

INTELLIGENTSIA

Revista Boletín Digital UNIMINUTO - Rectoría Santanderes - Rectoría Cundinamarca - Rectoría Sur

19

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS
VERTIENTOS DE AGUAS
RESIDUALES SOBRE EL RÍO DE ORO DE
GIRON, SANTANDER, COLOMBIA

54

EFFECTOS ECOLÓGICOS DEL
CAMBIO CLIMÁTICO
EN EL CULTIVO DEL CAFÉ
ARABICA COLOMBIANO



03

EFFECTOS DE LA DEFORESTACIÓN EN LA
PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

11

RIESGO DE LOS ARRECIFES DE CORAL
EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

19

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS
RESIDUALES SOBRE EL RIO DE ORO DE GIRON,
SANTANDER, COLOMBIA

27

PROBLEMAS Y FACTORES DE RIESGO QUE
AFECTAN EL PÁRAMO DE SANTURBÁN - COLOMBIA

35

REPERCUSIONES Y SOSTENIBILIDAD DE LA
PALMA AFRICANA EN COLOMBIA

41

FRACKING: Impacto Ambiental desde una
perspectiva del Magdalena Medio

48

HIDRÓGENO Transición Responsable VERDE,

54

EFFECTOS ECOLÓGICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
EN EL CULTIVO DEL CAFÉ ARABICA COLOMBIANO

64

CARACTERÍSTICAS DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Harold de Jesús Castilla Devoz
Rector General UNIMINUTO

Stephanie Lavaux
Vicerrectora General Académica

Jairo Enrique Cortes Barrera
Rector Sede Cundinamarca (RC)

Jorge Darío Higuera Berrio
Rector Sede Santanderes (RS)

P. JAIME JOSÉ SALCEDO DÍAZ, cjm
Rector Sede Sur

Juan Fernando Pacheco Duarte
Rector PCIS

Tomás Durán Becerra
Dirección General de Investigaciones

Rocío del Pilar Montoya
Subdirección Centro Editorial

Equipo Editorial

- Oscar Javier Zambrano Valdivieso
Editor CRB-Rectoría Santanderes

- Ludy Yaneth Mendoza Sandoval
Coeditora CRB- Rectoría Santanderes

- Juan Gabriel Castañeda Polanco
Coeditor Rectoría Cundinamarca

- José Daza Acosta
Coeditor Rectoría Cundinamarca

- Diana Carolina Díaz Barbosa
Coeditora Rectoría Cundinamarca

-Aleidy Johanna Amorcho Gaona
Coeditora Rectoría Sur

-Julián David Castañeda Muñoz
Coeditor Rectoría Sur

-Sebastián Saenz Rodríguez
Coeditor Rectoría Eje Cafetero

Comité Científico

-Frasim García González (México)

-Patricia Gutiérrez Ojeda (Colombia)

-Antonio Macías Rodríguez (España)

-Fernando Gómez Etchebarne (Uruguay)

-Carlos Arturo Tamayo Sánchez (Canadá)

-Carlos Tulio Medeiros (Brasil)

-Ma. Guadalupe Serrano Torre (México)

-Elizabeth Rangel Daza (Colombia)

-Dra. Lucy Thamara Useche Cogollo/Venezuela

-Dr. Pablo Lleral Lara Calderón - Venezuela

-Dra. Jane de lourdes Toro Toro -Ecuador

-Dr. Felipe Ángel Álvarez Salgado - México

-Dr. Osbaldo Saucedo Arguello - Paraguay

-Dra. Doris Hernández Dukova - Bulgaria

-Mario Ali Rodríguez Sandoval - Costa Rica

Juan Daniel Polanco Muñoz
Diseño y Diagramación

ISSN 2619 - 4554





EFFECTOS DE LA DEFORESTACIÓN EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

IMPACTS OF DEFORESTATION ON THE PROVISION OF ECOSYSTEM SERVICES

RESUMEN

Este artículo propone hacer un análisis en las diferentes causas y factores de base de la deforestación en Colombia en donde se fundamenta teóricamente en la recopilación e información de algunos de los documentos que se han indagado en el tema de la deforestación ambiental en Colombia debido a las causas y consecuencias socioeconómicas en las que se enfrenta algunas de las especies que se encuentran en peligro de extinción debido a la pérdida del hábitat de millones de estas. Por esta razón la deforestación conlleva a daños terribles en cada uno de los ecosistemas, además de una gran pérdida de biodiversidad tanto de fauna como de flora del terreno. La falta de bosque origina la pérdida de muchas especies nativas ya que ellas mueren o muy seguramente migran buscando nuevas granatitas de vida y una zona que les ofrezca mejores condiciones para sobrevivir a la pérdida de su hábitat natural. Es la deforestación un problema que afecta también las condiciones del cambio climático, los bosques húmedos sin la protección de los árboles tenderán a secarse y empieza ese déficit que afecta a todo el planeta.

PALABRAS CLAVE: Deforestación - Ecosistema - Especies - Problemática – Servicios eco sistémicos

ABSTRACT

This article proposes to make an analysis of the different causes and basic factors of deforestation in Colombia where it is based theoretically on the compilation and information of some of the documents that have been investigated on the subject of environmental deforestation in Colombia due to the socioeconomic causes and consequences faced by some of the species that

>>

<<

are in danger of extinction due to the loss of the habitat of millions of these. For this reason, deforestation leads to terrible damage to each of the ecosystems, in addition to a great loss of biodiversity of both fauna and flora of the land. The lack of forest causes the loss of many native species as they die or most likely migrate in search of new granatitas of life and an area that offers them better conditions to survive the loss of their natural habitat. Deforestation is a problem that also affects the conditions of climate change, the humid forests without the protection of the trees will tend to dry up and this deficit begins that affects the entire planet.

KEY WORDS: Deforestation - Ecosystem - Species - Problematic - Ecosystem services.

INTRODUCCIÓN

En el presente artículo se habla de la problemática enfatizada directamente con la práctica de deforestación que afecta nuestro planeta, la deforestación es uno de los mayores problemas que está atravesando nuestro planeta en estos momentos, hablar de deforestación es hablar de ese dolor de cabeza que nos hace retroceder en el tiempo, sin querer los seres humanos estamos dañando el medio ambiente que por derecho nos pertenece, siendo está a la vez la más grande contradicción, puesto que indiscriminadamente talamos nuestros bosques y deforestamos todo lo que se encuentra a nuestro alrededor, pero a la vez hacemos un viaje en el tiempo y anhelamos todo aquello que con el pasar de los años hemos ido perdiendo y con esto hablamos directamente de nuestros bosques y zonas verdes. Haciendo alusión a la importancia de cuidar nuestro medio ambiente.

Así como nos dice (Romero, 2012) en su artículo donde menciona que los bosques son muy importantes para la vida humana por la cantidad de servicios que proveen: captura y almacenamiento de carbono, regulación climática, mantenimiento del ciclo del agua, purificación hídrica, mitigación de riesgos naturales como inundaciones, además de que sirven como hábitat para un gran número de especies (los bosques contienen cerca del 90% de la biodiversidad terrestre). Esto sin tomar en cuenta los bienes que disfrutamos directamente, como frutos, papel, madera, insumos para medicinas o cosméticos y recreación.

DESARROLLO

La deforestación

(Marín*, 2016) afirma que la deforestación hace referencia a: "eliminar la cobertura de los árboles en pro de la agricultura, las actividades mineras, las represas, la creación y mantenimiento de la infraestructura, la expansión de las ciudades y otras consecuencias debidas a un crecimiento rápido de la población" (Lamberechts, 2000, 13), porque en algunas ocasiones, ejecutamos una serie de proyectos y mega proyectos, para los cuales se hace necesario cortar los árboles, con el fin de proponer un modelo de desarrollo que nos permita generar nuevas fuentes de empleo y mover la economía. En algunos casos, aunque reforestamos, no es suficiente, y modificamos drásticamente los ecosistemas, afectándonos a nosotros mismos a mediano y largo plazo; en estas circunstancias se hace necesario realizar un estudio de impacto ambiental, como de hecho ya se hace para obtener las licencias

ambientales, es decir, los permisos para proceder con lo proyectado y analizar las mejores especies que podrían sembrarse para recuperar los terrenos y potenciar estos espacios como ecosistemas en equilibrio.

No obstante, (Marín*, 2016) también afirma que científicos de diferentes partes del mundo, clasifican la deforestación como un inconveniente de riesgo medio. Sin embargo, tiene relación con otras de las problemáticas planteadas por ellos, como la erosión, que desestabiliza las capas freáticas que es acumulación de aguas subterráneas en la medida en que si no hay árboles arruina la cobertura vegetal, y se presenta un desgaste y transporte de los suelos; en términos de James Lovelock "defoliación", es decir, destrucción de la piel viva, en este caso de la tierra, la cual se queda sin piel, al quedar descubierta por la

>>

acción del agua, los vientos, las olas de los océanos, ya que las plantas evitan los procesos de lavado, el escurrimiento del suelo; las hojas suavizan la caída de la lluvia, la acción del viento, del sol; por eso son llamadas los "paraguas de la naturaleza" porque mitigan las distintas acciones a las que está expuesta la capa vegetal, además estas evitan la desertificación.

Igualmente, la deforestación también se relaciona con las inundaciones porque al talar los árboles en la parte alta de la montaña, en la época de lluvias se dan los deslizamientos, los cuales transportan tierra y agua, además de residuos a los ríos, colmando su capacidad y ocasionando avalanchas y aludes. La investigadora María del Rosario Saavedra (1994, p. 24) señala: "la deforestación del bosque figura entre las principales causas de las tragedias por inundaciones, según la oficina de atención y prevención de desastres, porque dejan damnificados, heridos y muertos". "Las raíces de los árboles funcionan como ganchos que impiden que la tierra se deslice y caiga a los ríos" (Periódico El Tiempo, p. 7). Si no hay capa vegetal, en momentos en que cae la lluvia se dan los derrumbes, no se pueden utilizar las vías de comunicación y hay crecientes que arrasan con todo.

Asimismo, la tala masiva de árboles afecta en grandes proporciones la biodiversidad, como es el caso de Colombia, en algunas zonas de la región de la Amazonia y del Chocó biogeográfico, en donde la mega-diversidad, todavía cuenta con gran cantidad de especies por hectárea. Entonces, si se destruyen los bosques, se agotan las reservas de esa abundancia existente en la naturaleza, la cual se manifiesta en lo genético, taxonómico, eco-sistémico y étnico-cultural y que nos permiten tener alimento, medicinas, materias primas, agua, oxígeno, sombra; también se pierden los polinizadores como las aves, los insectos, los murciélagos, entre otros. Al perder la biodiversidad se afectan todos los seres vivos y los entornos físicos y biológicos. Como expresa la bióloga Lucía Atehortúa (1994, p. 40): "cada especie vegetal es un verdadero laboratorio viviente y la selva tropical una farmacia".

(FLOR ALEXANDRA MATEUS BAEZ - YESSICA LORENA CAICEDO CASTAÑEDA, 2014) Nos hacen un gran aporte sobre: Los impactos humanos sobre el medio natural se han traducido en una disminución constante de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados (Varal et al., 2014). Por lo tanto, el mantenimiento y la protección de la calidad del hábitat y de la biodiversidad, sin dejar de satisfacer las necesidades humanas, es una tarea urgente en la gestión de los ecosistemas (Terrado et al., 2015) y en la implementación de políticas encaminadas al ordenamiento del territorio, conservación, y preservación de los hábitats y las especies en general.

De acuerdo con Merlán (2005) la realidad ambiental de cada lugar es reflejada por las características del paisaje que lo conforman, ya que expresan la historia de procesos biológicos y antrópicos que se han desarrollado en estos. Osorio (2007) describe que, en Bogotá, predominaban los ecosistemas de carácter hídrico, como las zonas de paramo, nacimientos de drenajes provenientes de los cerros orientales, lagunas y humedales, por su parte los procesos de expansión urbana comenzaron en las décadas de 1940 y 1950, y debido a la concentración de actividades comerciales y a la prestación de servicios, se ha convertido en el mayor



complejo urbano y demográfico del país. Este proceso ha ocasionado una alta transformación del paisaje natural, afectando la dinámica de ecosistemas estratégicos, como los humedales, que suministran bienes o servicios a las comunidades humanas (Corantioquia, 2012).

Por otra parte, (Hernán J. Andrade , Milena A. Segura , Erika Sierra, 17 de julio de 2017) hablan en su artículo sobre la necesidad del diseño de políticas que mejoren la regulación del ciclo hidrológico y contribuyan con programas de reforestación del bosque seco tropical. La provisión de agua es los servicios ecosistémicos más importante que los productores identifican para el manejo de sus cultivos, pero indican que este servicio se afecta negativamente por la intensificación de uso agropecuario y la poca protección de zonas de recarga. Los productores han detectado un aumento de temperatura en la zona en los últimos años y se sienten vulnerables ante el cambio climático y la poca regulación del agua. De la misma forma, se evidencia el nulo conocimiento sobre la huella de carbono de estos sistemas de producción; sin embargo, luego de explicarles el concepto, los productores están interesados en conocer la emisión de gases de efecto invernadero y la fijación de carbono de sus fincas. Lo encontrado en este estudio es importante para generar conciencia ambiental en los productores agropecuarios, promover usos sostenibles y decisiones que impulsen la generación de SE. El estudio muestra que es necesario el diseño de políticas que mejoren la regulación del ciclo hidrológico y contribuyan con programas de reforestación del bosque seco tropical.

Las consecuencias de la deforestación son bastantes notorias y el impacto ha sido tanto, que con base a esta situación empezaron a sonar alarmas y como medidas de prevención para lograr frenar un poco esta situación se saca el decreto 1257 de 2017(julio 25) “Por el cual se crea la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales y se toman otras determinaciones” “Por el cual se crea la Comisión

Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales y se toman otras determinaciones”

En la opinión del presidente de la república de Colombia considera en los artículos 8 y 80 de la Constitución Política de Colombia y dispone como obligación del Estado y de las personas, la de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación y ordena que el Estado debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. (Luis Gilberto Murillo Urrútia - Hernando Alfonso Prada Gil - Liliana Caballero Durán, 2017, 2017) Con base a lo anterior se comentan que:

ARTÍCULO 1°. Objeto. Créase la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales cuyo objeto será orientar y coordinar las políticas públicas, planes, programas, actividades y los proyectos estratégicos que, dentro del ámbito de sus competencias, deben llevar a cabo las entidades para el control a la deforestación y la gestión de bosques naturales en el país.

ARTÍCULO 2°. Integrantes de la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales (CICOD). La Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y la Gestión Integral para la Protección de Bosques Naturales (CICOD).

La universidad de Santander en su blog explica las Causas de la deforestación en el mundo. (Universidades, 29) y la necesidad de entender qué este fenómeno es imprescindible si queremos buscar soluciones efectivas para frenar su avance. Si bien sus causas son por múltiples factores, tanto naturales como humanos, las consecuencias de la deforestación son irreversibles en el medio ambiente. A continuación, te presentamos algunas de las causas.

- Factores naturales

Entre los factores naturales, se encuentran las enfermedades que contraen los árboles, los parásitos y los incendios forestales que, además de destruir los ecosistemas y la biodiversidad, liberan enormes cantidades de CO₂ a la atmósfera. De hecho, de acuerdo con datos del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), los incendios forestales en 2019 emitieron 7.800 millones de toneladas de CO₂, el equivalente a 25 veces las emisiones anuales de España.

- Factores humanos

Sin embargo, las acciones humanas, como la expansión descontrolada de la agricultura debido al aumento de población y la necesidad de obtener recursos, la construcción de infraestructuras, las actividades mineras o la urbanización, son las principales responsables de la deforestación en todo el mundo con la tala de árboles sin control.

>>

- Consecuencias de la deforestación

La deforestación es uno de los grandes problemas medioambientales a los que se enfrenta el planeta en la actualidad y, por ello, es urgente tomar medidas que contribuyan a reducir el daño que ocasiona. Entre las principales consecuencias de la deforestación se encuentran:

Inestabilidad económica y ambiental: Los espacios naturales, como los bosques y las selvas, son fuentes directas de materias primas, combustible y componentes de medicamentos, por lo que, a largo plazo, la falta de estos recursos también puede conducir a una inestabilidad económica y ambiental.

La alteración del ciclo del agua: Los bosques hacen que los suelos sean más ricos en materia orgánica y más resistente a procesos como la erosión. Sin embargo, la tala de estas masas forestales afecta al ciclo del agua, el cual se desplaza a otras zonas con vegetación, y esto hace que los suelos se degraden y pierdan esa cobertura.

La pérdida de la biodiversidad: La desaparición de grandes áreas forestales atenta de forma directa contra la vida de los seres vivos y de sus ecosistemas. En el planeta hay más de 7,7 millones de especies y más del 20% está en peligro de extinción, tal y como señala National Geographic.

El calentamiento global: Es una de las principales consecuencias de la deforestación, dado que, sin árboles, el CO₂ permanece en la atmósfera y se produce el conocido efecto invernadero. El experto del programa de clima y energía de WWF España, Sergio Bonati, resalta en declaraciones a la prensa, la importancia de la subida de las temperaturas globales, ya que, a medida que crezca cada fracción, las consecuencias ambientales serán más graves.

Desertificación o desertización del suelo: Si se produce la subida de temperaturas y hay una escasez de agua a causa del talado indiscriminado de millones de árboles anualmente, las tierras fértiles pasan a convertirse en zonas desérticas.

(Dane, Agosto del 2013) Señala en su investigación que, existen varias políticas, instituciones e instrumentos en el país encaminados al manejo de los recursos forestales y a disminuir la deforestación. La Política Forestal del país está plasmada en el Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES – 2834 de 1996 y de ella se desprende el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (actualizado en 2010) y sus programas asociados. El documento CONPES 2834 tiene como objetivo principal lograr el uso sostenible de los bosques, con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Para alcanzar estos objetivos, el documento formuló cuatro estrategias:

- 1. modernizar el sistema de bosques.**
- 2. Conservar, recuperar y usar los bosques naturales.**
- 3. fortalecer los instrumentos de apoyo**
- 4. Consolidar la posición internacional.**

De este documento se desprende el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) que retoma gran parte de lo establecido en la Política de Bosques e incorpora las iniciativas de carácter internacional del Foro Intergubernamental de Bosques, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención Marco de Cambio Cli 130El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina mático, la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES) y la Convención Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Establece los Programas de Ordenación, Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales, Programa de Desarrollo de Cadenas Forestales Productivas, y Programa de Desarrollo Institucional.

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Tomando en cuenta el tipo de investigación, la naturaleza del programa que se aplicó y considerando el problema estudiado, la investigación tuvo una aplicación de un tipo documental, ya que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.). La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio.

Enfoque

Cualitativo. Puesto que en él se dan a conocer tantas cualidades y aproximaciones como sea posible. También se da un análisis detallado de los aspectos que hacen relación con la problemática a investigar, dando a conocer procedimientos, estructuras, y hechos. Los cuales aportan validez a lo que se está investigando

Método

Investigación bibliográfica o documental: fuentes auxiliares como libros, Revistas, artículos y documentos de internet los cuales son útiles para la recolección de la información teórica. El presente trabajo tiene como referentes teóricos, conceptuales y metodológicos la geografía, la ecología del paisaje, las tecnologías de la información geográfica utilizadas como herramienta de análisis del paisaje, los servicios eco sistémicos, especialmente la provisión de hábitat y los ecosistemas de humedal como el objeto central del estudio.

RESULTADOS

Como resultados se presentan inicialmente las acciones individuales que se ejecutan en relación con la naturaleza que son clave en el comportamiento y en la modificación de los hábitos al usar los recursos naturales, porque se puede alterar el equilibrio del planeta al reducir con las actividades humanas el hábitat, que son las condiciones ideales para que un ser vivo se desarrolle plenamente. El equilibrio del planeta se altera porque se modifica el nicho ecológico que consiste en la función y el papel que desempeña un organismo en el ecosistema ¿cómo utiliza el ambiente?, ¿cómo se comporta?, en algunos casos ocasionando la extinción de las especies porque se les quita las condiciones ideales para vivir, por ejemplo: el árbol, el agua. Y más grave aún, desaparecen sin que se sepa, en muchos casos, para qué sirven muchas de esas especies y, por lo tanto, se afecta las condiciones de vida de todos los seres vivos, incluidos los humanos, porque la tierra es una unidad de interrelaciones en donde cada uno de los seres vivos y sus funciones está estrechamente ligado, lo que Swift llama "el efecto mariposa", es decir, el pequeño aleteo de sus alas, puede ocasionar una tormenta al otro lado de la tierra (Serres, 2004).

DISCUSIÓN

Para el siguiente artículo se tuvo en cuenta las afectaciones que se están presentando con la deforestación en Colombia y debido a esto las fallas en los servicios ecosistémicos, siendo estos los beneficios que aporta el ambiente a la comunidad ya que hacen posible proporcionar alimentos, cuidar a las diferentes especies de animales, regular las enfermedades, entre otros servicios, por esta razón es de gran importancia tener en cuenta los grandes daños que está ocasionando la deforestación y los que vienen al pasar el tiempo.

En Colombia la deforestación ha aumentado en los últimos años, con los nuevos proyectos que requieren acabar con los bosques, en las diferentes regiones del país y solo por obtener beneficios económicos, o ya sea por causas naturales, es por esto que se deben tener en cuenta las acciones que se están tomando, y las consecuencias que pueden resultar al transcurrir el tiempo, puesto que las medidas actuales no son suficientes para mitigar los daños, también es importante concientizar tanto las empresas como la población sobre el daño que causa la deforestación y preservar más los bosques ya que son parte fundamental en nuestra vida cotidiana

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como expresa Mateus Guerrero, en este artículo se analiza las causas que provocan la deforestación en Colombia y los posibles efectos para minimización de los impactos que provoca este fenómeno y consecuencias a las que se ve enfrentado el país por los altos índices de deforestación que se ven en las diferentes regiones que conforman nuestro país. La deforestación en Colombia genera una problemática ambiental y social. Por ende, conlleva a la disminución de la cobertura vegetal, generación de gases efecto invernadero, pérdida de la biodiversidad, lo cual provoca efectos en el cambio climático, así mismo, las comunidades pierden oportunidades de desarrollo, por esta razón se debe mantener los bosques existentes y con ellos sus diferentes ecosistemas evitando su riesgo o amenaza.

Teniendo en cuenta (Albarracín-Álvarez, O. L., Novoa Mahecha, D., & Rodríguez Peña, S. M. (2019), 2019) En los últimos años en Colombia se viene discutiendo a profundidad sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, a través del desarrollo de ejercicios conceptuales y metodológicos que aportan al reconocimiento de sus ecosistemas y servicios asociados. Hoy, más personas reconocen que el funcionamiento de los ecosistemas, la riqueza y diversidad de especies tienen un papel en el bienestar humano, en sus aspectos de seguridad, salud, confort y relaciones sociales (Andrade et al., 2011).

En consecuencia, se ha desarrollado una gran variedad de estrategias de conservación. Una de estas estrategias es el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap), el cual es un escenario ideal para mantener la oferta de servicios ecosistémicos debido a la diversidad de territorios que lo componen, y que opera bajo la concepción de la conservación como un ejercicio de interacción social dentro de un proceso de Concertación de intereses y percepciones en el marco de la política de participación Social en la conservación (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2001).

(Dane, Agosto del 2013) En su documento nos menciona que más de la mitad del territorio colombiano está conformado por bosques. Por las características geográficas del país existe una gran variedad de ecosistemas forestales en el país con una gran riqueza en biodiversidad y en servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos bosques se están perdiendo por las altas tasas de deforestación en el país. La deforestación en Colombia es un problema ambiental y social con costos hoy y en el futuro. Estos costos incluyen pérdida de biodiversidad, empobrecimiento de suelos, erosión, emisiones de carbono, y a futuro una menor capacidad de adaptación al cambio climático, así como menores oportunidades de desarrollo para las comunidades. Desde una perspectiva de sostenibilidad, no debemos pasar esos costos a las generaciones futuras, sino tratar de mantener los bosques existentes



Referencias

- Albarracín-Álvarez, O. L., Novoa Mahecha, D., & Rodríguez Peña, S. M. (2019). (2019). Elementos de enfoque y estudio de caso para abordar los servicios ecosistémicos en áreas protegidas de la Amazonia colombiana (Vol. 4). colombia : biodiversidad práctica. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59967154/-v4n1a0420190709-105875-x336vw-libre.pdf?1562685181=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DElements_of_focus_and_case_study_to_appr.pdf&Expires=1655738708&Signature=aR-clFaPIoBzSeTGbc6G5TT8WESSnAve.
- Dane, F. (Agosto del 2013). El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina. Rio de Janeiro , , Brasil: Andros Ltda. Obtenido de <http://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/02/KON-RAD-2013-El-Desaf%C3%ADo-del-Desarrollo-Sustentable-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf#page=124>.
- Erasso, C. (2020). ¿Los cultivos de coca causan deforestación en Colombia? Universidad de los andes. Obtenido de <https://cesed.unian-des.edu.co/wp-content/uploads/2020/05/%C2%BFLOS-CULTIVOS-DE-COCA-CAUSAN-DEFORESTACION.pdf>
- FLOR ALEXANDRA MATEUS BAEZ - YESSICA LORENA CAICEDO CASTAÑEDA. (2014). EFECTO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE SOBRE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE PROVISIÓN DE HÁBITAT DEL HUMEDAL "EL TUNJO" (BOGOTÁ- COLOMBIA), DE 1940 A 2014. Bogota. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326431054.pdf>
- Hernán J. Andrade , Milena A. Segura , Erika Sierra. (17 de julio de 2017). PERCEPCIÓN LOCAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS OFERTADOS EN FINCAS AGROPECUARIAS DE LA ZONA SECA DEL NORTE DEL TOLIMA, COLOMBIA. Caldas. Obtenido de revista.luna.azúl.
- Higuera, L. B.-I. (2016). ¿parque de papel? areas protegidas y deforestacion en colombia. Banco de la Republica. Obtenido de file:///C:/Users/Eilin/Downloads/dtser_248.pdf
- http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_1_6_ex761.pdf. (s.f.).
- <http://upnblib.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/482/TO-19312.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (s.f.).
- https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/1212/Tesis_III_Mar%C3%ADa_L_Garc%C3%ADa.pdf?sequence=2&isAllowed=y. (s.f.).
- Luis Gilberto Murillo Urrútia - Hernando Alfonso Prada Gil - Liliana Caballero Durán, 2017. (2017). Departamento Administrativo de la Función Pública. (E. -G. Normativo, Ed.) Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=82775
- Marín*, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad*. SCIELO, 11, 1. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200014#:~:text=La%20falta%20de%20bosques%20ocasiona,los%20%C3%A1rboles%20se%20secan%20r%C3%A1pidamente
- Marín, M. E. (/2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad*. SciELO. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200014
- Mateus Guerrero, Y. S. (2019). Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales. Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/35851>
- Romero, H. G. (2012). Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. FEDESARROLLO. Obtenido de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/337/KAS%20SOPLA_Deforestacion%20en%20Colombia%20retos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Universidades, S. (2022 de 04 de 29). Obtenido de <https://www.becas-santander.com/es/blog/consecuencias-de-la-deforestacion.html>

RIESGO DE LOS ARRECIFES DE CORAL EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

“RISK OF CORAL REEFS IN MARINE ECOSYSTEMS”

RESUMEN

Este artículo de revisión se presenta a partir de información documental, como artículos publicados en revistas indexadas, entre otras fuentes de consulta, mostrando un análisis de la situación de los arrecifes de coral en Colombia y el mundo y el riesgo que representa para la humanidad que estos ecosistemas marinos se encuentren en declive bien sea por la acción directa o indirecta del hombre o por circunstancias anexas como el cambio climático.

El texto sintetiza la realidad de estos tipos de biomas y abre la puerta a la reflexión sobre el quehacer científico y la voluntad que deben tener los gobiernos, en aras de mitigar el impacto que hasta ahora tiene en riesgo de extinción a los arrecifes de coral.

Así mismo, en el diseño metodológico se hace claridad del modelo que se usó para obtener información, como también un inciso de resultados para dar cuenta de qué se ha hecho en materia de conservación y a su vez qué se requiere para garantizar la existencia de los ambientes coralinos.

Por último, se abre la discusión y las recomendaciones como un llamado a quienes lean este documento a generar conciencia colectiva sobre la función vital de los arrecifes de coral no solo como un atractivo turístico, sino como un hábitat de miles de especies y a su vez como un organismo esencial para la vida del planeta.

PALABRAS CLAVE: Arrecifes de coral, Diversidad, problemáticas, ecosistemas marinos, medio ambiente

ABSTRACT

This review article is presented from documentary information, such as articles published in indexed journals, among other reference sources, showing an analysis of the situation of coral reefs in Colombia and the world and the risk that it represents for humanity that These marine ecosystems are in decline, either due to the direct or indirect action of man or due to related circumstances such as climate change.



<<

The text synthesizes the reality of these types of biomes and opens the door to reflection on scientific work and the will that governments must have, in order to mitigate the impact that until now has endangered coral reefs. Likewise, in the methodological design, the model that was used to obtain information is clarified, as well as a subsection of results to account for what has been done in terms of conservation and, in turn, what is required to guarantee the existence of the environments. coralines.

Finally, the discussion and recommendations are opened as a call to those who read this document to generate collective awareness about the vital role of coral reefs not only as a tourist attraction, but as a habitat for thousands of species and at the same time as an essential organism for the life of the planet.

KEY WORDS: Coral reefs, Diversity, problems, marine ecosystems, environment

INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como objetivo dar a conocer elementos importantes obtenidos a partir de algunos artículos y proyectos de investigación, que se han realizado a nivel mundial, que abordan el tema de los arrecifes de coral. Así mismo, reconocer la importancia de estos ecosistemas por cuanto la formación de estos arrecifes trae consigo aportes importantes para el desarrollo de la humanidad, gracias a la gran diversidad de especies que ellos albergan. Con este documento se pretende exponer algunas de las problemáticas que los rodean y ponen en peligro de extinción, como también dar cuenta de la importancia de estos en los océanos a nivel mundial, identificar las problemáticas abarcadas durante los procesos de investigación y relacionarlas con los programas de protección y conservación de especies que se promueven hoy en día en nuestro país.

De esta forma se busca exponer los factores que alteran diariamente dichos ecosistemas, identificando la responsabilidad de los seres humanos en estos procesos, por lo que se pretende que el lector, realice un proceso de retroalimentación, concientizándose de

la importancia de los arrecifes de coral para la humanidad, teniendo presente que un factor de riesgo, es precisamente, el desconocimiento del tema a nivel social.

De ahí que este artículo sea un insumo que recopile y brinde información procedente de investigaciones científicas realizadas a los arrecifes coralinos a lo largo de la historia, exponiendo de forma sencilla las problemáticas estudiadas, con el fin de generar conciencia en el lector mediante la educación y así contribuir a mitigar los impactos negativos, como también en aras de promover el cuidado y la conservación de las especies.

Vale la pena resaltar que se trata de un texto de revisión cuyo esqueleto se construye a partir de la consulta de diversas fuentes bibliográficas y documentos académicos, encontradas en la web, en revistas, repositorios, proyectos de investigación, artículos de investigación, que permitieron adquirir conocimiento y estructurar el documento de forma sencilla y coherente para su mayor comprensión

DESARROLLO

RIESGO DE LOS ARREFICES DE CORAL EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

A nivel mundial hay una cantidad moderada de arrecifes de coral que se encuentran inmersos en el océano, a lo largo de las costas tropicales. Sin embargo, no es de conocimiento general la existencia e importancia de tales ecosistemas para la humanidad. Estudios científicos han mostrado cómo estos se han deteriorado con el paso de tiempo debido a diversos factores, bióticos y abióticos, poniéndolos en riesgo, lo que ha llevado a los distintos países, a diseñar propuestas y políticas para proteger estas áreas.

>>

<<

Los arrecifes de coral son una estructura subacuática hecha de carbonato de calcio secretado por corales pétreos; los corales son animales minúsculos llamados pólipos que forman grandes colonias que se acumulan y se conocen como arrecifes de coral, (Muñiz Irigoyen, Carla G. y Gío Argáez, Raúl. 2016). Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más ricos pues los mismos, acogen gran diversidad de especies, que interactúan logrando un equilibrio y garantizando la subsistencia del ecosistema, estos se encuentran distribuidos a lo largo de las costas tropicales del mundo, (Birkeland,1997), estas estructuras coralinas pueden crecer cientos de años sin ser destruidos por el océano, forman barreras que sirven como protección ante tormentas y huracanes, pueden cambiar la velocidad y dirección de las corrientes marinas, protegiendo así las islas y los continentes.

Se encuentran cerca de las superficies de océanos tropicales, en aguas limpias, a una profundidad aproximada de menos de 50 metros, requieren de energía luminosa y oxígeno, lo cual es proporcionado por las algas más conocidas como zooxantelas. Estos arrecifes, albergan más de 9 millones de especies, lo que significa que ofrecen múltiples beneficios para el ser humano. Además del alimento, son de gran importancia para la economía, el turismo y la protección de las zonas costeras.

A lo largo de los años se han realizado distintos estudios e investigaciones científicas para identificar las problemáticas que ponen en riesgo los arrecifes de coral, sirviendo como referentes a nivel mundial, para la protección y conservación de los mismos, encontrando distintos factores como el cambio climático, las enfermedades, la contaminación, el turismo, la pesca y la llegada de especies invasoras.

El cambio climático es un factor determinante en el desarrollo de los mencionados ecosistemas, porque las condiciones atmosféricas deben favorecer el desarrollo de los arrecifes, teniendo en cuenta la temperatura, salinidad, luminosidad, corrientes, nutrientes, sedimentación, (Glynn et al., 1983). Aunado a lo anterior, están sujetos frecuentemente a perturbaciones, algunas a causa de la contaminación, y el cambio climático, que trae eventos tales como el fenómeno del niño, tormentas huracanes que pueden afectar directamente a los arrecifes de coral, estos eventos pueden quebrar o erradicar las estructuras ocasionando daño directo, lo que subyace en un riesgo inminente para el ecosistema, pues la pérdida de las estructuras coralinas es difícil de recuperar.

En cuanto a las enfermedades, se han realizado distintos estudios que han permitido identificar más de 19 enfermedades que atacan directamente al coral, por ello ha sido de vital importancia para los investigadores, identificar las enfermedades coralinas con el fin de protegerlos. Entre estas enfermedades se destacan.

Enfermedad de la Banda Negra o Cyanobacterial, observada y descrita por primera vez por Arnfried Antonius en 1973 en los arrecifes de Belice, se caracteriza por presentar una porción del esqueleto del coral desnudo, blanco y recién expuesto por una banda oscura de 5 a 30 mm de ancho que delimita el tejido sano.

>>

La Aspergilosis, sólo ha sido registrada por los gorgonáceos *Gorgonia flabellum* y *G.* Se caracterizan por una regresión de la corteza (coenenquima) y una eventual exposición del esqueleto axial interno, (Smith et al, 1998). Enfermedad de la banda Blanca, descrita inicialmente por Gladfelter (1982), se caracteriza por la presencia de una banda blanca de esqueleto recientemente desnudado de tejido, adyacente a un frente necrótico de tejido de aspecto normal.

Por otro lado, hay elementos adyacentes como la pesca y el turismo que repercuten directamente sobre el ecosistema, la pesca excesiva de organismos marinos ornamentales, como peces y crustáceos que son extraídos para ser vendidos sea para consumo o como mascotas, esta acción tiene un impacto negativo sobre los arrecifes de coral, ya que la pesca excesiva pone en riesgo el equilibrio del ecosistema provocando escasez en algunas especies, sin tener en cuenta los tiempos de reproducción. Situaciones como estas rompen el equilibrio de los arrecifes coralinos ya que no solo extraen distintas especies, si no que ocasionan daños durante la recolección, con el uso de ganchos, redes, químicos que dañan y contaminan el ambiente, (Montero-Fortunato, E 2022).

A nivel mundial, el turismo produce millones de dólares con el uso de los arrecifes coralinos como atractivo turístico, el buceo recreativo, ocasiona daños sobre el ecosistema, la mayoría de los buzos durante su recorrido, interactúan directamente con las especies y fracturan involuntariamente los esqueletos de algunos corales, (Krieger & Chadwick, 2013). Hernández et al. (2008). También se presenta levantamiento de los sedimentos cuando los buzos mueven las aletas por lo que constantemente esta actividad recreativa puede llegar a causar daños en el ecosistema.

Por último y no menos importante está el impacto que causa la inmersión de especies invasoras en los ecosistemas de arrecifes de coral, afectando la base de las cadenas alimenticias, entre ellas se encuentra la llegada del pez León (*Pterois antennata*) un pez de la familia *Scorpaenidae* que según estudios de investigación, ya se encuentra en los arrecifes colombianos, es considerado un depredador que presenta un amplio hábito alimenticio pues puede consumir diariamente entre el 2,5% al 6% de su peso corporal; su estómago puede expandirse 30 veces más que su tamaño original, por lo que su apetito es voraz (Weis, 2011). En este caso el pez león es una de las especies que más daño causa sobre los arrecifes, porque los animales nativos carecen de adaptaciones defensivas ante esta especie invasora (Molina, 2009), que puede consumir mayor cantidad de presas que las poblaciones comunes del hábitat, lo que hace difícil que el arrecife pueda recuperarse en corto plazo.

Los gobiernos tratan de tomar medidas que ayuden a mitigar el daño causado a los arrecifes de coral, por lo que se promueven políticas ambientales, a nivel mundial existe gran cantidad de arrecifes, entre ellos, la gran barrera de coral en Australia, que es considerada la más grande del mundo. Se extiende a lo largo de 2.300 Km. de la costa de Queensland, (Bowdery et al, 2015), que en 1981 fue declarado patrimonio de la humanidad por la (UNESCO).

A nivel nacional, según el ministerio del medio ambiente, Colombia cuenta con más de 180.000 hectáreas de coral, que se encuentran en su mayoría, en el archipiélago de san Andrés, Providencia y santa Catalina. Debido a la importancia de los arrecifes de coral, a principios de la década de los 90, el país se vinculó al programa CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity Program) y, luego en 1998, se inició el desarrollo del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia -SIMAC- (Garzón-Ferreira, 1999), un programa interinstitucional liderado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). Estos entes son los encargados de monitorear y vigilar los arrecifes de coral en nuestro país, con el fin de proteger estos ecosistemas, por lo que se requiere del apoyo no solo de otros territorios en cuanto al aporte de investigaciones y estudios de conservación, sino que demanda el apoyo de la comunidad para el cuidado de los mismos.

<<

DISEÑO METODOLÓGICO

Este artículo de revisión se realiza mediante búsqueda activa y análisis de distintas fuentes bibliográficas extraídas de la web, indagando más de 30 documentos, en los que se resaltan tesis de grado, artículos de investigación, revistas, informes de distintos países relacionados con los arrecifes de coral, los cuales fueron revisados por el equipo de trabajo y permitió adquirir conocimientos, sobre el tema, identificar la metodología, el proceso de recolección de datos, los resultados y estrategias usadas por los investigadores para la presentación de estos documentos, de tal forma que la revisión y análisis de dichos texto contribuyeron en la redacción de este artículo, citando los autores para no incurrir en plagio, y así resaltar la importancia de estos estudios para el cuidado y protección de los ecosistemas de arrecifes de coral.

Tipo de Investigación

Investigación documental, basada en distintos referentes bibliográficos.

Enfoque

Investigación cualitativa mediante análisis de distintos referentes que estudian las problemáticas que se presentan en los arrecifes de coral.

Método:

Método experimental, que permite la recolección y análisis de la información con el fin de identificar las causas que ponen en riesgo los arrecifes de coral y las consecuencias para el ecosistema.



RESULTADOS

El equipo de trabajo realizó búsqueda en la web de documentos relacionados con los arrecifes de coral. Como conclusión se hallaron diversos documentos, algunos con información muy importante para el cuidado y conservación de estos ecosistemas, otros complejos o de difícil análisis debido a la cantidad de información. No obstante, es de resaltar que muchos de estos estudios están ligados a pesquisas anteriores, pues no fue posible encontrar documentos avalados que expresen investigaciones y datos recientes sobre el estado de los arrecifes de coral en Colombia y el mundo quizás porque un trabajo exhaustivo de este tipo, requiere de tiempo, dinero, y personal capacitado en el tema.

Algunos de los referentes bibliográficos seleccionados presentan datos importantes, análisis de distintos factores que permiten identificar la magnitud del daño causado a estos ecosistemas y la importancia de los mismos para la humanidad.

Hoy en día los países han reconocido la importancia del cuidado de los corales y han abarcado estrategias de conservación, pero es de considerar que son pocas las acciones que se han tomado para mitigar los daños, hace falta inversión, que permita actualizar la información e identificar el estado real de estos ambientes marinos en la actualidad, incluyendo, a profesionales de distintas ramas que ayuden a identificar las problemáticas que afectan directamente al coral y que sumen a la búsqueda de soluciones para la conservación de la especie .

De esta forma se podría lograr la protección de los arrecifes existentes y promover la expansión de los mismos, que a largo plazo sería vital para la humanidad. Pues como se señaló en apartados anteriores, el desconocimiento del impacto que tiene este ecosistema en la vida del planeta, hace que el ser humano directa o indirectamente ocasione daños, por lo que es esencial la educación sobre el tema, esto mitigaría en gran parte el daño ambiental causado por el ser humano sobre los arrecifes de coral.

DISCUSIÓN

Alan Friedlander, científico jefe de la iniciativa Pristine Seas de National Geographic y ecólogo de la Universidad de Hawái propone llevar embriones de coral sanos a zonas lejanas de los seres humanos él explica que no es una solución al 100% donde garantice que todos los arrecifes de coral mejorarán su integración de especies sanas, pero es una voz de aliento para que la producción de especies y optimización del ecosistema no esté vulnerada por los factores que ya se han mencionado. Entonces se debe plantear el cuestionamiento en torno a que los humanos son los protagonistas de su propia destrucción al no ser conscientes de la responsabilidad que tienen al preservar los recursos naturales en el planeta.

En los océanos no solo están en peligro los arrecifes de coral por la pesca indiscriminada, los desechos tóxicos de las grandes industrias, el vertimiento de aguas residuales, la contaminación y el arrojar basuras a los mares alterando sus componentes propios y modificando los elementos que lo conforman, sino que a esto se añade el calentamiento de las aguas marinas lo que conlleva a un estrés para estos animales «el clavo proverbial en el ataúd», afirma Erinn Muller, directora científica del Centro Internacional Elizabeth Moore para la Investigación y la Restauración de los Arrecifes de Coral en el Laboratorio Marino Mote en Sarasota, Florida.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La importancia de los corales en la hidrósfera es alta, los ciudadanos de Colombia deben realizar diferentes estrategias y acciones que tengan un impacto ambiental favorable para los arrecifes de coral pues como es claro que proporcionan varios beneficios en amplias esferas de desarrollo como sociedad.

Uno de ellos es el ecoturismo siempre que se den diversas recomendaciones a las entidades que tienen esta actividad económica, la solicitud y certificación de experiencia en el manejo del buceo autónomo y básico por cuanto uno de los grandes atractivos de los turistas es tener contacto cercano con la naturaleza. Sin embargo, si no tiene la idoneidad para realizarlo pueden ser responsables directos del desastre de los patrones y paisajes coralinos. Como servicio plus adicional podrían realizar talleres informativos al comienzo de los dinamismos y avances turísticos en las buenas prácticas ambientales para la conservación de los corales, resaltando las causas y consecuencias de cada acto imprudente con el ecosistema.

Con relación a las entidades de turismo se anuncia que este ecosistema tiene un respaldo jurídico del cual Colombia hace parte desde el 18 de enero de 1990 y al que se agregan los "Anexos al Protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe"

En el artículo 10 de la ley 356 de 1997 se ratifica dicho protocolo y se menciona el establecimiento de áreas protegidas para la fauna y flora marina del gran Caribe donde se evidencia la importancia del desarrollo sostenible amable con el medio ambiente.

Entre los métodos de rehabilitación, reparación y atenciones del mismo pueden darse alternativas tales como la divulgación de informes relacionados con el tema, como también crear conciencia en las comunidades aledañas a estas áreas protegidas a partir de campañas de sensibilización en niños, jóvenes y adultos desde la academia para formalizar un impacto educativo desde la pedagogía y estableciendo cultura ambiental en los ciudadanos que más aprovechan sus beneficios económicos.

Por otro lado, es imperioso extender las acciones científicas de tipo investigativo para la selección, control de especies introducidas y el mejoramiento de individuos o especies endémicas propias del dicho hábitat, incentivando con planes de desarrollo de ordenamiento territorial para el aumento de exploraciones que apunten a más índices de patrones o factores que contribuyan al enriquecimiento de tácticas heterogéneas y gestiones enfocados en la preservación de los corales.

Adicionalmente en las prácticas del sector pesquero se requiere el monitoreo e inspección constante para valorar las técnicas y metodologías que son implementadas en su recolección para su consumo y distribución, identificando horarios, zonas involucradas para la pesca delimitando los fragmentos territoriales prohibidos. A esto se puede añadir que se haga una revisión de los instrumentos o herramientas que son utilizadas, para evaluar las desventajas o efectos negativos para las estructuras marinas más específicamente en los arrecifes de coral.

Referencias

- Enfermedades coralinas y su investigación en los arrecifes colombianos
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97612009000200010
- Alvarado, Juan José, Cortés, Jorge, Fernández, Cindy, & Nivia, Jaime. (2005). Comunidades y arrecifes coralinos del Parque Nacional Marino Ballena, costa del Pacífico de Costa Rica. *Ciencias marinas*, 31(4), 641-651. Recuperado en 05 de junio de 2022,
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802005000500004&lng=es&tlng=es
- Impacto de la actividad turística sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Colombia
<https://www.redalyc.org/journal/5156/515653586003/html/>
- López Pérez, Ramón Andrés Los corales. ¿Piedras, plantas o animales? *Ciencia Ergo Sum*, vol. 10, núm. 1, marzo, 2003 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10410114>
- Principales amenazas de los arrecifes de coral-
https://lum.chiapas.gob.mx/lum/publicaciones/04_Juarez-Hernandez_Arrecifes_coral.pdf
- Análisis geográficos de la pérdida de cobertura coralina en el parque nacional natural corales del rosario y san Bernardo.
https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2721/PROYECTO_def.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Efecto del blanqueamiento del coral por baja temperatura en los crustáceos decápodos asociados a arrecifes del suroeste del golfo de California.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532010000400006&lng=es&tlng=es
- La importancia de los arrecifes y dunas en la protección de la costa.
<http://reefresilience.org/wp-content/uploads/The-Importance-of-Reef-and-Dune-in--Protection-of-the-Coast-Spanish.pdf>
- Arrecifes coralinos.
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/1116-arrecifes-coralinos>
- Ecología de los arrecifes de coral.
<https://reefresilience.org/es/coral-reef-ecology/>
- La pesca de organismos marinos ornamentales y su impacto en los Arrecifes de coral.
<https://revistas.unphu.edu.do/index.php/aula/article/view/190/221>
- Indicadores relacionados con el cambio climático para la restauración de los arrecifes de coral.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/54272> Conservación y restauración en arrecifes de coral.
<https://www.revistacienciasunam.com/es/busqueda/numero/202-revistas/revista-ciencias-120-121/1998-conservaci%C3%B3n-y-restauraci%C3%B3n-en-arrecifes-de-coral.html>
- Los arrecifes más grandes del mundo. <https://fundacioncarlosslim.org/los-arrecifes-importantes-del-mundo/>
- Las formaciones coralinas de la costa norte de Colombia ¿un problema de conservación?
<http://boletin.invevar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/614>
- Deterioro en las formaciones de coral en la bahía de santa marta <http://boletin.invevar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/439/430> Ostreobium en el coral de profundidad Thalamophyllia riisei.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44501/u830622.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arrecifes de coral, un patrimonio que Colombia restaura y conserva.
<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-marinos-costeros-y-recursos-acuaticos/arrecifes-de-coral-un-patrimonio-que-colombia-restaura-y-conserva/#:~:text=Colombia%20cuenta%20con%20m%C3%A1s%20de,Rosario%20donde%20m%C3%A1s%20se%20concentran>
- Arrecifes de coral en Colombia <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-marinos-costeros-y-recursos-acuaticos/arrecifes-coralinos/>
- Pesca en arrecifes <https://revistas.unphu.edu.do/index.php/aula/article/view/190/221>
- Conservación de los arrecifes de coral en la península de Yucatán https://www.researchgate.net/profile/Lorenzo-Alvarez-Filip/publication/321288383_Estado_de_conservacion_de_los_arrecifes_de_coral_de_la_Peninsula_de_Yucatan/links/5ab5d72145851515f59a81e9/Estado-de-conservacion-de-los-arrecifes-de-coral-de-la-Peninsula-de-Yucatan.pdf
- Abundancia del pez león invasor en el caribe colombiano
<http://boletin.invevar.org.co:8085/ojs/index.php/boletin/article/view/998/749>
- Técnicas de recuperación de ecosistemas de arrecifes coralinos y marismas que han sido afectados por derrames de hidrocarburos
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16472>
- El arrecife de coral.
<http://www.caribbeanfmc.com/dner%20astrid%20dner/EI%20Arrecife%20de%20Coral.pdf>
- Impacto ambiental del turismo de buceo en arrecifes de coral.
<https://revistas.um.es/turismo/article/view/92721/89201>
- <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/174/15>

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES SOBRE EL RIO DE ORO DE GIRON, SANTANDER, COLOMBIA

“CURRENT SITUATION OF WASTEWATER DISCHARGES ON THE RIVER OF ORO OF GIRON, SANTANDER, COLOMBIA”



RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo general hacer un diagnóstico de la situación actual de los vertimientos de aguas residuales sobre el río de oro de Girón, Santander.

Metodológicamente, la investigación es de tipo Documental, puesto que profundiza diferentes conceptos de diversos autores aplicables a vertimientos de aguas residuales, mediante el uso de bibliografía referente al tema. Asimismo, tiene un enfoque Descriptivo y el método utilizado para esta investigación será de búsqueda bibliográfica. En particular se hizo uso de técnicas de recolección de datos a través de fuentes secundarias (Google Académico, Scielo, Dialnet, Redalyc).

PALABRAS CLAVE

Aguas Residuales, Residualidad, Servicios Ecosistemicos, Vertimientos.

ABSTRACT

The general objective of this article is to make a diagnosis of the current situation of wastewater discharges on the Girón River of gold, Santander. Methodologically, the research is of the Documentary type, since it deepens different

<<

concepts of various authors applicable to wastewater discharges, through the use of bibliography on the subject. Likewise, it has a Descriptive approach and the method used for this research will be a bibliographic search. In particular, data collection techniques were used through secondary sources (Google Academic, Scielo, Dialnet, and Redalyc).

Keywords: Wastewater, Residuality, Ecosystem Services, Discharges.

INTRODUCCIÓN

Según Infante y Tacilla (2019) a nivel mundial, se presenta una problemática relacionada con la contaminación de los ríos por vertimientos de aguas residuales, situación bastante antigua y que en la actualidad se ha incrementado por causas tales como: el aumento poblacional presente a orillas de los ríos, el aumento de desperdicios que llegan al río, los productos de los desagües y alcantarillados, los desechos industriales; que afectan notablemente la flora y fauna acuática.

En Colombia, la contaminación de los ríos es una problemática en continuo crecimiento, debido a que el vertimiento continuo de desechos a los ríos está acabando con ellos, estos desperdicios que normalmente se encuentran en descomposición contienen agentes patógenos, bacterias, virus, parásitos que entran en contacto con el agua y al ser consumida por las personas o animales causan reacciones y diversas enfermedades. (Salazar, 2015).

A nivel local, el Río de Oro nace en el páramo de Berlín, en la cordillera Oriental y, rodea a los municipios como Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón. Uniéndose con el río Suratá, para formar el Río Lebrija, que en su recorrido se convierte en una parte del Río Magdalena, que finalmente confluye con el mar Caribe. (Municipio de Girón, 2021).

Según la CDMB (2016) el Río de Oro de Girón se encuentra en un pésimo estado, debido en su mayoría a la contaminación provocada por los vertimientos de alrededor de 15 puntos de aguas negras. Asimismo, se suman los químicos, residuos industriales, la falta de plantas de tratamiento de desechos y hasta la población que invade las orillas del río. Lo anterior, ha producido que las aguas de este afluente se vean oscuras y presenten burbujas debido a componentes (mercurio).

Con la información anterior se puede inferir que el agua que llega al Río de Oro en Girón se encuentra en altos niveles de contaminación; por tanto se deben hacer propuestas que contribuyan a minimizar estos índices de contaminación, los cuales aumentan de forma progresiva.

La identificación de la situación actual de los vertimientos de aguas residuales sobre Río de Oro, permitirá a instituciones públicas y privadas tener un diagnóstico sustentado del estado actual de este, los impactos y responsables del deterioro y las posibles acciones a desarrollar para la solución de esta problemática en el municipio de Girón.

Por lo anterior, este artículo tiene como propósito general hacer un diagnóstico de la situación actual de los vertimientos de aguas residuales sobre el río de oro de Girón, Santander.

Asimismo, para el logro del objetivo general se trazaron unos objetivos específicos que se presentan a continuación:

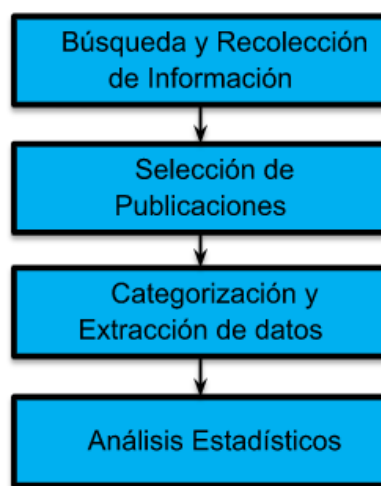
- Recolectar datos publicados con información relevante sobre la situación del Río de Oro de Girón, en cuanto a contaminación por vertimientos de aguas residuales, servicios ecosistémicos y residualidad.
- Proponer alternativas para la solución de la problemática de contaminación por vertimientos de aguas residuales del Río de Oro de Girón, Santander.

>>

DESARROLLO

El desarrollo de este artículo consistió en un estudio detallado y selectivo, que recopiló información importante proveniente de bases de datos confiables sobre vertimientos de aguas residuales en ríos, en el cual se examinó la bibliografía publicada; por tanto, se realizaron los siguientes pasos para conseguir este propósito:

Figura 1. Pasos para la selección de las publicaciones



Fuente: Autores del Artículo

Para la Selección de las publicaciones sobre vertimientos de aguas residuales en ríos, se plantean a su vez 6 etapas que se presentan a continuación en la tabla 1.

FASE	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA
Búsqueda y Recolección de Información	Inicialmente, se realizará una búsqueda y recolección de publicaciones sobre vertimientos de aguas residuales, contaminación por vertimientos, importancia del Río de Oro, servicios ecosistémicos , residualidad, entre otras; obtenidas de bases de datos confiables como Google Académico, Redalyc, Scielo y Dialnet.
Selección Inicial de Publicaciones	La selección inicial de publicaciones se realizó en base a los resúmenes y títulos de la información disponible identificando las potencialmente elegibles. Una vez definidos, se analizaron en su totalidad, y se realizó otra selección a través de los criterios de inclusión que permiten analizar críticamente las publicaciones y obtener las que respondan claramente al tema de investigación.
Criterios de Inclusión y Exclusión de las Publicaciones	En cuanto a la selección de las publicaciones se realizó según los criterios de inclusión y de exclusión; para ello, se desarrolló una matriz de datos que tiene aspectos tales como: Buscador, título, autor, año, tipo de estudio, procedimiento. A través de lo anterior, se definió cuáles serían los artículos más adecuados para la investigación, realizando una búsqueda en las bases de datos de 50 publicaciones.
Calificación de Publicaciones	Estas determinaron de acuerdo a que si la Publicación cumplía o no con los criterios señalados. La calificación consistió en que cada publicación se le dio un valor de 0 a 5 si no contaba con criterios señalados. Asimismo, se le calificó de 6 a 10 a aquellas publicaciones que contaban con la información necesaria sobre Vertimientos de Aguas Residuales y con los criterios adecuados y se procedió a realizar la lectura de resultados para determinar si los estudios que se seleccionaron eran

	adecuados para esta investigación y se procedió a la respectiva selección y eliminación de los no relevantes a partir de los puntajes en la calificación de ellos.
Escogencia de las Publicaciones	Cuando se logró dar cuenta de que la publicación contaba con los aspectos mencionados anteriormente se calificaron dando como resultado un mínimo 40 publicaciones incluidas y las otras 10 publicaciones excluidas.
Selección Final de las Publicaciones	Finalmente, en cuanto a la extracción de datos para este artículo, se puede decir que una vez finalizada la selección de las publicaciones, se obtuvo de ellos toda la información relacionada a Vertimientos de Aguas Residuales; tales como: propósito, metodología, resultados, entre otros. Los datos fueron tabulados en un Excel. Además de los datos mencionados, se evaluó el riesgo de sesgo de las publicaciones, ya que las conclusiones de esta investigación pueden ser válidas en la medida en que los estudios que la componen, llamados estudios primarios, sean confiables.

Durante el rastreo bibliográfico llevado a cabo por los autores del presente artículo, para reunir las publicaciones suficientes que además cumplieran con los parámetros establecidos, se manejaron 50 publicaciones provenientes de bases de datos confiables y algunas bibliotecas virtuales de universidad.

Para efectos de visualización de las referencias bibliográficas, años y tipos de publicación, localización en bases de datos, abordaje, categorías de análisis y cantidad de investigaciones encontrados respecto al tema de vertimientos de aguas residuales, se tuvo en cuenta que cumplieran los siguientes criterios de inclusión:

- Año de Publicación: 2015 – 2022
- Tipo de Publicación: Teórico o Aplicado
- Temática de la Publicación: Vertimientos de Aguas Residuales, Contaminación por parte de los vertimientos, Importancia del Rio de Oro de Girón, Servicios ecosistemicos, vertimiento y residualidad, entre otras.
- Abordaje: - Enfocado en las tendencias y Aspectos claves en el tema
- Idiomas: - Español - Inglés

DISEÑO METODOLÓGICO

En este apartado se describe la forma cómo se desarrolla el artículo, se plantea el tipo y enfoque de la investigación, el método y las fuentes de información.

Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo DOCUMENTAL, puesto que es un proceso que se fundamenta en la búsqueda, recolección y análisis de la información.

Enfoque

El enfoque de la investigación es DESCRIPTIVO, en donde se realiza una revisión de la literatura sobre los Vertimientos de Aguas Residuales estableciendo la situación actual de los mismos en el Rio de Oro del municipio de Girón, exponiendo alternativas para la solución de la problemática, de esta manera se analizan los resultados y se extrae todo el conocimiento que pueda aportar mejoras al objeto de estudio.

Método

El método utilizado para esta investigación es de BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA, realizada en bases de datos tales como: Google académico, Redalyc, Scielo, Dialnet e información de Bibliotecas de Universidad; con el fin de identificar lo relacionado con los vertimientos de aguas residuales en los ríos. Para lograr lo anterior, se seleccionan 50 documentos que abordan en sus contenidos el tema objeto de la investigación.

RESULTADOS

Protocolo de Búsqueda

En la Tabla 2 se evidencia el protocolo de búsqueda donde se destaca: las palabras claves, las bases de datos consultadas, cantidad de referencias recuperadas, ecuación de búsqueda y demás aspectos característicos, utilizado para la revisión de literatura realizada.

Tabla 2. Protocolo de Búsqueda

REVISIÓN DE LITERATURA	
Palabras Clave	Vertimientos de Aguas Residuales, Río de Oro de Girón, Vertimientos Industriales, Servicios Ecosistemicos, Vertimiento y Residualidad.
Bases de Datos consultadas	Google Scholar, Redalyc, Scielo, Dialnet
Cantidad Referencias Recuperadas	50 documentos recuperados
Fecha de Búsqueda	Junio de 2022
Ecuación de Búsqueda	((wastewater*) and (discharges*)).
Criterios de Búsqueda	- Año de Publicación: 2015 – 2022 - Tipo Publicación: Teórico o Aplicado - Temática de la <u>Publicación</u> : Vertimientos de Aguas Residuales en ríos.

Diagnóstico actual de los vertimientos de aguas residuales sobre el Rio de Oro de Girón

Según CDMB (2016) en el municipio de Girón-Santander existe una poza de oxidación, la cual se usaba como almacenamiento de las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado y de vertimientos industriales; dicha poza colapso hace años, lo que hace que las aguas residuales discurran directamente en el Rio de Oro ubicado en este municipio, contaminando sus aguas, contribuyendo sobre todo a la propagación de virus y enfermedades, constituyéndose de esta forma en focos de contaminación ambiental.

Igualmente, la Alcaldía de Girón (2021) afirma que los vertimientos de agua residual que existen en el municipio son aguas provenientes de la zona industrial de Chimita, empresas del sector manufacturero, instituciones educativas y hospitales; en donde la inadecuada recolección, tratamiento y disposición de desechos, ha generado una creciente problemática de contaminación en el ambiente y sanitaria enfocándose en las fuentes de agua como la del Rio de Oro, limitando así la disponibilidad del recurso hídrico y restringiendo su uso.

Aunado a esto, en un estudio realizado por la CDMB (2016) muestra que en Rio De Oro en Girón, existe gran cantidad de coliformes (428.000 NMP/100 mL) y de materia orgánica (272 mg/L) que contribuyen notablemente a la contaminación del mismo, asimismo presenta un color muy oscuro, característico del agua residual y un olor fuerte.

Alternativas para evitar la contaminación por vertimientos de aguas residuales

Existen diversas alternativas para la solución de la problemática de contaminación por vertimientos de aguas residuales del Rio de Oro de Girón. La selección de la mejor alternativa, se ve condicionada por los requerimientos y exigencias normativas del Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, además a los usos a los que se destinen las aguas residuales tratadas y usos de los cuerpos receptores de ésta. Por lo anterior se plantean las siguientes alternativas:

Alternativa A: Filtros Percoladores.

Esta alternativa contribuiría a la solución de la problemática en el Rio de Oro de Girón, debido a que estos filtros son unidades de tratamiento secundario que trabajarían como medio adherido, en el que el agua residual pasa a través de un medio filtrante donde bacterias y microorganismos, se desarrollan progresivamente adhiriéndose al empaque o medio filtrante formando una película biológica que precisamente permite la degradación biológica de la materia orgánica.

Clasificación del Tipo de Basuras.

Caracterizar las fuentes de arrojo de basuras, volúmenes y tipos de basuras o residuos que llegan al Rio de Oro en Girón-Santander, para conocer si estos se pueden reciclar.

DISCUSIÓN

Tomando como referencia a los autores Infante y Tacilla (2019) se concluye en gran medida que la contaminación de los ríos es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico o industrial. Asimismo, Lizana (2018) afirma que las aguas residuales, es uno de los problemas ambientales más importantes que afecta a los afluentes de agua, debido a que producen un desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia tóxica o desechos a las masas de agua. Por lo anterior se concluye que la contaminación de las masas de agua puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza o debido a diversos procesos productivos del hombre que conforman las actividades de su quehacer diario.

En efecto, Salazar (2015) afirma que la contaminación de los ríos en su mayoría se debe a las aguas negras o fecales, que son el resultado de la combinación de desechos arrastrados por el agua que provienen de viviendas principalmente. Además que a estas se les suman aguas provenientes del sector industrial, aguas subterráneas y de precipitación, entre otras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el Rio de Oro de Girón-Santander se evidencia los vertimientos de agua residual que existen en el municipio son aguas provenientes de la zona industrial de Chimita; en donde la inadecuada recolección, tratamiento y disposición de desechos, ha generado una creciente problemática de contaminación en el ambiente y sanitaria, limitando así la disponibilidad del recurso hídrico y restringiendo su uso.
- Con el desarrollo de este artículo se concluye que existen diversas alternativas para la solucionar la contaminación por vertimientos de aguas residuales del Rio de Oro de Girón, que se encuentran condicionadas por los requerimientos y exigencias normativas del Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, además a los usos a los que se destinen las aguas residuales tratadas y usos de los cuerpos receptores de ésta.
- Se recomienda a la Alcaldía de Girón, realizar acciones integrales de manejo de las aguas residuales para mejorar el problema de la contaminación del Rio de Oro en sus propiedades físicas, químicas y biológicas del municipio.

Referencias

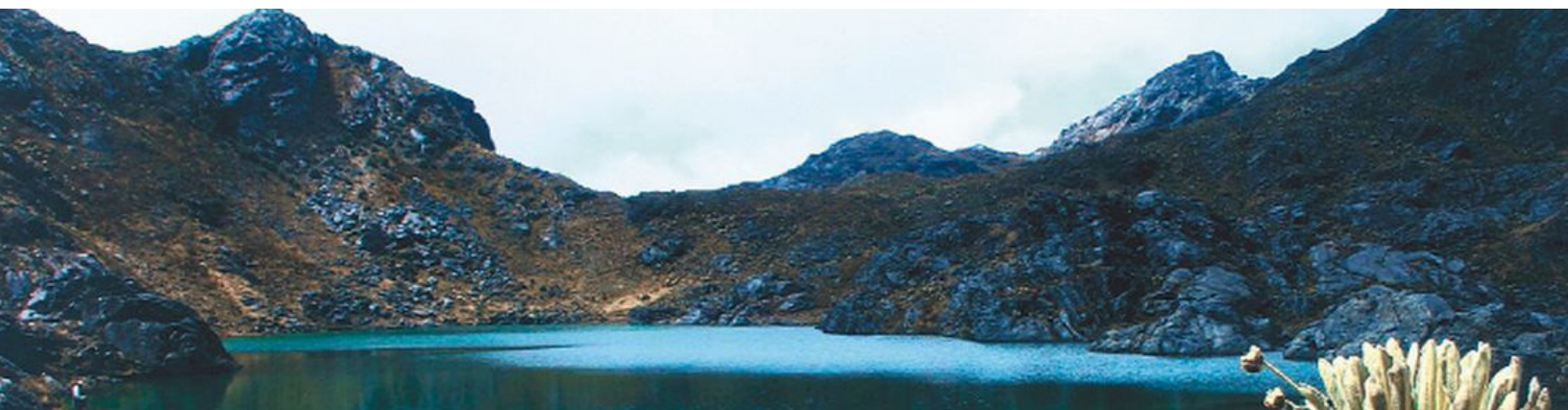
- Aguilar, S. y Solano, G. (2018). Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (Icomo) en Caño Grande, localizado en Villavicencio-Meta. Universidad Santo Tomás. Villavicencio.
- Babativa, I. y Caicedo, J. (2018). Evaluación de la presencia y distribución de los metales pesados Cromo, Níquel y Plomo en el río Ocoa, en la zona comprendida entre la desembocadura del Caño Maizaro hasta el puente Murujuy, municipio de Villavicencio. Programa de Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomás. Villavicencio, Meta, Colombia.. Recuperado de: <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12075/2018ivonbarativa.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y>
- Calderón, J., Jiménez, S. (2019). Ecosistemas protegidos Área Metropolitana de Bucaramanga: Conocimiento, Reconocimiento y Apropiación para la comunidad académica la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Cead Bucaramanga). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA Bucaramanga.
- Castañeda, M. (2017). Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero, zona de Cotabamba, Apurímac. Universidad Privada del Norte. Cajamarca. Perú.
- CDMB. (2016). Áreas Protegidas. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. Recuperado de: <http://www.cdm.gov.co/web/guest/gestion-institucional/gestion-territorio/areas-protegidas>
- Coral, D. (2017). Hacer una revisión bibliográfica. Universidad El Bosque. Primera Edición. Recuperado de: <https://lpl.unbosque.edu.co/wp-content/uploads/09-Guia-Revisio%CC%81n-bibliografica.pdf>
- Díaz, J., Granada, C. (2018). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. Revista. Facultad. Médica. Volumen 66 (1), páginas 10-18.
- Dorado, S., Zamudio, Y. (2018). Identificación de la Contaminación del Río Ocoa, en el Sector del Barrio Juan Pablo II de la Ciudad de Villavicencio, en el Primer Trimestre del Año 2018 para Buscar Estrategias que Mejoren la Calidad Ambiental del Mismo. Universidad Cooperativa de Colombia. Programa Ingeniería Civil. Villavicencio, Colombia.
- Franco, Y, Padilla, C. (2018). Evaluación de la calidad del agua y su relación con factores antrópicos y del hábitat en el tramo medio del Río Gaira en la Sierra Nevada de Santa Marta. Universidad de Manizales. Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales, Colombia.
- Hernández, R., Baptista, P y Fernández, C. (2017). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Huaynate, C. (2018). Identificación de los vertimientos y sus impactos ambientales de las aguas residuales domesticas generados por la población de Rancas – distrito de Simón Bolívar -Provincia de Pasco. Trabajo de grado para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú.
- Infante, N. y Tacilla, T. (2019). Influencia del Vertimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en la calidad de agua del Río Cajamarquino de Llacanora. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.
- Lizana, P. (2018). Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambra. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.
- Municipio de Girón. (2021). Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023. Girón, Santander.
- Rentería, M., Rosero, D. (2019). Estudios sobre la biorremediación en Colombia. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Salazar, D. (2015). Estudio del Impacto Ambiental Generado por Vertimientos Proveniente de un Establecimiento Penitenciario de Orden Nacional al Recurso Hídrico. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6463/1/articulo%20especiali zacion%20final.pdf>
- Silamani J. (2016). Utilidad y tipos de revisión de literatura: Características. Universidad de Valencia. España. Publicación de Scielo. Vol. 9. Pág. 1 – 3. Recuperado de: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002
- Vásquez, K. (2018). Recomendaciones para la planificación y gestión del territorio periurbano ronda Rio de Oro, margen occidental de Bucaramanga. Universidad Santo Tomás. Facultad de Arquitectura. Bucaramanga.

PROBLEMAS Y FACTORES DE RIESGO QUE AFECTAN EL PÁRAMO DE SANTURBÁN - COLOMBIA

PROBLEMS AND RISK FACTORS AFFECTING THE PARAMO OF SANTURBAN-COLOMBIA

RESUMEN

Se llevo a cabo un estudio para evaluar los factores de riesgo que han venido ocasionando daños y cambios por la actividad minera en zonas del Páramo de Santurbán, y de alguna forma se ha contrarrestado la problemática, de esta manera se evidencia el estado actual de los ecosistemas. A través de un análisis descriptivo durante los últimos años se hace la revisión de diferentes fuentes documentales, la cual se investigan las principales amenazas, que implica la explotación en busca de minerales, la agricultura y actividades humanas, e igual forma la utilización de distintos elementos contaminantes, causándole un daño irremediable al medio ambiente



PALABRAS CLAVE Impacto ambiental, paramos, amenazas ambientales, conflictos sociales.

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the risk factors that have been causing damage and changes due to mining activity in areas of the Paramo de Santurban, and in some way the problem has been counteracted, in this way the current state of the ecosystems. Through a descriptive analysis in recent years, a review of different documentary sources is made, which investigates the main threats, which implies the exploitation in search of minerals, agriculture and human activities, and the same way the use of different elements. pollutants, causing irreparable damage to the environment.

KEY WORDS Enviromental impact, paramos, environmental threats, social conflicts.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años a nivel colombiano, los páramos cobran gran preocupación, en este caso se habla del Páramo de Santurbán, es una región natural ubicada en los departamentos de Santander y Norte de Santander, alberga casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan lo frailejones, lugar que se encuentra amenazado por la minería ilegal, la agricultura y diferentes actividades humanas, en general da como resultado graves daños ambientales, la contaminación de aguas y la pérdida de biodiversidad. Si un proyecto minero se desarrolla en el páramo, la primera afectación sería el sistema hidrológico y los servicios ecosistémicos. En febrero del año 2016 la corte constitucional prohibió rotundamente la minería en los páramos, con el fin de su conservación, pero este fallo no asegura que se pueda proteger el suministro de agua. (colaborador, 2017).

Los páramos de Santurbán es una fuente de vida maravillosa una de su más grande característica, es que los suelos del páramo presentan una gran capacidad de regulación hídrica, un talento para almacenar agua, producto de la combinación de su alta porosidad y permeabilidad, infiltración, sin dejar atrás la biodiversidad y la captura de carbono, su riqueza de flora y fauna que da como ventaja el turismo ecológico (CORPONOR 2009). Esto deja

como resultado un conflicto que busca diferentes intereses entre los mineros, usuarios de agua, ambientalistas, entre otros, cada uno de ellos se enfoca en sus propios objetivos que se ven reflejados en los debates alrededor del parque Nacional Saturaban en enero de 2013, dejando una preocupación y no muy contentos a los mineros, agricultores y dificultad política para la delimitación del parque.

Las constantes problemáticas que han afectado el páramo de saturaban y han puesto en alerta a los ambientalistas, son el motivo de muchos debates ambientales e impactos políticos y cívico, todo por la lucha de su conservación, este artículo tiene como fin demostrar cuáles son esas problemáticas que han deteriorado el páramo y que tienen en peligro a este ecosistema tan vital para la vida, problemática de emergencia considerada un motivo de grandes investigaciones escritas que quieren llamar la atención de los ciudadanos para la lucha por su conservación, motivo por el cual se busca resaltar las acciones colectivas que rechazan los distintos proyectos que generan un impacto negativo para la vida como es el daño al paramo de saturaban.

DESARROLLO

El páramo de Santurbán cuenta con una extensión de 150.000 hectáreas, se ubica entre los departamentos de Norte de Santander y Santander, según el Instituto Von Humboldt (2008). Se encuentra distribuido así, Norte de Santander 72% comprende los municipios de Abrego, Arboledas, Cáchira, Cacota, Chitagá, Cucutilla, La Esperanza, Labateca, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Salazar, Silos, Toledo y Villa Caro, Santander 28% hacen parte los municipios de California, Charta, Surata, Tona y Vetas. (Cercapaz, 2013).

Una de las principales amenazas es la obsesión a la minería ilegal, la perforación y lo que implica la explotación en busca de minerales, e igual forma la utilización de distintos elementos contaminantes, causando daño irremediable al ecosistema del páramo, y preocupación en los habitantes de los departamentos, la minería genera grandes impactos de riesgos, puesto que habría deterioro en la capa vegetal y los reservorios de agua se verían afectados por la contaminación, lo cual ocasionan las compañías en la utilización de químicos como el Cianuro y Mercurio. (Celedón, N. (5 de febrero de 2014). Minería ilegal se toma una zona de Santurbán. Portafolio.co.)

El área del Páramo de Santurbán se caracteriza por abundancia en oro, plata y otros minerales, por ende, se practica la minería ilegal, de manera riesgosa, lo que resulta interesante para cualquier inversionista en este caso extranjero poder hacer una infraestructura con la mejor tecnología y extraer los minerales de una manera correcta y segura, como el proyecto planteado por la empresa canadiense GreyStar, quien en el año 2012, según Steve Kesler, director de la propuestas asegura que el proyecto no presenta ninguna amenaza para el abastecimiento de agua, lo anterior genero gran preocupación para los habitantes de Bucaramanga, que se benefician del preciado líquido que proviene del Páramo de Santurbán, y las sustancias usadas en la minería de oro aparecen por encima de los límites permisibles para el consumo humano. (Murillo P. R., 2011).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 2090 (19 de diciembre de 2014) "Por medio de la cual se delimita el Páramo Jurisdicciones – Santurbán – Berlín, y se adoptan otras determinaciones". Identificaron zonas como Áreas para la restauración del ecosistema de páramo y las Áreas destinadas para la agricultura sostenible, las cuales se encuentran localizadas en los municipios con tradición agropecuaria como Abrego, Arboledas, Bochalema, Bucarasica, Cáchira, Cacota, Chinácota, Chitaga, Cucutilla, Gramalote, La Esperanza, Labateca, Lourdes, Mutiscua, Pamplona, Pamplonita, Salazar, Silos, Toledo, Villacaro, Charta, El Playón, Matanza, Piedecuesta, Tona, Santa Barbara y Guaca, se convirtieron en áreas de protección y desarrollo de los recursos naturales y del ambiente. Serrano, M. R., & Serrano, Y. T. R. (2015).

Santurban esta rodeado por 78 lagunas, nacimientos de mas de 400 riachuelos de agua dulce, el Igac (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), evaluo 81 mil hectareas, los impactos ambientales negativos ocuparon el 71% de la zona evaluada, principalmente por las precarias practicas agricolas y la adecuacion inadecuada de vías, establecimientos de lotes, construccion de infraestructuras y disposición de residuos, tambien perdida de biodiversidad por el aprovechamiento de la fauna o extraccion de zonas de bosque.

Otra de las grandes problemáticas del páramo de Snaturban son las especies invasoras lo cual hace referencia a aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan el ecosistema existente en dicho páramo, algunas especies presentes actualmente son el retamo espinoso, la dedalera, el nabo, la acederilla y el trebol blanco. Cabe resaltar que no todas las especies han sido reconocidas de la misma forma puesto que el trebol blanco cubre una extensión grande del suelo y por ello se ha naturalizado allí. (Flórez, 2019)

La universidad de los Andes de la facultad de economía realizo un importante artículo file:///C:/Users/Lizeth/Downloads/CEDE%202014-14.pdf sobre una más de las problemáticas que produce un gran impacto negativo, la agricultura, los suelos son cada vez más usados para la producción agrícola, etas acciones humanas han ocasionado una alerta en los diferentes usuarios de bienes y servicios ofrecidos por el páramo, problema que se suman para desfavorecer la calidad de los bienes ambientales y el desarrollo sostenible. Dejando claro que el problema ambiental es una preocupación que pasa a segundo lugar, pues los objetivos de crecimiento económico son los más importantes en este momento en la humanidad.

Las autoridades ambientales en la preocupación de conservar el páramo ha determinado que las distintas actividades agropecuarias y trabajo de minería quedan prohibidas en las áreas protegidas del páramo de saturaban, gracias a una investigación cualitativa de exploratorio realizado mediante análisis de diversos textos del ordenamiento jurídico, que busca proteger los páramos en Colombia, es determinación generó que los campesino y mineros que se sienten directamente afectados intervengan pues ellos utilizan estos hectáreas como medio de sostenimiento y no cuentan con otra entrada para sostener sus hogares. Evidencia que hace notar que es menos importante el impacto ambiental que la economía. (Blanco Sanabria, 2019)

La palabra desarrollo sostenible fue descrita por la comisión mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo sostenible por Bruntland (1987) hace una gran referencia sobre la importancia de satisfacer las necesidades de las décadas en curso sin comprometer ni limitar a las generaciones venideras, haciendo uso de todos los recursos de manera responsable, este concepto hace referencia a todo lo que se debe conservar agua, suelo, reino animal y vegetal e incluyendo la conservación del páramo de Santurbán y sus ecosistemas, el lenguaje audiovisual es muy apropiado para enfocar a los ciudadanos en la sensibilización de todo lo que tiene que ver en la protección y la conservación de los mismos. (CATEDRA UNESCO DE COMUNICACIÓN, 2020).

Por todo lo anterior se puede constatar que en Colombia existe el plan de manejo que se da para tratar cualquier área conocida como páramo, esta soportado en los principios ambientales consagrados en la Constitución Política, donde se establece que el estado tiene responsabilidad de resguardar todos los ecosistemas del país. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (art. 79), planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución (art. 80); regular el ingreso y salida del país de los recursos genéricos, y su utilización, de acuerdo con el interés nacional (art. 81).

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

La investigación que se presenta en este artículo es de tipo DOCUMENTAL, ya que se plantea diferentes organismos de búsqueda y fuentes documentales para el desarrollo de la problemática planteada, argumentando las necesidades que se presentan.

Enfoque

El enfoque de la investigación es un documento tipo DESCRIPTIVO intenta identificar el estado actual de la investigación sobre el tema propuesto, problemáticas y factores que ponen en riesgo el Páramo de Santurbán, basado en evidencias que se pueden identificar, recopila información y proporciona un resumen sobre el mismo.

Método

Para la recopilación de la información se utilizaron varias fuentes documentales de revistas, periódicos acerca de la situación que se vive en el Páramo de Santurbán. También se realizó una búsqueda en internet en el buscador Google académico, se seleccionaron documentos que contenían información importante del tema. Se encontraron artículos realizados por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de los Andes relacionados directamente con las problemáticas vivientes en el páramo de Santurbán, fue de gran importancia la revisión de cada uno. Cada una de las fuentes mencionadas anteriormente cumplieron un papel fundamental para la construcción de este artículo.

<<

RESULTADOS

Las especies invasoras son aquellas que crecen y prosperan en distintos hábitats naturales o seminaturales, sin ayuda del ser humano, provocando una amenaza contra el mismo, no se ha encontrado un estudio que pueda detener el incremento de estas especies y que ocupa una extensión considerable en el páramo de saturaban, ellas tienen la capacidad de adaptarse a cualquier otra especie nativa, a tal punto que puede dar fin a la fauna y la flora que inicialmente hábitat estos terrenos. Se requiere de mayores estudios para reconocer en qué medida pueden afectar el páramo “Alicia Rojas licenciada en Biología y especialista en conservación.

La situación del páramo es preocupante y las soluciones no deben darse más espera, pues una investigación realizada en el año 2018 por El instituto de Investigación de Recursos Biológicos dio un diagnóstico preocupante donde orquídeas y frailejones son las especies amenazadas en este momento además de hongos, y escarabajos se dio a

conocer que cuando estas plantas invasoras se cortan ellas crecen con mayor vigorosidad y si se queman ellas son capaces de formar bosques y apoderarse del lugar, logrando invadir incluso hasta grandes lagunas y sus frutos nos son nada agradables.

Esta problemática no da espera debe realizarse estudios más profundos que logren detener estas especies invasoras antes de que ellas logren llegar a su maduración donde son capaces de botar semillas de dos a seis metros de distancia y su proceso de germinación es más veloz que otras especies, considerando lo anterior se debe poner en marcha un proyecto que logre detener estas especies que afectan los páramos y recuperar los terrenos invadidos, teniendo en cuenta que hace aproximadamente 15 años solo había un individuo y hoy en día se registran más de 212. Los cuales generan frutos y aparecen contantemente semillas. Alicia Rojas.

DISCUSIÓN

A partir de un análisis de la información recolectada sobre las problemáticas existentes en el páramo de Santurbán, se hace notorio el problema de conservación del ecosistema natural y no son tomados en cuenta a la hora de decidir sobre el desarrollo de cada uno de los proyectos que se planean en esta área. Es fundamental hacer que los proyectos no sólo internalicen el daño que se causa al ecosistema en el área que intervienen directamente, sino también las repercusiones negativas que pueden llegar a tener fuera de está, tanto en la provisión de servicios ecosistémicos, como en la productividad de otras actividades.

Revista SEMANA, el gran problema nace en que en las montañas del páramo de Santurbán se encuentra algo muy valioso para el país pues estos son una fábrica de agua, que suministra este líquido a un 70% de los colombianos, de estos paramos dependen más de 2.000.000 millones de Santandereanos, razón por la cual nace la defensa de los mismos, y el Plan de Desarrollo y la Corte Constitucional prohibieron que se haga Minería en ellos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible delimito el ecosistema en el año 2017, este conflicto va en contra total de la minería y la defensa absoluta de los páramos una escala que marco la discusión Nacional sobre la protección de estos ecosistemas.

Acevedo, Álvaro; Correa, David (2019). Pensar el cambio socioambiental: un acercamiento a las acciones colectivas por el páramo de Santurbán (Santander, Colombia). Revista Colombiana de Sociología, 42(1), 157–175. Colombia es uno de los países de Latino América que ocupa el segundo lugar con un de 95% de casos que representan la degradación del medio ambiente en ecosistemas, los bosques, biodiversidad los recursos hídricos de la misma manera la afectación al ser humano como indígenas y campesinos entre otros grupos. Environmental Justice Atlas, 2015).

>>

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Este trabajo busca profundizar las problemáticas sociales y ambientales que existen en el páramo de saturaban, por parte del desarrollo sostenible, problemáticas que afectan directamente a una comunidad y a uno de los más grandes e importantes ecosistemas, el páramo Santurbán. Recoger información realizada por muchos investigadores ambientales que amplían el conocimiento y dejan ver la verdadera situación del mismo, buscar soluciones planteadas e involucrar a las comunidades para el apoyo a su conservación, teniendo en cuenta que la minería, la agricultura y las especies invasoras son las causas principales de este impacto y que se debe luchar por los derechos del medio ambiente, teoría de Argumentación Jurídica de Robert Alexy.
- Los problemas que sufre el páramo no son recientes el análisis desde el derecho es importante dentro de la gestión y parte de la solución de dichas problemáticas, teniendo en cuenta que las afectaciones son de carácter ambiental. La protección de este páramo colombiano tiene hoy en día una relevancia especial por la importancia que tiene de ser un fundamental productor de recurso hídrico, por tal motivo el Estado colombiano es el primero en ser llamado en cuanto a ordenamiento jurídico a garantizar las medidas de protección necesarias para este ecosistema.
- Como lo establecen las normas el Estado debe prevenir y controlar el deterioro ambiental, multar y sancionar, los daños causados al medio ambiente, e igual forma garantizar la conservación del ecosistema, creando opciones económicas para los habitantes y productores que se encuentran cerca del Páramo de Santurbán, pero sin afectar la integridad ecosistémica y la oferta de servicios ambientales, el gobierno, las empresas privadas y la sociedad, deben implantar adecuadamente las medidas preventivas en las fuentes generadoras, buscando nuevas alternativas de solución encaminadas a preservar el Páramo de Santurbán.



Referencias

- Cercapaz. (2013). Forjando una alianza. La negociación de intereses y transformación de conflictos entre actores públicos, privados y de la sociedad civil para la protección del Páramo de Santurbán-Sisavita. Recuperado de: <http://www.cercapaz.org/apc-aa-files/39b5c14ddce37c86a874c525c6a5bb11/santurban-forjando-una-alianza-web.pdf>.
- Serrano, M. R., & Serrano, Y. T. R. (2015). Incidencias de la resolución no. 2090 de 2014 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, frente a los derechos adquiridos de propietarios—caso páramo de Santurbán. *Hipótesis Libre*, (11), 43-60.
- Ariza García, M. X., Díaz Montaña, E. I., & Hernandez Ruiz, D. F. (2013). Situación Actual del Páramo Santurbán. Abordaje desde los costos ambientales, las instituciones constitucionales y legales. *Principia IURIS* 20, 227-243.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (22 de 05 de 2015). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Obtenido de <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.201214>
- Morales-Betancourt, J. A., & Estévez-Varón, J. V. (2006). El Páramo: ¿Ecosistema en vía de Extinción? *Luna Azul*, 39-51.
- Observatorio Nacional de Paz. (29 de 05 de 2015). El Páramo de Santurbán: ¿Amenaza al desarrollo minero del país? Obtenido de file:///D:/Investigador/Downloads/paramo_santurban.pdf
- Rodríguez-Salah, E. (14 de Enero de 2013). Locomotora minera está mal concebida. (C. Zuluaga, Entrevistador)
- Acevedo Tarazona, Á., & Correa Lugos, A. D. (2019). Pensar el cambio socioambiental: un acercamiento a las acciones colectivas por el páramo de Santurbán (Santander, Colombia). *Revista Colombiana de Sociología*, 42(1), 157-175.
- Cañón, D. M., & Mojica, Y. A. (2017). El oro o el agua, el caso del páramo de Santurbán. *Questionar: Investigación Específica*, 5(1), 105-119.
- León, C. A. G. (2013). El problema de los páramos y la explotación aurífera: el caso del páramo de Santurbán. *Temas Socio-Jurídicos*, 32(64), 183-194.
- Loaiza, J. A. V., Caballero, L. F. B., & Jurguensen, J. G. S. (2020). Valoración monetaria del beneficio ambiental generado por el Páramo de Santurbán. *Gestión y Desarrollo Libre*, 5(9).
- Quintero, E. C., Ríos, W. G., Monroy, E. R., & Londoño, J. L. S. (2021). La minería de oro sostenible: implicaciones del uso de los residuos como agregado para hormigón. *INVENTUM*, 16(31), 71-77.
- Álvarez Guerrero, A. M. (2017). Memoria de las prácticas mineras en el municipio de California para fortalecer la educación ambiental.
- Álvarez Guerrero, A. M. (2017). Memoria de las prácticas mineras en el municipio de California para fortalecer la educación ambiental.
- García, H. (2013). Valoración de los bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Santurbán.
- Castellanos, P., & Serrato, C. (2008). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32(122), 79-86.
- Abadia, B. D., & Avendaño, T. R. (2014). El dilema del páramo: diferentes concepciones en un contexto de justicia hídrica. El caso del páramo de Santurbán. *Revista Universidad Javeriana*, 3, 1-9.
- Sarmiento Pinzón, C. E., Sarmiento Giraldo, M. V., León Moya, O. A., Cadena Vargas, C. E., Cuervo, Á., Marín, C., ... & Peláez, S. (2014). Aportes a la delimitación del páramo mediante la identificación de los límites inferiores del ecosistema a escala 1: 25.000 y análisis del sistema social asociado al territorio: Complejo de Páramos Jurisdicciones Santurbán—Berlín Departamentos de Santander y Norte de Santander.
- Rodríguez, N. Y. C. Manejo Ambiental Sostenible para el Ecosistema de Páramo: Caso Páramo de Santurbán. *JORNADA INTERNACIONAL DE ESTUDIOS DISCIPLINARES EN CONTABILIDAD*, 137.
- Calderón, L. (2014). Conflictos asociados al uso del suelo: una aproximación al área de conservación óptima en el Páramo de Santurbán (No. 1509-2016-130926, pp. 1-48).
- Parra-Romero, A. (2022). ¿De quién es el páramo de Santurbán? Ancestralidad minera como narrativa de defensa del territorio en el municipio de Vetas, Santander. *CS*, (36), 147-177.
- Hurtado Sabogal, R. (2011). La contienda política alrededor de la licencia ambiental para el proyecto minero Angostura en el Páramo de Santurbán.
- Senior, S. (2017). Retos y perspectivas jurídicas ante la prohibición de actividades agropecuarias en los páramos. Estudio de caso del páramo de Santurban (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- Rodríguez Zambrano, S. Y. Páramo de Santurbán: acción colectiva por el agua.

<<

- Parra-Romero, A., & Gitahy, L. (2017). Movimiento social como actor-red: ensamblando el Comité para la Defensa del Agua y del Páramo de Santurbán. *Universitas humanística*, (84), 113-139.
- Loaiza, J. A. V., Caballero, L. F. B., & Jurguensen, J. G. S. (2020). Valoración monetaria del beneficio ambiental generado por el Páramo de Santurbán. *Gestión y Desarrollo Libre*, 5(9).
- Prada Martínez, P. ORO VS. AGUA una contienda política entre las políticas públicas ambiental y minera que vuelve a surgir en el escenario nacional con el caso del Páramo de Santurbán.
- Motta Garavito, S. A. (2021). Responsabilidad internacional del Estado colombiano por cambios normativos de orden ambiental: un análisis a partir del caso de la pretendida explotación minera en el páramo de Santurbán (Doctoral dissertation, Universidad Externado de Colombia).
- Acevedo-Tarazona, Á. (2020). Bucaramanga, entre la sobreexplotación minera o la preservación del agua en el páramo de Santurbán. *Entramado*, 16(2), 112-124.
- Bayona Florez, M. L. (2019). Periódico 15 Plantas invasoras: riesgo para la flora y fauna del páramo de Santurbán.
- Muñoz, M. (2017). La naturaleza habla, las ciudades gritan. *Revista Entornos*, 30(2), 193-202.

REPERCUSIONES Y SOSTENIBILIDAD DE LA PALMA AFRICANA EN COLOMBIA

REPERCUSSIONS AND SUSTAINABILITY OF AFRICAN PALM IN COLOMBIA

Luz Dary Sandoval Rueda ID - 709599

Yesica Katherine Bohórquez Jiménez ID - 731357

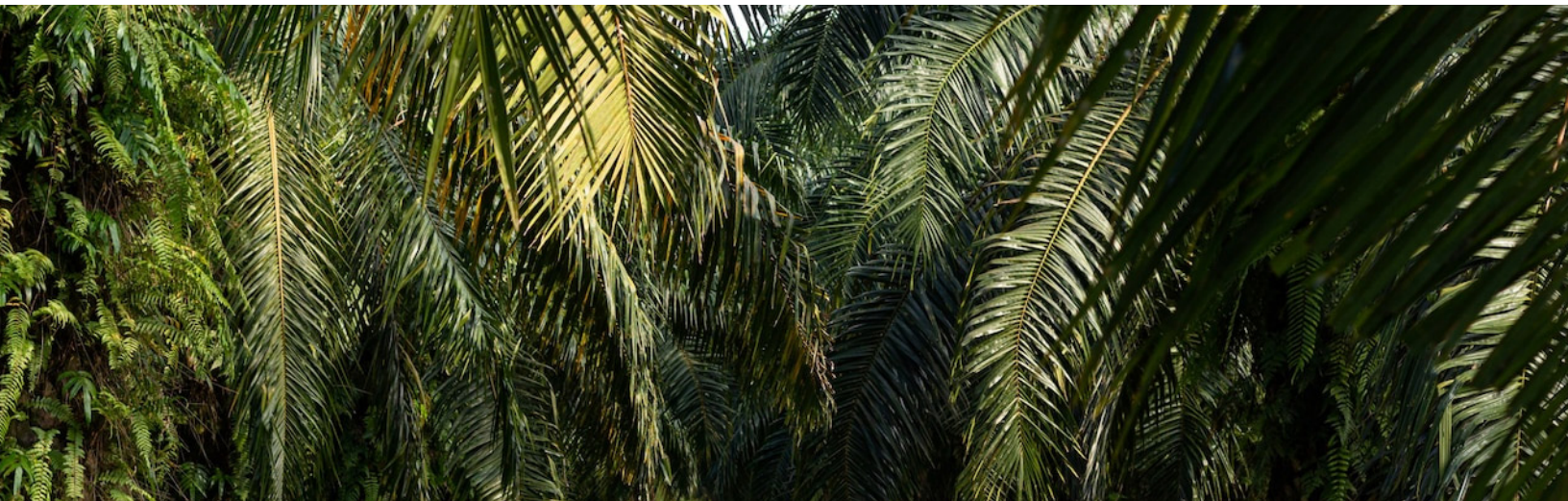
RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo abordar y analizar las problemáticas ambientales del cultivo de palma africana en Colombia, debido a la pérdida de bosques tropicales y su riqueza en la biodiversidad por ser el mayor productor aceitero de demanda en el mercado Nacional e Internacional. Así, se pretende identificar el trasfondo del contexto histórico por el cual ha pasado todo el proceso de esta materia prima y sus transformaciones involucradas en el “fin de la era del petróleo” incursionando en el aprovechamiento de estos aceites de palma en el mercado estratégico de los combustibles en los ámbitos sociales y ambientales.

PALABRAS CLAVE: Palma africana, Materia Prima, Impacto ambiental, Petróleo, Combustible.

ABSTRACT

The objective of this article is to approach and analyze the environmental problems of African Palm plantations in Colombia due to the loss of tropical forests and its richness in biodiversity for being the largest oil producer in demand in the National and International market. Besides, it is intended to identify the background of the historical context through which the whole process of this raw material has passed and its transformations involved in the “end of the oil era” venturing into the use of these palm oils in the strategic market of the fuels.



INTRODUCCIÓN

Es importante dar a conocer las problemáticas que presenta el cultivo masivo de la palma Africana en Colombia, produciendo un gran impacto ambiental y social debido a la sustitución de los bosques tropicales y las áreas de cultivos; provocando afecciones en el suelo, la biodiversidad, la desaparición de hábitats, la contaminación hídrica y las comunidades afectadas por los monocultivos.

La palma africana o palma aceitera cuenta con una historia de más de cincuenta años en Colombia, siendo este el principal desarrollo de la agroindustria que se ha posicionado como el cuarto productor y exportador de aceite en América Latina. Actualmente, este cultivo se encuentra en 161 municipios de 21 departamentos de Colombia. (Villabona, CF. 2016, fedepalma, La palma de aceite en Colombia)

La palma africana (*Elaeis guineensis*) comúnmente llamada como la palma aceitera es nativa de África, perteneciente a la familia de las Palmaceae; es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie, necesita de condiciones climáticas y las zonas tropicales del mundo resultan ser particularmente apropiadas para su cultivo.

La planta tiene cerca de 25 años de vida útil, lo cual genera una excelente productividad, luego de este largo ciclo se procede la plantación para poder extraerla y volver a empezar el proceso en otro terreno. Al ser un proceso largo, económicamente no es rentable dado al costo elevado por eso muchas empresas que trabajan con esta materia prima buscan nuevos bosques o terrenos fértiles para poder generar nuevas plantaciones a gran escala.

Las actuales energías alternativas que se vislumbran en la sociedad tienen grandes repercusiones tanto positivas como negativas, entes gubernamentales y privados de todo el mundo mencionan que los biocombustibles provenientes de la palma africana ayudan a la disminución de emisiones de dióxido de carbono lo cual repercute económicamente en los aspectos ambientales. (Meza, L. 2017. Análisis prospectivo de la cadena productiva de palma africana para obtención de biodiesel en Colombia)

Este artículo hace parte de la investigación sobre las Problemáticas ambientales del cultivo de la Palma Africana en Colombia, presentado en el marco del programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

DESARROLLO

El cultivo de la Palma africana en Colombia ha estado acompañado de mucha polémica debido a las consecuencias devastadoras producidas en el medio ambiente y el crecimiento sostenible que ha generado en la industria, permitiéndole incursionar en los mercados con una gran demanda de aceite.

A continuación, se presenta algunas de las consecuencias producidas por el cultivo masivo de la palma:

- La degradación de grandes hectáreas en el bosque tropical provocados por la mala práctica agrícola, haciendo que los suelos fértiles pierdan nutrientes y elimina la capa orgánica del suelo, características que no permite el crecimiento y el desarrollo de las diferentes plantas. (Mingorría, S. Las plantaciones de palma aceitera provocan la infertilidad de los suelos tropicales, 2017)
- La desaparición de hábitat de muchos animales y en especial la de los gorilas, debido a la deforestación excesiva y el acaparamiento de las tierras. (Mingorría, S. Las plantaciones de palma aceitera provocan la infertilidad de los suelos tropicales, 2017)

<<

- * La contaminación del agua por el uso de agroquímicos o la privatización de esta por las grandes cantidades que se requieren para este cultivo. (Avendaño, A. La contaminación del agua por el uso de agroquímicos o la privatización de esta por las grandes cantidades que se requieren para este cultivo. 2019)
- * Este tipo de cultivo trae diferentes tipos de insectos que pueden ocasionar pestes o epidemias perjudicando a las personas que trabajan en esta zona y las comunidades que residen cerca. (Lizcano, M. Mongabay. 2017)
- * “La hibridación fortuita entre la palma africana y la palma aceitera americana (*Elaeis oleifera*), que “en algunas zonas, como el valle del Magdalena”. (Diálogo Chino, 2022)

La palma aceitera ha llevado un reporte anual por parte de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) donde menciona en su reporte anual del 2017 que la producción de aceite de palma crudo en Colombia para ese año superó las 1.600.000 toneladas con un valor estimado de 3,3 billones de pesos, cifra récord que revela un incremento del 42% respecto a 2016. Según los datos de Fedepalma la industria genera 150.000 puestos de trabajo, entre directos e indirectos, en 124 municipios de 22 departamentos del país. El aceite de palma ha sido utilizado como un ingrediente para la fabricación de biodiesel, combustible de combustión limpio producido domésticamente, que puede producirse a partir de: aceites vegetales usados, grasas animales o grasa de restaurante reciclada para uso en vehículos diésel. Es biodegradable es menos tóxico y produce menos contaminantes. (Triviño. S. Junio, 2018. Realidades socioambientales del aceite de palma y los bio-combustibles en Colombia Investigación)

El biodiesel fue propuesto como una alternativa a los combustibles fósiles, es un nuevo mercado para el aceite de palma que ha cambiado drásticamente la demanda global de este producto, lo que ha llevado a la expansión de las fronteras agropecuarias en los principales países productores, incluyendo a Colombia. El desarrollo de la industria de la palma de aceite trae beneficios para el país en términos económicos; sin embargo, también ha generado un considerable costo social y ambiental. (Pardo, L. E. Mitos y realidades del impacto ambiental de la palma de aceite en Colombia.)

De acuerdo con los estudios realizados, la expansión de la palma de aceite crece a gran velocidad, estimando que la producción se triplique, generando daños irreversibles al medio ambiente. Entre las leyes que beneficiaron a la industria palmera fueron la Ley 939 de 2004, que buscaba estimular la producción y comercialización de agrocombustibles para uso en motores diésel. Esta ley también establecía que los biocombustible producidos en el país destinado para la mezcla con ACPM quedaban exentos del impuesto global al ACPM. Igualmente, el Decreto 383 de 2007 creó estímulos para el establecimiento de “zonas francas” para proyectos agroindustriales en materia de agrocombustibles. Las zonas francas son definidas en la Ley 1004 del 2005 como un área geográfica delimitada dentro del territorio nacional, en donde se desarrollan actividades industriales de bienes y de servicios o actividades comerciales, bajo una normativa especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior. (Delgado, J. E., Salgado, J. J., & Perez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), 13-28.

DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del siguiente artículo de revisión, fue necesario buscar investigaciones de fuentes comprobables de información sobre la historia y el impacto ambiental que está produciendo la siembra de la planta africana en Colombia.

Según informes realizados por la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma), en los últimos años, los cultivos de palma africana han incrementado significativamente. Durante el periodo comprendido entre 1996 hasta el 2016 el área cultivada en Colombia incrementó en un 123%, y ha ido aumentando el área cultivada. (Amigos de la Tierra Internacional, 2008).

Datos que nos llevan a comprobar el aumento masivo del cultivo de palma africana y la afectación a grandes zonas fértiles encaminadas a la agricultura y ganadería.

- * Tipo de Investigación Mixto: Puede ser comprendido como un proceso que recolecta, analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo estudio (Tashakkori y Teddlie, 2007, p. 100). El siguiente artículo utiliza diferentes métodos y fuentes de datos para analizar el fenómeno que se presenta debido al cultivo de la Palma Africana.
- * Enfoque Descriptivo: Según Tamayo y Tamayo (2006), el tipo de investigación descriptiva, comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos
- * Método: búsqueda de investigaciones, artículos y publicaciones, encontrados en Google Scholar, Scielo y RefSeek, consultados en Junio de 2022, con una cantidad de 37 documentos recopilados.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

De acuerdo con los diferentes estudios, se puede analizar que el cultivo de palma Africana, tiene pros y contras, así como ocasiona acciones negativas en el medio ambiente, también contribuye a la mitigación del cambio climático, es decir, a la reducción de gases de efecto invernadero uno de los retos propuestos por Fedepalma para disminuir la contaminación ambiental.

El aceite de palma, como cualquier otro cultivo bien hecho, aporta beneficios al entorno natural y a las comunidades, afirma Andrés García Azuero, director de planificación sectorial y desarrollo sostenible de Fedepalma. La palmicultura colombiana es respetuosa con la fauna y la flora, que se integra con el paisaje, protegiendo los cursos de agua, y eso es lo que promovemos y lo que nos diferencia de otros países productores de aceite de palma. (Fedepalma, Dialogo, 2022)

El Banco Mundial, defienden la expansión de este cultivo sobre la base de los beneficios potenciales para la mitigación del cambio climático, el desarrollo rural y la reducción de la pobreza. (The World Bank, Corporation IF, 2011)

La búsqueda de alternativas para la producción sostenible de la palma aceitera es otro de los retos que han llevado a los actores interesados en la industria a crear la “Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) con el fin de mejorar la planificación de la nuevas plantaciones, evitando así la tala de los bosque tropicales”. (Ciencia y Ecología, 2021)

Otro inconveniente adicional es las plantaciones de monocultivos, como las plantaciones de Palma Africana, aumentan enormemente el riesgo de incendio y los cambios que introducen dan como resultado un ambiente mucho más seco que el existente en los bosques tropicales húmedos (Siscawati, 2001, En Línea).

Finalmente en una de sus investigaciones La bióloga Diana Tamaris, doctora en Ciencias - Biología de la Universidad Nacional de Colombia (UN), lamenta el cambio que se está produciendo y asegura que “estamos acabando con ese patrimonio” (Serrano. M Periódico Anual, 2017).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es claro que el cultivo de palma africana en Colombia, genera un impacto ambiental y social debido a las diferentes problemáticas presentadas en el desarrollo del artículo, siendo este un tema de interés y de discusión en la sociedad; donde se demuestra las afecciones que ha provocado esta industria con mayor demanda de aceite en la actualidad y en los últimos años.

Es evidente que el gobierno y las entidades ambientales no están tomando las medidas pertinentes de vigilar y proteger la biodiversidad que nos ofrece los bosques tropicales de Colombia, también cabe resaltar que así como trae sus desventajas, ha traído para muchas personas empleos, ingresos para las familias y economía para el país.

Es urgente empezar a implementar estrategias que lleven a concientizar a la sociedad sobre el daño que se está ocasionando si se continúa con la deforestación de grandes hectáreas verdes en el medio ambiente.

Referencias

- Almeyda Orozco, Á. (2011). La palma africana, encrucijada nacional del nuevo siglo (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- Becerra Cuervo, S. (2008). Palma africana y deforestación.
- Bernal, R. (3 de mayo de 2018). ¿Nacionalizar la palma africana? No tan rápido. El Espectador. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/nacionalizar-lapalma-africana-no-tan-rapido-articulo-753725>
- Cardozo, Y. S. C. (2013). Una historia que Latinoamérica insiste en repetir.
- Creswell, JW y Tashakkori, A. (2007). Desarrollo de manuscritos publicables de métodos mixtos. Revista de investigación de métodos mixtos , 1 (2), 107-111.
- FEDEPALMA Realidades socio ambientales del aceite de palma y los bio-combustibles en Colombia Investigación junio – julio 2018.

- Fedepalma. 2014. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo: 2009 -2013. Bogotá.
- Fernandes, J. A. F., Cediel, L. C., Pinilla, H. R., & Silva, L. D. N. A. (2022). CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DEL CULTIVO EXTENSIVO DE PALMA EN COLÔMBIA. Mercator (Fortaleza), 21.
- Gualteros Sánchez, J. M. (2011). Estudio prospectivo de la cadena productiva del Biodiesel a partir de palma africana en Colombia. Facultad de Ingeniería.
- Gomez Cuervo, P. L. (1992). Investigación nacional y cooperación internacional en palma de aceite. Palmas, 25-32
- Gutiérrez Delgado, X. (2016). El papel de Fedepalma y Procolombia en la competitividad de las exportaciones de aceite de palma africana de Colombia hacia Alemania después de la firma del acuerdo comercial con la Unión Europea (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- Grisales, J. C., & Lema, J. P. (1993). Impacto de la apertura económica en el cultivo de palma africana en Colombia (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- MEDIO, M. ASOCIACION Rodríguez Raga, M. C., Umaña, A. C., Bonell, C., & Rengifo, S. (1 de Junio de 2010). Fedepalma. Obtenido de De Las Alianzas Productivas Guía de Mejores Prácticas para la implementación.
- Mingorance, F., Minelli, F., & Le Du, H. (2004). El cultivo de la palma africana en el Chocó. Legalidad Ambiental, Territorial y Derechos Humanos.
- Moreno, I. D. (2016). Palma, estado y región en los Llanos colombianos (1960-2015). In Extractivismos y posconflicto en Colombia: retos para la paz territorial (pp. 167-200). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Mesa, J. (1998). Presentación del Proyecto " La palma africana en Colombia". Revista Palmas, 19(4), 10-12.
- Perales Tovar, R. C., & Donado Vaca, R. (2019). Impacto del cultivo de palma africana en el fortalecimiento de la sustentabilidad de las comunidades.
- Reyes Pitto, L. D., & Rodríguez Carvajal, A. D. Monografía de estudio sobre los impactos ambientales que generan el cultivo y producción de palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis* jacq.) en el departamento del Meta.
- Ramírez, G. L. (2003). Palma africana:¿ oportunidad o amenaza para el ambiente y para el país?. Gestión y ambiente, 6(2), 129-138.
- Mesa, J. (1998). Presentación del Proyecto " La palma africana en Colombia". Revista Palmas, 19(4), 10-12.
- Owen, E. J. (1988). El ICA y el desarrollo de palma africana. Boletín El Palmicultor, (197), 5-5.
- Grisales, J. C., & Lema, J. P. (1993). Impacto de la apertura económica en el cultivo de palma africana en Colombia (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Vargas, E. (2002). Décadas 1960 y 1970. La palma de aceite:fincas y empresas. Revista Palmas, 23(3), 86-92.
- Artículos
- <https://www.ecologistasenaccion.org/17394/la-palma-africana-en-colombia/>
- <https://dialogochino.net/es/agricultura-es/colombia-enfrenta-retos-mantener-sostenibilidad-de-su-aceite-de-palma/>
- <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/las-plantaciones-de-palma-aceitera-provocan-la-infertilidad-de-los-suelos-tropicales-1345667994339.html?noticiaid=13457278790>
- 56
- <https://www.merkagreen.com/blog/item/134-impacto-ambiental-que-cause-el-aceite-de-palma>
- <https://www.bancolombia.com/negocios/actualizate/sostenibilidad/cultivo-palma-de-aceite>
- <https://www.agronegocios.co/agricultura/mas-de-92-de-la-palma-de-aceite-en-colombia-se-siembra-en-terrenos-de-uso-previo-3291687>
- <https://dialogochino.net/es/agricultura-es/colombia-enfrenta-retos-mantener-sostenibilidad-de-su-aceite-de-palma/>
- <https://www.dw.com/es/aceite-de-palma-es-tan-malo-para-el-medio-ambiente-como-se-cree/a-57926568>
- https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/palma_y_bio_1.pdf
- <https://pacificocolombia.org/wp-content/uploads/2016/05/0236333001285714975.pdf>
- <https://www.elnortedecastilla.es/sociedad/201702/22/ventajas-inconvenientes-aceite-palma-20170222120732.html>
- <https://www.lavanguardia.com/natural/20170615/423412073245/cultivo-aceite-de-palma-provoca-infertilidad-terrenos.html>
- <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/24230/u365018.pdf?sequence=1>
- <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/2729/AlmeydaOrozco-alvaro-2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FRACKING: Impacto Ambiental desde una perspectiva del Magdalena Medio

FRACKING: Environmental Impact from a Middle Magdalena perspective”

Vanessa Dayana Pineda Ardila
Laura Pilar Mendoza Martínez
Stevenson Marriaga Trillos



RESUMEN

El Fracking es las operaciones de los pilotos de yacimientos no convencionales para la exploración de los hidrocarburos en la zona media del magdalena, en esto se ha encargado Ecopetrol, para que se realice el Fracking se necesita licencias ambientales y otros requisitos para dar vía libre al fracturamiento hidráulico, esto ha llevado a generar varios mitos y verdades, entre ellas se encuentra la de la asociación colombiana de petróleo y gas que dice que esta técnica permite extraer el gas esquisto que está atrapado en las capas de roca a gran profundidad de la tierra, además que señala que no es un proceso nuevo, ya que es utilizado desde la década de los 50 en el reino unido, ahora se mira la opinión desde otra perspectiva en donde se considera al Fracking como un riesgo grave para la salud y medio ambiente, es ahí donde en Colombia la ANLA otorgara a Ecopetrol licencias para que el proyecto PPI inicie, en el sector de puerto de Wilches de Santander, y se han desatado varios mitos que frenarían el avance del país en este sector.

PALABRAS CLAVE Fracking, licencias ambientales, medio ambiente, hidrocarburos, hidráulico

ABSTRACT

Fracking is the operations of pilots of unconventional deposits for the exploration and exploitation of hydrocarbons in the middle zone of the Magdalena, in this Ecopetrol has been commissioned, for Fracking to be carried out, environmental licenses and other requirements are needed to give way free to hydraulic fracturing, this has led to the generation of several myths and truths, among them is that of the Colombian oil and gas association that says that this technique allows the extraction of shale gas that is trapped in the rock layers at great depths of the land, in addition to pointing out that it is not a new process, since it has been used since the 1950s in the United Kingdom, now the opinion is viewed from another perspective where Fracking is considered a serious risk to health and environment, is where in Colombia the ANLA will grant Ecopetrol licenses for the PPI project to start, in the port sector of Wilches de Santander, and they have been unleashed There are several myths that would slow down the country's progress in this sector.

KEY WORDS Fracking, environmental licenses, environment, hydrocarbons, hydraulic

RESUMEN

El tema más polémico de la actualidad es el Fracking o como algunos lo llaman fracturamiento hidráulico, que trata de la extracción a través de la fracturación de las rocas de petróleo y gas que están en el interior de esta, estos son yacimientos no convencionales que necesitan de presión para que fluyan los hidrocarburos. El Fracking combina técnicas de perforación horizontal y el fracturamiento hidráulico que ya se ha utilizado desde la mitad del siglo pasado aquí en Colombia. Pero hay una preocupación y es la contaminación del agua, ya que se necesita de 2.5 a 7.5 millones de litros para el desarrollo del pozo de hidrocarburos, pero cuando se habla de la contaminación de aguas subterráneas las fracturas se realizarían a 2 km de profundidad y el aumento de sismos en las zonas fracturadas. Los sismos se presentarían más debido al incremento de energía en las fallas geológicas, la solución es realizar estudios previos para evitar este fracturamiento cerca a la falla geológica. Aunque se ve el tema muy

degradante también se debe ver la generación de empleo, desarrollo en las regiones y aumento de la competitividad, educación gratuita, planes de salud y sociales, seguridad energética, sostenibilidad auto eficiente, inversión nacional y doméstica que a las poblaciones cercanas o lejanas de las zonas a explorar afectaría. Actualmente se lleva una batalla en la decisión de si aceptan o no el Fracking y de eso depende también de la presidencia de Colombia, ya que tiene muchos beneficios, pero también como algunos lo dicen tiene muchos daños en los hábitats y traerá problemas ambientales que perjudicarían al planeta que es el hogar de todos, está en esperar la decisión final y los argumentos de su aprobación o desistimiento de este tema actual que es muy popular, que incluso los candidatos a presidencia han utilizado en sus propuestas de gobierno.

DESARROLLO

El Fracking es un problema para muchos, pero para otros genera oportunidades, puesto que actualmente se habla de un proyecto piloto donde se mirará si es conveniente usar o no esta técnica de extracción de los hidrocarburos ya que se buscaría que se prohibiera para siempre. En el municipio de Puerto Wilches una zona que es pesquera y agraria con su rivera en el río Magdalena, se sienten amenazados desde antigüedad por la extracción no solo de hidrocarburos sino de aceite de palma. A esto se suma la situación legal del Fracking que, aunque es un método en yacimientos no convencional extraerían petróleo y gas del subsuelo con presiones altas de agua fracturando rocas, es por eso que habitantes y organizaciones sociales con un grupo de congresistas denunciaron el posible riesgo para la biodiversidad y las fuentes de agua, además de la salud. Es por eso que desde el pasado 28 de abril han salido a marchar en el paro nacional en Colombia exigiendo protección a la naturaleza y todos los riesgos que este tema traería. (Valora Analitik, 2022) Los pescadores del sector relatan que su pesca ha disminuido el 50% debido a la extracción de los hidrocarburos ya que llevan 70 años de explotación de crudo en el municipio, y se amenaza que el derecho al agua potable está en riesgo, puesto que no hay servicio de alcantarillado y pésimo sistema de salud y educación, vías en mal estado pobreza absoluta. Señalan que si a esto se le suma el Fracking se acabaría la riqueza de los humedales; se dice que el Fracking lleva años tratando de abrirse camino y ha sido frenado por oposición social, el cual a través de un decreto suspendió este proceso, pero se contrató una comisión para que evalué las condiciones que podrían llevar a cabo el plan conocido como proyecto Kalé. Se provee realizar una investigación científica que



verifique si afectase los acuíferos subterráneos, la corporación regional yariguies y el grupo de estudios sociales extractivos y ambientales de la magdalena medio investiga que impactos ocasionaría esta extracción de hidrocarburos en casi 455 hectáreas y 3000 metros de profundidad ya que en un pozo horizontal de 1500 m se harían 20 etapas de fractura. (JAVIER SULÉ ORTEGA, 2021).

Además, la preocupación es que la perforación relacionaría las zonas del río magdalena y Sogamoso además de varias ciénagas por lo que la contaminación sería riesgosa y muy alta, la verdadera riqueza no está en deteriorar el suelo sino en el respeto por los pueblos y su territorio, no hay un desarrollo sostenible si no se respeta la vida y los derechos humanos. El lado opuesto que aprobaría el Fracking señala que Colombia solo tiene reserva de 6 años y que esto supondría un aumento, puesto que el 40% de la exportación es de petróleo, se espera que se determine la viabilidad y que el gobierno tome una decisión, además de que Ecopetrol tiene encima problemas con criminalización como amenazas y hostigamientos por paramilitares. Se prevé que habrá muchas más con el Fracking ya que en puerto Wilches se está viendo amenazas. Pero algunos dicen que la mayoría ni siquiera sabe que es esa palabra que el Fracking no es fracturación de rocas sino un proceso donde se estimula la energía en fluido y se conoce como estimulación hidráulica.

Muchos creen que el Fracking se trata solo de extraer gas y petróleo, pero ha sido durante 65 años un método de limpieza de pozos, siendo así el Fracking dura hasta dos semanas, y explotaría petróleo y gas en donde con técnicas convencionales no se podría realizar, están a 1500 y 2400 m de profundidad estos yacimientos no convencionales, y se encontraría rocas de esquisto que pueden contener hidrocarburos. Dada la importancia de este tema, el 14 de mayo se llevó a cabo el foro “¿Implementará el Gobierno Nacional, sí o no, las recomendaciones del panel de expertos en fracturación hidráulica?” Se llevó a cabo en la Pontificia Universidad Javeriana, donde académicos, estudiantes y representantes de organismos públicos y privados conocieron, a través de asociaciones, su posición a favor y en contra de las recomendaciones. (POR: EFE, 2022).

Durante el encuentro, los participantes tuvieron la oportunidad de escuchar posiciones sobre la oferta y demanda de recursos naturales para demostrar los riesgos y debilidades de la extracción de hidrocarburos, la viabilidad de las empresas mineras y su respuesta a los posibles impactos ambientales, y la normativa para el bombeo de agua a presión al subsuelo para ruptura y extracción de petróleo de pozos subterráneos. El equipo de expertos en fracking lo representó Diego Rosselli, MSc en Educación Médica de la Universidad de Harvard, y al profesor Xaveria Manuel Ramiro Muñoz, Doctor en Educación y director del Instituto de Estudios Interculturales de la Universidad Javeriana, sede California; Leonardo Donado, Doctor Ingeniero Civil de la Universidad Politécnica de Cataluña, y John Fernando Escobar, Doctor Ingeniero de la Universidad de Antioquia.

En general, el panel de expertos recomendó por unanimidad “estudiar la posibilidad de que las empresas de petróleo y gas compartan beneficios con la comunidad en áreas afectadas por la exploración de

campos e instalaciones inusuales”. Además de hacer recomendaciones, el foro destaca las múltiples voces y puntos de vista que conforman la autoridad y reconoce la contención, desconocimiento y desconfianza de las comunidades aledañas a la actividad petrolera, y quiere conocer la posición que está tomando el gobierno. En el reporte del evento participaron el presidente de la Asociación Colombiana del Petróleo (ACP), Francisco Lloreda, y la ministra de Minas y Energía, María Fernanda Suárez; el funcionario confirmó, con base en el documento titulado Balance de Reservas 2018, que fue presentado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) a principios de 2019, que el país cuenta con cerca de nueve años de reservas disponibles para el consumo interno e industria. (Asociación Colombiana del Petróleo y Gas, 2018).

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

La presente investigación es EXPLORATORIA Y EXPLICATIVA, porque según lo expuesto en este artículo se basó en la exploración de documentos relacionados con el Fracking, para tener fundamentos en el momento de exponer y desarrollar este documento. Logrando así la solución a dicha problemática desde un punto de vista científicos y propio.

Enfoque

El enfoque de la investigación es Cualitativa ya que como señala, Barrantes (2014), también es denominado naturalista-humanista o interpretativo, y cuyo interés “se centra en el estudio de los significados de las acciones humanas y de la vida social” por ello este enfoque nos permitió comprender el comportamiento de la población investigada.

Método

El método utilizado para esta investigación es la búsqueda en Páginas confiables de internet; artículos relacionados con el tema del fracking donde se sacan ideas fundamentales para el soporte de lo que expondremos. De aquí se mira toda la problemática ambiental en Colombia, específicamente cerca a nuestra zona el Magdalena Medio, ya que este ha sido uno de los lugares más polémicos en el territorio nacional referente a la práctica del fracking. Con el objetivo de dar a conocer a las personas pobladoras de las zonas donde se quiere desarrollar esta actividad, lo perjudicial que esto es tanto para ellos como para todo un departamento e incluso el país. En concreto la propuesta es a través de campañas publicitarias, radio, tv, panfletos y charlas en los salones comunales de las zonas rurales, y de cierta manera proporcionar información válida y certera de lo que está sucediendo en nuestro país con respecto a este tema.

RESULTADOS

Protocolo de Búsqueda

En la Tabla 1 se encuentra la descripción de cuales fueron esas búsquedas que se realizaron para desarrollar este artículo y poder llevarlo a cabo, se destaca: palabras claves, datos consultados, referencias recuperadas, fecha de búsqueda y criterios de búsqueda.

Finalmente, esta problemática demanda altos costos ambientales y de salud pública que puede acarrear la implementación de la fracturación hidráulica en Colombia, también es imprescindible una regulación estricta y

presente en todos los ámbitos del ordenamiento jurídico nacional, respetando las obligaciones internacionales en materia de derechos humanos que las empresas públicas y privadas, en este caso las empresas, Can Mining, velan por los derechos humanos de los residentes en el territorio de Colombia. De manera similar, algunos estados han decidido suspender o incluso prohibir el jailbreak por completo debido a la amenaza potencial para el medio ambiente, la salud pública y los acuíferos en general, lo que permite obtener suficientes elementos para exigir que el estado detenga esta práctica de inmediato. Teniendo en cuenta las consecuencias extremadamente nefastas para nuestro medio ambiente y su futuro. Continuarán progresando en el piloto, incluido el trabajo para comunicarse con la comunidad y otros grupos de interés para publicar el progreso y abordar cualquier inquietud al respecto

Yacimientos no convencionales crean reveladores aportes a la economía del país

Según Ing. Alberto Moncada (2021), se comprueba que con el pilotaje en curso recolectando información social, ambiental y técnica en pozos se podría contribuir a esta definición política del Fracking y Ecopetrol construirá el pozo Kale y Exxon móvil el pozo platero, para el fallo del consejo de estado. En el piloto cada sociedad posee solo un pozo, pero en la fase productivo logran tener varios. Es decir, se duplica el uso de agua, la fabricación de residuos y asimismo asciende el suceso de sismos o accidentes”, muestra Leonardo Gutiérrez, ingeniero representante de la sociedad civil ante el comité evaluador de los PPII. "Además, los PPII no poseen divergencia por los daños que logren brotar en el largo plazo”.

Los yacimientos no convencionales crean reveladores aportes a la economía del país, entre los más significativos se recalcan:

- Con la exploración de YNC el país se favorecerá con ascendientes recursos derivados de regalías para afirmar el progreso económico y social de los territorios.
- Generación de empleo para mano de obra no competente y competente en las áreas de autoridad del proyecto.
- Motivación de la diligencia comercial local en los territorios del Magdalena Medio y de la Cordillera Oriental.
- Aumento de la transformación extranjera directa.
- Adelanto de nuevos proyectos de infraestructura.
- Acrecentamiento de las reservas y ampliación en la elaboración de barriles por día, para el afianzamiento de una auto aptitud energética.
- Mayor alteración social e introducción de comunidad.

DISCUSIÓN

La generación de terremotos, cambios en la atmósfera e impactos en la salud humana por la contaminación del agua y del aire son algunos de los efectos asociados a la realización del fracking, es decir, la fracturación hidráulica de la tierra para extraer gas y aceite es un tema de gran preocupación, tanto así que a finales de 2018 el presidente Iván Duque Márquez anunció la creación de una comisión independiente de expertos para analizar el potencial minero del territorio y sus impactos. Recomendaciones sobre este tema, luego de casi seis meses de trabajo, los expertos dieron a conocer en abril del año pasado su informe sobre los impactos ambientales y económicos de la exploración de hidrocarburos, un documento de 170 páginas en el que analizan los impactos, procedimientos legales, geológicos, ambientales y de salud, entre otros, dejarán la presidencia castigue esta actividad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, esta problemática demanda altos costos ambientales y de salud pública que puede acarrear la implementación de la fracturación hidráulica en Colombia, también es imprescindible una regulación estricta y presente en todos los ámbitos del ordenamiento jurídico nacional, respetando las obligaciones internacionales en materia de derechos humanos que las empresas públicas y privadas, en este caso las empresas, Can Mining, velan por los derechos humanos de los residentes en el territorio de Colombia. De manera similar, algunos estados han decidido suspender o incluso prohibir el *jailbreak* por completo debido a la amenaza potencial para el medio ambiente, la salud pública y los acuíferos en general, lo que permite obtener suficientes elementos para exigir que el estado detenga esta práctica de inmediato. Teniendo en cuenta las consecuencias extremadamente nefastas para nuestro medio ambiente y su futuro. Continuarán progresando en el piloto, incluido el trabajo para comunicarse con la comunidad y otros grupos de interés para publicar el progreso y abordar cualquier inquietud al respecto

Referencias

(2020, 10 agosto). Colombia: el fantasma del fracking que recorre el Magdalena Medio | VIDEO. Noticias ambientales. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://es.mongabay.com/2020/03/frackingen-colombia-proyectos-piloto-magdalena-medio-video/>

A. (2020a, junio 13). ¿En qué va el Fracking en Colombia? Informe 2018. Crudo Transparente. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://crudotransparente.com/2018/11/27/en-que-va-el-fracking-en-colombia-informe-2018/>

Analitik, V. (2022b, mayo 11). Ecopetrol tuvo \$6,6 billones de utilidad neta a marzo; habla de fracking y subsidios. Valora Analitik. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2022/05/10/ecopetrol-resulta-dos-historicos-66-billones-de-utilidadneta-marzo/>

Analitik, V. (2022, 9 abril). Mitos y verdades acerca de los pilotos de fracking en Colombia. Valora Analitik. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2022/04/08/mitosverdades-acerca-pilotos-frackingcolombia/#:%7E:text=%C2%BFEn%20qu%C3%A9%20consiste%20el%20proceso,gran%20profundidad%20de%20a%20tierra.>

Asamblea Nacional de Francia. Proyecto de Ley No. 3301, (31/03/2011) [en línea] [fecha de consulta: 9 de marzo de 2021. Disponible en: <http://www.assembleenationale.fr/13/propositions/pion3301.asp>

Corte Constitucional, Sentencia C-988 de 2004. M.P. Humberto Sierra Porto. Principio de precaución: consagración constitucional y alcance.

Contraloría General de la República. Riesgos y posibles afectaciones ambientales al emplear la técnica de fracturamiento hidráulico en la exploración y explotación de hidrocarburos en Yacimientos no convencionales en Colombia, 2018. Pág. 17. Recuperado de: <https://www.contraloria.gov.co/en/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/medioambiente/>.

Contraloría General de la República. Riesgos y posibles afectaciones ambientales al emplear la técnica de fracturamiento hidráulico en la exploración y explotación de hidrocarburos en Yacimientos no convencionales en Colombia, 2018. Págs. 91 y 92. Recuperado de: <https://www.contraloria.gov.co/en/resultados/informes/analisis-sectoriales-y-politicas-publicas/medioambiente/>.

da. gaona262. (s. f.). El fracking en Colombia. universidad de los andes. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://masterpetroleos.uniandes.edu.co/index.php/es/noticias/90-el-fracking-en-colombia>.

Deutsche Welle (www.dw.com). (s. f.). La prueba del fracking en Colombia. DW.COM. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://www.dw.com/es/la-prueba-del-fracking-en-colombia/a-58265288>.

Derechos humanos y empresas. (2021, 1 mayo). Vicisitudes en la aprobación del fracking en Colombia. Recuperado 16 de junio de

2022, de <https://derechos-humanos-yempresas.uexternado.edu.co/2021/05/01/vicisitudes-en-la-aprobacion-del-fracking-en-colombia/>

FIERRO MORALES, Julio. El informe de la comisión de expertos del fracking: más preocupación que confianza. Razón Pública [en línea] [fecha de consulta: 09 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://razonpublica.com/el-informe-de-la-comision-de-expertos-del-fracking-mas-preocupacion-queconfianza>.

Fundación Heinrich Böll, Oficina Bogotá – Colombia. Alianza Colombia libre de fracking. 2019. Recuperado de: https://co.boell.org/sites/default/files/201911/20191114_hb%20fracking%202019_web.pdf

Government of the Netherlands. No extraction of shale gas during the next five years [en línea] [fecha de consulta: 10 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.government.nl/latest/news/2015/07/10/noextraction-of-shale-gas-during-the-next-five-years>

Government of Tasmania. Tasmanian Government Policy Statement on Hydraulic Fracturing (Fracking) 2018 [en línea][fecha de consulta: 10 de marzo de 2021]. Disponible en: http://www.mrt.tas.gov.au/data/assets/pdf_file/0016/231208/-Tasmanian_Government_Policy_Statement_on_Hydraulic_Fracturing_2018.pdf

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta [en línea] [fecha de consulta: 11 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numerotener-en-cuenta>

La investigación del fracking «dirá si hay siguiente etapa o no» en Colombia. (2022, 13 abril). SWI swissinfo.ch. Recuperado 16 de junio de 2022, de https://www.swissinfo.ch/spa/colombiamedioambiente_la-investigacion-del-fracking--dir%C3%A1-si-hay-siguiente-etapa-o-no--encolombia/47515364

Law 360, Vermont Poised to Pass 1st Statewide Fracking Ban [en línea][fecha de consulta: 10 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.law360.com/articles/337910/vermont-poised-to-pass-1ststatewide-fracking-ban>

Meneses, C. A. H. (2022, 14 abril). El paso a paso que se seguirá en el país para realizar o no «fracking». Portafolio.co. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/fracking-en-colombia-paso-a-paso-para-surealizacion-564086>

Montreal Gazette. Couillard rules out fracking [en línea][fecha de consulta 10 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://montrealgazette.com/news/quebec/couillard-rules-out-fracking>

Moratoria se refiere a la prohibición temporal en tanto se cumplan algunos requisitos definidos por parte del Estado.

Natural Gas World. Moratorium: Northern Irish fracking's mortal wound? [en línea] [fecha de consulta:11 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.naturalgasworld.com/moratorium-northern-irishfrackings-mortal-wound-4091>

New York Times. Citing Health Risks, Cuomo Bans Fracking in New York State.[en línea][fecha de consulta: 10 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2014/12/18/nyregion/cuomoto-ban-fracking-in-new-york-state-citing-health-risks.html>

Roa, T. (2021, 29 mayo). La última batalla contra el «fracking» en Colombia. El País-s. Recuperado 16 de junio de 2022. Recuperado de <https://elpais.com/planeta-futuro/2021-05-28/la-ultima-batallacontra-el-fracking-en-colombia.html>

Scottish Government. Unconventional oil and gas: ministerial statement [en línea] [fecha de consulta: 9 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.gov.scot/publications/unconventional-oil-gas/>

Vargas, M. D. (2022, 17 mayo). Colombia, entre las dudas y los beneficios que ofrece el fracking. Revista Pesquisa Javeriana. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/colombia-entre-las-dudas-y-los-beneficios-que-ofrece-elfracking/>

W. (2018, 18 septiembre). Impactos positivos del Fracking para Colombia. ACP. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://acp.com.co/web2017/es/todo-sobre-el-fracking/957-impactos-positivos-del-frackingpara-colombia>

W. (2019, 27 marzo). ¿Realmente sabe qué es el Fracking? ACP. Recuperado 16 de junio de 2022, de <https://acp.com.co/web2017/es/todo-sobre-el-fracking/824-realmente-sabe-que-es-el-fracking>

Whales Online. Welsh Government backs calls for it to do all it can to stop fracking in Wales until more is known about its safety [en línea][fecha de consulta: 10 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.walesonline.co.uk/news/wales-news/welsh-government-backs-calls-can-8582708>



Ricardo Cuadros
Valerio Mejía Castillo

HIDRÓGENO VERDE, Transición Responsable

“Green Hydrogen, Responsible Transition”

RESUMEN

En este artículo se resalta una gran oportunidad para las energías limpias, primordialmente para las tecnologías del hidrógeno que evolucionen hacia transición responsable en Colombia. El hidrógeno es un material satisfactorio que se puede adquirir de diferentes orígenes. Los combustibles fósiles, el agua, la biomasa, las energías renovables son los orígenes de elaboración sugeridas en este artículo. Pero se deben profundizar en los desafíos especializados para prosperar y ejecutar viablemente las energías abordadas para creación del hidrógeno verde. Colombia se destaca frente a otros países por su gran potencial de producción de gas natural y carbón, resaltándose positivamente la energía eólica, hidroeléctrica, fotovoltaica y su disponibilidad de recursos hídricos. Este artículo tiene como objetivo dar a conocer su perspectiva y alternativas de producción de hidrógeno, su implementación como recurso energético en Colombia, considerando el impacto ambiental, económico, social que transcurre en este país

PALABRAS CLAVE Origen de elaboración, energías renovables, recursos hídricos, tecnologías, oportunidad.

ABSTRACT

Clearly, there is a great opportunity for clean energy, primarily for hydrogen technologies to evolve towards transition for life in Colombia. Hydrogen is a satisfactory material that can be acquired from different sources. Fossil fuels, water, biomass, renewable energies are the origins of elaboration suggested in this article. But the specialized challenges must be deepened to prosper and viably execute the energies addressed for the creation of green hydrogen. Colombia stands out from other countries for its great potential for the production of natural gas and coal, positively highlighting wind, hydroelectric, photovoltaic energy and its availability of water resources. This article aims to publicize its perspective and alternatives of nitrogen production, its implementation as an energy resource in Colombia, considering the environmental, economic, social impact that takes place in this country.

KEYWORDS Origin of processing, renewable energies, water resources, technologies, opportunity.

INTRODUCCIÓN

Los recursos energéticos, son efecto del desarrollo económico impulsado a nuevas fuentes de energía, que expresen de forma sostenible al crecimiento industrial y económico constantemente en el mundo. Los combustibles fósiles son el 80% y la fuente de los recursos energéticos, que se producen en el planeta según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2016), las importantes implicaciones económicas, ambientales nos con lleva a ejecutar un cambio a nuestras energías renovables. Desde el punto de vista económico la producción se genera en regiones, donde dependen de factores políticos lo que procede a sus precios elevados. Desde el concepto medioambiental, las combustiones forman la principal fuente de efecto invernadero y una amenaza latente hacia humanidad.

Notablemente el hidrógeno es indispensable en las industrias ya que sirve como materias primas para la recapitulación de los procesos químicos y producir energías limpias, se espera positivamente el aumento en las refinerías ya que estas deben procesar crudos pesados y amargos. Por otra parte, cabe resaltar que el hidrógeno se puede constituir en los sistemas de transporte masivo, donde recibe una atención positiva a un problema de política energética (Rifkin, 2011). Actualmente la dificultad para la producción de hidrógeno es la materia prima de donde se obtiene, el 96% proviene de fuentes no renovables como carbón, petróleo, gas natural, y un 4% deriva de fuentes renovables limpias. (Hossain, 2018).

En este artículo se plasma argumentos básicos donde indagamos otros sistemas de producción de hidrógeno, las alternativas sostenibles para su fabricación y la preferencia al uso del hidrógeno como recurso energético en la industria Colombia, para la elaboración del artículo consultamos varias fuentes de información en google Académico, Science direct, Scopus, internet, libros, reportes de boletines de entidades nacionales internacionales, artículos actuales, donde se originó mayor parte del contenido de los métodos de producción de hidrógeno, como una acción positiva para su implementación en Colombia y su uso responsable, comprometido con el medio ambiente.

DESARROLLO

Posteriormente a lo mencionado, profundizaremos la producción tradicional del hidrógeno a partir de los hidrocarburos, las ventajas de los combustibles fósiles como su medio, costo, almacenamiento y distribución, estos a su vez desempeñan una acción importante en la creación del hidrógeno (Suelves, 2016) A nivel mundial tenemos una importante representación del gas natural con un 48%, el petróleo 30%, carbón 18%, y el restante por electrólisis (Gupta, Combustible de hidrógeno, 2008)

El gas natural es principalmente metano y el proceso envase al reformado metano con vapor, se usa para la producción de hidrógeno, obteniendo una importancia positiva del 75%, en este proceso de reformación se obtiene una mezcla formada por hidrógeno y CO₂, por absorción selectiva en una solución de aminas se elimina el CO₂, y la purificación del hidrógeno se realiza utilizando la unidad PSA (adsorción con oscilación de presión),



para la eliminación de impurezas de la corriente del hidrógeno (Oliveira, 2009), también se obtiene nitrógeno por oxidación parcial de hidrocarburos (b, 2000), por la tanto envase a muchas tecnologías que utilizan hidrocarburos se analizan variantes de reformados a vapor y a la oxidación parcial como un proceso auto térmico o exotérmica cuyo objetivo es reducir el consumo energético (Daud, 2010).

La creación de hidrógeno envase al carbón, con el estado actual esta materia prima es una opción económica prácticamente a gran escala, en la gasificación del carbón este se oxida parcialmente con vapor de agua y O₂ en un reactor de altas temperaturas y alta presión, los productos son gas de síntesis (H₂, C₂, mezclado con vapor y CO₂), debido a la gasificación del carbón, por su alto contenido de carbono, este produce más emisiones de CO₂ respecto a otras tecnologías de producción de hidrógeno (shinnar, 2003), este proceso de gasificación es altamente costoso con respecto al de reformado con vapor del gas natural, el hidrógeno derivado del carbón se utiliza para la obtención de amoniacos, metanos, metanol (Gupta, Combustible de Hidrógeno, 2008).

La producción de hidrógeno derivado de la gasificación termoquímica de la biomasa, siendo un recurso renovable es una de las mayores fuentes de producción de biometano (Gas renovable) e hidrógeno. La biomasa es abundante y se distribuye de forma uniforme en comparación de los combustibles fósiles. (Julián Rodrigo Quintero González, 2015), también tiene un contenido de hidrógeno relativamente bajo y su humedad es variable. El volumen de agua interviene notablemente en la conversión termoquímica y el volumen de gases producidos por unidad de energía (Wan, 2009). La gasificación de la biomasa y el carbón son similares, en acepción que su proceso se realiza a temperaturas más bajas, el biogás de síntesis es generado de la gasificación de la biomasa conteniendo cantidades de CO y H₂ que dependen del proceso, medio de oxidación y la relación combustible/oxidante (Venegas, 2016). La gasificación se realiza a altas temperaturas superiores a los 700 °C en presencia de oxígeno, aire o vapor, con respecto a estas condiciones se genera una combinación de pirólisis, oxidación parcial, reformado con vapor de hidrocarburos gaseosos y carbón (MaxLu, 2010). La gasificación basada en oxígeno no requiere de ninguna fuente externa de energía.

El agua y su proceso de termólisis gran fuente de producción de hidrógeno, conocida también como disociación térmica del agua, es una reacción que puede alcanzar un grado razonable de disociación demandando una fuente de calor proporcionando temperaturas superiores a 2500 °C (a, 2018), teniendo en cuenta que esta mezcla de enfriarse ante de realizar el proceso de separación.

El hidrógeno en base al electrólisis del agua, es un proceso que, para obtener hidrógeno del agua, debe realizarse la conversión electrolítica, combinando reacciones de oxidación y reducción, que generan gas hidrógeno separado del gas oxígeno (Ec.8) (a, 2018). La electrólisis del agua en condiciones estándar requiere un mínimo teórico de 237 KJ de entrada de energía eléctrica para disociar cada mol de agua (kelly, 2014). En el mundo hay dos tecnologías disponibles, los electrolizadores alcalinos y los de membrana de intercambio de protones (PEM), un electrolizador teórico 100% eficiente consumiría 142 MJ por kilogramo de hidrógeno, la mayoría de desafíos se concentran en el alto consumo de energía y costo (a M. W., 2014).

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

El uso de las energías renovables en la producción de hidrógeno, es una materia prima ambientalmente sostenible y los beneficios son positivamente al hidrógeno, siendo esta una fuente renovable de energía, mejorando el rendimiento de las tecnologías del hidrógeno como uso final, como las celdas de combustible y los motores de combustión interna, podríamos dar la vuelta a la hoja y erradicar los combustibles fósiles en los diferentes sistemas energéticos, para dar la vuelta al papel y generar un cambio significativo utilizando la energía solar la cual se clasifica en cuatro tipos, energía solar térmica, fotovoltaica, fotoelectrólisis y biofotolisis (Plou, Durán, & Peña, 2014), siendo estos muy eficientes en la producción de hidrógeno, cabe destacar que estas tecnologías enfrentan varios desafíos, como es el costo de las celdas fotovoltaicas, materiales de instalación de excelente calidad, que generen confiabilidad, durabilidad, seguridad de la tecnología en base a la eficiencia energética la cual se requieren mayor investigación y mejoras (Patel, 2019).

Enfoque

Por otra parte, la radiación solar puede llegar a generar corriente sin invertir en equipos costosos y mantenimientos constantes, la conversión solar a hidrógeno es un factor importante considerado dentro de la investigación los dispositivos con tecnología foto-electroquímica destacando su alto potencial al fusionar la electrólisis del agua y la captación de la energía solar en un solo dispositivo

Método

El viento como fuente principal de la energía eólica y la energía cinética asociada al movimiento de las corrientes de aire convirtiéndolo en energía eléctrica, esta energía eólica como tecnología renovable acelera su crecimiento competitivo en muchas regiones favorecidas por las corrientes de aire (S.A.SherifaF.BarbirbT.N.Veziroglu, 2005). Permitiendo que sea altamente favorables en Colombia.

RESULTADOS

En Colombia el 31 de mayo del 2010 se presentó por parte del Ministerio de Minas y Energía, el programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales – PROURE (MME,2010) el cual destaca el Plan de Acción 2015-2020, para promover el uso racional y eficiente de la energía y demás forma de energías no convencionales de manera sostenible con el ambiente y los recursos naturales. Algunas investigaciones presentadas en febrero del 2013, dan una oportunidad estratégica para la perdurabilidad del sector energético en Colombia co el propósito de consolidar un plan estratégico para la utilización del hidrogeno en Colombia (Moreno Vallejo, 2013). Otras investigaciones presentadas en agosto del 2013, por el Ingeniero Juan Guillermo Mejía, publicado en la Universidad Tecnológica de Pereira sobre la proyección al año 2025, para el uso del hidrógeno en el sector de transporte, presenta un plan y considera variables como infraestructura, cadenas de distribución y plan de suministros para el uso del hidrógeno destinado al transporte del Valle de Aburrá (Juan Guillermo Mejía Arango, 2013).

DISCUSIÓN

El hidrógeno es el elemento químico más abundante del universo, sin embargo, en Colombia falta por parte del gobierno, concientización, entablar diálogos con las empresas de transportes y la ciudadanía en general, como una opción responsable hacia una transición energética necesaria para nuestro país. Las energías limpias han evolucionado significativamente en Colombia y es el momento de aprovechar la oportunidad para producir hidrógeno, convirtiéndose en un medio eficaz de almacenamiento y transporte de energía renovable durante largas distancias y periodos de tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El pleno desarrollo de una riqueza de hidrogeno es fundamental para un futuro sostenible con importantes beneficios ambientales, económicos y sociales. A demás la seguridad energética puede obtenerse aprovechando las fuentes de energía y materiales nacionales, disponibles, confiables y seguros para la producción, distribución y su uso final del hidrogeno. Además, se requieren investigaciones e inversión en los sistemas de producción para su uso seguro y confiable de hidrógeno como una evolución a futuro en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- a, H. J. (2018). Una revisión exhaustiva de la electrólisis de agua asistida por carbono e hidrocarburos para la producción de hidrógeno. *Energía Aplicada*, 231, 502-533. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261918314314?via%3Dihub>
- a, M. W. (2014). Las tecnologías de intensificación de la electrólisis del agua para la producción de hidrógeno: una revisión. *Revisiones de energía renovable y sostenible*, 29, 573-588. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032113006308?via%3Dihub>
- b, S. F. (2000). Producción de hidrógeno a partir de metano mediante reacciones catalíticas de oxidación parcial. *Revista de fuentes de energía*, Volumen 87(números 1–2), páginas 28-38. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775399003572?via%3Dihub>
- Daud, H. F. (2010). Producción de hidrógeno por descomposición del metano: una revisión. *Revista internacional de energía de hidrógeno*, Volumen 35(número 3), páginas 1160-1190. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319909018059?via%3Dihub>
- Gupta, R. B. (2008). *Combustible de hidrógeno*. Boca Ratón: Gupta. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/books/edt/10.1201/9781420045772/hydrogen-fuel-ram-gupta>
- Gupta, R. B. (2008). *Combustible de Hidrógeno*. 1ra Edicion.



- Hossain, A. M. (2018). Conversión y gestión de energía. ScienceDirect, páginas 602-627. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890418303170?via%3Dihub#!>
- Juan Guillermo Mejía Arango, C. A. (2013). Proyección al año 2025 para el uso del hidrógeno en el sector transporte del Valle de Aburrá. 18(2). Obtenido de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/8743>
- Julián Rodrigo Quintero González, L. E. (2015). Perspectivas del potencial energético de la biomasa en el marco global y latinoamericano. Bogotá. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/46348>
- kelly. (2014). Producción de hidrógeno por electrólisis del agua. Avances en la producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno, 159-185. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857097682500067?via%3Dihub>
- MaxLu, A. T. (2010). Una revisión de los procesos de producción de hidrógeno catalítico a partir de biomasa. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 14(1), páginas 166-182. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032109002093?via%3Dihub>
- Moreno Vallejo, L. G. (2013). La tecnología del hidrógeno, una oportunidad estratégica para la perdurabilidad del sector energético en Colombia. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/4294>
- Oliveira, A. N. (2009). Soporte de zeolita desaluminada de alta estabilidad para la producción de hidrógeno por reformado en seco de metano. Catálisis aplicada A: general, páginas 156-168. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926860X08007631?via%3Dihub>
- Patel, D. P. (2019). Una revisión sobre el papel, el costo y el valor de los sistemas de energía de hidrógeno para la descarbonización profunda. Revisión de energía renovable y sostenible, 101, 279-294. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118307421?via%3Dihub>
- Plou, J., Durán, P., & Peña, J. (2014). Perspectiva sobre la producción de hidrógeno por métodos emergentes basados en energía solar y de alta temperatura. (G. E. Carbón, Ed.) Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/110635>
- Rifkin, J. (5 de octubre de 2011). La Tercera Revolución Industrial. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/La_Tercera_Revoluci%C3%B3n_Industrial
- S.A.SherifaF.BarbirB.T.N.Veziroglu. (2005). Wind energy and the hydrogen economy—review of the technology. Solar Energy, 78(5), 647-660. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X05000332?via%3Dihub>
- shinnar, r. (2003). La economía del hidrógeno, las pilas de combustible y los coches eléctricos. Tecnología en la Sociedad, Volumen 25(número 4), páginas 455-476. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160791X03000836?via%3Dihub>
- Suelves, R. M. (2016). Análisis de las estrategias para cerrar la brecha hacia la Economía del Hidrógeno. Revista internacional de energía de hidrógeno, páginas 19500-19508. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319916303287?via%3Dihub>
- Venegas, D. J. (2016). Métodos amigables de producción de hidrógeno como fuente de energía limpia. Repositorio Institucional de la UNLP, Páginas: 95-104. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77368>
- Wan, J. L. (2009). Factores que influyen en la producción de hidrógeno fermentativo: una revisión. Revista internacional de energía de hidrógeno, Volumen 34(número 2), páginas 799-811. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319908015073?via%3Dihub>



Astrid Yuleimy Jaimes Villamizar ID 619104
Ledy Leal Coronel ID 723873
Edinson Jair Rueda Trujillo ID 650785

EFECTOS ECOLÓGICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CULTIVO DEL CAFÉ ARABICA COLOMBIANO

*“ECOLOGICAL EFFECTS OF CLIMATE CHANGE
ON THE COLOMBIAN ARABICA COFFEE CROP”*



RESUMEN

Desde la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, con la revolución industrial, se inició un periodo de altas emisiones de gases que ha generado profundos cambios en la temperatura media mundial, afectando, finalmente, la circulación atmosférica y, en consecuencia, la variabilidad climática. De esta manera, la producción de café ha disminuido alrededor de un 80% a nivel mundial y un 30% en Colombia y en años posteriores se espera que continúe disminuyendo hasta en un 81% en países centroamericanos.

Desde esta problemática, el artículo de revisión presentado tiene como Objetivo General: Describir los efectos ecológicos del cambio climático en el cultivo del café arábica colombiano, a partir de una metodología fundamentada en el Paradigma cualitativo desde una investigación documental, en la cual se revisan y analizan diversos documentos para detectar nuevas líneas de investigación y reconocer las tendencias hacia donde se dirigen los argumentos teóricos del tema de estudio.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, efectos ecológicos, cultivo del café

ABSTRACT

From the second half of the 18th century and the beginning of the 19th century, with the industrial revolution, a period of high gas emissions began that has generated profound changes in the global average temperature, ultimately affecting atmospheric circulation and, consequently, the climatic variability. In this way, coffee production has decreased by around 80% worldwide and 30% in Colombia, and in subsequent years it is expected

>>

to continue to decrease by up to 81% in Central American countries. From this problem, the review article presented has as General Objective: To describe the ecological effects of climate change in the cultivation of Colombian Arabica coffee, based on a methodology based on the qualitative Paradigm from a documentary investigation, in which they are reviewed and They analyze various documents to detect new lines of research and recognize the trends towards which the theoretical arguments of the subject of study are directed

KEYWORDS Climate change, ecological effects, coffee cultivation

INTRODUCCIÓN

Existen diversas actividades económicas que definen las potencialidades y fortalezas de un país y, por ende, su crecimiento exponencial en torno a los sectores productivos de la nación. En este sentido, Colombia se constituye en una región favorecida por su espacio geográfico, variedad cultural, climas diversos, flora, fauna, cuencas hidrográficas y recursos naturales. Tales fortalezas han hecho que la agricultura del café colombiano sea una fuente de ingresos para una parte de sus habitantes.

Desde esta visión, la agricultura cafetalera juega un rol muy importante en el desarrollo económico del país, pues es la principal fuente de ingresos del área rural y, además, hace un aporte significativo al avance económico, la mitigación de la pobreza, la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible de Colombia. Ahora bien, en las últimas décadas la ocurrencia de diversos acontecimientos mundiales, como el cambio climático, la globalización, las sucesiones de valor integradas, las rápidas innovaciones tecnológicas e institucionales y las restricciones ambientales, ha tenido como consecuencia que el cultivo del café en Colombia. Al respecto, Hernández (2019) señala que:

De los países productores, Colombia es uno de los mayores exportadores de café suave (*Coffea arabica*), pero su producción está disminuyendo debido al cambio climático. Las predicciones acerca de este último sugieren que a futuro los cultivos de dicha especie se verán afectados negativamente. (P.2)

De esta manera, la producción de café ha disminuido alrededor de un 80% a nivel mundial (Cherono et al., 2021), un 30% en Colombia y en años posteriores se espera que continúe disminuyendo hasta en un 81% en países centroamericanos (Rivera et al., 2013; Craparo et al., 2015). Esta pérdida en productividad es dada por los cambios de temperatura y precipitación generados por el cambio climático. Las predicciones indican que tanto la temperatura global como la temperatura del aire cerca al suelo han incrementado más de 1oC desde 1860 y se espera que la tendencia continúe en los próximos años (Jia et al., 2019).

Atendiendo a estas consideraciones, el artículo de revisión presentado tiene como Objetivo General: Describir los efectos ecológicos del cambio climático en el cultivo del café arábica colombiano, a partir de una metodología fundamentada en el Paradigma cualitativo desde una investigación documental, en la cual se revisan y analizan diversos documentos para detectar nuevas líneas de investigación y reconocer las tendencias hacia donde se dirigen los argumentos teóricos del tema de estudio

DESARROLLO

La interrelación entre el hombre y su entorno, en las últimas décadas ha rebasado la capacidad de cambio de los procesos naturales, transformando la atmósfera, la hidrósfera y la biósfera, con velocidades superiores a las que normalmente ocurrían. De esta manera, desde la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, con la revolución industrial, se inició un periodo de altas emisiones de gases que ha generado profundos cambios en la temperatura media mundial, afectando, finalmente, la circulación atmosférica y, en consecuencia, la variabilidad climática. Al respecto, Houghton, (1985) señala que:

Actualmente, en la comunidad científica existe conocimiento de los mecanismos y de los procesos de cambio climático a distintas escalas temporales en el clima global y, lo que posiblemente sucederá en el próximo siglo, como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero, tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos, clorofluorocarbonos y vapor de agua.

En relación a lo planteado, se entiende que los efectos del cambio climático serán devastadores para la humanidad en el presente y el futuro los que lo convierten en una cuestión de derechos humanos urgente. Al respecto, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)", en su Artículo uno, define el cambio climático como: "cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

La actividad humana ha influenciado, en gran medida, el aumento considerable de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre (Oreskes, 2004). Desde la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, con la revolución industrial, se inició un periodo de altas emisiones que ha generado profundos cambios en la temperatura media mundial, afectando, finalmente, la circulación atmosférica y, en consecuencia, la variabilidad climática. Estos cambios han despertado un creciente interés por parte de investigadores, de climatólogos, de agricultores, entre otros, debido a sus implicaciones sobre la mayoría de las actividades desarrolladas por el hombre, en especial, en la agricultura del café. El aumento en la temperatura modifica las fases fenológicas de la planta y ciclos cortos de altas o bajas temperaturas pueden afectar yemas florales, floración, número de granos, peso de granos y, con ello, los rendimientos (Chmielewski & Rötzer, 2001; Chmielewski et al. 2004; McKeown et al. 2005).

En lo que respecta a Colombia, el tema del cambio climático reviste especial importancia toda vez que le concierne por las siguientes razones: 1) Con sus emisiones de gases de efecto invernadero originadas en diversos procesos antrópicos, aunque en menor proporción (según MAVDTIDEAM-PNUD (2010), el consolidado nacional de emisiones constituye el 0,37% del total mundial), el país contribuye en la generación del problema global; 2) Experimenta los efectos de la expresión regional del fenómeno global, lo que impactará el medio biofísico, los ecosistemas y el sistema socioeconómico de sus regiones (Pabón, 2003); 3) Consecuencias del cambio climático.

De acuerdo con IPCC (2001, 2007), una duplicación de los gases de invernadero incrementaría la temperatura terrestre entre 1 y 4,5°C. Aunque no parezca mucho es equivalente a volver a la última glaciación, pero en la dirección inversa. Por otro lado, el aumento de temperatura sería el más rápido en los últimos cien mil años, haciendo muy difícil que los ecosistemas del mundo se adapten (Watson, 2001).

Por otra parte, el aumento progresivo de la temperatura en la superficie terrestre ya ha mostrado sus efectos sobre la variabilidad climática, haciéndose cada vez más frecuentes y extremos los eventos meteorológicos y climáticos en el planeta (McGao, 2001). Otras corrientes científicas afirman que el llamado cambio climático es un periodo de transición de la tierra (ciclo o proceso natural del planeta), que puede durar miles o millones de años y que sin querer o no, tendría que suceder, restándole importancia al tema. Estos autores basan sus afirmaciones sobre la tesis que, en la actualidad, no hay una teoría concreta sobre la existencia y la comprobación de un cambio climático global (Stainforth et al. 2005; Svensmark, 2007; Schnellhuber, 2008).

Las fluctuaciones climáticas que se han venido registrando en diversas regiones de la tierra son objeto de estudio y preocupación, debido, principalmente, a su impacto en la producción de alimentos (Nelson et al. 2009). Hoy día, los agricultores presencian anomalías climáticas más intensas que los experimentados años atrás; así, por ejemplo, algunos estudios prospectivos sobre el clima han estimado que la producción de café podría disminuir en un 30%, para 2020 y hasta en un 70%, para el 2050 (Gay & Conde, 2004). Las variaciones de los ciclos del clima, con respecto a la normal, se traducen en pérdidas de cultivo (Jiménez et al. 2004). Por otra parte, el estrés por calor, debido al incremento de la temperatura, constituye un problema para la agricultura en muchas áreas del mundo.

Hay consenso en que el cambio climático, unido al incremento de la población, constituye una amenaza para la seguridad alimentaria en todas partes (Nelson et al. 2009). La agricultura es muy vulnerable al cambio climático, en particular, por los efectos del aumento de la temperatura en la germinación de las semillas de algunas especies (Carter & Vavrina, 2001), causando desplazamientos de cultivos de áreas tropicales a zonas que antes eran frías o de áreas templadas a zonas más frías (Jarvis et al. 2008), que terminará por reducir la producción y la calidad de los cultivos (Challinor et al. 2007; Tubiello et al. 2007b), a la vez, que provoca la proliferación de malas hierbas, artrópodos plaga y enfermedades. Los cambios en el régimen de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo (Nelson et al. 2009).



El café arábico colombiano

El café (*Coffea* spp.) hace parte de la división magnoliophyta, pertenece a la familia de las rubiáceas y tiene aproximadamente 125 especies descritas (DaMatta et al., 2018; Diaz et al., 2018). Este producto es considerado como el segundo bien más comercializado en todo el mundo después del petróleo (Pérez, 2013; Cheroni et al., 2021). De hecho, la exportación mundial de café alcanzó los 20.2 millones de sacos de 60 Kg durante el segundo semestre de 2020 (Forbes Staff, 2021). Es importante destacar que este producto proviene en un 60% de la especie *Coffea arabica* y en un 40% de *Coffea canephora* (Davis et al., 2020). Las plantaciones de café se encuentran distribuidas en

<<

América, África y Asia sobre la zona intertropical. Por su parte, entre los principales países productores están Brasil, Vietnam y Colombia (Villegas, 2008; DaMatta et al., 2018; Romero, 2020). El ciclo de vida de *C. arabica* inicia durante la época de lluvia, cuando las semillas germinan y se forman los tallos, hojas, raíces y entrenudos (Arcila et al., 2007). La segunda etapa consiste en el desarrollo reproductivo que comienza posterior al año y medio de siembra y durante el cual se producen flores y frutos (Arcila et al., 2007). Este proceso inicia con el desarrollo de las yemas florales, después estas yemas entran en un periodo de latencia por 30 días en donde deben estar bajo condiciones de sequía leve que fomentan la liberación de ácido abscísico lo que permite la posterior anthesis (Arcila et al., 2007; Villegas et al., 2009). El periodo de sequía debe ser sucedido por un inicio en las precipitaciones leves que inducen la liberación de ácido giberélico a las yemas (Arcila et al., 2007; Zapata y Guevara; 2020). Esta fitohormona inhibe la dormancia y permite iniciar la pre-anthesis en donde los botones florales crecen hasta la apertura de la flor (Figura 3a) (Arcila et al., 2007; Villegas et al., 2009);

El rango de temperatura óptimo de cultivo abarca desde los 18° C hasta los 23° C (Ramírez et al., 2020). Los cafetos que crecen a temperaturas inferiores tienen un desarrollo lento y aquellos que crecen a temperaturas superiores producen frutos de menor tamaño y de mal sabor (Díaz, 2014; Ramírez et al., 2020). También, se estima que la tasa fotosintética disminuye a partir de los 25 oC siendo nula a los 34 oC, indicando que *C. arabica* es sensible a incrementos en la temperatura (DaMatta et al., 2018). No obstante, algunos autores reportan que ciertas variedades pueden tolerar los 35°C en tanto se mantengan condiciones hídricas óptimas, pero estas no suelen mantenerse en campo (DaMatta et al., 2018; López et al., 2018).



DISEÑO METODOLÓGICO

El recorrido metodológico del estudio sienta sus bases en el paradigma cualitativo que según Pérez (2004:26) emerge como “...alternativa al paradigma racionalista, puesto que en las disciplinas de ámbito social existen diferentes problemáticas, cuestiones y restricciones que no se pueden explicar ni comprender en toda su extensión desde la metodología cuantitativa”. Estos nuevos planteamientos proceden fundamentalmente de la antropología, la fenomenología, el interaccionismo simbólico, entre otros que constituyen perspectivas y corrientes que han contribuido al desarrollo de esta nueva era.

En relación a la investigación documental, de acuerdo con Guerrero Dávila (2005): “es una de las técnicas de la investigación cualitativa que se encarga de recolectar, recopilar y seleccionar información de las lecturas de documentos, revistas, libros, grabaciones y artículos resultados de investigaciones”. Para este caso, metodológicamente se utiliza el artículo de revisión con el propósito de revisar y analizar diversos documentos para detectar nuevas líneas de investigación y reconocer las tendencias hacia donde se dirigen los argumentos teóricos del tema de estudio.

RESULTADOS

Efectos ecológicos del cambio climático en el cultivo del café arábica colombiano

En los patrones de precipitación

Al aumentar la precipitación se esperan dos efectos sobre la floración, el primero es que se suspenda el periodo de sequía necesario para la liberación de fitohormonas que controlan la antesis y el segundo es que el tiempo y duración de la floración se perturbe (Villers et al., 2009; López et al., 2018; Zapata y Guevara, 2020). En primer lugar, suspender el periodo de sequía conllevará a que la producción de ácido giberélico disminuya porque no hay un cambio en las lluvias que promueva su liberación, lo que mantendría el estado de latencia de las yemas evitando que suceda la pre-antesis y la antesis (Zapata y Guevara, 2020). También, sin el periodo de sequía la producción de ácido abscísico disminuiría, por lo que se producirían menos yemas, flores anormales y no todos los botones florales iniciarían su proceso de desarrollo a tiempo, generando un proceso de floración no uniforme que perturba los tiempos de cosecha (Villers et al., 2009; Zapata y Guevara, 2020).

El incremento en las precipitaciones reduce el peso, la biomasa de los frutos dadas las condiciones anóxicas del suelo y disminuyen su calidad (Villers et al., 2009; Pappo et al., 2021). La biomasa y el peso de los frutos se podría reducir porque al aumentar la precipitación se reduce la concentración de oxígeno en el suelo, entonces en la planta se activan rutas metabólicas de fermentación que no son eficientes en la producción de energía (Pappo et al., 2021). También, se ha reportado que en suelos inundados la disponibilidad de nutrientes es menor, lo que afecta negativamente el tamaño del fruto (Jiménez et al., 2012). Finalmente, dado que el periodo de floración se adelanta la formación del fruto también iniciaría antes de lo esperado afectando varios parámetros, como el sabor, que disminuyen la calidad de la bebida (Villers et al., 2009).

De igual manera, los cambios en la pluviosidad también repercuten sobre las enfermedades reportadas en los cafetales. Lo esperado es que, con las lluvias, incrementen las enfermedades ocasionadas por hongos como la roya del café o por *Corticium koleroga*, que disminuyen la calidad del grano para su venta (Craparo et al., 2015; Dechassa, 2019; Zapata y Guevara, 2020). No obstante, las lluvias también favorecen el crecimiento de otros microorganismos como *Beauveria* sp, que parasita algunas especies de artrópodos entre las que se encuentra *Hypothenemus hampei*, el cual causa la enfermedad de la broca en el café (Schulz, 2019; Gasmí et al., 2021). Lo anterior indica que al sur de Colombia se tendrá mayor prevalencia de ciertas enfermedades, mientras que otras plagas conocidas del café podrían tener un control biológico.

Como resultado del bajo el incremento de la temperatura.

Las temperaturas supra-óptimas tienen efectos negativos sobre la formación del fruto (Díaz, 2014; DaMatta et al., 2018; Schulz, 2019; Ramírez et al., 2020), el proceso de floración y la activación de enzimas de

choque térmico (DaMatta y Ramalho, 2006; Rivera et al., 2013; DaMatta et al., 2018; Oliveira et al., 2020). Acerca de la formación del fruto, incrementos en la temperatura causan que el desarrollo de la cereza se acelere, mientras que la velocidad con la que se forma la semilla se mantiene (Chemura et al., 2021). Esto conlleva a obtener frutos de apariencia madura (Figura 3b), pero cuyas semillas están inmaduras por lo que pueden reducir la calidad de la bebida (Schulz, 2019; Chemura et al., 2021). También, estas condiciones de temperatura causan una disminución en la cantidad de sacarosa que se transporta para formar la semilla, lo que reduce su tamaño y afecta negativamente el sabor de la bebida (Díaz, 2014; DaMatta et al., 2018; Ramírez et al., 2020).

En cuanto a la antesis, temperaturas superiores a 30°C causan que disminuya la tasa fotosintética y que se produzcan ROS (Reactive Oxygen Species) que pueden inhibir el proceso de floración y ocasionar que se produzcan flores defectuosas (DaMatta y Ramalho, 2006; Rivera et al., 2013;

DaMatta et al., 2018). Por último, si bien es cierto que se ha reportado un incremento en la actividad enzimática de catalasas o proteínas de choque térmico, esto parece depender de la variedad y de las condiciones de crecimiento, siendo algunas la concentración de nutrientes en el suelo y la presencia de estresores adicionales en el ambiente (DaMatta et al., 2018; Oliveira et al., 2020).

Nuevas condiciones climáticas.

Las nuevas condiciones climáticas generarán un cambio en el rango altitudinal óptimo para el crecimiento del café. En Colombia, los cultivos crecerían a altitudes superiores a los 1800m (el rango actual oscila entre los 1200m hasta los 1850m) (Craparo et al., 2015; Puerta et al., 2016; López et al., 2018). Esto puede alterar los ecosistemas de la zona debido a que se podrían deforestar varias hectáreas para establecer fincas cafeteras, la contaminación de las fuentes fluviales incrementaría por el desarrollo del proceso de despulpado y podrían llegar nuevos patógenos que afecten las especies vegetales de las zonas (Magrath y Ghazoul, 2015).

Por otro lado, es necesario considerar que a mayores altitudes las temperaturas son más bajas y aunque estas también están proyectadas para incrementar (Urrutia y Vuille, 2009; Craparo et al., 2015), es posible que en horas de la mañana o la noche estas sean más bajas que el óptimo reportado para el café. Esto disminuiría la productividad debido a la baja actividad enzimática, que junto con eventos de necrosis y clorosis en las hojas reducirán la tasa fotosintética (DaMatta y Ramalho, 2006; Craparo et al., 2015). No obstante, algunos autores afirman que esas zonas serán óptimas para el cultivo y que la migración disminuiría la cantidad de patógenos que atacan el café, debió a que estos no cambiarían su rango de distribución (Adhikari et al., 2020).

Tasa fotosintética

Varios investigadores afirman que la tasa fotosintética y la productividad de los cafetales puede incrementar o mantenerse constante bajo altas temperaturas dado el incremento en las concentraciones de dióxido de carbono (Martins et al., 2014; Rodrigues et al., 2016; DaMatta et al., 2019). Bajo condiciones controladas, se ha estimado que la tasa fotosintética máxima (Amax) que puede alcanzar *C. arabica* oscila entre 19.5 y 40.6 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Silva et al., 2004), pero bajo condiciones óptimas de luz y con las concentraciones actuales de CO₂ los valores máximos reportados son de 11 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (DaMatta et al., 2018).

Estas mediciones indican que los cafetales no están produciendo a su máxima capacidad, por lo cual es posible que con un incremento en las concentraciones de CO₂ la tasa fotosintética incremente o se mantenga constante, en tanto se mantengan condiciones hídricas óptimas que reduzcan el cierre estomático (DaMatta et al., 2018), No obstante esto también depende de la variedad, puesto que en el estudio realizado por Rodríguez et al (2016) sobre la variedad IPR e Icatu, las dos provenientes de *C. arabica*, se reportó que ambas respondieron diferente al incremento tanto de temperatura como en las concentraciones de CO₂ cuando se evaluaron los parámetros de tasa fotosintética máxima, el uso de la energía fotoquímica, la actividad enzimática de la RuBisCO (ribulose-1,5 biphosphate carboxylase/oxigenase) y de la Ru5PK (ribulose 5-phosphate kinase).

Polinización

En lo que concierne a la polinización, se estima que mayores temperaturas ocasionarán una reducción en las poblaciones de abejas que se encuentran en las regiones cafeteras (Imbach et al., 2017). En el sur oriente de Colombia se espera un acoplamiento negativo y un desacoplamiento porque, mientras algunas zonas serán óptimas para el cultivo, no lo serán para las poblaciones de abejas (Imbach et al., 2017). Esto implica que se tendrán menos polinizadores lo que disminuye la productividad de la planta al disminuir la fertilización de las flores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones de la mayoría de los autores, están dirigidas a plantear la necesidad de tomar medidas para mitigar el efecto del cambio climático sobre los cafetales. En este sentido, se propone:

- El uso de sistemas agroforestales que reducen la radiación entrante e incrementan la humedad en el cafetal (López et al., 2018; Schooler, 2019). Estos consisten en utilizar árboles que proporcionan sombra a los cultivos de café (Villers et al., 2009). Es debido a esto que disminuyen la radiación entrante a las plantaciones, por lo que se sintetizan menos ROS que causen fotoinhibición (López et al., 2018)
- Consiste en realizar aspersiones con iones de calcio (Ca²⁺) que aumentan la tasa fotosintética (Ramírez et al., 2020). Para incrementar la fotosíntesis se sugiere realizar aspersiones con Ca²⁺ porque en el experimento de Ramírez et al (2020), aspersiones de 10 y 75 mg L⁻¹ incrementaron significativamente la tasa fotosintética de 2.6 μ mol CO₂ m⁻² s⁻¹ hasta 3.4 μ mol CO₂ m⁻² s⁻¹ bajo condiciones de estrés hídrico.
- Utilizar melatonina para reducir tanto el daño celular como la activación de genes PAO (Cherono et al., 2021). Es decir, realizar aspersiones con melatonina, porque reducen la peroxidación de la membrana celular e incrementan el rendimiento cuántico con lo que se reduce la formación de ROS (Cherono et al., 2021). Así mismo, la melatonina reduce la expresión de genes PAO lo que evita la degradación de la clorofila (Cherono et al., 2021).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L., & Hincapie, E. (2007). Crecimiento y desarrollo de la planta del café. pp ab. En *Sistemas de producción de café en Colombia* (1.a ed.). Cinchíná: Cenicafé. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>
- Carter, A.K.; Vavrina, CH. S. (2001). High Temperature inhibits germination of jalapeño and cayenne Pepper. *Hort. Sci.* 36(4):724-725.
- Challinor, A.J.; Wheeler, T.R.; Craufurd, P.Q.; Ferro, C.A.T.; Stephenson, D.B. 2007. Adaptation of crops to climate change through genotypic responses to mean and extreme temperatures. *Agr., Ecosyst. Environm.* (Estados Unidos). 119(1-2):190-204.
- Chemura, A., Mudereri, B. T., Yalew, A. W., & Gornott, C. (2021). Climate change and specialty coffee potential in Ethiopia. *Scientific Reports*, 11(1), 1-13.
- Cherono, S., Ntini, C., Wassie, M., Mollah, M. D., Belal, M. A., O u, C., & Han, Y. (2021). Exogenous Application of Melatonin Improves Drought Tolerance in Coffee by Regulating Photosynthetic Efficiency and Oxidative Damage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 146(1), 24-32. <https://doi.org/10.21273/JASHS04964-20>
- Chmielewski, F.M.; Rötzer, T. 2001. Response of tree phenology to climate change across. *Europ. Agr. Forest Meteorology* (Canadá). 108(1):101-112
- Chmielewski, F.M.; Müller, A.; Bruns, E. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agr. Forest Met.*121(1):69-78.
- Craparo, A. C. W., Van Asten, P. J. A., Läderach, P., Jassogne, L. T. P., & Grab, S. W. (2015). *Coffea arabica* yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications. *Agricultural and Forest Meteorology*, 207, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.agrfor-met.2015.03.005>
- DaMatta, F. M., & Ramalho, J. D. C. (2006). Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 18(1), 55-81. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006>
- Davis, A. P., Gargiulo, R., Fay, M. F., Sarmu, D., & Haggard, J. (2020). Lost and Found: *Coffea stenophylla* and *C. affinis*, the Forgotten Coffee Crop Species of West Africa. *Frontiers in Plant Science*, 11, 616. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00616>
- Dechassa, N. (2019). Occurrence, Distribution, Biology and Management of Coffee Thread Blight (*Corticium koleroga* (Cke) Hoehnel): A Review. *Journal of Environment and Earth Science*. <https://doi.org/10.7176/JEES/9-2-01>
- Díaz, P. A. (2014). Efectos De La Altitud Sobre La Calidad Del Café Torrefactado (*Coffea arabica* L. Var. Colombia) Producido En Los Municipios De Buesaco Y La Union – Nariño, Pertenecientes Al Ecotopo E – 220 A. 164. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia, Bogotá, Colombia.
- Forbes Staff. 2021. Exportaciones de café en el mundo suben 6,5% en primeros meses de temporada 2020-21. <https://forbes.co/2021/01/06/actualidad/exportaciones-de-cafe-en-el-mundo-suben-65-en-primeros-meses-de-temporada-2020-21/>
- Gay, C.; Conde, C. 2004. El cambio climático y el café. *Bol. Inform. El Faro. UNAM.* p.8-9.

- Gasmi, L., Baek, S., Kim, J. C., Kim, S., Lee, M. R., Park, S. E., Shin, T. Y., Lee, S. J., Parker, B. L., & Kim, J. S. (2021). Gene diversity explains variation in biological features of insect killing fungus, *Beauveria bassiana*. *Scientific Reports*, 11(1), 91. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78910-1>
- Guerrero Dávila, G (2015) Metodología de la Investigación. México D.F México: Grupo Editorial Patria.
- Jia, G., E. Shevliakova, P. Artaxo, N. De Noblet-Ducoudré, R. Houghton, J. House, K. Kitajima, C. Lennard, A. Popp, A. Sirin, R. Sukumar, L. Verchot, 2019: Land–climate interactions. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.
- Hernández, M. I., & Travieso, A. C. (2021). Medidas de adaptación al cambio climático en organizaciones cafetaleras de la zona Centro de Veracruz, México. 14.
- Houghton, D. 1985. *Handbook of Applied Meteorology*. John Wiley & Sons. New York, Chapter 40. Environmental impacts. I. Van der Hoven. p.1147- 1163. Disponible desde Internet en: <http://www.mma.es>
- Imbach, P., Fung, E., Hannah, L., Navarro-Racines, C. E., Roubik, D. W., Ricketts, T. H., Harvey, C. A., Donatti, C. I., Läderach, P., Locatelli, B., & Roehrdanz, P. R. (2017). Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10438-10442. <https://doi.org/10.1073/pnas.1617940114>
- Jarvis, A.; Lane, A.; Hijmans, R. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agr., Ecosyst. Environm.* 126(1):13-23.
- Jiménez L., T.; Morales A., T.; Reyna T., V.; Hernández M., S.; Orozco, F.; Ledesma g., j. 2004. Dinámica de la sequía intra-estival en el estado de Tlaxcala, México". III Seminario Latinoamericano de Geografía Física, 28 abril- 2 mayo. (CDROM). Puerto Vallarta, Jalisco, México, memorias del evento. p.52-64.
- López, J. C. G., Läderach, P., & Suárez, H. P. (2018). Valoración Del Cambio De Aptitud Del Cultivo De Café En Colombia, Por Variación En Los Escenarios Climáticos Futuros. *Cenicafé*, 69(1).
- Magrach, A., & Ghazoul, J. (2015). Climate and Pest-Driven Geographic Shifts in Global Coffee Production: Implications for Forest Cover, Biodiversity and Carbon Storage. *PLOS ONE*, 15.
- Martins, L. D., Tomaz, M. A., Lidon, F. C., DaMatta, F. M., & Ramalho, J. C. (2014). Combined effects of elevated [CO₂] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. *Plants. Climatic Change*, 126(3-4), 365-379. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1236-7>
- Mckeown, A.; Warland, J.; McDonald, M.R. 2005. Long-term marketable yields of horticultural crops in southern Ontario in relation to seasonal climate. *Can. J. Plant Sci.* 85(2):431-438.
- Mcgao. (2001). La simulación del sistema climático y sus cambios. Disponible desde Internet en: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar (con acceso 23/03/2011).
- Nelson, C.; Rosegrant, M.; Koo, J.; Robertson, R.; Sulser, T.; Zhu, T.; Ringler, C.; Msangi, S.; Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M.; Valmonte-Santos, R.; Ewing, M., Lee, d. (2009) Cambio climático: el impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre políticas alimentarias IPFRI. 30p. Disponible desde Internet en: <http://www.fao.org>. (con acceso 10/08/2010).
- Oliveira, R. R., Ribeiro, T. H. C., Cardon, C. H., Fedenia, L., Maia, V. A., Barbosa, B. C. F., Caldeira, C. F., Klein, P. E., & Chalfun-Junior, A. (2020). Elevated
- Oreskes, N. 2004. Beyond the Ivory Tower. *The Scientific Consensus on Climatic Change. Science.* 306(5702):1686.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2021): Informe del Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <https://www.fao.org/publications/sofa/sofa-2021/es/>
- Pabón J.D. (2003) El Cambio Climático Global y su manifestación en Colombia. *Cuadernos de Geografía*, v XII (1-2), pp. 111-119
- Pappo, E., Wilson, C., & Flory, S. L. (2021). Hybrid coffee cultivars may enhance agroecosystem resilience to climate change. *AOB PLANTS*, plab010. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plab010>
- Pérez, S.G (2004) Investigación Cualitativa. Retos e interrogantes. I Métodos. Madrid: La Muralla
- Pérez, J. (2013). Economía cafetera y desarrollo económico en Colombia (1.ª ed.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Puerta, Q.(2008) Calidad en taza de mezclas preparadas con granos de *Coffea arabica* L. y *C. canephora*. *Cenicafé* 59(3): 183-203
- Ramírez-Builes, V. H., Küsters, J., de Souza, T. R., & Simmes, C. (2020). Calcium Nutrition in Coffee and Its Influence on Growth, Stress Tolerance, Cations Uptake, and Productivity. *Frontiers in Agronomy*, 2, 590892. <https://doi.org/10.3389/fagro.2020.590892>
- Rivera, M. del R., Nikolskii, I., Castillo, M., Ordaz, V., Díaz, G., & Guajardo, R. A. (2013). Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. 31, 9.
- Rodrigues, W. P., Martins, M. Q., Fortunato, A. S., Rodrigues, A. P., Semedo, J. N., Simões-Costa, M. C., Pais, I. P., Leitão, A. E., Colwell, F., Goulao, L., Máguas, C., Maia, R., Partelli, F. L., Campostrini, E., Scotti-Campos, P., Ribeiro-Barros, A. I., Lidon, F. C., DaMatta, F. M.,

- & Ramalho, J. C. (2016). Long-term elevated air [CO₂] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. *Global Change Biology*, 22(1), 415-431. <https://doi.org/10.1111/gcb.13088>
- Schnellhuber, H. 2008. Global warming: Stop worrying, start panicking? *PNAS (Estados Unidos)*. 105(38):14239-14240.
- Schulz, C. J. S. (2019). Análisis Sobre Vulnerabilidad Y Capacidad Adaptativa Al Cambio Climático De Fincas Cafetaleras De Guatemala (tesis inédita de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Schooler, S. L., Johnson, M. D., Njoroge, P., & Bean, W. T. (2019). Shade trees preserve avian insectivore biodiversity on coffee farms in a warming climate. *Ecology and Evolution*, 10(23), 12960-12972. <https://doi.org/10.1002/ece3.6879>
- Stainforth, D.; Aina, T.; Christensen, C.; Collins, M.; Faull, N.; Frame, D.; Kettleborough J.; Knight, S.; Marti, A.; Murphy, J.; Piani, C.; Sexton, D., Smith, L.; Spicer, R.; Thorpe, A.; Allen, M. (2005). Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature*:433 (7024):403-406.
- Svensmark, H. 2007. Cosmoclimatology: a new theory emerges. *Astronomy & Geophysics (Reino Unido)*. 48(1):18-24.
- Temperatures Impose Transcriptional Constraints and Elicit Intraspecific Differences Between Coffee Genotypes. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1113. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01113>
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research*, 114(D2), D02108. <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Villegas, L. (2008). *Cafés de Colombia*. Bogotá: Villegas Editores.
- Villers, L., Arizpe, N., & Orellana, R. (2009). Impactos Del Cambio Climático En La Floración Y Desarrollo Del Fruto Del Café En Veracruz, México. *INTERCIENCIA*,34(5),322-329
- Watson, R. 2001. Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible desde Internet en: <http://www.ipcc.ch/pub/un/syrspanish/spm.pdf> (con acceso 24/03/2011).
- Zapata-Restrepo, L. N., & Guevara-Ortega, L. M. (2020). Evaluation of the incidence of foliar application of gibberellic acid in flowering trees of *Coffea arabica* L. and its impact on climate change. *DYNA*.87(215).263-269
doi.org/10.1111/gcb.13088
- Schnellhuber, H. 2008. Global warming: Stop worrying, start panicking? *PNAS (Estados Unidos)*. 105(38):14239-14240.
- Schulz, C. J. S. (2019). Análisis Sobre Vulnerabilidad Y Capacidad Adaptativa Al Cambio Climático De Fincas Cafetaleras De Guatemala (tesis inédita de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Schooler, S. L., Johnson, M. D., Njoroge, P., & Bean, W. T. (2019). Shade trees preserve avian insectivore biodiversity on coffee farms in a warming climate. *Ecology and Evolution*, 10(23), 12960-12972. <https://doi.org/10.1002/ece3.6879>
- Stainforth, D.; Aina, T.; Christensen, C.; Collins, M.; Faull, N.; Frame, D.; Kettleborough J.; Knight, S.; Marti, A.; Murphy, J.; Piani, C.; Sexton, D., Smith, L.; Spicer, R.; Thorpe, A.; Allen, M. (2005). Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature*:433 (7024):403-406.
- Svensmark, H. 2007. Cosmoclimatology: a new theory emerges. *Astronomy & Geophysics (Reino Unido)*. 48(1):18-24.
- Temperatures Impose Transcriptional Constraints and Elicit Intraspecific Differences Between Coffee Genotypes. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1113. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01113>
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research*, 114(D2), D02108. <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Villegas, L. (2008). *Cafés de Colombia*. Bogotá: Villegas Editores.
- Villers, L., Arizpe, N., & Orellana, R. (2009). Impactos Del Cambio Climático En La Floración Y Desarrollo Del Fruto Del Café En Veracruz, México. *INTERCIENCIA*,34(5),322-329
- Watson, R. 2001. Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Disponible desde Internet en: <http://www.ipcc.ch/pub/un/syrspanish/spm.pdf> (con acceso 24/03/2011).
- Zapata-Restrepo, L. N., & Guevara-Ortega, L. M. (2020). Evaluation of the incidence of foliar application of gibberellic acid in flowering trees of *Coffea arabica* L. and its impact on climate change. *DYNA*.87(215).263-269

Astrid Lorena Rojas Morales ID 675368

Yisela García Gualdrón ID 723316

CARACTERÍSTICAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Characteristics of the climate change in Colombia

RESUMEN

El cambio climático está determinado por fluctuaciones en el estado del clima, teniendo entre las variables alteradas la temperatura, precipitación y humedad. El presente trabajo analiza la perspectiva de las características del cambio climático en Colombia, particularmente los cambios en recursos hídricos en ecosistemas como el páramo, humedal y de alta montaña Andina, la afectación en el cambio de

especies de aves a través, sector agropecuario y los retos en aspectos de salud para el país. Se realizó una búsqueda de artículos sobre esta temática para poder determinar el impacto que ha tenido el cambio climático y las falencias de información e investigación que permitan establecer nuevos enfoques para investigar.

PALABRAS CLAVE Cambio climático, agricultura, ecosistemas de paramos, biodiversidad, salud

ABSTRACT

Climate change is related to the fluctuations of the climate characteristics such as temperature, precipitation, and humidity. The main goal of the present work is to analyze the different characteristic of climate change in Colombia, especially the changes in hydric resources in ecosystems like Paramo, wetlands, and Andean high mountain. For this analysis we search for articles of this topics to see lack of research and establish new approaches for future research in the country.

KEYWORDS Climate change, agriculture, Andean ecosystems, biodiversity, health

Investigación Documental con un enfoque Descriptivo, perteneciente al Programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad Minuto de Dios. Bucaramanga, Colombia.

y de ciclos biogeoquímicos, en particular el ciclo del carbono ha tenido un aumento significativo llegándose a estimar un aumento de emisiones de CO₂ de 31%. (Cuartas DE & Méndez, 2016; Franco Vidal et al., 2013; Aguirre-Forero et al., 2017). El cambio climático se puede manifestar de dos maneras, 1) de forma paulatina con el cambio de condiciones climáticas y su impacto en ecosistemas, agricultura, actividades dependientes de la naturaleza y 2) efectos físicos adversos como tormentas e inundaciones, generando impactos dramáticos, directos e inmediatos a las comunidades o asentamientos humanos. Estos dos tipos de afectaciones han llevado a la acción política frente a situaciones que afectan drásticamente a las comunidades capacidad productiva y ha limitado la gestión de políticas públicas hacia fenómenos climáticos que se desarrollan de forma gradual.

Es probable que el cambio climático tenga un impacto significativo en el sector agrícola de Colombia, que representa más de una décima parte del producto interno bruto del país y es una fuente de empleo para más de una quinta parte de la población. Durante la última década, los cambios climáticos asociados con los eventos de El Niño y La Niña han planteado serios desafíos a la agricultura colombiana, revelando que muchos agricultores carecen de la capacidad para gestionar los riesgos y adaptarse de manera efectiva a los cambios climáticos y los desastres. Es probable que el cambio climático causado por el hombre exacerbe esta situación, de acuerdo con proyecciones realizadas en Colombia, se espera un aumento de la temperatura promedio anual para el 2050 de 2.5 ° C y un aumento del 2,5% en la precipitación mucho antes, lo que llevará a un impacto en aproximadamente el 60% de áreas cultivadas donde el 80% de los cultivos se vean afectados, siendo las plantas perennes de alto valor las más afectadas. Por esta razón, es importante el desarrollo y la consolidación de políticas que permitan la integración de problemáticas sociales al cambio climático, dichas se pueden dividir en dos categorías, en primer lugar, los efectos de la crisis climática, especialmente en los fenómenos hidrometeorológicos, desplazamientos y cambios en los estilos de vida. Según el Sexto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (2021), la trayectoria de generación y acumulación de gases de efecto invernadero indica que no es posible un aumento medio de la temperatura global y, por lo tanto, sus consecuencias también son inevitables. En segundo lugar, la economía colombiana aún se basa en la extracción de materias primas, lo cual ha permitido el desarrollo de políticas neoliberales a favor del desarrollo de las actividades mineras (Sierra-Camargo, 2021).

DESARROLLO

Las precipitaciones en Colombia han sido descritas en diversos trabajos (Trojer, 1959; Snow, 1976; Oster, 1979; Eslava, 1993; Mesa, Poveda y Carvajal, 1997; Mejía et al., 1999; Poveda, 2004; Hurtado y Mesa, 2014). Entre los trópicos se tienen las temporadas de lluvias en los meses de abril, mayo, septiembre y noviembre en la mayoría de los territorios y los meses con menor precipitación corresponden a diciembre, febrero, junio y agosto. La distribución espacial se caracteriza por fuentes de humedad en el Caribe, Pacífico y Amazonía, Según el terreno y los vientos dominantes. En resumen, estos estudios identifican tendencias crecientes en la temperatura y la temperatura mínima en un número significativo de estaciones; tendencias mezcladas en la precipitación dependiendo de las estaciones, con porcentajes de estaciones semejantes para cada tendencia y un 20 % sin tendencia estadísticamente significativa para series de hasta 40 años de registros. Para estaciones de precipitación con registros más largos, la mayoría (63 %) muestra tendencia creciente y sólo 16 % tendencia decreciente. No se identifica un patrón geográfico claro para ubicar zonas con una determinada tendencia, predecir el impacto del cambio climático en la hidrología de Colombia, particularmente en términos de precipitaciones, no es fácil. A modo ilustrativo, solo en el sector eléctrico, estudios recientes de la Unidad de Planificación de Aprovechamiento de Energía (UPME, Macías y Andrade, 2014) estiman que el efecto de la reducción de las precipitaciones implica un aumento de la inversión. Inversión anual a \$290 millones anuales para el período 2013-2050. Esta cifra se basa en estimaciones de modelos globales para escenarios regionales

DISEÑO METODOLÓGICO

Para analizar las características del cambio climático en Colombia ha sido seleccionado una metodología de artículo de revisión, la cual permitirá evidenciar los enfoques de investigación que se han manejado en la actualidad y las tendencias para futuras investigaciones. El método empleado fue de carácter exploratorio-descriptivo. La recolección de información se basó en tres etapas: exploración documental, criterios de selección y organización/sistematización de la información.

Sistema de búsqueda bibliográfica: En la primera fase se utilizó una metodología de búsqueda sistemática de los estudios realizados en Colombia, durante los últimos 30 años. Las bases de datos utilizadas para la indagación de documentos como artículos, tesis de maestría, libros-revistas fueron Google Académico y el catálogo de búsqueda de UNIMINUTO. Posteriormente, se utilizaron las siguientes palabras claves en español “cambio climático” y “agricultura”, “salud”, “biodiversidad”, “ecosistemas de Paramos” en “Colombia”; adicionalmente, se realizó una búsqueda en inglés usando las palabras claves y combinaciones “Climate change” and “agriculture”, “Paramo ecosystems”, “Health”, “biodiversity” in “Colombia”. Los documentos detectados se limitaron temporalmente entre 1990-2022.

Criterios de selección: Los documentos seleccionados fueron aquellos en donde se analizaban las características del cambio climático en la agricultura, en los ecosistemas de paramo y humedales, afectaciones a la salud y perspectivas de proyección ante estos sucesos, afectaciones y pérdidas de biodiversidad, migración de personas por alteraciones en los asentamientos de residencia. No se tuvo en cuenta criterios de exclusión. Adicionalmente, se incluyeron estudios de características del cambio climático en otros países de Latinoamérica para tener una perspectiva más amplia, ya que en el país no se contaba con diferentes perspectivas de investigación en la temática.

Organización y sistematización de la información: la última fase se procedió a realizar una revisión de los documentos organizados por temáticas a través de un manejador de referencias bibliográficas Mendeley Reference Manager.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estas alteraciones en el clima afectan el desarrollo humano, se han determinado cinco áreas de la vida en las cuales se estima una gran afectación como consecuencia del cambio climático, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2007): El primero es el impacto en la producción agrícola y La seguridad alimentaria, la segunda referente a la escasez de agua e inseguridad hídrica, la tercera es el aumento del nivel del mar y la exposición a los desastres meteorológicos, la cuarta es el cambio del ecosistema y la pérdida de biodiversidad, y el quinto es el impacto en la salud humana.

El cambio climático representa una de las principales preocupaciones para la agricultura. Entre otros las mayores afectaciones se evidencian las sequías, heladas, inundaciones, olas de calor, tormentas de granizo y el cambio de hábitos de las plagas. Siendo esta problemática uno de los grandes desafíos en la actualidad, ya que para contrarrestar su efecto se requiere de medidas inmediatas y adecuadas que permitan detener sus efectos en los costos y la productividad, principalmente para el abastecimiento y seguridad alimentaria (Campos et al., 2014;

Hertel & Lobell, 2014). Por esta razón es de vital importancia el diseño de estrategias que permitan amortiguar y adaptarse al cambio climático. En la actualidad se han contemplado dos perspectivas que le permiten a la agricultura abordar la problemática, la primera reducir las fuentes de gases invernadero, y la segunda es la adaptación a estrategias climáticas, socioeconómicas y culturales de cada región.

El segundo impacto hace referencia al efecto en las fuentes hídricas, ya que la demanda por su uso y consumo afecta directamente las fuentes hídricas, logrando que se de una afectación en factores demográficos, seguridad alimentaria y soberanía, política, tecnología, estilos de vida y prioridades de consumo. Por ejemplo, la afectación del suelo por degradación es causada por actividades humanas las cuales permiten un aumento en el impacto en las recargas acuíferas, cultivos y fuentes de agua usadas para consumo humano o de nuestro estilo de vida. En Colombia de acuerdo con el instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales ha realizado diferentes simulaciones de escenarios para comprender y describir la disponibilidad de recursos hídricos, en donde las regiones del caribe especialmente en la Guajira se observa una gran deficiencia de agua, no obstante, este comportamiento se observa desde el sur de la Sierra Nevada de Santa Marta hasta la sábana de Bogotá. Por esta razón se recomienda que se creen propuestas de investigación para crear aprovechamiento de agua lluvia, adicionalmente, implementar estrategias de riego eficiente en cultivos, esto para poder llevar a cabo estrategias que apunten a la adaptación frente al cambio climático deteniendo los impactos negativos.



Los Andes tropicales albergan una gran diversidad biológica y cultural, conteniendo una gran variedad de ecosistemas (Josse et al., 2009). La topografía de la región, en conjunto con los gradientes altitudinales y latitudinales dan como resultado las condiciones físicas para tener hábitats únicos y barreras para el movimiento de las especies; de forma natural los Andes experimentan variabilidad en las condiciones climáticas (temperatura, viento y precipitación), esta situación ha llevado a que humanos y la biota se adapten a la heterogeneidad en el paisaje y clima presente en los Andes tropicales. Recientemente, se ha podido evidenciar una variabilidad en las condiciones climáticas mucho mayores a lo documentado históricamente, en particular una tendencia en el aumento de temperatura preocupa debido a las implicaciones en la integridad de los ecosistemas y las poblaciones humanas que habitan en estas zonas. Debido a la complejidad de la topografía de los Andes realizar simulaciones para calcular el efecto del cambio climático no ha sido sencillo (Marengo 2007; Urrutia and Vuille 2009).

A pesar de esto, se han reconocido variables que históricamente han cambiado como i) el viento, el cual se ha intensificado (Vuille and Bradley 2000), ii) el calentamiento, el cual ha mostrado una tendencia en aumento (Vuille et al. 2008), iii) las precipitaciones, las cuales han variado entre las cordilleras orientales y occidentales así como en los valles

<<

inter Andinos, iv) la exposición solar, existe evidencia que se ha generado una disminución en el clima nublado al norte de los Andes, los que se traduce en una mayor exposición al sol (Ruiz et al. 2008, 2009; Martínez et al., 2011). Con estas variables cambiando producto del cambio climático y teniendo en cuenta las características únicas de los ecosistemas en los Andes se ha determinado un gran riesgo en el mantenimiento de los ecosistemas, la biodiversidad y los asentamientos humanos (desprovistos de los servicios ecosistémicos), como ejemplos de las afectaciones en los ecosistemas tenemos el caso del super páramo y la puna, por su elevación, un aumento en la temperatura (calculados de acuerdo a la tendencia histórica) resultaría en el movimiento de las especies al menos 600 metros hacia arriba con el fin de mantener sus condiciones óptimas, generando una pérdida de hábitat (Uribe Botero, 2015); los ecosistemas acuáticos pueden experimentar evaporación, causando una reducción en los cuerpos de agua, cambiando la composición bioquímica y como consecuencia la pérdida de varias especies. Con este panorama se hace importante establecer estrategias para el manejo de recursos, donde esfuerzos inmediatos sean tomados por las autoridades y las comunidades humanas para mitigar el efecto actual y reducir los efectos a futuro.

La salud y el cambio climático se encuentran estrechamente conectados por una gran variedad de componentes, por esta razón es importante comprender la manera en que estos van a ocurrir en el tiempo y espacio. Diferentes mecanismos pueden darse para ver el efecto del cambio climático en la salud, en primer lugar la morbilidad y mortalidad por falta de alimento, resultado de la disminución en la producción de alimentos consecuencia de inundaciones, tormentas, incendios, sequías; en segundo lugar, la proliferación de microorganismos bacterianos y virus que contaminen los alimentos, en este apartado también podríamos tener en cuenta la transmisión de enfermedades producto del incremento en el desplazamiento humano; en tercer lugar, se pueden presentar cambios en la ecología de patógenos y hospederos, teniendo una relación de vectores y su ecología (ciclo de vida) (Altizer et al., 2013; Haines et al., 2006). Finalmente, afectaciones a la salud relacionadas directamente con los cambios climáticos, teniendo como claro ejemplo el aumento de la radiación y la disminución de la capa de ozono llevarían directamente a enfermedades cardiovascular o asociadas al calor, cáncer de piel, lesiones piel, lesiones oculares, salud mental, alergias respiratorias, entre otras (Luber, 2014). En Colombia se producirán impactos diferenciales por lo que se requieren abordajes sistémicos y complejos para entender y promover medidas de adaptación adecuadas a los diferentes contextos (económicos, políticos, ecológicos, sociales y ambientales). Un aspecto importante para tener en cuenta es la identificación de vulnerabilidad nacional y local, así como la identificación de riesgos claves.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cambio climático es indiscutible, ya que, con los actuales y futuros incrementos en la temperatura, concentración de CO₂, nivel del mar, variaciones en las precipitaciones y eventos climáticos extremos se hace evidente el desbalance en el cual se encuentra el mundo. A partir de esta revisión bibliográfica podemos analizar que en Colombia el cambio climático ha generado una serie de problemáticas en varios los sectores (agricultura, diversidad y servicios ecosistémicos, salud) por esta razón es de vital importancia que la academia se articule con las instituciones y comunidades en búsqueda de continuar con estudios de monitoreo que permitan verificar el impacto frente al cambio climático en distintas zonas del país, y la construcción de estrategias de adaptación que permitan una organización legislativa para la protección de las áreas amenazadas, personas afectadas y mitigar las consecuencias a futuro, permitiendo la continuidad de una sociedad más conectada con las temáticas ambientales.

Referencias

- Aguirre, S., Piraneque, N., & Vásquez, J. (2018). Características edáficas y su relación con usos del suelo en Santa Marta, Colombia. *Entramado*, 14(1), 252–267.
- Alarcón Hincapié, J., Zafra Mejía, C., & Echeverri Prieto, L. (2019). Cambio climático y recursos hídricos en Colombia. *Climate change and water resources in Colombia*. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica, 2, 1–10.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. 7–28.
- Altizer, S., Ostfeld, R. S., Johnson, P. T., Kutz, S., & Harvell, C. D. (2013). Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework. *science*, 341(6145), 514–519.
- Anderson, E. P., Marengo, J. A., Villalba, R., Halloy, S. R., Young, B. E., Crodero, D., Gast, F., Jaimes, E., & Ruiz Carrascal, D. (2012). Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas y servicios ecosistémicos de los Andes Tropicales. *Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales*.
- Cabrera, M., & Ramírez, W. (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación.
- Cárdenas, M. F. (2016). Ecohydrology of paramos in Colombia: vulnerability to climate change and land use. 139.
- Castro Méndez, C. E., del Carmen, Y., Dualiby, A., & Sánchez Sánchez, F. (2016). Modelo climático de los páramos de la cordillera Oriental colombiana aplicado a regímenes de temperatura del suelo. 33–62.
- César, J., Académico, E., Ángel, P., Carvajal, J. C., & Carrero, D. (2018). Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana. *Indicators of the impact of climate change on andean family agriculture in Colombia*. La necesidad de construir indicadores del cambio climático para la agricultura. 824–831.
- Clerici, N., Cote-Navarro, F., Escobedo, F. J., Rubiano, K., & Villegas, J. C. (2019). Spatio-temporal and cumulative effects of land use-land cover and climate change on two ecosystem services in the Colombian Andes. *Science of the Total Environment*, 685, 1181–1192.
- Corona-Jiménez, M. Á. (2018). El conocimiento, la percepción y disponibilidad para afrontar el cambio climático en una población emergente, los migrantes de retorno. *Estudios Sociales*. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional, 28(52).
- Cortés-Duque, J., & Vilardy Quiroga, S. P. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales. Una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. In *reponame : Repositorio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*.
- Cuartas, D. E., & Méndez, F. (2016). Cambio climático y salud: retos para Colombia. *Revista de La Universidad Industrial de Santander*, 48(4), 428–435.
- Eitzinger, A., Binder, C. R., & Meyer, M. A. (2018). Risk perception and decision-making: do farmers consider risks from climate change? *Climatic Change*, 151(3–4), 507–524. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2320-1>
- Escobar, M., Navas, A., Medina, C., Corrales, J., Tenjo, A., & Borrás, L. (2020). Efecto de prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 32(April), 23.
- Fang, X., & Stefan, H. G. (2009). Fang, Xing, and Heinz G. Stefan. Simulations of climate effects on water temperature, dissolved oxygen, and ice and snow covers in lakes of the contiguous U.S. under past and future climate scenarios. *Limnol. Oceanogr.*, 54(6, part 2), 2009, 2359–2370. In *Limnol. Oceanogr* (Vol. 54, Issue 6).
- Franco Vidal, L., Delgado, J., & Andrade, G. I. (2013). Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 69–85.
- Kickbusch, I., & Buckett, K. (2010). Implementing health in all policies: Adelaide 2010 (pp. 11–24). Adelaide: Health in All Policies Unit, SA Department of Health.
- Herzog, S. K., Martínez, R., Jørgensen, P. M., & Tiessen, H. (2017). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes* Edited by Hofstede, R. (1997). *La Importancia Hídrica del Páramo y Aspectos de su Manejo* Por: Robert Hofstede (Coordinador Proyecto sobre la Ecología del Páramo y Bosques Andinos, EcoPar).
- Juan, P., & Rueda, C. (2022). Acoplamiento de las políticas nacionales de adaptación al cambio climático con el Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) Sierra Nevada , Serranía del Perijá y Zona Bananera.
- Josee, C., Cuesta, F., Navarro, G., Cabrera, E., Chacón Moreno, E., Ferreira, W., ... & Tovar, A. (2009). Ecosistemas de los Andes del norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.
- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 17–33.
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2011). *Agricultura Colombiana: Adaptación al Cambio Climático*. CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1, 4.

- Luber, G. (2014). Impact of climate change on human health. Atlanta, EEUU: CDC.
- Martínez, R., Ruiz, D., Andrade, M., Blacutt, L., Pabón, D., Jaimes, E., ... & Euscátegui, C. (2011). Synthesis of the climate of the tropical Andes. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*, 97-109.
- Marengo, J. A., Soares, W. R., Saulo, C., & Nicolini, M. (2004). Climatology of the low-level jet east of the Andes as derived from the NCEP-NCAR reanalyses: Characteristics and temporal variability. *Journal of climate*, 17(12), 2261-2280.
- Montoya, A. F. H. (2018). Cambio climático y variabilidad espacio – temporal de la precipitación en Colombia. *Revista EIA*, 131.
- Ortega, C. D. M., Barragán, J. D. P., Motha, J. M. T., & García, J. A. S. (2022). Vulnerabilidad ecológica del complejo de páramos Chilí-Barragán, Colombia, a los incrementos de temperatura en un escenario de cambio climático. *Revista Geográfica*, (164), 21-37.
- García, J. A. (2022). Vulnerabilidad ecológica del complejo de páramos Chilí-Barragán, Colombia, a los incrementos de temperatura en un escenario de cambio climático. *Revista Geográfica*, 164, 21-37.
- Ospina-Noreña, J. E., Domínguez-Ramírez, C. A., Vega-Rodríguez, E. E., Darghan-Contreras, A. E., & Rodríguez-Molano, L. E. (2017). Analysis of the water balance under regional scenarios of climate change for arid zones of Colombia. *Atmosfera*, 30(1), 63-76.
- Pro, P., Latinoamericanos, E., Virtual, M., & Covid-, P. (2020). en *América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL*. 60.
- Ramos-Montaño, C., & García-Conde, M. R. (2016). Características Ecosistémicas asociadas a la actividad ganadera en Arauca (Colombia): Desafíos frente al cambio climático TT- Ecosystem characteristics associated with livestock farming in the Arauca department (Colombia): challenges regarding climate c. *Orinoquia*, 20(1), 28-38.
- Rangel-Churio, J., & Pinto-Zárte, J. H. (2012). Colombian Páramo Vegetation Database (CPVD) – the database on high Andean páramo vegetation in Colombia. *Biodiversity & Ecology*, 4, 275-286.
- Ruiz, D., Moreno, H. A., Gutiérrez, M. E., & Zapata, P. A. (2008). Changing climate and endangered high mountain ecosystems in Colombia. *Science of the total environment*, 398(1-3), 122-132.
- Ruiz, D., M. P. Arroyave, A. M. Molina, J. F. Barros, M. E. Gutierrez, and P. A. Zapata. 2009. Signals of climate variability/change in surface water supply of high mountain watersheds - case study: Claro River high mountain basin, Los Nevados Natural Park, Andean Central Mountain Range, Colombia. *World Bank Group*, 207 pp
- Sarmiento Erazo, J. P. (2018). Migración por cambio climático en Colombia: Entre los refugiados medioambientales y los migrantes económicos. *Jurídicas*, 15(2), 53-69.
- Schmidt-Mumm, U., & Vargas Ríos, O. (2012). Comunidades vegetales de las transiciones terrestre-acuáticas del páramo de Chingaza, Colombia. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 60, Issue 1)*.
- Sierra Roncancio, S. S., Cano Muñoz, J. G., & Rojas Sánchez, F. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos localidades del municipio de Junín, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1), 227-238.
- Stiles, F. G., Rosselli, L., & de La Zerda, S. (2017). Changes over 26 years in the avifauna of the Bogotá region, Colombia: Has climate change become important? *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5(JUN).
- Tapasco, J., Martínez, J., Calderón, S., Romero, G., Ordóñez, D., Álvarez, A., Sánchez Aragón, L., & Ludeña, C. (2015). Impactos económicos del cambio climático en Colombia: Sector Ganadero. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 50.
- Torres, M. R. (2016). Incorporación de la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo territorial caso de estudio: ecorregión eje cafetero.
- Uribe Botero, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina.



INTELLIGENT