001, por medio del cual se modifica

el acuerdo 015 de 2000 y el acuerdo 029 del 2000 expedidos por el concejo municipal de Subachoque. Dentro de la estructura de este acto administrativo se acuerdan estrategias, principios, técnicas, competencias, referentes de agroturismo,

entre otras, con el fin de incluir la totalidad de contenidos exigidos bajo los parámetros legales vigentes. De la misma forma, se contempló “el cuidado, defensa y correcta utilización de las áreas de protección y reserva ambiental, corresponde de manera directa a la Corporación Autónoma Regional (CAR), a la administración municipal, a los propietarios de predios y a la comunidad en general” (Concejo Municipal de Subachoque, 2001).

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye la deficiencia inmensurable por parte de la Alcaldía Municipal de Subachoque, de hecho, los ciudadanos por medio de fundaciones manifestaron su preocupación con el ambiente, destacando la solidaridad y el voluntariado a través de diversos proyectos para la preservación de esta fuente hídrica, convirtiéndolos en el pie de fuerza ambiental en el sector.

Denotándose el incumplimiento del art 50, en su inciso 3 del mismo acto, esquema de ordenamiento territorial, ya que la conservación de los cuerpos de agua, como fuente mayor el río Subachoque por su importancia y condición ambiental, debería ser preservado y no sufrir las consecuencias de la desesperante contaminación. Con ello se debe recalcar que “requieren ser reservadas para la recuperación, mantenimiento y mejoramiento de dichos recursos”. (Consejo Municipal de Subachoque, 2001, ACUERDO No. 41 de 2001)

De manera particular la entrevista preliminar realizada a la fundación PROSUBACHOQUE, a través de medios digitales, arroja los resultados y discusión encontrados en el recorrido del río Subachoque hasta el municipio de Madrid,

que son afectados en el ámbito agropecuario por el lavado de zanahoria, papa, alverja, ganadería, entre otros. Tal problemática se ve reflejada porque los agricultores suelen hacer sus actividades cerca de este afluente y los campesinos algunas veces no cuentan con lavados o baños, en donde realizan dichas actividades, lo que genera una contaminación desmesurada en el recorrido de cabecera de un municipio a otro. Tanto así que la alcaldía de Madrid planteo “la participación del desarrollo e implementación de programas y proyectos de carácter regional que promuevan la recuperación y preservación de las fuentes hídricas, entre ellas el río Subachoque”, (Consejo Municipal de Madrid, 2006), por ende, la alcaldía de Madrid realiza rondas en el río Subachoque, con el fin de poder lograr en un porcentaje su limpieza y recuperación antes de desembocar al río de Bogotá.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el avance de la investigación se ha evidenciado que se cuenta con la información necesaria y suficiente que permite llegar al planteamiento de diversas soluciones y determinar cuál es el aporte a la comunidad científica. Así, mediante la investigación realizada, se establece como posible solución la creación de una política ambiental basada en la normatividad vigente que por años ha buscado garantizar los derechos de los recursos hídricos, entre ellos el río Subachoque. Se espera que con fundamento en lo que se menciona en el presente escrito, muchas más personas se sumen a la investigación ambiental y a la exigencia de soluciones eficientes por parte de las corporaciones que tienen como principal deber jurídico la conservación y

protección del medio ambiente y en este caso, de los ríos como el río Subachoque. De esta manera se tomarán medidas que permitirán velar por la preservación del recurso hídrico regional Subachoque-Madrid que ha sido afectado con diversas actividades agropecuarias, las cuales han generado un gran deterioro convirtiéndolo en aguas negras. Es así como se determina que la política ambiental permitirá regular las actividades agropecuarias y ayudará a disminuir la contaminación en este afluente tan importante. Por otro lado, además perseverar por la descontaminación del río Subachoque, se busca que las diferentes actividades agropecuarias con un uso no graduado del recurso hídrico regional Subachoque- Madrid, disminuya su contaminación y que se implementen alternativas como que ganaderos y agricultores se concentren en sitios más adecuados donde no se produzca mayor contaminación al afluente. Esto con el fin de que no se presente una afectación en el sector económico, pero que a su misma vez se vele por la preservación del río Subachoque- Madrid que es lo más relevante de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Ambiente de Desarrollo Sostenible. (2014). *Código Nacional de Recursos Naturales Renovables*. Bogotá.
- Iglesias, A., Estrela, T., & Gallart, F. (2005). IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS. En *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (pág. 308). España: Centro de Publicaciones; Secretaría General Técnica; Ministerio de Medio Ambiente.
- Sentencia Río Bogotá, AP-25000-23-27-000-2001-90479-01 (Consejo de Estado 28 de Marzo de 2014).
- CONSEJO DE ESTADO, S.D. (2014). Acción Popular "RECURSOS DE APELACIÓN INTERPUESTOS CONTRA LAS PROVIDENCIAS DE 25 DE AGOSTO Y SU COMPLEMENTARIA DE 16 DE SEPTIEMBRE DE 2004 PROFERIDAS POR LA SECCIÓN CUARTA, SUBSECCIÓN "B", DEL TRIBUNAL ADMINISTRATIVO DE CUNDINAMARCA". Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (1997). Acuerdo No 17 de 1997 *"Por medio del cual se declara y alinda un distrito de manejo integrado de los recursos naturales"*. Bogotá.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993 *"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables"*.
- Consejo Municipal de Subachoque. (2001). Acuerdo municipal No 41/01 *"Esquema de Ordenamiento territorial"*. Subachoque.
- Consejo Municipal de Madrid. (2006). Acuerdo Municipal 017 de 2006 *"Plan Básico de Ordenamiento Territorial"*. Bogotá.
- Carballo, M., & Guelmes, E. (2016). Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. *Revista Universidad y Sociedad*.
- CORPOGUAVIO, CAR, CORPO-RINOQUIA. (2019). Resolución 0957

de 02 de abril 2019, “Por medio de la cual se aprueba el ajuste y actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca Hidrográfica del río Bogotá y se dictan otras disposiciones”.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

(FAO). (2018). FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>

Concejo Municipal de Subachoque. (2001). ACUERDO No. 41 de 2001. Subachoque.

ESTEROLES EN LA LECHE BOVINA Y SU POTENCIAL PARA DISMINUIR RIESGOS DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES EN HUMANOS: REVISIÓN PRELIMINAR Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

STEROLS IN BOVINE MILK AND THEIR POTENTIAL TO REDUCE RISKS OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN HUMANS: PRELIMINARY REVIEW AND RESEARCH PERSPECTIVES

Carlos Gabriel Garcés¹
Andrea Yiorginna Cortes¹
Edwin Gerardo Parra¹
Jenny Esperanza Parra²
Yurany Teresa Ortiz²
Fredy Armando, Aguilar²

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en las sociedades occidentales. Estas enfermedades están relacionadas con problemas del corazón y de los vasos sanguíneos. De manera particular, la aterosclerosis genera accidentes cerebrovasculares e infartos agudos de miocardio por el depósito de grasa en la parte interna de las arterias. Estas enfermedades pueden ser tratadas por métodos farmacológicos y cambios en el estilo de vida. Adicionalmente, existen alternativas como los alimentos nutraceuticos, ricos esteroides que corresponden a moléculas esteroides abundantes en las leguminosas que tienen la capacidad de bloquear la absorción intestinal del colesterol "malo" asociado a lipoproteínas de baja densidad (LDL y VLDL, por sus siglas en inglés) las cuales en altas concentraciones conllevan a una alta acumulación de colesterol en las arterias. Esos esteroides pueden ser transferidos de las leguminosas a la leche bovina a través de la dieta de las vacas. El objetivo de este trabajo es revisar el efecto benéfico del consumo de esteroides vegetales en términos de reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, el potencial que puede tener el consumo de leche bovina rica en este tipo de moléculas, así mismo, formular perspectivas de investigación considerando la diversidad de los sistemas de producción de leche en Colombia..

Palabras claves: absorción de colestereol, aterosclerosis, alimentos nutraceuticos .

¹ Estudiantes Semillero de Investigación en Ciencias Animales UNIAGRARIA, Facultad de Ciencias Agrarias, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

² Docentes Semillero de Investigación en Ciencias Animales UNIAGRARIA, Facultad de Ciencias Agrarias, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVD) are the principal cause of death in western societies. These diseases are related to problems of the heart and blood vessels. In particular, atherosclerosis generates cerebrovascular accidents and acute myocardial infarctions, due to the deposit of fat in the internal part of the arteries. These diseases can be treated by pharmacological methods and changes in lifestyle. Additionally, there are alternatives such as sterol-rich nutraceutical foods that correspond to steroid molecules abundant in legumes that have the ability to block the intestinal absorption of "bad" cholesterol associated with low-density lipoproteins (LDL and VLDL), which in high concentrations lead to a high accumulation of cholesterol in the arteries. These sterols can be transferred from legumes to bovine milk through the diet of the cows. The objective of this work is to review the beneficial effect of the consumption of plant sterols in terms of reducing the risk of cardiovascular diseases, the potential that the consumption of bovine milk rich in this type of molecules can have, as well as formulate research perspectives considering the diversity of milk production systems in Colombia.

Keywords: Cholesterol absorción, atherosclerosis, nutraceutical foods.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) están relacionadas con los problemas de corazón y de los vasos sanguíneos que pueden tener las personas. Según el tercer reporte del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol de los Estados Unidos, estas afecciones son la principal causa de mortalidad en las sociedades de occidente (NCEP, 2002). Dentro de las manifestaciones más comunes de estas enfermedades se encuentran los accidentes cerebrovasculares y el infarto agudo de miocardio causados por la aterosclerosis, la cual está relacionada con el depósito de grasa (placa) en la parte interna de las arterias. La formación de estas placas comienza con la deposición de pequeños cristales de colesterol en la túnica interna (íntima) junto al músculo liso. Posteriormente, las placas crecen con la proliferación de tejidos fibrosos y sus alrededores, generando una protuberancia en las arterias y como consecuencia, una reducción en el flujo sanguíneo (Rafieian *et al.*, 2014).

La homeostasis del colesterol en todo el cuerpo requiere una regulación precisa de los procesos que controlan la producción, la absorción y la excreción del colesterol (Calpe-Berdiel *et al.*, 2009). En consecuencia, para tratar el aumento de colesterol en la sangre (hipercolesterolemia) por lo general se utilizan fármacos, que desempeñan un papel decisivo en el tratamiento del riesgo cardiovascular, mejorando el perfil de lípidos, retardando la progresión de la aterosclerosis, estabilizando placas propensas a la ruptura, disminuyendo el riesgo de trombosis arterial y mejorando el pronóstico cardiovascular por medio de estatinas (inhibidores de la HMG CoA

reductasa), fibratos (derivados del ácido fibríco), secuestrantes de ácidos biliares, niacina y ácidos grasos omega-3 (Díaz *et al.*, 2013). Estos mismos autores sugiere que el ejercicio y los cambios en el estilo de vida son necesarios en el tratamiento de la dislipidemia.

ESTEROLES Y SU EFECTO SOBRE LA ABSORCIÓN DE COLESTEROL

Por otro lado, existen opciones naturales como lo son los esteroides y estanoles vegetales que pueden ser encontrados en plantas. El efecto benéfico de estos compuestos vegetales sobre los niveles de colesterol se ha demostrado en humanos y animales de experimentación (Patel *et al.*, 2006; Calpe-Berdiel *et al.*, 2005; Calpe-Berdiel *et al.*, 2009). Se ha descrito ampliamente el efecto hipocolesterolémico de los fitoesteroides en ratones y hámsteres severamente hiperlipidémicos con el hallazgo de reducciones en el colesterol plasmático que oscilan entre el 20 % y el 50 % (Calpe-Berdiel *et al.*, 2005; Plat *et al.*, 2006; Field *et al.*, 2004; Jain *et al.*, 2008). Los estudios sobre el efecto reductor de los esteroides de las plantas sobre la tasa de absorción de colesterol se iniciaron en 1950 y en la actualidad se considera que para humanos una dosis diaria de 2,5g de esteroides/estanoles vegetales puede reducir las concentraciones de colesterol (LDL) hasta en un 10 % (De Smet *et al.*, 2012). De esta forma, los esteroides vegetales pueden ser considerados sustancias que mejoran el perfil cardiovascular, tanto por su acción sobre el colesterol LDL como sobre los triglicéridos, siendo por lo tanto una posible herramienta eficaz para la prevención de enfermedades cardiovasculares en personas adultas.

El grupo de los esteroles vegetales incluye los fitoesteroles y sus formas saturadas (fitoestanoles). Estructuralmente, estos compuestos están relacionados con el colesterol, aunque difieren en la complejidad de su cadena lateral, que está unida al anillo de esteroides (Calpe-Berdiel *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2006). Estos compuestos no pueden ser sintetizados por los humanos y, por lo tanto, siempre deben derivarse de la dieta (Patel *et al.*, 2006). Se han identificado más de 40 fitoesteroles; de estos, el campesterol, el estigmasterol y el β -sitosterol, que representan más del 95 % del total de fitoesteroles dietéticos por ingesta (Calpe-Berdiel *et al.*, 2009). Los fitoestanoles no son abundantes en la naturaleza. La presencia de fitoesteroles en la dieta occidental es casi igual a la del colesterol (alrededor de 400 mg/d) aumentando en dietas vegetarianas (Calpe-Berdiel *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2006). Los fitoesteroides se absorben en el intestino de manera limitada (0,4 % - 3,5 %), mientras que la absorción de fitoestanol (0,02 % - 0,3 %) es mucho más baja. La mayoría de estos esteroides vegetales se excretan rápidamente por el hígado, con menos del 1 % retenido y con una concentración plasmática que varía de 0,6 a 2 mg / dL. Esto contrasta con la absorción intestinal de colesterol, que oscila entre el 35 % y el 70 % (Calpe-Berdiel *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2006).

ESTEROLES EN LA LECHE DE VACA

En el caso de los alimentos de origen animal, la fortificación de la leche con fitoesteroles vegetales es una práctica que cada día se vuelve más común para poder mejorar el perfil de los esteroides y así, ofrecer a los consumidores los posibles

beneficios para la salud que esto conlleva. Un estudio realizado en Australia investigó si la alimentación de ganado bovino puede influir en el perfil de los fitoesteroles y el colesterol en la leche producida, como una alternativa de enriquecimiento directo de la leche. Se obtuvieron resultados significativos al alimentar a los diferentes animales con dietas incluidas por los nativos australianos, observándose en el caso de los fitoesteroles una proporción aproximada de <0,12mg/100mL de leche. Además, un alimento protegido en el rumen con altos niveles de fitoesteroles demostró una disminución de la transferencia de colesterol a la leche de aproximadamente un 20 % como resultados preliminares (Duong *et al.*, 2019).

En el Hospital Universitario el Escorial en Madrid, se realizó un estudio donde se encontraron diferencias respecto a la concentración de triglicéridos en la sangre, utilizando leche desnatada enriquecida con esteroides vegetales y leche desnatada no enriquecida con esteroides. La concentración de triglicéridos basales (mg/dl) fue de 91,06 en el grupo tratado con esteroides vegetales y 68,29 en el grupo control, sin diferencias significativas entre estos dos valores promedio. Después del consumo, el efecto atribuible a la ingesta de la leche enriquecida con fitoesteroides vegetales fue de una disminución de 5,88 mg/dl. En general los autores concluyen que la leche enriquecida con esteroides vegetales, para garantizar una dosis de 2,5 gr de esteroides vegetales al día, podría constituir una estrategia adecuada para el tratamiento de enfermedades cardiovasculares en pacientes pediátricos (Blumenfeld *et al.*, 2015).

PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

En Colombia los sistemas de producción de leche bovina son diversos en términos de las razas utilizadas, los sistemas de alimentación y el tipo de especies forrajeras presentes en las diferentes ecorregiones. En este contexto, se plantea a futuro explorar y caracterizar el contenido de esteroides en diversas especies forrajeras y en leche bovina obtenida en los variados sistemas de producción, esto con el propósito de identificar nichos de producción en los cuales el contenido de estas biomoléculas sea alto. El cual permitiría el desarrollo de productos diferenciados con beneficios para el productor y el consumidor. Para lo cual será necesario, en un primer momento, estandarizar las técnicas de medición de esteroides en la leche y en los alimentos.

REFERENCIAS

- Blumenfeld, J., San Mauro, I., Calle, M., Valdés, C., Pérez, E., Delgado, E., Ciudad, M., Hernandez, M., y Collado, L. (2015). Leche enriquecida con esteroides vegetales como estrategia para conseguir una disminución de la trigliceridemia en la infancia: ensayo clínico doble ciego, aleatorizado y controlado. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), pp. 1056-1060.
- Calpe-Berdiel, L., Escolà-Gil, J. C., Ribas, V., Navarro-Sastre, A., Garcés-Garcés, J., & Blanco-Vaca, F. (2005). Changes in intestinal and liver global gene expression in response to a phytosterol-enriched diet. *Atherosclerosis*, 181(1), 75-85.
- Calpe-Berdiel, L., Méndez-González, J., Blanco-Vaca, F., y Carles Escolà-Gil, J. (2009). Increased plasma levels of plant sterols and atherosclerosis: a controversial issue. *Current Atherosclerosis Reports*, 11(5), pp. 391–398.
- Calpe-Berdiel L, Escolà-Gil JC, Blanco-Vaca F: (2009) New insights into the molecular actions of plant sterols and stanols in cholesterol metabolism. *Atherosclerosis*, 203, pp. 18–31.
- De Smet E, Mensink RP, Plat J. pa (2012) Effects of plant sterols and stanols on intestinal cholesterol metabolism: suggested mechanisms from past to present. *Molecular Nutrition and Food Research*. 56(7), pp. 1058-72.
- Díaz L. García A. (2013). Guía de Tratamiento Farmacológico de dislipidemias para el primer nivel de atención. *Revista Mexicana de Cardiología*, 24(3), pp. 103-129.
- Duong, S., Strobel, N., Buddhadasa, S., Auldist, M., Wales, W., Moate, P., Cox, G., Orbell, J., & Cran, M. (2019). Modification of the sterol profile in milk through feeding. *Journal of Dairy Science*. 102(7), pp. 5933-5944.
- Field, F.J., Born, E., Mathur, S.N. (2004) Stanol esters decrease plasma cholesterol independently of intestinal ABC sterol transporters and Niemann-Pick C1-like 1 protein gene expression. *Journal of Lipid Research*, 45, pp. 2252–2259.
- Jain, D., Ebine, N., Jia, X., Kassis, A., Marinangeli, C., Fortin, M., & Jones, P. J. (2008). Corn fiber oil and sitostanol decrease

cholesterol absorption independently of intestinal sterol transporters in hamsters. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(4), 229-236.

National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) (2002). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*, 106(25), 3143-3421

Patel, M.D., Thompson, P.D. (2006). Phytosterols and vascular disease. *Atherosclerosis*, 186, pp. 12-19.

Plat, J., Beugels, I., Gijbels, M. J., de Winther, M. P., & Mensink, R. P. (2006). Plant sterol or stanol esters retard lesion formation in LDL receptor-deficient mice independent of changes in serum plant sterols. *Journal of lipid research*, 47(12), 2762-2771.

Rafieian-Kopaei, M., Setorki, M., Doudi, M., Baradaran, A., & Nasri, H. (2014). Atherosclerosis: process, indicators, risk factors and new hopes. *International Journal of Preventive Medicine*, 5(8), pp. 927-946.

GUÍA PARA LOS AUTORES

INTRODUCCIÓN

Cuadernos de Semilleros de Investigación es una publicación de Fundación Universitaria Agraria de Colombia-UNIAGRARIA, creada con la finalidad de divulgar los proyectos de investigación presentados por estudiantes de Semilleros de Investigación, con el propósito de estimular la producción investigativa en los educandos.

ORIENTACIÓN EDITORIAL

La revista publica artículos, en español y otro idioma, que se desarrollen en el marco de la estrategia de Semilleros de Investigación. Aquellos relacionados con las líneas institucionales de investigación que sean originales y que no hayan sido publicados en otras revistas.

CONTENIDO DEL ARTÍCULO

Los artículos deben incluir las siguientes partes: Título en español; Título en inglés; Nombre del autor (es); Información del autor; Resumen; Palabras clave; Abstract; Keywords; Contenido del artículo; Agradecimientos (opcional); Conflictos de intereses (opcional); Referencias bibliográficas; Anexos. El orden anterior debe seguirse en el documento.

En general, el contenido de los artículos de investigación tienen las siguientes secciones: Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Referencias Bibliográficas y Agradecimientos.

Las tablas y figuras deben ubicarse a lo largo del contenido del artículo.

TIPOS DE ARTÍCULOS

La Revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN adopta la siguiente tipología:

Artículo de investigación científica y tecnológica:

Documento que presenta los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: Introducción, metodología, resultados y conclusiones.

Artículo de reflexión:

Documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Artículo de revisión:

Documento resultado de una investigación donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Artículo corto:

Documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren de una pronta difusión.

Reporte de caso:

Documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.

Cartas al editor:

Posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la Revista, que -a juicio del Comité Editorial- constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

Editorial:

Documento escrito por el Editor, un miembro del Comité Editorial o un investigador invitado sobre orientaciones en el dominio temático de la Revista.

PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

Parámetros generales: El artículo se presenta en tamaño carta 21,5 x 28,0 cm; Interlineado doble; Márgenes: 4 cm a la izquierda y 3 cm en los demás márgenes; Numeración: En todas las páginas, en el ángulo inferior derecho de cada una; Fuente: Times New Roman; Tamaño de la fuente: 12.

Títulos: Van alineados a la izquierda, en mayúsculas, los correspondientes a: Título en español e inglés, Nombre del autor; Resumen, Palabras clave, Abstract, Keywords, Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Conflictos de intereses, Referencias bibliográficas y Anexos. Los demás títulos y subtítulos van en minúscula, con la primera letra en mayúscula, alineados a la izquierda.

Extensión máxima del artículo: 10 páginas.

Título del artículo: Corto pero informativo. Debe limitarse a 15 palabras. Centrado en mayúsculas.

Nombre de los autores: Nombres, primer apellido, letra inicial del segundo apellido seguida de punto. Alineados a la derecha. Se respetará el nombre de pluma del autor, es decir, la forma habitual de los autores de separar los apellidos por un guion. El orden de los autores quedará como esté en el manuscrito enviado, entendiendo que el primero es el autor principal.

Información de los autores: En nota de pie de página, con números arábigos consecutivos, se escribirán los siguientes datos de cada autor: Profesión, grados académicos, filiación profesional (instituciones con las cuales está vinculado), cargo actual, ciudad, país, e-mail (del autor principal o de quien se encargue de la correspondencia).

Resumen: Extensión entre 150 y 250 palabras en español y en inglés.

Palabras clave: De 3 a 7 que identifiquen con certeza el contenido del artículo.

Agradecimientos: Se debe incluir el nombre, filiación y tipo de colaboración ofrecida por los colaboradores en la realización del manuscrito, pero que no se catalogan como autores. Las personas nombradas tienen que haber expresado su consentimiento para ser mencionadas y el autor es responsable de la obtención del permiso escrito por parte de ellas.

Conflictos de intereses: En el evento en que se presente este caso, se debe hacer una nota sobre las relaciones personales o institucionales que puedan incidir en la conducción, resultados o interpretación de los mismos.

Citación de referencias bibliográficas: Cada referencia bibliográfica será citada en el texto en el caso de ser uno ó 2 autores. Éstos deben citarse, el apellido del autor principal, seguido del año de la publicación separados por una coma, entre paréntesis según el orden consecutivo de aparición.

Si son tres o más solo se cita el primero seguido de la palabra et.al.

Referencias Bibliográficas: Para la presentación de estas, la Revista de CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN, se rige por el estilo APA

ENVÍO DE ARTÍCULOS

El texto completo del artículo se envía a la Revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN en medio magnético e impreso en original acompañado de una carta de presentación por parte del autor o autores que incluya los siguientes puntos:

- Nombre completo del artículo.
- Indicar que los autores están de acuerdo con el contenido, organización y presentación del artículo.
- Declarar que el artículo es original, que no se ha publicado con anterioridad y que no se va a presentar a otra revista nacional o internacional, mientras esté en proceso de evaluación por parte del Comité Editorial de la revista.
- Declarar que los autores han respetado el derecho a la intimidad de las personas que participaron en la investigación; que han cumplido con normas éticas de experimentación con humanos o animales; y que en los agradecimientos incluyeron a las personas, que sin ser autores, participaron de forma especial en la realización del estudio.
- Indicar que los autores no tienen conflictos de intereses.
- Autorizar a la revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN para reproducir el texto, figuras o cualquier otro material que tenga reserva de derechos; realizar ajustes en el contenido y estilo del artículo, por parte de los revisores de inglés u otro idioma y de estilo.
- Indicar cuál autor se encargará de recibir y enviar la correspondencia, de lo contrario se asumirá que el primer autor asumirá las funciones antes mencionadas.
- Incluir el nombre completo (nombre y dos apellidos), documento de identificación y firma de todos los autores.

El artículo en medio magnético se envía en formato de Word, ya sea en CD o vía internet. La carta se podrá enviar escaneada en formato PDF al correo roncancio.nora@uniagraria.edu.co

SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

La recepción del artículo por parte de la Revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN no implica obligación para su publicación, ni compromiso con respecto a su fecha de publicación. En ningún caso, los autores recibirán pago por la inclusión de su documento en la Revista.

La Revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN se reservará todos los derechos legales de reproducción de los artículos que publique.

Una vez enviado el artículo a la Revista CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN, el Editor le enviará al autor vía mail, el acuse de recibido correspondiente. Todos los artículos son revisados inicialmente por el Editor; quien verifica el cumplimiento de los criterios de presentación requeridos; si se encuentran aspectos para ajustar se le informará inmediatamente al autor. Es importante que el autor guarde copia de todo el material enviado. En cualquier momento que el autor lo desee, puede solicitar vía mail la información sobre el estado en el que se encuentra el artículo, al correo electrónico de la Revista.

Cuando el artículo cumpla con los lineamientos de forma, se presentará al Comité Editorial por intermedio del Director de la Revista, para su revisión general y asignación de arbitraje, para evaluar la calidad científica y académica de los mismos y darán su concepto según formato establecido.

Los autores de los artículos aceptados deberán diligenciar un formato acerca de su hoja de vida profesional, antes de la publicación del documento.

El artículo aceptado pasa luego a corrección de estilo en español e inglés. Antes de la publicación, el autor recibirá copia del documento que se publicará, para que lo revise y dé su aprobación final de documento que se incluirá en el volumen de la Revista.

Comité Editorial
Revista: Cuadernos de Semilleros de Investigación

CUADERNOS DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Publicación de la Fundación Universitaria
Agraria de Colombia, UNIAGRARIA.
Editado en la ciudad de Bogotá por
Entrelibros e-book solutions
Bogotá - 2020



UNIAGRARIA
LA U VERDE DE COLOMBIA

Sede Principal: Calle 170 No. 54A-10
Bogotá - Colombia

PBX: 667 1515

informes@uniagraria.edu.co

www.uniagraria.edu.co