



Volumen 6, Número 1, 2022

Revista Working Papers ECAPMA

Volumen 6, Número 1, 2022

CUERPO DIRECTIVO

JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR
Rector UNAD

CONSTANZA ABADÍA GARCÍA
Vicerrector Académica y de Investigación

EDGAR GUILLERMO RODRÍGUEZ
Vicerrector de Servicios a Aspirantes,
Estudiantes y Egresados

LEONARDO YUNDA PERLAZA
Vicerrector de Medios y Mediaciones
Pedagógicas

JULIA ALBA ANGEL OSORIO
Vicerrector de Desarrollo Regional
y Proyección Comunitaria

**LEONARDO EVEMELETH SANCHEZ
TORRES**
Vicerrector de Relaciones Internacionales

JORDANO SALAMANCA BASTIDAS
Decano Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

JUAN SEBASTIÁN CHIRIVÍ SALOMÓN
Líder Nacional de Investigación

YOLVI PRADA
Líder Nacional de Investigación Escuela
de Ciencias Agrícolas, Pecuarias
y del Medio Ambiente

EDITORES

GERARDO OJEDA
Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

MARGARITA BONILLA
Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN ECAPMA

CADENA AGRICOLA

CADENA AMBIENTAL

CADENA PECUARIA

Revista Working Papers ECAPMA

Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

Universidad Nacional Abierta
y a Distancia

Calle 14 Sur N. 14-23
Bogotá, Colombia

Teléfonos: (571) 344 3700 ext. 1529
e-mail: documentos.ecapma@unad.edu.co

Los artículos pueden consultarse
en su versión electrónica en:

[https://seloeditorial.unad.edu.co/
produccion/literatura-gris/
working-papers-ecapma](https://seloeditorial.unad.edu.co/produccion/literatura-gris/working-papers-ecapma)

DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducido en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines

Este documento contiene la política de Privacidad y Condiciones de Uso del Portal Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, institución de educación superior colombiana creada por el Congreso de la República mediante Ley 52 de 1981, con el fin de proteger los derechos de los usuarios del portal web institucional, haciendo parte de los documentos Manual de imagen digital de la Unad y Guía para la publicación de información en el portal institucional y en la intranet, documentos soporte de nuestro sistema de Gestión de Calidad.

La política de privada de la UNAD, detalla la forma como salvaguardamos y utilizamos la información que obtenemos a través de los servicios, trámites e información disponible en nuestro portal web institucional. En este sentido, es importante que antes de iniciar la exploración del portal, el usuario lea previa y cuidadosamente esta política de privacidad y condiciones de uso sobre qué información guardamos y cómo la utilizamos.

La información del portal institucional, contenidos y servicios divulgados son de conocimiento público, por tanto, la aceptación de esta política de privacidad, es condición necesaria para que el usuario navegue nuestro portal.

Para más información, por favor consulte aquí:

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/about/privacy>

ÍNDICE

Presentación	5
Área Agroforestal	
1. COBERTURA VEGETAL EN ÁRBOLES DISPERSOS UBICADOS EN PREDIOS AGROPECUARIOS DEL CORREDOR VIAL BOGOTÁ – VILLAVICENCIO VEGETATION COVER IN SCATTERED TREES LOCATED IN AGRICULTURAL PROPERTIES IN THE BOGOTÁ – VILLAVICENCIO ROAD CORRIDOR	
Jhon Jairo Solarte Bejarano, Héctor Andrés Hernández	6
Área Ambiental	
2. ANÁLISIS DE RIESGOS LUMÍNICOS EN PUESTOS DE ESTUDIO DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA Christian Felipe Valderrama, José Francisco Cardoso Hernández, Juan David Ortiz Avilés	19
Área Agrícola	
3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SEMILLA DE LA ESPECIE SACHA INCHI (Plukenetia volubilis L.) SEED QUALITY EVALUATION OF SACHA INCHI SPECIE (Plukenetia volubilis L.) Claudia Parra Cortés, Alexandra Cerón Endo, Castaño Muñoz Guillermo	31
Área Ambiental	
4. RESIDUOS SÓLIDOS Y COMUNIDAD EN RÍOS URBANOS: CASO TRAMO 2 RÍO FUCHA, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA SOLID WASTE AND COMMUNITY IN URBAN RIVERS: CASE SECTION 2 FUCHA RIVER, BOGOTA D.C., COLOMBIA Laura Cecilia Leal Ayala, Luisa Fernanda Uribe Laverde	45
Área Agroforestal	
5. EL NUEVO CONTEXTO NORMATIVO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA GUADUA/BAMBÚ EN COLOMBIA THE NEW REGULATORY CONTEXT OF THE GUADUA /BAMBOO PRODUCTION CHAIN IN COLOMBIA William Ignacio Montealegre Torres, Nelly María Méndez Pedroza, Andrés Mauricio Munar	61
Área Pecuaria	
6. RELACIÓN E INTERACCIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL (SPA) Y EL AMBIENTE INTERACTION AND RELATIONSHIP BETWEEN THE ANIMAL PRODUCTION SYSTEMS (APS) AND ENVIRONMENT Jorge Andrés Zambrano Navarrete	75
Área Agrícola	
7. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA, UNA ALTERNATIVA PARA LA BIOFERTILIZACIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS MOUNTAIN MICROORGANISMS, AN ALTERNATIVE FOR THE AGRICULTURAL CROPS BIOFERTILIZATION Diana Cristina Medina Valencia, Erika Tatiana Obando Anaya	91



PRESENTACIÓN

Estimados lectores

Presentamos los artículos del presente número, fruto del trabajo de los docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Se trata de artículos relacionados con las diferentes cadenas de la Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA: Agrícola, Agroforestal, Ambiental y Pecuaria.

Todos estos artículos representan el trabajo científico y académico Unadista, con la firme convicción de seguir adelante con la labor investigativa de acceso abierto y gratuito.

Saludos cordiales

Gerardo Ojeda

Margarita Bonilla

Fecha de recibido: 28-09-2021
Fecha de aceptación: 13-10-2021

COBERTURA VEGETAL EN ÁRBOLES DISPERSOS UBICADOS EN PREDIOS AGROPECUARIOS DEL CORREDOR VIAL BOGOTÁ – VILLAVICENCIO

VEGETATION COVER IN SCATTERED TREES LOCATED IN AGRICULTURAL PROPERTIES IN THE BOGOTÁ - VILLAVICENCIO ROAD CORRIDOR.

William Ricardo Díaz Santamaría
Docente – Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6973-3398>
Email: william.diaz@unad.edu.co

Raúl Gonzalo García Vargas
Docente - Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2341-1956>
email. raul.garcia@unad.edu.co

Camilo Forero Vargas
Docente - Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8344-6248>
email. camilo.forero@unad.edu.co

Citación: Díaz, W., García, R. y Forero, C. (2022). Cobertura vegetal en árboles dispersos ubicados en predios agropecuarios del corredor vial Bogotá – Villavicencio. *Working Papers ECAPMA*, 6(1), 6 – 18.
DOI: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5316>



RESUMEN

Contextualización: Los árboles dispersos en predios rurales, agropecuarios y en zonas pertenecientes a ecosistemas estratégicos, cumplen funciones de gran relevancia a nivel ecológico, logrando servir de base para mejorar la conectividad entre parches boscosos y de vegetación de diferentes estados sucesionales.

Vacío de investigación: Si bien es cierto, la ampliación de la frontera agrícola para el establecimiento de actividades productivas, ha generado en ciertos casos fragmentación ecosistémica, también ha conllevado a la presencia de parches e individuos arbóreos remanentes de especies nativas y exóticas, conllevando una nueva configuración ecológica del territorio, que debe estudiarse para la correcta planificación de las áreas rurales con una visión integral y bajo enfoques de sostenibilidad ambiental.

Propósito de estudio: El presente estudio posibilitó analizar las coberturas vegetales de los árboles dispersos en predios rurales con funciones productivas y agropecuarias de 32 fincas ubicadas entre los municipios de Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal, zona de influencia del corredor vial Bogotá –

Villavicencio, con miras a establecer la diversidad vegetal y la cobertura de los individuos arbóreos.

Metodología: Se seleccionaron ocho (8) predios rurales con actividades agropecuarias por cada uno de los municipios. La información fue recolectada directamente en campo a partir de mediciones de áreas, coberturas e inventarios florísticos en cada uno de los predios seleccionados, determinando la diversidad y representatividad en términos de cobertura, abundancia y frecuencia.

Resultados y conclusiones: Las fincas estudiadas presentan una diversidad de especies forestales nativas, que superan en casi 4 veces en número a las especies forestales exóticas; no obstante, la dominancia ecológica de estas últimas conlleva un impacto ecológico significativo, resultado de su uso a gran escala y por ende, un desplazamiento paulatino de los saberes ancestrales, culturales y tradicionales de las plantas y árboles nativos.

Palabras Clave: Ecosistemas estratégicos; fragmentación; ruralidad; sucesión vegetal.

ABSTRACT

Contextualization: Trees scattered in rural and agricultural properties and in areas belonging to strategic ecosystems, fulfill functions of great ecological relevance, serving as a basis for improving connectivity between forest and vegetation patches of different successional stages.

Knowledge gap: While it is true, the expansion of the agricultural frontier for the establishment of productive activities, has in certain cases generated ecosystem fragmentation, it has also led to the presence of patches and remaining arboreal individuals of native and exotic species, leading to a new ecological configuration of the territory, which must be studied for the correct planning of rural areas with an integral vision and under sustainability approaches.

Purpose: his study made it possible to analyze the vegetation cover of trees scattered in rural properties with productive and agricultural functions in 32 farms located in the municipalities of Chipaque, Cáqueza, Quetame and Guayabetal, zone of influence of the

Bogotá - Villavicencio road corridor, with a view to establishing the plant diversity and cover of tree species.

Methodology: Eight (8) rural properties with agricultural activities were selected for each of the municipalities. The information was collected directly in the field from measurements of areas, coverages and floristic inventories in each of the selected properties, determining the diversity and representativeness in terms of coverage, abundance and frequency.

Results and conclusions: The farms studied have a diversity of native forest species, which outnumber exotic forest species by almost four times; however, the ecological dominance of the latter has a significant ecological impact as a result of their large-scale use and, therefore, a gradual displacement of ancestral, cultural and traditional knowledge of native plants and trees.

Keywords: Strategic ecosystems; fragmentation; rurality; vegetable succession.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó en 32 fincas de los municipios de Chipaque, Cáqueza, Quetame y Guayabetal (8 fincas en cada municipio), pertenecientes a la Provincia de Oriente del departamento de Cundinamarca - Colombia. Estos municipios poseen como característica común, su participación territorial en lo que se conoce como el corredor vial Bogotá – Villavicencio. Las condiciones climáticas son diversas en el área de estudio, puesto se trata de una transición de clima frío desde el municipio de Chipaque (14.1°C) a clima cálido en el municipio de Guayabetal (22,2 °C). En términos generales la temperatura media del área estudiada corresponde a 19 °C y con una precipitación de 2530 mm anuales.

Los municipios objeto de estudio, pertenecen a la provincia de Oriente de Cundinamarca, específicamente de la subcuenca del río Negro, cuya importancia radica en que se encuentra influenciada y conectada al Parque Nacional Natural Chingaza (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, 2015). Esta región se caracteriza por su alta dependencia en las actividades agropecuarias por cuanto el 99.8% del suelo está catalogado como rural (Kats, 2017). Por otra parte, es evidente la fragmen-

tación del paisaje que se ve reflejado a su vez en el hecho que el 53.93% de los predios que se encuentran en la región corresponden a predios con áreas menores a 1 hectárea y el 33.84% a predios entre 1 y 5 hectáreas (Monje Carrillo, 2011). De igual manera, la presencia de las actividades productivas agropecuarias, incluso de la misma construcción del corredor vial Bogotá – Villavicencio ha generado la pérdida de la capa boscosa original y, por consiguiente, de la biodiversidad y la conectividad del paisaje.

El papel de los árboles aislados en predios rurales y con vocación agropecuaria ha sido vital para la realización de procesos ecológicos, de restauración ecosistémica y de empleabilidad en usos agrícolas, pecuarios y forestales (Guevara et al., 2005). Su utilización por parte de productores y campesinos se ha desarrollado a lo largo del tiempo, bajo ópticas y análisis diversos, y la intencionalidad de mantenerlos en el espacio geográfico ha sido relativa. Aunque el presente estudio no contempló el análisis socioeconómico y cultural de la utilización y empleabilidad de los árboles aislados en los sistemas productivos, si pudo evidenciar que, conforme al sistema productivo implementado en la finca, varían las

especies arbóreas y la utilización de la comunidad, así como el cuidado y conservación de la regeneración natural y la preservación de especies nativas. Es de resaltar que los árboles aislados conllevan una estrategia efectiva para mantener la biodiversidad local, acelerar los procesos de enriquecimiento y lograr la recuperación de las áreas boscosas (Calle Díaz y Esquivel Ssheik,

2002), de allí que los resultados del presente estudio pueden ofrecer información clave para determinar cuáles son las especies más representativas que se han conservado en los predios rurales y que potencialmente podrían ser empleadas en procesos de reforestación protectora o de restauración ecológica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un inventario al 100 % de los árboles presentes en cada predio con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm. Se determinó la especie de cada individuo forestal inventariado. Las variables dasométricas medidas fueron: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura del fuste, altura total, radios mayor y menor de la copa, área de la copa para árboles aislados, área de la copa para árboles agrupados. Cada árbol fue georreferenciado empleando el GPS.

Posteriormente, se determinó la composición florística de los árboles dispersos en las 32 fincas. Este proceso se realizó a partir del cálculo del índice valor de importancia (IVI) de las especies encontradas. De acuerdo con los autores del índice (Cottam y Curtis, 1956), este corresponde a la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia y su resultado sirve para determinar la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad. Los parámetros utilizados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Parámetros empleados en el estudio.

Parámetros	Descripción
<i>Frecuencia Relativa</i>	Frecuencia de la sp x 100/Frecuencia de todas las spp.
<i>Densidad Relativa</i>	Núm. de individuos de la especie x 100/Núm. total de individuos
<i>Dominancia Relativa</i>	Dominancia de la sp x 100/Dominancia de todas las especies

Fuente: autores

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la realización del inventario forestal se encontraron 3344 individuos vegetales arbóreos, perte-

necientes a 50 familias botánicas y cuya distribución se indica en la Tabla 2.

Tabla 2.

Familias botánicas identificadas por municipio.

Familias identificadas por municipio	
Chipaque	37
Cáqueza	35
Quetame	28
Guayabetal	33

Fuente: autores

El 67,19% de los individuos vegetales (2247 individuos) está representado por ocho familias botánicas a saber, Myrtaceae, Oleaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Leguminosae, Cu-

pressaceae, Cunoniaceae y Compositae. De ellas, la familia Myrtaceae es la más representativa con cerca 33,88% de los individuos arbóreos inventariados (1133) (ver Tabla 3).

Tabla 3.

Número de individuos arbóreos por familia botánica.

Familia botánica	Número de individuos arbóreos	Familia botánica	Número de individuos arbóreos
Acanthaceae	64	Juglandaceae	9
Actinidiaceae	2	Lauraceae	178
Adoxaceae	10	Leguminosae	172
Anacardiaceae	43	Lythraceae	13
Annonaceae	17	Malvaceae	40
Araliaceae	11	Melastomataceae	185
Araucariaceae	3	Meliaceae	44
Arecaceae	7	Moraceae	75
Asparagaceae	4	Myricaceae	60
Betulaceae	50	Myrtaceae	1133

Bignoniaceae	44	Oleaceae	189
Boraginaceae	43	Phyllanthaceae	17
Caricaceae	3	Pinaceae	7
Chloranthaceae	3	Piperaceae	14
Clusiaceae	30	Podocarpaceae	5
Combretaceae	13	Primulaceae	38
Compositae	114	Proteaceae	26
Cunoniaceae	132	Rosaceae	27
Cupressaceae	144	Rutaceae	78
Elaeocarpaceae	5	Salicaceae	52
Ericaceae	2	Sapotaceae	2
Escalloniaceae	27	Scrophulariaceae	70
Euphorbiaceae	15	Solanaceae	28
Fagaceae	6	Urticaceae	4
Hypericaceae	54	Verbenaceae	32
Total general	3344		

Fuente: autores

Frente a la procedencia de las especies forestales inventariadas, se encontró que 2267 individuos arbóreos (67.79%), pertenecen a especies nativas; mientras que el restante (1077 árboles) equivalente al 32.21%, corresponden a especies exóticas. El municipio

de Cáqueza es donde mayor número de especies se identificaron, con un total de 60; sin embargo, es en el municipio de Chipaque donde la relación entre especies nativas frente a las especies exóticas es mayor, tal como se aprecia en la Tabla 4.

Tabla 4.

Especies identificadas por municipio y por carácter de procedencia.

Procedencia	Chipaque	Cáqueza	Quetame	Guayabetal
Nativas	52	46	34	37
Exóticas	6	14	12	12
Total especies	58	60	46	49
Relación especie nativa/exótica	8.7	3.3	2.8	3.1

Fuente: autores

La especie con mayor número de individuos arbóreos (417), corresponde a *Eucalyptus globulus*, representando el 12.47%. En segundo lugar, se encuen-

tra la especie *Myrcianthes rhopaloides*, con 258 individuos (7.72%) y, en tercer lugar, la especie *Fraxinus chinensis*, representada por 189 individuos ar-

bóreos (5.65%). El 53.14% del total de árboles, están identificados en 10 especies botánicas, tal y como se presenta en la Tabla 5, de las cuales las especies

exóticas conocidas comúnmente como eucalipto, urapán y ciprés, presentan un gran número con relación a las especies nativas.

Tabla 5.

Principales especies vegetales inventariadas.

Especie	Número de individuos	Representatividad (%)
<i>Eucalyptus globulus</i>	417	12.47%
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	258	7.72%
<i>Fraxinus chinensis</i>	189	5.65%
<i>Calycolpus moritzianus</i>	150	4.49%
<i>Tibouchina lepidota</i>	145	4.34%
<i>Cupressus lusitanica</i>	144	4.31%
<i>Weinmannia sp.</i>	132	3.95%
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	128	3.83%
<i>Psidium guajava</i>	120	3.59%
<i>Inga semialata</i>	94	2.81%

Fuente: autores

De otra parte, el presente estudio también incorporó el cálculo del Índice de valor de importancia de las especies arbóreas discriminada por municipio, tal y como se presenta en la Tabla 6. En todos los municipios las especies nativas presentan un IVI alto, lo cual conlleva a

determinar su gran significancia en los procesos ecosistémicos y de empleabilidad en cada una de las fincas analizadas. No obstante, en el municipio de Chipaque, la especie *Eucalyptus globulus*, sigue obteniendo altos valores en relación con las demás especies.

Tabla 6.

Índice de valor de importancia por municipio.

Municipio	Especie	IVI %
Chipaque	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.5
	<i>Abatia parviflora</i>	34.6
	<i>Cupressus lusitanica</i>	33.1
	<i>Piper bogotense</i>	21.4
	<i>Alnus acuminata</i>	19.5



Cáqueza	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	30.2
	<i>Fraxinus chinensis</i>	29.9
	<i>Ficus americana</i>	25.5
	<i>Psidium guajava</i>	23.0
	<i>Trichanthera gigantea</i>	22.1
Quetame	<i>Inga semialata</i>	35.1
	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	29.7
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	28.1
	<i>Fraxinus chinensis</i>	27.5
	<i>Vismia baccifera</i>	23.2
Guayabetal	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	36.5
	<i>Calycolpus moritzianus</i>	30.0
	<i>Psidium guajava</i>	28.1
	<i>Eucalyptus globulus</i>	22.3
	<i>Ficus americana</i>	21.7

Fuente: autores

En un análisis general del área de estudio y teniendo en cuenta la dominancia de las especies (representada por el área de proyección de la copa), se determina que las especies nativas presentan una dominancia del 64.83%, sobre un 35.14% de las especies exóticas. No obstante, la especie exótica *E. globulus*, continua con su preponderancia sobre las demás, teniendo una dominancia del 14.43%. En segundo lugar, se encuentra la especie nativa *M. rhopaloides*, con un 6.67% y, en tercer lugar, la especie exótica *F. chinensis*, con 5.98%. En el estudio realizado por Trujillo et al. (2012), en zona de piedemonte amazónico (municipio de Florencia), encontraron una abundancia considerable para siete especies forestales, entre las cuales se destaca *G. arborea* (especie introducida), lo cual infiere la suscep-

tibilidad de las áreas de sistemas productivos a la incorporación de especies exóticas dentro de su configuración espacial y empleabilidad por parte de la comunidad.

De igual manera, Gutierrez et al. (2012), señalan en su estudio la alta usabilidad de especies exóticas en la implementación de arreglos agroforestales e incluso en procesos de regeneración natural. De manera similar, en el estudio efectuado por Vallejo et al. (2009) en el departamento de Nariño, encontraron en las especies exóticas acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*), un alto valor ecológico cuando se han empleado como cercas vivas, reafirmando lo mencionado anteriormente frente a la alta usabilidad de especies introducidas en sistemas productivos agropecuarios.

4. CONCLUSIONES

Se destaca la diversidad de especies nativas en la zona de estudio, en promedio la relación de estas con las especies exóticas corresponde a 3:1. No obstante, en un análisis más profundo y teniendo presente indicadores como el índice de valor de importancia (IVI) o la dominancia de las especies, se encuentra que las especies exóticas tienen una gran significancia ecosistémica en la región, destacándose notablemente la especie *E. globulus* sobre las demás. Este hecho conlleva a un análisis más profundo sobre la funcionalidad ecológica y socioeconómica de las especies exóticas en diferentes ecosistemas y regiones geográficas y cómo estas influyen notablemente en procesos de conectividad ecológica, conservación de espacios rurales, prácticas tradicionales campesinas y productivas e incidencias socioeconómicas.

Las características ecológicas de las especies exóticas identificadas en el pre-

sente estudio hacen que hayan ganado terreno sobre las especies nativas; su rápido crecimiento, alto porte, condiciones alelopáticas (en ocasiones) y su facilidad de propagación, conllevan a un desplazamiento paulatino de las especies vegetales de la diversidad nacional. Se requiere, por lo tanto, generar procesos de reconocimiento de los usos, métodos de propagación y conservación de las especies forestales nativas, para propiciar su amplio uso en los espacios rurales haciéndolos parte integral de los sistemas productivos y de las áreas de conservación, ya que su utilización puede ser en menor escala, debido al desconocimiento de los beneficios que traen consigo en los procesos productivos, tal como lo afirman Ángel Sánchez et al. (2017) en su estudio sobre la importancia cultural de la vegetación arbórea en sistemas ganaderos.

REFERENCIAS

- Ángel Sánchez, Y., Pimentel Tapia, M., Suárez Salazar, J. (2017). Importancia cultural de la vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 20 (2), 393-401. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/397>
- Calle Díaz, Z., Esquivel Ssheik, M. (2002). Árboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. *Agroforestería en las Américas*. 9(33), 43-47. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5791/Arboles_aislados_en_potretros.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cottam, G., Curtis, J. (1956). The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*. 37 (3), 451 - 460. https://www.geobotany.org/library/pubs/CottamG1956_ecol_451-460.pdf
- Guevara, S., Laborde, J., Sánchez-Ríos, G. (2005). Los árboles que la selva dejó atrás. *Interciencia*, 30(10), 595-601. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33910903.pdf>
- Gutiérrez García, G., Suárez Salazar, J., Álvarez Carrillo, F., & Orjuela Chávez, J. (2012). Árboles dispersos en potreros y conectividad estructural en el paisaje de fincas ganaderas en la Amazonia Colombiana. *Ingenierías & Amazonía* 5 (1), 30 - 41. <https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/view/98>
- Kats, D. (2017). *Provincia de Oriente de Cundinamarca: Laboratorio de desarrollo para el campo*. <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/02/provincia-de-oriente-de-cundinamarca-laboratorio-de-desarrollo-para-el-campo/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales. (2015). *Parque Nacional Natural Chingaza*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2015/06/Descripcion-PNN-Chingaza.pdf>
- Monje Carrillo, C. (2011). *El corredor ecológico vial Bogotá-Villavicencio : espacio de planificación territorial*. Bogotá: Fundación Natura, Coviandes.
- Trujillo Figueroa, L., Cuellar Cruz, Y., Huaca Claros, D., Velásquez R, J., Suárez Salazar, J. (2012). Caracterización de árboles dispersos en potreros y su efecto

en la cobertura herbácea en pasturas del piedemonte amazónico colombiano. *Momentos de Ciencia 9: (1)*, 50 - 58. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/momentos-de-ciencia/article/view/227>

Vallejo, I., Navia, E., & Muñoz, D. (2009). Caracterización de cercas vivas y árboles dispersos en fincas ganaderas del municipio de Pupiales, departamento de Nariño. *Temas Agrarios*, 22(2), 80-89. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/947>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Fecha de recibido: 02-10-2021
Fecha de aceptación: 14-03-2022

ANÁLISIS DE RIESGOS LUMÍNICOS EN PUESTOS DE ESTUDIO DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Christian Felipe Valderrama

Ingeniero Ambiental y Sanitario (MsC);
Universidad Nacional Abierta y a Distancia

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2260-5046>

email. christian.valderrama@unad.edu.co

José Francisco Cardoso Hernández

Ingeniero ambiental; Universidad Nacional Abierta
y a Distancia UNAD

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8095-5031>

email. jofrancar090189@hotmail.com

Juan David Ortiz Avilés

Ingeniero Ambiental; Universidad Nacional Abierta y a Distancia

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3506-435X>

email. jdortizav@unadvirtual.edu.co

Citación: Valderrama, C., Cardoso, J. y Ortiz, J. (2022). Análisis de riesgos lumínicos en puestos de estudio de estudiantes de educación a distancia. *Working Papers ECAPMA*, 6(1), 19 – 30.
DOI: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5350>



RESUMEN

Contextualización: Los riesgos ambientales presentes en las diferentes actividades académicas, han venido variando por la incorporación de nuevas tecnologías y metodologías de estudio; ocasionando que éstos aparezcan en entornos que no estaban diseñados para realizar estas actividades tales como la iluminación, el cual un factor crítico y fundamental para el desarrollo académico.

Vacío del conocimiento: Se desconoce si los estudiantes de educación a distancia, presentan riesgos por iluminación en el área donde trabajan y/o estudian dentro de sus viviendas.

Propósito de estudio: Partiendo de lo anterior y debido a la complejidad que trajo la pandemia para volcar el hogar hacia áreas de recreación, trabajo y estudio permanentes; surgió esta investigación que busca identificar el riesgo por iluminación en las áreas de estudio de los estudiantes de educación superior a distancia.

Metodología: Para el desarrollo del presente estudio, se trabajó con una muestra no probabilística de 329 es-

tudiantes de educación universitaria a distancia, quienes habían adquirido formación en Seguridad y Salud en el Trabajo previamente. Se aplicó una sección de la guía técnica de evaluación de iluminación como herramienta de recolección de información desarrollada por el INSST de España; con base en ello, se acudió a una aplicación móvil para medir la iluminación en el puesto de trabajo durante las horas de la mañana, tarde y noche.

Resultados y Conclusiones: Se encontró que el 35% de los estudiantes contaban con zonas exclusivas de estudio, el 74% perciben que los niveles de iluminación son óptimos para realizar estas actividades; un 30% de éstos manifiesta tener problemas asociados al cansancio y la fatiga visual, al utilizar y analizar los niveles de luminosidad, se evidenció que, en promedio, solo un 30% de los encuestados cuentan con niveles de iluminación óptimos para realizar esta actividad de acuerdo con la norma.

Palabras clave: Aplicación mobile; Iluminación; Riesgo; Salud; Visión



ABSTRACT

Contextualization: The environmental risks present in the different academic activities have been changing due to the incorporation of new technologies and study methodologies, causing them to appear in environments that were not designed to carry out these activities, such as lighting, a critical and fundamental factor for the academic development.

knowledge gap: It is unknown if distance education students present lighting risks in the area where they work and/or study within their homes.

Purpose: Based on the above and due to the complexity that the pandemic brought to adapt the home into permanent recreation, work and study areas, this research emerged that seeks to identify the risk of lighting in the study areas of distance higher education students.

Methodology: For the development of the present study, we worked with a non-probabilistic sample of 329 distan-

ce university education students, who had knowledge in Safety and Health at Work. A section of the lighting evaluation technical guide was applied as an information collection tool developed by the INSST of Spain; based on this mobile application was used to measure the lighting in the workplace during the morning, afternoon and night hours.

Results and conclusions: It was found that 35% of the students have exclusive study areas, 74% perceive that the lighting levels are optimal for carrying out these activities, 30% of them state that they have problems associated with tiredness and visual fatigue, and at use and analyze light levels, it was shown that on average only 30% of respondents have optimal lighting levels to carry out this activity according to the standard.

Keywords: Health; Lighting; Mobile App; Risk; Vision

INTRODUCCIÓN

Los temas relevantes relacionados con la intensidad de la iluminación, el color y los controles de los ocupantes, se han evaluado durante décadas y los hallazgos de investigaciones interdisciplinarias en psicología ambiental e ingeniería arquitectónica, sugieren que la optimización del entorno de iluminación para el personal de oficina crea entornos de trabajo de alto rendimiento al ayudar a los empleados a sentirse satisfechos y productivo (Kim et al., 2019, pp. 1). De acuerdo con el Ministerio de Salud, las enfermedades visuales ocupan las diez primeras enfermedades en Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017, pp. 12). En la actualidad, la implementación de nuevas tecnologías y dispositivos electrónicos, se consideran como los principales causantes de las alteraciones en el sistema “Circadiano” (Martín et al., 2017, p. 619); afectando las perturbaciones internas, externas y constantemente, siendo las causantes de la aparición de distintas molestias y/o enfermedades como la fatiga visual, cefalea, el estrés, la disminución de destreza y precisión (Caballero, et al., 2017, p. 347) disminuyendo el desempeño cotidiano.

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, se considera que las deficiencias en la salud visual (miopía, hipermetropía o astigmatismo)

son causados por los diversos errores de refracción (Salas-Hernández, 2014, pp. 43). También se considera que el organismo de los estudiantes (primaria, secundaria y profesionales) reaccionan a condiciones y factores estresantes alterando sistemas como el nervioso central, el endocrino e inmune (Reinhold et al., 2014, p. 222). Las condiciones en la que están conformadas los sitios de estudio, obligan a ejercer un sobre-esfuerzo (físico y mental), por lo cual, se considera que estos factores provocan lesiones agudas o crónicas (Escudero, 2017, p. 12). El “Tecnoestrés” es un riesgo en la salud más crónico e importante como una enfermedad cardiovascular, afectando ciertas hormonas (glucocorticoides), alteración en la presión arterial, en los niveles circulantes de lípidos (colesterol y triglicéridos) y a las lipoproteínas (de baja densidad o LDL y de alta densidad o HDL) (Martín et al., 2017, p. 624).

Se ha encontrado que los problemas lumínicos (reflejos, brillos intensos, entre otros), son factores asociados a iluminación y salud visual, vinculados ampliamente riesgos recurrentes de los puestos de trabajo en los que se encuentran los respectivos actores; como la ubicación de los equipos, el distanciamiento, la postura y el tiempo que pasa frente al computador (Macías et

al., 2020, p. 3). Igualmente, es importante considerar que el ambiente físico afecta negativamente la salud visual de los estudiantes, haciéndolos más vulnerables a estados de estrés (Aulestia, 2018, p. 22), generando otros síntomas como dolores de cabeza, el cansancio, la fatiga, entre otros; muchos de estos problemas alteran el estado de salud, principalmente por las largas horas que pasan los estudiantes en los lugares de estudio, donde se convierten en perso-

nas con una tasa importante de sedentarismo (Garrido et al., 2015, p. 9). El objetivo de esta investigación es analizar las condiciones y la percepción de posibles riesgos que se pueden encontrar en los puestos de los estudiantes a distancia; previniendo enfermedades que se pueden encontrar por la falta de iluminación o el exceso que se pueda percibir lumínicamente, ya sea de luz natural o artificial.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio estadístico de tipo descriptivo y analítico, considerando como objetivo principal, identificar los riesgos lumínicos que se presentan en los puestos de estudio, determinando las posibles afectaciones en relación a la salud visual y sus posibles enfermedades. Para tal fin, se implementó la encuesta como la herramienta de recolección de la información, la cual se aplicó a 329 estudiantes de educación superior en la modalidad a distancia, con un periodo comprendido entre finales del 2019 hasta el 2020. La población objeto de estudio se obtuvo a través de una convocatoria voluntaria.

Herramienta de recolección de información

Para la obtención de datos de los niveles de lúmenes, se utilizó una aplicación móvil como herramienta de medición. Se realizaron una serie de recomendaciones a los estudiantes que descargaron e instalaron la aplicación para la medición de los respectivos niveles de acuerdo con los establecido en los protocolos de monitoreo. Los informes de resultado se hicieron de acuer-

do con la modalidad de estudio y por la crisis pandémica presentada por el COVID-19, se realizaron a distancia presentando un registro fotográfico y datos de las personas que se encuestaron.

La información se recolectó mediante la implementación de una sección de la guía *“evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo”*, elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), los datos obtenidos se compararon con los niveles de iluminación que se encuentran establecidos por el *“RD 486/1997”*, en relación al Sistema de iluminación existente se consideran algunos factores importantes asociados a los niveles de iluminación.

Análisis estadístico

Se procesó la información obtenida en virtud de ello, se realizó un análisis estadístico descriptivo y poder identificar los diferentes riesgos por condiciones lumínicas que tienen los estudiantes. Se utilizó el software XLSTAT, para identificar las medianas y los rangos intercuartiles de las variables percepción lumínica e intensidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las condiciones de trabajo

Con los datos obtenidos en la etapa de recolección de información de los estudiantes a distancia, se quiere conocer

posibles riesgos del sistema lumínico que afectan la salud visual en los puestos de estudios.

■ **Tabla 1.** Información sociodemográfica N (329).

Características	(%)
Género	
Femenino	55%
Masculino	45%
Edad	
12 – 17	2 (0,6%)
18 – 26	134 (40,7%)
27 – 59	192 (58%)
>60	1 (0,3%)
Nivel educativo	
Bachiller	18%
Técnico – Tecnólogo	48%
Profesional	33%
Otros	1%
Equipos utilizados para los estudios.	
Computador portátil.	46%
Computador de escritorio.	22%
Dispositivos móviles (celulares, tablets).	32%

Fuente: autores

De acuerdo con la información socio-demográfica expuesta en la tabla 1, se da a conocer que la población predominante tiene un leve incremento por géneros y son las mujeres con el 55%; los datos permiten inferir que la edad preferida para estudiar es en la etapa de adultez (27 – 59 años) con el 58%, seguido por los jóvenes entre el rango de (18 – 26 años) con un 40,7%. Por otro lado, se tiene que el 48% de los estudiantes aseguran contar con un perfil técnico o tecnológico, el 33% de ellos son profesionales de diversas áreas. Finalmente, dada la modalidad de estu-

dio, la población encuestada ingresa a la plataforma de las Universidades haciendo uso de dispositivos electrónicos como portátiles 46% y dispositivos móviles 32%. Esto permite evidenciar que el cambio de hábitos de la población hacia elementos portables genera un mayor riesgo a posibles enfermedades y/o complicaciones visuales debido al tiempo de exposición de los entornos artificiales en relación con el sistema lumínico y los dispositivos electrónicos (James et al., 2018, p. 129), como lo asegura Lope (2020, p. 2) a lo cual lo llama Síndrome Visual Informático (SVI).

■ **Tabla 2.** Percepción lumínica de puestos de estudio N (329).

Horas, pausas y lugar de trabajo.	Media	Desviación estándar
Zona exclusiva para estudio	3.79	1.104
Iluminación natural (ventanas)	4.35	0.92
La cantidad de luz natural es suficiente	4.08	0.93
Luz natural y/o artificial permite visualizar la pantalla del computador sin generar fatiga visual por reflejos	4.06	0.87

Fuente: autores

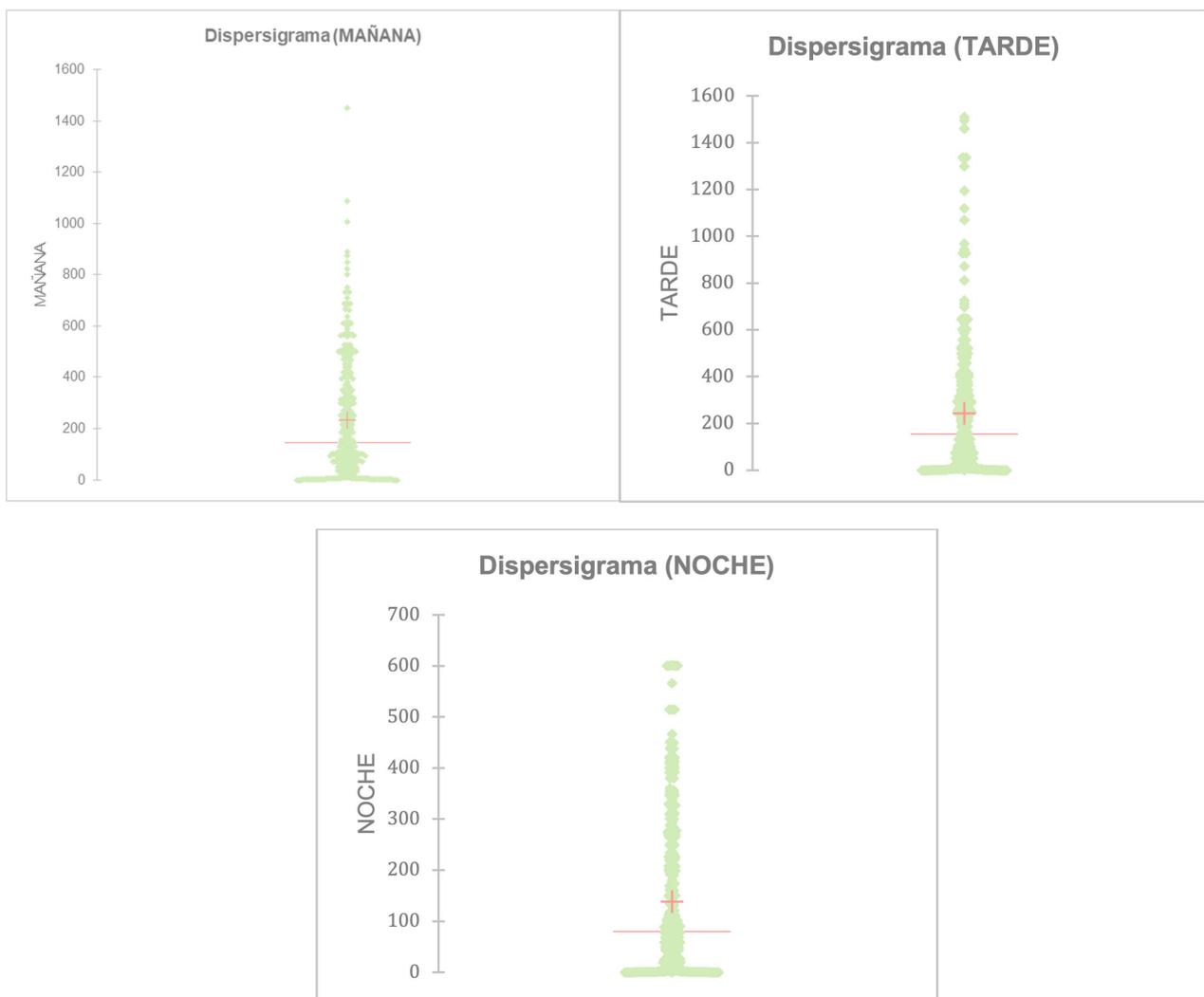
Al evaluar las condiciones y la percepción lumínica (tabla 2), se encontró que la media de la población cuenta con condiciones exclusivas para estudiar dentro de sus viviendas, además poseen un área con muy buena iluminación natural, percibiendo que el nivel de luminosidad es suficiente para poder realizar sus actividades académicas, logrando trabajar y/o estudiar sin al-

guna dificultad visual causada por reflejos; siendo un resultado favorable debido a que se minimiza el riesgo de estar expuesto a una reducción de capacidad de procesamiento de la información, eficiencia en el trabajo y sufrir de cambios emocionales como consecuencia de la fatiga visual (Chraibi et al., 2016, pp. 116).

Por otro lado, según los resultados obtenidos, el 74% de los encuestados aseguran que sus puestos de trabajo presentan un eficiente sistema de iluminación el cual, es regulado por ellos mismos con el propósito de mantener un ambiente lumínico adecuado. Sin embargo, el resto de los encuestados afirman sentir molestias, donde el 23% presentan problemas visuales debido a los inadecuados sistemas de iluminación, para regular los sistemas de

iluminación en los puestos de trabajo, los encuestados consideran aplicar de acuerdo a las necesidades; el 39% pondrían más luz, y el 54% no harían cambios en sus sitios de estudio, mencionando que el porcentaje de diferencia no es considerable. Se infiere que algunos estudiantes presentan problemas visuales sobresaliendo la fatiga visual (30.3%) y la vista cansada con el (30.2%).

► **Figura 1.** Análisis de puestos de estudio N (329).



Fuente: autores



Con el fin de contrastar la información obtenida sobre la percepción del riesgo lumínico en el puesto de estudio dentro de la vivienda, se analizaron 329 puestos de los estudiantes mediante una aplicación, se descartaron 8 resultados por errores procedimentales, sobre la muestra de 321 se encontró que de acuerdo al monitoreo, la mediana y el rango intercuartil (IQR) de éstos como sigue, en la mañana 146(50-367); tarde 155(40-331) y noche 80 (20-230); observándose que tanto en la jornada de la mañana como de la tarde, los puestos de estudio poseen los niveles de iluminación para realizar actividades de bajas exigencias visuales(100 – 199 lux). Por otro lado, se encontró que para la jornada de la noche, la mediana de la población presentaba niveles bajos, lo que se tradujo en falencias en la intensidad de la iluminación artificial, generando un riesgo visual, por lo que se recomienda realizar actividades académicas de acuerdo con los niveles

mínimos permitidos que oscilan entre 200 – 500 cd / m².

Es importante resaltar que el control de los sistemas de iluminación en los diversos puestos de estudio puede comprometer la salud visual de los profesionales en formación. Actualmente existe una gran variedad de tecnologías que se pueden utilizar para implementar un plan de gestión energético en línea con lo que asegura Pineda et al. (2019, p. 2), estos dispositivos inteligentes tienen la capacidad de capturar la información del entorno y procesarla, para llevar una adecuada medición y control mediante acciones y decisiones asertivas. Finalmente se enfatiza que la manifestación de algunos síntomas o enfermedades visuales como irritación ocular, ardor, visión borrosa entre otros; se considera como multifactorial donde diversos elementos como la alteración ocular y factores ambientales son los principales causantes (Echeverri Saldarriaga et al., 2012, p. 3).



CONCLUSIONES

Se evidenció que la población encuestada es heterogénea, con un leve incremento en el género femenino, en relación con la edad para estudiar mediante la modalidad virtual, se encontró una mayor predominancia en la población adulta quienes aseguran realizar las actividades académicas desde distintos dispositivos electrónicos como computadores portátiles, celulares y tablets; lo cual está estrechamente relacionado con las exigencias visuales las cuales pueden ser muy altas, dependiendo del tamaño de las pantallas y el tiempo de exposición lo cual da origen a posibles enfermedades visuales como fatiga, visión borrosa, entre otras.

En relación con los puestos de estudio, se encontró que gran parte de la población cuenta con un lugar exclusivo para llevar a cabo sus labores académicas, lugar el cual, según la mayoría de los encuestados cuenta con un sistema de iluminación mediante luz natural. Por lo tanto, se podría asegurar que la cantidad de luz que ingresa es la adecuada para desarrollar las actividades

ya que se presenta una buena iluminación del entorno sin afectaciones visuales relacionadas a posibles reflejos, brillos, sombras, entre otros.

Finalmente, con la información suministrada conforme a los niveles de iluminación encontrados en los puestos de estudio, se concluye que la mediana de la población cuenta con niveles de iluminación razonables, pero no óptimos para poder cumplir con lo que exige la normatividad de seguridad y salud en el trabajo; presentándose un riesgo visual en los estudiantes que puede transformarse en enfermedades visuales asociadas al cansancio, dolor de cabeza, entre otros. Por último, cabe resaltar que la aplicación utilizada para realizar este trabajo académico presenta un porcentaje de error y no se recomienda en actividades técnicas laborales, debido que el equipo no es especializado. Sin embargo, ésta puede servir como un primer diagnóstico para evaluar condiciones y aplicar las medidas correctivas en los puestos de estudio.

REFERENCIAS

- Aulestia, C. (2018). Factores de riesgo psicosocial como causa de estrés laboral en personal administrativo de una institución de educación superior: estudio de caso en la ciudad de Quito. *Gestión Joven*, 19, 22–38.
- Escudero, I. (2017). Riesgos ergonómicos de carga física relacionados con lumbalgia en trabajadores del área administrativa de la Fundación Tecnológica Antonio de Arevalo (TECNAR) Cartagena. *Ekp*, 13(3), 125-129.
- Estudio de iluminación de los puestos de trabajo administrativos de la comercializadora internacional Verde Azul S.A.S.* (2015). [Universidad Distrital]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/2907>
- Kim, A. A., Wang, S. y McCunn, L. J. (2019). Building value proposition for interactive lighting systems in the workplace: Combining energy and occupant perspectives. *Journal of Building Engineering*, 24, 1–2. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.100752>
- Martín, C. S. y Sánchez-Muniz, F. J. (2017). Cronodisrupción y desequilibrio entre cortisol y melatonina ¿Una antesala probable de las patologías crónicas degenerativas más prevalentes? *Journal of Negative and No Positive Results: JON-NPR*, 2(11), 619–633. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.1918>
- Ministerio de Salud y Protección Social; Subdirección de enfermedades no transmisibles. (2012). Lineamiento Para La Implementación De Actividades De Promoción De La Salud Visual, Control De Alteraciones Visuales Y Discapacidad Visual Evitable (Estrategia Visión 2020). *Castillo Alejandra*, 1–49.
- Reinhold, K., Pille, V., Tuulik, V.-R., Tuulik, V. & Tint, P. (2014). Prevention of MSDs and psychological stress at computer-equipped workplaces. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 46(3), 221–226.
- Salas-Hernández, L. H. (2014). Manejo interdisciplinario de la visión baja por microftalmos. *Lux Médica*, 9(26), 45–51. <https://dSánchezoi.org/10.33064/26lm2014857>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Fecha de recibido: 30-11-2021
Fecha de aceptación: 07-03-2022

Evaluación de la calidad de semilla de la especie Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Seed quality Evaluation of Sacha inchi specie
(*Plukenetia volubilis* L.)

Parra-Cortés, Claudia

Ingeniera Agrónoma; Universidad Nacional de Colombia;
MsC. Horticultura Tropical; Tecnológico Nacional de México.
Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5213-6880>
email. Claudia.parraco@unad.edu.co

Cerón Endo, Alexandra

Ingeniera Agroforestal; Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Mg (e). Agronegocios; Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3221-9029>
Email. alexandra.ceron@unadvirtual.edu.co

Castaño Muñoz Guillermo

Estudiante de Agronomía; Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0063-0953>
email. gcastanom@unadvirtual.edu.co

Citación: Parra-Cortés, C., Cerón, A., y Castaño, G. (2022). Evaluación de la calidad de semilla de la especie Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Working Papers ECAPMA*, 6(1), 31 – 43. DOI: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5480>



RESUMEN

Contextualización: El Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) tiene un alto nivel nutricional, también presenta un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente el Omega 3, haciendo del cultivo, una especie muy promisoría. En Colombia se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de la Orino-Amazonia y Pacífico; como cultivo se ha empezado a reportar en el Chocó, Putumayo, Caquetá, Amazonas, Tolima y Cundinamarca (Karisma, 2015, p.3).

Vacío de conocimiento: En Colombia, son pocas las investigaciones realizadas en esta especie. Se ha identificado que la desuniformidad en la siembra, está atribuida a la semilla con testa dura, siendo éste un factor limitante, por lo que es necesario la realización de este estudio.

Propósito: El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de dos tipos de semilla de Sacha inchi, semilla comercial de la zona y semilla de los productores de Anolaima (Cundinamarca).

Metodología: Se emplearon parámetros de evaluación de calidad de semillas según las Normas Internacionales para los Ensayos de Semillas (ISTA), empleándose dos métodos de escarificación de semillas.

Resultados y conclusiones: Se identificó que la semilla del agricultor de Anolaima posee mayor precocidad y garantiza una mayor germinación con la escarificación de abrasión mecánica e imbibición de semillas por 24 horas.

Palabras claves: Dormancia; Escarificación; Germinación; Maní inca; Semillas oleaginosas



ABSTRACT

Contextualization: Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) has a high nutritional level; it also has a high content of unsaturated fatty acids, especially Omega 3, making the cultivation of this species very promising. Our country has several natives species in places like Orino-Amazonia and Pacific; There are place that reported the specie as a crop like Chocó, Putumayo, Caquetá, Amazonas, Tolima and Cundinamarca (Karisma, 2015, p.3).

Knowledge gap: There are few investigations related to this specie. It identified that the unevenness in planting is associated with a hard seed coat, this being a limiting factor, which is why it is necessary to carry out this study.

Purpose: The objective of this study was to evaluate the quality of two types of Sacha inchi seed, a commercial seed from the area and another one from producers in Anolaima (Cundinamarca).

Methodology: It applies seed quality evaluation parameters according to the International Standards for Seed Testing (ISTA) and uses two scarification methods.

Results and conclusions: The Anolaima farmer's seed has a greater precocity and germination. It requires mechanical abrasion scarification and imbibition for 24 hours.

Key words: Dormancy; Germination; Inca peanut; Oilseeds; Scarification

INTRODUCCIÓN

El Sacha inchi perteneciente a la familia Euphorbiaceae, es originaria de la selva Amazónica y es comúnmente conocida como maní del inca.

El Sacha inchi es un cultivo promisorio de la Amazonía que gracias a las excepcionales propiedades nutricionales que exhiben sus semillas ha adquirido una importancia económica significativa para la industria aceitera a nivel local e internacional. A pesar de la creciente importancia económica de esta especie, algunos aspectos de su cultivo son todavía poco conocidos, existiendo aun vacíos de información en cuanto a sus requerimientos nutricionales (Balta *et al.*, 2015, p.124)

El Sacha inchi es una planta con hábito de crecimiento indeterminado, trepadora, voluble, semileñosa; sus hojas son acorazonadas de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, alternas, con margen aserrado, elípticos y con pecíolos de 2 a 6 cm de largo. Las nervaduras nacen del centro orientándose al ápice (Tasso *et al.*, 2013, p.12).

El fruto del Sacha inchi tiene forma de estrella, varia cuatro hasta ocho su número de lóbulos. Estos frutos se dividen cuando está madura y se diferencia, endureciendo sus paredes. Cuando el fruto se encuentra maduro, dentro del fruto, se hallan las semillas que son

de color marrón oscuro, corrugadas y venadas, de forma lenticular y con 1.5 a 2 cm de diámetro (Gómez, 2004, p.8).

La propagación sexual es la más usada en esta especie, siendo la siembra directa, la mayormente empleada en las plantaciones comerciales, por lo que se hace necesario tener un protocolo de siembra idóneo. El uso de escarificación es importante en esta especie con el objetivo de acelerar su proceso de germinación en campo; ya que la semilla de Sacha inchi presenta una cutícula o capa externa muy gruesa y dura que necesita ablandarse o crear fisuras para que la semilla logre absorber agua y sea capaz de germinar. Por lo anterior, se requiere del proceso de escarificación el cual puede ser mecánico, mediante agua, calor en seco o químico.

En el sistema de cultivo del Sacha inchi no existen protocolos para la producción de semillas de calidad. No obstante, en términos generales la calidad es un concepto basado en la evaluación de diferentes características morfológica y sanitaria (poder germinativo, pureza físico-botánica y varietal, viabilidad, determinación en número de semillas no deseables, sanidad, contenido de humedad peso por volumen y pureza, etc.), los cuales mejoran el

establecimiento de la planta en campo (Coronado, 2018, p. 5).

La prueba de germinación es el procedimiento más común para evaluar parámetros como la calidad fisiológica de un lote de semillas. No obstante, esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica ha demostrado sobreestimar el com-

portamiento de las semillas y, además, resulta deficiente para discriminar lotes de semillas en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (García *et al.*, 2014, p.129).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de dos tipos de semilla de sachá inchi empleando varias técnicas escarificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente estudio se empleó semilla comercial y semilla del municipio de Anolaima Cundinamarca, a la cual se le realizó una descripción morfológica, tal como: Color, Forma, Presencia de nervaduras, Tamaño y Peso promedio.

Adicionalmente se determinó la Pureza a un lote de 500 gramos de semilla, con ayuda de una lupa separar las impurezas del lote pesado (semillas rotas, vacías, restos de hojas y tallos, etc.) y pesar la semilla pura. Para lo cual, se utilizó la ecuación 1.

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{Peso semillas puras}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

De igual manera, se cuantifico la cantidad de semilla por unidad de peso en 500 gramos, haciendo uso de la ecuación 2.

$$\text{Cantidad de semilla pura/kg} = \frac{\text{No. de semillas puras en la muestra}}{\text{gr de semillas puras en la muestra}} \times 100$$

Se determinó la germinación en bandejas de propagación con turba y lombricompost en relación 1:1.

Se establecieron ocho tratamientos, cuatro primeros con semilla comercial y los últimos 4 con semilla del municipio de Anolaima.

■ **Tabla 1.** Descripción de los Tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T1.	Semilla comercial con escarificación mecánica con lija N° 80 con remojo en agua por 24 horas.
T2.	Semilla comercial con Escarificación mecánica con lija N° 80.
T3.	Semilla comercial con Remojo en agua por 24 horas
T4.	Semilla comercial sin ningún tratamiento.
T5.	Semilla de Anolaima con escarificación mecánica con lija N° 80 con remojo en agua por 24 horas.
T6.	Semilla Anolaima con Escarificación mecánica con lija N° 80.
T7.	Semilla Anolaima con Remojo en agua por 24 horas
T8.	Semilla Anolaima sin ningún tratamiento

Fuente: Autores

Por cada tratamiento (ver Tabla 1), se realizaron cuatro (4) réplicas de 100 semillas cada una

Realizando seguimiento diario de la germinación de las semillas por 20

días, cuidando que permanezcan húmedas, para lo cual, se calculó con la ecuación 3.

$$\% \text{ germinación} = \frac{\text{No. semillas germinadas}}{\text{No. total de semillas en la prueba}} \times 100$$

Diseño experimental

Los tratamientos se sometieron a un diseño experimental completamente al azar. Con los datos obtenidos, se realizó análisis estadístico descriptivo de las variables físicas de cada tipo

de semilla, como el cálculo de varianza y desviación estándar, previo a su análisis de calidad; los resultados del comportamiento de la población son expresados en porcentajes; cálculos y gráficas Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la caracterización fisiológica de las semillas, se pudo establecer que las semillas aportadas por el agricultor son de mayor tamaño, color café claro y nervaduras pronunciadas. Así mismo, se determinó que la semilla comercial corresponde a semilla de menor tamaño y peso y coloración café oscuro

a pardo, sin nervaduras pronunciadas (Tabla 2 y figura 1). Con estos resultados y siguiendo Ayala Martínez (2016, p,25) se puede inferir que la semilla del agricultor se trata de *Plukenetia huayllabambana* y la semilla comercial correspondería a *Plukenetia volubilis*.

Tabla 2. Valores promedio de medidas morfológicas de semillas de dos variedades de Sacha inchi.

Semilla tipo	Peso (g)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Grosor (cm)	σ Peso	σ Ancho	σ Largo	σ Grosor
Comercial	1,08	1,71	2,03	0,85	0,13	0,06	0,09	0,06
Agricultor	1,45	1,98	2,30	0,85	0,09	0,12	0,18	0,05

Fuente: autores

La tabla 3 presenta la prueba T que nos indica las medias entre semillas de diferente origen, la cual indica que no existen diferencias significativas en las

variables de Peso, ancho y largo. Y nos aclara que la diferencia se encuentra en el grosor de semillas.

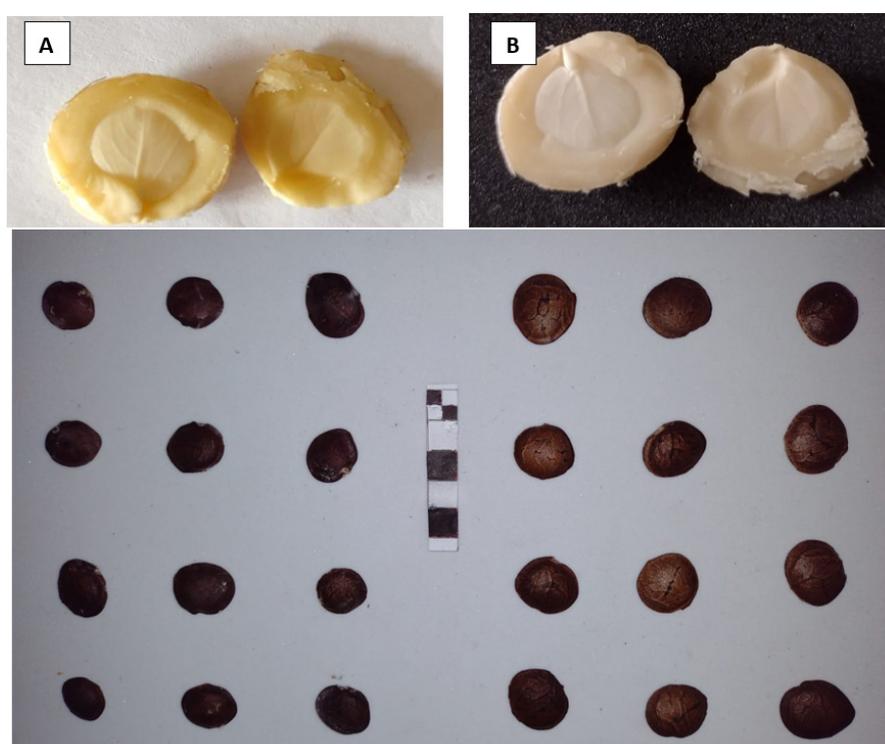
Tabla 3. Comparación de medias (t Student) para morfológicas de semillas de dos variedades de sachá inchi.

	Peso (g)		Ancho (cm)		Largo (cm)		Grosor (cm)	
	SC	SA	SC	SA	SC	SA	SC	SA
Media	1,086587302	1,4462963	1,71666667	1,98456667	2,03733333	2,30466667	0,85266667	0,85333333
Varianza	0,016624244	0,00744537	0,00306667	0,01438381	0,00792095	0,03114095	0,0041781	0,00276667
Observaciones	15	15	15	15	15	15	15	15
Varianza agrupada	0,012034805		0		0,01953095		0,00347238	
Diferencia hipotética de las medias	0		0		0		0	
Grados de libertad	28		20		28		28	
Estadístico t	-8,979711976		-7,85736236		-523868198		-0,03098316	

P(T<=t) una cola	4,89668E-10		7,6871E-08		7,22244-06		0,48775138	
Valor crítico de t (una cola)	1,701130934		1,72471824		1,70113093		1.70113093	
P(T<=t) dos colas	9,79336E-10		1,5374F-07		1,44455-05		0,97550277	
Valor crítico de t (dos colas)	2,048407142		2,08596345		2,04840714		2,04840714	

Fuente: Autores

► **Figura 1.** Semillas de Sacha inchi utilizadas en los ensayos de descripción y calidad de semilla.



Fuente: autores. Nota: A: Semilla comercial. B: Semilla productor.

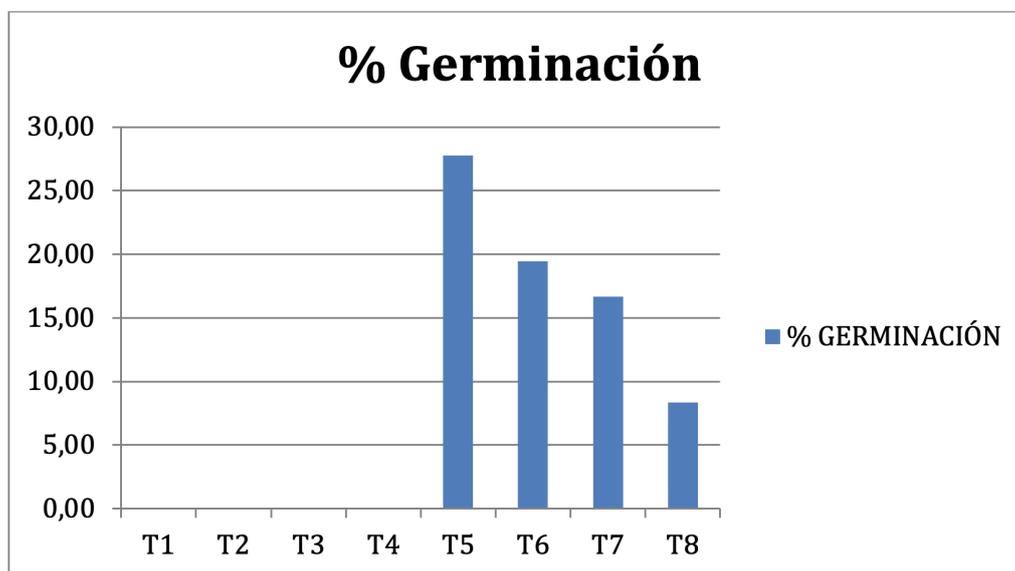
La pureza de las semillas empleadas se determinó en 98.8 % para la semilla comercial y 98.6 para la semilla cosechada por el agricultor, lo cual, nos indica que el ensayo se estableció con semillas en igualdad de condiciones de pureza.

Se estableció que, en cuanto al porcentaje de germinación, la semilla del agricultor presentó una mayor germinación en un tiempo de 20 días después de la siembra (dds). Por ende, la semi-

lla comercial necesita más tiempo para su germinación.

El tratamiento con mayor porcentaje de germinación al cabo de 20 dds, fue el tratamiento cinco (ver tabla 1), donde la semilla del agricultor es sometida a escarificación por abrasión mecánica e imbibición por 24 horas (SA+ES-C+24H), logrando alcanzar 27.7 % (Figura 2).

► **Figura 2.** Porcentaje de germinación de semillas de sachá inchi con aplicación de tratamientos para inducir la germinación a los 20dds.



Fuente: Autores

Al comparar los resultados de germinación entre tratamientos (ver tabla 1), se evidencia que los tratamientos aplicados, reducen el tiempo en la obtención de plántulas de Sachá inchi, donde se puede obtener cerca del 19.5% más de germinados al cabo de 20 dds.

Se observa que la mezcla de tratamientos para romper la dormancia es más indicado que al usar tratamientos independientes con un 12% más de semillas germinadas en relación a semillas de la misma procedencia sin tratamiento.

Teniendo en cuenta que, en promedio, las semillas de diferentes variedades

de sachá inchi tardan alrededor de 25 a 30 días en germinar, los tratamientos aplicados demuestran que pueden ayudar a reducir 20 días en el proceso de plantulación, lo cual, representa mejor uso de recursos y reducción de costos de producción, haciendo el proceso más competitivo.

El efecto de la testa se pudo evidenciar en ensayos de La Rosa y Quijada (2013, p.13), donde los tratamientos sin testa obtuvieron mejores resultados en la germinación, evidenciando la importancia del proceso de escarificación mecánica.

- **Figura 3.** Semillas germinadas de sachá inchi a los 20 días después de la siembra (20dds).



Fuente: autores



CONCLUSIONES

Al considerar los resultados parciales presentados en este estudio, es pertinente el uso de la escarificación mecánica la cual permite una mayor germinación esto debido a que la testa de *P. volubilis* al ser tan gruesa, impediría el flujo necesario de agua y oxígeno para la germinación. Se sugiere hacer más ensayos para determinar el tiempo apropiado de imbibición.

REFERENCIAS

- Ayala Martinez, G. A. (2016). Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en el municipio de Tena Cundinamarca. [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales] Repositorio Institucional UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/487>.
- Balta-Crisólogo, R. A., Rodríguez-del Castillo, Á. M., Guerrero-Abad, R., Cachique, D., Alva-Plasencia, e., Arévalo-López, L., Loli, O. (2015). Absorción y Concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) En Suelos Ácidos, San Martín, Perú. *Folia Amazónica*, 24(2), 23. <https://doi.org/10.24841/FA.V24I2.68>.
- Coronado-Rangel, Nathalia, (2018). Evaluación de las características morfológicas y niveles de infección fúngica natural en la germinación de semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) provenientes de diferentes regiones de Colombia. [Tesis de pregrado, Universidad de Santander] Repositorio Universidad de Santander. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/4345>
- Gómez, M.E.J. (2004). *Monografía y cultivo de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.), oleaginosas promisorias para la diversificación productiva en el trópico*. Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria CORPOICA. Primera edición. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18544>.
- Karisma (2015). Una propuesta para cultivar y procesar Sacha Inchi en la Zona Cafetera Colombiana. <https://karisma.org.co/2008-2014/?p=4451>.
- La Rosa, R. y Quijada, J. (2013). Germination Of Sacha Inchi, *Plukenetia volubilis* L. (McBride, 1951) (Malpighiales, Euphorbiaceae) Under Four Different Conditions. *The Biologist* (Lima). Vol. 11, N°1.
- García-López, J.I.; Ruiz-Torres, N.A; Lira-Saldivar, H.; Vera-Reyes I.y Méndez-Argüello, B. (2014). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. *Agronanotecnología*, (pp 129-140).
- Tasso, H.M.O.; La Serna, H.V.M.; Piccardo, R.L.J.; Ventura, M.A.J.; Córdova, S.R.; Castillo, S.A.M. (2013). Boletín técnico, cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Ministerio de Agricultura de Competitividad Agraria. Lima, Perú. <https://silo.tips/download/cultivo-de-sacha-inchi>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Recibido: 20-05-2022
Aceptado: 15-06-2022

Residuos sólidos y comunidad en ríos urbanos: Caso tramo 2 río Fucha, Bogotá D.C., Colombia

Solid waste and community in urban rivers: Case section 2 Fucha river, Bogota D.C., Colombia

Laura Cecilia Leal Ayala

Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
ORCID. 0000-0003-4735-0174
lauralacleala.96@gmail.com

Luisa Fernanda Uribe Laverde

Ingeniera Ambiental y Sanitaria – Esp. Salud y Ambiente – MBA. Universidad
Nacional Abierta y a Distancia– UNAD
ORCID0000-00001-8283-6722
luisa.uribe@unad.edu.co

Citación: Leal-Ayala, L.C., Uribe-Laverde, L.F. (2022).

Residuos sólidos y comunidad en ríos urbanos: Caso tramo 2 río Fucha,
Bogotá D.C., Colombia.

Working Papers ECAPMA, 6(1), 45 - 60.

<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5821>



RESUMEN

- **Contextualización:** El presente documento expone un panorama del proceso de generación de residuos sólidos en cercanías del tramo 2 del río Fucha, en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia, uno de los cuatro ríos urbanos de la capital del país.
 - **Vacío de conocimiento:** se conoce que en el primer tramo del río no hay presencia de residuos sólidos en la ribera del río, pero una vez ingresa a la Localidad de Antonio Nariño, se canaliza el río, inicia el tramo 2 del mismo y se evidencia la aparición de residuos sólidos.
 - **Propósito:** Conocer la gestión de residuos sólidos sobre la ribera del río Fucha en el tramo 2.
 - **Metodología:** se indagó por información escrita sobre el manejo de los residuos sólidos, en documentación institucional como los Planes Ambientales Locales (PAL). Posteriormente, se consolidó la información básica primaria con seis recorridos vivenciales en la zona de estudio, dos sesiones de encuestas cerradas y dos entrevistas semiestructuradas. Una vez recolectada y analizada la información, se identificaron diez puntos críticos por acumulación de residuos sólidos en la ribera del río.
 - **Resultados y conclusiones:** Como resultado, se evidencia que los puntos críticos son generados principalmente por prácticas inadecuadas de la comunidad vecina al río como la no separación en la fuente, la entrega de residuos en horarios no establecidos y el pago a carreteros informales para la disposición final de residuos especiales; sumado a esto, la problemática social de persistencia de ciudadanos en habitabilidad de calle en espacios públicos sin uso permanente. Se concluye que la recuperación y apropiación del espacio público por parte de la comunidad, principalmente las zonas verdes, son acciones indispensables para evitar la generación de puntos críticos en la ronda del río Fucha.
- Palabras clave:** Ciudadano habitante de calle; disposición final; participación ciudadana; puntos críticos; residuos de construcción y demolición (RCD).



ABSTRACT

- **Contextualization:** This document presents an overview of the solid waste generation process in the vicinity of section 2 of the Fucha River, in the city of Bogotá D.C., Colombia, one of the four urban rivers of the country's capital.
 - **Knowledge gap:** It is known that in the first section of the river there is no presence of solid waste on the riverbank, but once it enters the town of Antonio Nariño, the river is channelled, section 2 of the river begins and the appearance of waste is evident. Solids.
 - **Purpose:** Learn about solid waste management on the solid waste riverbank in section 2 of the Fucha River.
 - **Methodology:** In order to develop this diagnostic, we used a participatory action research methodology. First, we reviewed literature related to the Fucha River, through reports, degree projects, diagnostics and local environmental plans from council offices of Antonio Nariño and Puente Aranda. Following this, we collected basic primary information from six experiential tours in the study area was consolidated, together with the information from two closed survey sessions and two
 - semi-structured interviews, which were performed in the two localities.
 - **Results and Conclusions:** After collecting and analyzing the above information, it was possible for us to identify on the riverbank, ten critical points of accumulation of mixed solid waste which are generated for two reasons: Firstable, community inadequate practices: non-separation at the source, delivery of waste at non-established hours and payment to highwaymen for the final disposal of special waste. On the other hand, the social problem to the persistence of homeless people in abandoned public spaces. Finally, we were concluded that the recovery of public space and green areas, are essential actions for the rehabilitation of the Fucha river ring, in turn, generate solidarity actions that strengthen the connectivity between the river and the community, aiming at the territory appropriation and the river identification as a source of life.
- Keywords:** City halls; construction and demolition wastes (CDW); environmental impact; final disposition; social impacts.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas ambientales con los que actualmente se enfrentan las grandes metrópolis, como lo es Bogotá D.C., Colombia, es el incremento de las toneladas diarias de residuos sólidos (RS). La capital del país, posee un sistema de disposición final de RS básico que consta de un relleno sanitario denominado Doña Juana; al que diariamente llegan aproximadamente 6300 toneladas RS (Consejo de Bogotá, 2019). Del total de éstos, el 43% son materiales aprovechables y sólo se está reciclando entre el 14% y 15% de los RS (OCA, et. al, 2020).

Si bien Bogotá, ha dado pasos significativos para generar procesos de selección en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios con la reglamentación del código de color expedida en la Resolución No. 2184 de 2019; aproximadamente el 57% de los residuos que se generan, no tienen disposición final adecuada (Defensoría del Pueblo, 2015); información corroborada con las cifras que maneja la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos-UAESP, debido a que para el mes de septiembre de 2020, se habían recogido aproximadamente 89469 toneladas de residuos sólidos de arrojado clandestino, dispuestos en diferentes

puntos críticos de la ciudad (UAESP, 2020).

Se suma a la problemática de generación de RS, la alta población que ostenta la ciudad capitalina. De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE (2020), Bogotá cuenta con 7181469 habitantes, distribuidos en 20 localidades que ofrecen redes de servicios públicos y son entes administrativos que garantizan el desarrollo local y la participación ciudadana.

Las localidades crean escenarios de carácter ciudadano o mixto (ciudadanos y funcionarios públicos), en los que las personas a través de mecanismos de deliberación y toma de decisiones, consolidan la gestión pública participativa a nivel local; de las instancias en mención se tuvo contacto directo con: Comisión Ambiental Local (CAL), Juntas de Acción Comunal (JAC), Junta Administradora Local (JAL) y mesas de trabajo ciudadana de la Contraloría de Bogotá.

Así las cosas, garantizar la adecuada disposición de los RS es un reto en una ciudad de 1775 km² (Alcaldía Mayor, 2021), por lo que los cuerpos de agua, la ronda hidráulica, la Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) y los espacios públicos sin uso definido y



apropiado, son escenarios ideales para depositar los RS de los que nadie quiere hacerse cargo.

El caso estudiado, es el cuerpo de agua del río Fucha, y la presencia de RS que fomenta el deterioro del paisaje urbano y natural, transformando negativamente el ecosistema y destruyendo el recurso hídrico, lo que genera una escasez de zonas verdes y contaminación por RS de todo tipo (Londoño, 2014).

El río Fucha es uno de los cuatro ríos que atraviesan la capital colombiana de oriente a occidente, tiene una longitud total de cerca de 16 km, nace en la Cordillera de los Andes, en el páramo de Cruz Verde, y hace parte de la cuenca del río Bogotá que desemboca en el río Magdalena, canal de comunicación de sur a norte del país. El río Fucha se extiende de oriente a occidente de manera directa sobre cinco localidades, a saber: San Cristóbal #4, Antonio Nariño #15, Puente Aranda #16, Fontibón #8 y Kennedy #9.

Los ríos de la ciudad, con el objeto de medir su calidad del agua, se han dividido para su estudio en cuatro tramos,

como lo establece la Resolución 5737 de 2008 de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA); el presente estudio comprende el tramo 2 del río Fucha, que abarca dos localidades: un 90% pertenece a Antonio Nariño #15, con los barrios: Ciudad Jardín y Restrepo, y un 10% pertenece a Puente Aranda #16 con el barrio Ciudad Montes.

En la localidad de Antonio Nariño #15 predomina la vocación residencial, seguido de la dotacional con centros comerciales, 2 plazas de mercado y el Cementerio del Sur (SDP, 2015). En la localidad de Puente Aranda #16 predomina la zona industrial, además se presenta invasión en la ronda del río y la ZMPA del río Fucha por parte de industrias y parqueaderos (SDP, 2015).

El tramo 2 del río Fucha tiene una longitud de algo más de 4.5 km, con un área de influencia directa de cerca de 0.3 km², teniendo en cuenta el concepto de la Sentencia T-666/02 de 2009 (Corte Constitucional, 2009), en relación con la ronda hidráulica de 30 metros a cada costado del cuerpo de agua.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio fue ejecutado teniendo en cuenta cinco pasos secuenciales que se describen a continuación:

2.1 Se realizó la identificación de los actores institucionales con presencia en la zona de estudio que generan información relacionada con el manejo de RS sobre la ribera del río Fucha y su correspondencia con la realidad del territorio. Se verificó la veracidad de la información asistiendo a los espacios de participación como reuniones de JAC de los barrios Caracas y Ciudad Jardín del Sur de la localidad # 15, reuniones de la CAL en las localidades # 15 y # 16 y mesas de trabajo ciudadana de la contraloría de Bogotá en la localidad #15.

2.2 Se realizaron seis recorridos en la ribera del río Fucha en diferentes épocas del año, para identificar las dinámicas en la generación y movilización de los RS en la zona de

estudio, dejando evidencia de estos, a través del registro fotográfico y georreferenciación. El primer recorrido se realizó en el segundo semestre del año 2017, los días 3 y 14 de agosto y el 12 de noviembre. En el año 2018, se ejecutaron los días 21 de abril, 5 de mayo y 14 de junio, en el último recorrido se incluyó el tramo 1 del río Fucha, permitiendo una visión de la gestión de los RS desde el nacimiento del río.

2.3 Se realizaron 43 encuestas cerradas, para un nivel de confianza del 85%, teniendo en cuenta la población total de las localidades y la delimitación de la ronda hidráulica del río Fucha de 30 metros a cada margen del río, según lo planteado en la Sentencia T-666/02 de 2009; se procedió al análisis de los resultados, por medio de la herramienta Microsoft Excel 2010. La ficha técnica de la encuesta se evidencia en la tabla 1.

►Tabla 1

Ficha técnica. Encuesta a la comunidad residencial

Ámbito y universo	30 metros de ronda hidráulica del río Fucha (Sentencia T-666/02 de 2009)	
*Tamaño de la muestra	Antonio Nariño. Superficie: 488000m ² ; Población: 109199 habitantes Puente Aranda. Superficie: 1.731.000m ² . Población: 218555 habitantes	Muestra sugerida: 23 habitantes Nivel de confianza: 85% Margen de error: 15%
Método de muestreo	Muestreo aleatorio simple: General, en zonas de alta aceptación de procesos sociales, como reuniones (CAL, JAC, JAL, Contraloría de Bogotá) y eventos de participación comunitaria, en parques y zonas comunales.	
Tipo de muestreo	Probabilístico por conveniencia No hubo forma exacta de seleccionar a los elementos que fueron parte de la muestra y la participación del encuestado fue voluntaria por medio de cuestionarios físicos.	
Recogida de la información	Encuesta física en sitios de reunión o aglomeración	
Encuesta	Se formuló una primera encuesta con 21 preguntas, de las cuales se replantearon 4 y se agregó 1 pregunta más, para un total de 23 preguntas en la segunda sesión.	
Encuestadores	Estudiante de ingeniería ambiental y docentes de la UNAD - ECAPMA	
Fechas de realización	Primera sesión: 21 de junio de 2018 - JAC Ciudad Jardín en el marco de la reunión Taller de agricultura urbana con apoyo del Jardín Botánico de Bogotá Segunda sesión: 22 de septiembre de 2018 - evento "Festival de la participación y los derechos humanos" desarrollado por la alcaldía local de Antonio Nariño.	
Organización responsable de los trabajos	Universidad Nacional Abierta ya Distancia -UNAD	
Objetivo	Conocer la percepción de las personas frente a la gestión de residuos sólidos en la localidad donde residen.	

*=Este resultado se obtiene por medio de la página oficial del Comité de Ética de AEDEMO (2013). Fuente: Autoras



2.4 Se realizaron dos entrevistas mixtas a los gestores ambientales de cada una de las localidades #15 y #16, con el objetivo de conocer las actividades encaminadas a la recuperación del Río Fucha y la identificación de las principales problemáticas que influyen sobre la gestión de RS en el territorio. Las preguntas preestablecidas fueron: ¿Dentro de las priorizaciones ambientales de la localidad, han visto que los residuos sólidos son una problemática?, ¿Se ha identificado que el río Fucha sea un punto clave en la problemática de manejo de residuos de la localidad?, ¿Qué actores han identificado y cómo han trabajado con ellos, frente a la problemática de residuos sólidos y en torno al río Fucha? ¿Han trabajado con alguna universidad?, ¿Qué esperan de los actores educativos involucrados en este tema, qué actividades o proyectos a futuro pueden realizar en conjunto con ellos?, ¿Dentro del trabajo con los actores han existido quejas o reclamos por parte de la comunidad con respecto a la cantidad de residuos sólidos mal dispuestos en la ronda del río? ¿Se han propuesto o ideado soluciones en conjunto? ¿Las ha puesto en marcha?, ¿Qué tipo de actividades se han efectuado desde la alcaldía, para dar solución o mitigar la problemática de los residuos sólidos en la ronda del río?, ¿Han realizado estudios para focalizar, cuantificar y especificar puntos críticos de mala dis-

posición de residuos sólidos en el río?, ¿Con estas actividades han determinado cuál es la percepción de la población urbana, de la localidad, sobre la gestión de residuos sólidos en este tramo? Y ¿Cómo podrían aportar los estudiantes de la UNAD para realizar proyectos en conjunto con la secretaría local ambiental, para mejorar la gestión de residuos en el río?

La primera entrevista se realizó a Eder Campaz, gestor ambiental de la localidad #15, el día 17 de octubre de 2018. La segunda entrevista se cumplió con Mauricio García, el gestor ambiental de la localidad #16, el día 6 de noviembre de 2018. Al finalizar cada entrevista, se les solicitó a los gestores ambientales que firmen un consentimiento, en el que autorizan que la información recolectada por medio de la grabación de voz se pueda utilizar en el presente proyecto.

Se identificaron los puntos críticos (PC) de disposición inadecuada de RS sobre la ribera del río Fucha, teniendo en cuenta cuatro aspectos: los recorridos realizados (año 2017, 3 y 14 de agosto y 12 de noviembre. Año 2018 21 de abril, 5 de mayo y 14 de junio), los informes de las alcaldías locales, los comentarios de la ciudadanía recolectados a través de las encuestas realizadas y la asistencia sistemática a eventos institucionales (CAL, JAC, JAL, Contraloría de Bogotá) y las entrevistas realizadas a los gestores ambientales de las localidades #15 y #16. Una vez terminada la identificación, se procedió a georreferenciar

cada uno de los PC por medio del software Google Earth Pro.

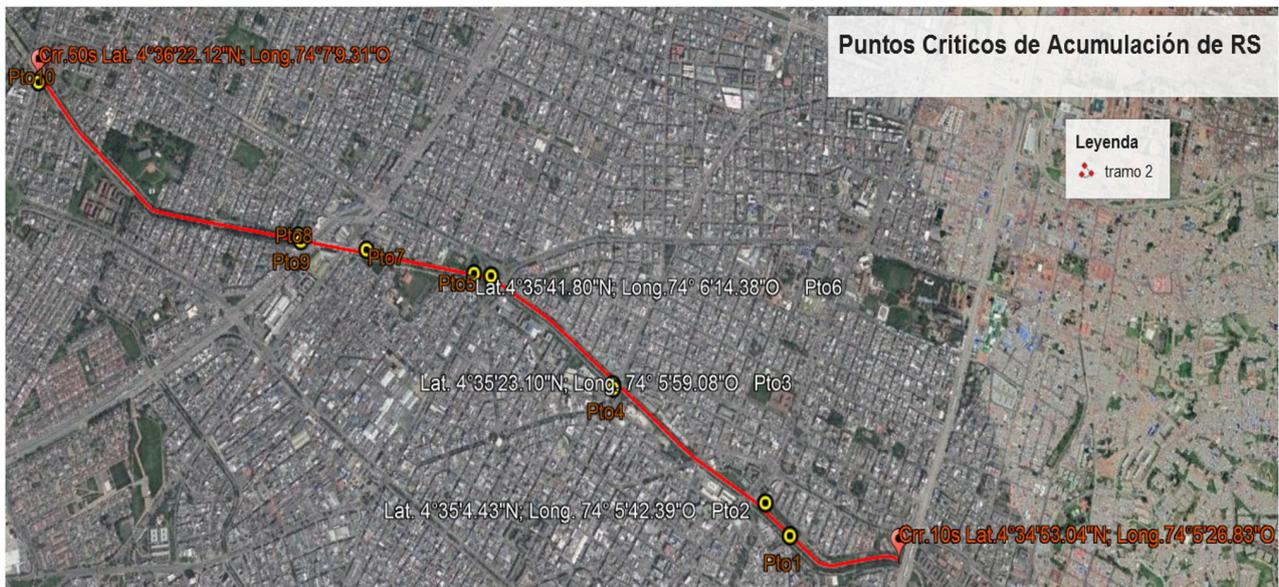
De la participación en los espacios de interacción entre la comunidad y las autoridades territoriales y los documentos revisados, los actores institucionales, educativos y comunitarios activos, identificados son: la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá - E.S.P. (EAAB), la Contraloría de Bogotá y el Comité local de control social en la localidad # 15, la empresa de aseo Limpieza Metropolitana S.A. E.S.P. (LIME), la Secretaria Distrital de Intervención Social (SDIS), la JAL (lo-

calidad # 15), la JAC (barrios Caracas y Ciudad Jardín del Sur), la Institución Educativa Distrital Atanasio Girardot, la CAL en las localidades #15 y #16.

En los seis recorridos realizados se identificaron 10 PC, en los que en repetidas ocasiones se encontró la acumulación de RS, espacios como el parque zonal de Ciudad Jardín (PC 1), los espacios de ciclo ruta (PC 3), la glorieta vehicular del Restrepo (PC 5) y las bahías del canal del río Fucha (PC 2, PC4 y PC7) (véase la figura 1). La totalidad de los PC se relacionan en la tabla 2.

Figura 1

Georreferenciación de PC de generación de RS



Fuente: Modificado de Google Earth Pro, 2018.

► Tabla 2

Puntos críticos de disposición inadecuada de residuos sólidos

Punto	Localidad	Ubicación	Descripción de los Residuos Sólidos (RS)	Fecha re-corrido
1	Antonio Nariño	Calle 12 A sur entre carrera 12 A y 12 B. Cauce del río. En las mallas de las losas de concreto puestas para la canalización del río.	RS domiciliarios inorgánicos, telas (ropa), plásticos tipo PET y bolsas no biodegradables.	12 - nov - 2017
2		Calle 12 A sur con carrera 13. Ribera del río. Bahía para la limpieza y mantenimiento del río.	RS: plásticos de gran grosor y longitud. Residuos especiales (RE): maderas, llantas;	05 - mayo - 2018
3		Calle. 12 B sur con carrera 21. Ronda del río. Ciclo ruta sin terminar.	RS peligrosos: luminarias; RE: llantas, madera y residuos de construcción y demolición (RCD).	21- abr - 2018
4		Calle 12 B sur con carrera 21. Ribera del río. Bahía para la limpieza y mantenimiento del río.	RS peligroso: tarros de pinturas y luminarias; RE: maderas y muebles.	14 - junio 2018
5		Ronda del río con carrera 27. Ronda del río. Glorieta vehicular.	Plásticos, poliestireno expandido y llantas (proviene de los talleres mecánicos del sector).	3 y 14 - ago. - 2017
6		Cauce del río con carrera 27. Cauce del río. Base de columna del puente vehicular.	RS tipo domiciliario divididos en: RE: colchones y maderas. RS inorgánicos: plásticos no reciclables, textiles (ropa), poli sombras y lonas.	14-junio 2018
Punto	Localidad	Ubicación	Descripción de los Residuos Sólidos (RS)	Fecha re-corrido
7	Puente Aranda	Diagonal 10 sur con avenida carrera 30 (NQS). Ribera del río. Bahía para la limpieza y mantenimiento del río.	RS domiciliarios inorgánicos: textiles, plásticos tipo PET, poliestireno expandido, bolsas plásticas.	14-junio 2018
8		Diagonal. 16 sur con avenida carrera 30 (NQS). Cauce del río. Columna del puente vehicular.	RS domiciliario, RE: colchones, plásticos grandes y gruesos, poliestireno expandido, latas.	14-junio 2018
9		Diagonal 16 con carrera 32 A. Ronda del río.	RS mixtos (orgánicos e inorgánicos) y RCD.	14-junio 2018
10		Diagonal 16 sur con avenida carrera 50. Cauce del río. Base de columna del puente vehicular.	RS: plásticos (bolsas grandes y pequeñas, botellas, envases, tejas), cartones y textiles. RE: maderas	14-junio 2018

La realización de las encuestas y las entrevistas permitieron conocer la percepción y el contexto de los habitantes circundante al tramo 2 del río Fucha y las autoridades locales, los temas relevantes para el presente estudio se plasman de manera resumida en la tabla 3.

De manera sucinta, la población encuestada que se encuentra ubicada en cercanías de la ronda hídrica del tramo 2 del río Fucha se dedican a ser amas de casa (43%), seguidos de profesionales (10%). Se evidencia que gran parte de la población está familiarizada con la

buena gestión de los residuos sólidos y trata de ser parte del cambio de conciencia frente a la separación adecuada de residuos sólidos en la fuente (67%), pues conocen la política de separación de basuras (76%), y la ponen en práctica al entregar sus residuos separados: los orgánicos, los reciclables y no reciclables, por aparte (76%). La población se interesa por conocer la diferencia entre los residuos orgánicos e inorgánicos (81%), pero sólo el 67% manifiesta que los separa adecuadamente.

► Tabla 3

Resultados representativos de las encuestas y entrevistas realizadas

Encuestas Cerradas			Entrevistas Mixtas
Preguntas	si	no	Respuesta
¿Separa los RS de su hogar?	91%	9%	
¿Saca los RS en el horario estipulado?	83%	17%	"la comunidad sólo nos informa de las problemáticas ambientales que persisten en el canal río Fucha, pero no se ve que efectúen acciones concretas para solucionarlas" (Campaz, E.; CAL Antonio Nariño).
¿Participaría en campañas de sensibilización?	78%	22%	
¿Ha participado en campañas sobre RS o del río?	0%	100%	
¿Ha observado a ciudadanos habitantes de calle (CHC) arrojar basuras en el río?	60%	40%	"Llegan los CHC a organizar sus resguardos improvisados, y con ello, trasladan y arrojan todo tipo de residuos, en la ronda y cauce del río" (Campaz, E.; CAL Antonio Nariño).
¿Entrega residuos especiales (RE) a los carreteros?	31%	69%	"Muchos ciudadanos del sector aún prefieren pagarles a los carreteros, para que estos, se deshagan de los RE... Pero el problema es que estas personas arrojan estos residuos en la ribera del río" (Campaz, E.; CAL Puente Aranda).
¿Conoce usted la línea para contactarse con empresas que recolectan RE?	62%	38%	

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recorridos realizados y la participación en los eventos institucionales evidencian una problemática sentida por la comunidad y las autoridades frente al manejo de los RS en la ribera del tramo 2 del río Fucha, que se acentúa por dinámicas de apropiación del espacio público alrededor del río y la presencia de ciudadano habitante de calle (CHC); de manera que se deteriora la imagen del río como fuente de vida, para convertirse en un sitio inseguro al que es preferible no acercarse.

Con los recorridos se corroboró que en el tramo 1 donde nace el río, atraviesa la reserva natural Los Delirios y la localidad San Cristóbal #4; localidad con cerca del 30% de área rural, y el río no presenta canalización, no tiene contacto con sectores comerciales o industriales, y hacen presencia organizaciones sociales como la Corporación Vida del río Fucha – CORVIF, no se evidencian puntos críticos de acumulación de RS y se siente la apropiación del espacio público, las zonas verdes y un respeto por el cuerpo de agua.

Por su parte, la presencia de RS en el canal y ribera del río Fucha en el tramo 2 es una realidad evidenciable en todos los recorridos realizados; se pudo establecer que los RS provienen de la comunidad aledaña, y llegan a la ribe-

ra del cuerpo de agua con la ayuda del CHC y los carreteros informales, como lo corrobora la Alcaldía Local de Puente Aranda (2012):

La presencia de residuos sólidos en el canal se evidencia en todo su lecho y área de ronda, acumulación de residuos en las bases de los diferentes puentes vehiculares (pp.11-13).

Es evidente también que la acumulación de RS y la afluencia de CHC se presenta en el sector comercial del barrio Restrepo (PC#3) y la zona residencial comprendida entre la Carrera 21 y 27 (PC #4 y #5). Uno de los actores más activos, la Alcaldía Local de Antonio Nariño, en sus actividades de recuperación del espacio público realiza el desalojo del CHC cada viernes sobre la ribera del río Fucha con Carrera 27 (PC #6), procedimiento que no genera resultados a largo plazo, ya que estos espacios vuelven a ser ocupados prontamente. Esta actividad de recuperación del espacio público es aclamada por la comunidad a los entes gubernamentales, ya que se culpa la presencia del CHC con la presencia de PC de acumulación de RS, acciones de inseguridad, y la venta y consumo de sustancias psicoactivas.

Los PC encontrados son espacios públicos con uso inusual, como las bahías de entrada y salida de maquinaria pesada para el mantenimiento del canal, las bases de los puentes peatonales o vehiculares y los espacios de ciclovía, superficies que los CHC utilizan como refugios para asentarse y realizar la actividad de separación de residuos; pero también se ha evidenciado, que algunos residentes del sector depositan allí sus residuos sólidos especiales como RCD, maderas, muebles o encerres que no son recolectados por la empresa de aseo.

Al revisar los resultados de las encuestas realizadas se puede deducir que, si bien una parte de la comunidad encuestada realiza la segregación en la fuente de sus residuos (91%) y los saca en el horario estipulado (83%); este esfuerzo se pierde si los carros recolectores de la empresa de aseo no cumplen con el horario establecido y si no se realiza una recolección segregada; además, al presentarse la recolección en barrios residenciales en los que los residuos son sacados a la acera (48 % de los encuestados). Muchas personas si bien conocen el horario de recolección, sacan sus residuos con anterioridad; motivo por el que se le da espacio de acción al CHC que toma lo que necesita y el resto lo esparce en inmediaciones de las viviendas o en la ribera del río; esto lo confirma Eder Campaz, *“la comunidad, les entregan comida a los ciudadanos habitantes de calle y estos se van al río a consumirla... en muchas ocasiones el carro recolector no pasa en el horario es-*

tipulado, y esto genera que los Ciudadanos habitantes de calle se lleven las bolsas al río para cubrirse en la noche”.

Gran parte de la población (67%), se encuentra familiarizada con la gestión de los RS y trata de ser parte del cambio, con la separación adecuada en la fuente, además conoce la política de separación de basuras y la pone en práctica al entregar sus residuos separados (76%). También, hay una percepción positiva frente a la importancia y valor que genera el cumplimiento de la consigna de reducir, reutilizar, reciclar y recuperar (86%) y tienen presente que beneficia a poblaciones en condición de vulnerabilidad, como recicladores de oficio; puesto que, aumentan sus ingresos con la venta de los RS (81%).

A la hora de hablar de los residuos mal dispuestos sobre el río, no sólo los actores gubernamentales ven al CHC como la principal causa, la comunidad residencial encuestada ha observado al CHC arrojar basuras en la fuente hídrica (62%), adicional, todos consideran que los CHC son un atenuante en la concentración de RS en la ribera del río Fucha.

Si bien a la comunidad le incomoda esto, ninguno de los encuestados ha asistido a espacios de concientización, aunque argumentan que estarían dispuestos a participar (78 %), información que es ratificada en las entrevistas con los gestores ambientales que validan que la asistencia a las diferentes

actividades es muy baja o casi nula (Véase la tabla 3).

En relación a los residuos especiales (RE), los horarios y las condiciones de recolección que brinda la empresa de aseo LIME, no son viables para los residentes (31 %), pues deben disponer de tiempo en horarios laborales, por lo que el carretero informal se convierte en una opción a considerar, afectando directamente al río, como lo confirma Mauricio García (véase la tabla 3) y la comunidad, en las reuniones de la JAC, manifestó una apreciación desfavorable frente a la eficacia del servicio que presta la empresa LIME para disponer este tipo de residuos, ya que la empresa no les da un horario fijo de llegada y les exigen estar en sus viviendas en todo un día de espera.

La dinámica de los RS encontrados en la ribera del tramo 2 del Río Fucha va-

ría de un barrio a otro, siendo un factor indispensable la apropiación territorial por parte de la comunidad; lo que se validó al realizar el recorrido del tramo 1 del río (localidad de San Cristóbal), en donde se aprecia mayor aseo y orden, apropiación y cuidado por parte de los ciudadanos hacia el río y el espacio público; a pesar de que éste no se encuentre canalizado y las construcciones no cumplen con lo dictado en la Sentencia T-666/02 (Corte Constitucional, 2009).

Diferente a lo encontrado en el tramo 2 del río Fucha, en el que se vio un aumento de los RS mixtos mal dispuestos, un cumplimiento parcial de la Sentencia T-666/02 y la canalización del cuerpo de agua; por lo que, es preciso aclarar que los RS del tramo 2, son producidos en sus inmediaciones y no son arrastrados por la corriente del Río Fucha.

4. CONCLUSIONES

La población aledaña al tramo 2 del Río Fucha reconoce a los actores involucrados en el manejo del cuerpo hídrico (EAAAB, CAL #15 y #16, LIME, SDIS, JAL y JAC), pero al no establecerse una comunicación asertiva, multisectorial y propositiva entre las instituciones y la comunidad, para la coordinación y desarrollo de planes de acción efectivos que mitiguen la problemática de la gestión de residuos sólidos en el río Fucha; este problema persistirá.

Los puntos críticos de acumulación de residuos identificados predominan en bahías, columnas de puentes peatonales o vehiculares, espacios de ciclo ruta y la zona comercial del Restrepo, terrenos públicos sin uso activo que son aprovechados para la acumulación de

residuos. Las soluciones más allá de campañas de limpieza y de recuperación del espacio público, deben ir encaminadas a concientizar a la población de la apropiación de su territorio y de la visión de río como fuente de vida y no de canal para depositar residuos y verter aguas residuales.

Es pertinente que se fortalezcan los procesos participativos comunitarios, y así los actores institucionales entren con mayor ahínco a las discusiones de las problemáticas, para que, a través de procesos de investigación, se pueda vislumbrar y proponer alternativas apoyadas desde la academia, y lograr proponer sólidamente, planes de acción relacionados con el manejo de residuos, en los que esté claramente involucrada la comunidad.

5. REFERENCIAS

- Alcaldía Local de Antonio Nariño (a). (2017). *Antonio Nariño*. pp. (2-3). Bogotá, Colombia: Edición 1.
- Alcaldía Local de Antonio Nariño (b). (2017). *Antonio Nariño*. pp. (2-4). Bogotá, Colombia: Edición 2.
- Alcaldía Local de Antonio Nariño. (2014). *Revista de la JAL*. p. (5). Bogotá, Colombia.
- Alcaldía Local de Puente Aranda. (2012). *Plan Ambiental Local Puente Aranda 2013-2016*.
<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/2883174/PAL+Puente+Aranda+2013-2016.pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017). *Plan ambiental local de Antonio Nariño 2016-2020*. Pp. (40). Bogotá, Colombia.
- Corte Constitucional. (2009). *Sentencia T-666/02. Acción de Tutela Transitoria*. Ronda hidráulica y zona de manejo y preservación ambiental. Distrito Capital. Corte constitucional, Relatoría. <http://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2002/T-666-02.htm>
- Defensoría del pueblo. (2015). *Informe defensorial No. 38. Disposición final de residuos sólidos en Bogotá*.
<http://www.defensoria.gov.co/attachment/129/Disposici%C3%B3n%20final%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20en%20Bogot%C3%A1..pdf>
- Google Earth Pro. (2018). Georreferenciación de puntos críticos.
- Londoño, A. E. (2014). *Integración urbana del Rio Fucha caso específico Tramo 1*. Tesis de Maestría. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. 349 pp.
- Plan de Desarrollo “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI” 2020-2024. Productos, Metas y Resultados– PMR. http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/planeacion/228_UAESP_INFORME_LOGROS_30_septiembre_2020_PDD_UNCSA.pdf



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Recibido: 30-06-2022

Aceptado: 18-07-2022

El nuevo contexto normativo de la cadena productiva de la Guadua/bambú en Colombia

The new regulatory context of the Guadua/bamboo production chain in Colombia

William Ignacio Montealegre Torres

Ingeniero Forestal, Especialista, Magister, Investigador
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - ECAPMA

Grupo de investigación INYUMACIZO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6868-2819>

William.montealegre@unad.edu.co

Nelly María Méndez Pedroza

Ingeniera Forestal, Especialista, Magister, Doctora en Desarrollo Sostenible, Investigadora

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - ECAPMA

Grupo de investigación INYUMACIZO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4219-0378>

nelly.mendez@unad.edu.co

Andrés Mauricio Munar

Ingeniero Ambiental, Magíster en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, Doctor en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - ECAPMA

Grupo de investigación: INYUMACIZO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2056-7234>

andres.munar@unad.edu.co

Citación: Montealegre-Torres, W.I., Méndez-Pedroza, N.M., Munar, A.M. (2022). El nuevo contexto normativo de la cadena productiva de la Guadua/bambú en Colombia. *Working Papers ECAPMA*, 6(1), 61 - 74.

<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5954>



RESUMEN

Contextualización. La guadua/bambú es una especie de la flora silvestre no maderable y un recurso altamente renovable que representa un valioso patrimonio natural y de servicios ecosistémicos.

Vacío de conocimiento. La expedición de la Ley 2206 del 17 de mayo de 2022 *“por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional”*, tiene como objeto, la adopción de un marco de política que incentive el uso productivo de la guadua y bambú en los diferentes sectores de la economía (*p.ej.* industria, construcción, agroindustria, turismo). Sin embargo, el alcance de la Ley y el marco normativo de la cadena productiva de la guadua/bambú en Colombia en los contextos nacionales, regionales y locales, ha sido poco estudiado.

Propósito del estudio. El objetivo de esta investigación fue analizar el estado actual y el alcance de la normatividad en Colombia respecto al establecimiento y aprovechamiento de la guadua/bambú desde el nivel local, hasta los niveles regional y nacional.

Metodología. Se realizó una revisión bibliográfica sistemática de la Ley 2206 de 2022 y del marco normativo de la cadena productiva de la guadua/bambú en Colombia, a partir de un análisis detallado y los compromisos de las entidades públicas, privadas, ONGs, ciudadanía, instituciones educativas, entes territoriales para su aplicabilidad en el contexto nacional, regional y local.

Resultados y conclusiones. Los resultados revelan la importancia de la participación activa de la sociedad civil durante años en la formulación de la política, para dar a conocer las condiciones del establecimiento y aprovechamiento sostenible de la guadua/bambú en el territorio colombiano. Esta investigación nos lleva a evidenciar la falta de gestión y de reconocimiento por parte del estado colombiano en cuanto a las facultades agroforestales de la guadua/bambú para dinamizar un desarrollo económico, social y ambientalmente sostenible.

Palabras clave: Bambú; cambio climático; guadua; marco normativo.



ABSTRACT

Contextualization: Guadua/bamboo is a non-timber wild flora species and a highly renewable resource that represents a valuable natural heritage and ecosystem services.

Knowledge gap: The issuance of Law 2206 of May 17, 2022 “whereby the productive use of bamboo and bamboo and its environmental sustainability in the national territory is encouraged”, aims to adopt a policy framework that encourages the productive use of bamboo and bamboo in different sectors of the economy (e.g., industry, construction, agribusiness, tourism). However, the scope of the law and the regulatory framework of the Guadua/bamboo production chain in Colombia in the national, regional and local contexts has been little studied.

Purpose: The objective of this study was to analyze the current status and scope of regulations in Colombia regarding the establishment and use of guadua/bamboo from the local level to the regional and national levels

Methodology: A systematic bibliographic review of Law 2206 of 2022 and

the regulatory framework of the Guadua/bamboo production chain in Colombia was carried out, based on a detailed analysis and the commitments of public and private entities, NGOs, citizens, educational institutions, and territorial entities for its applicability in the national, regional and local context.

Results and conclusions: The results reveal the importance of the active participation of the civil society for years in the formulation of the policy, to make known the conditions for the establishment and sustainable use of guadua/bamboo in the Colombian territory. This research leads us to evidence the lack of management and recognition by the Colombian state regarding the agroforestry faculties of guadua/bamboo to stimulate an economic, social and environmentally sustainable development.

Keywords: Bamboo; climate change; guadua; regulatory framework;

INTRODUCCIÓN

El bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), es un género de plantas de la subfamilia del bambú, de la familia Poaceae, donde se encuentra la guadua; que es una especie bambú clasificada como una de las especies de flora silvestre no maderable (Becerra y Sena, 2017).

De acuerdo con la organización mundial del bambú (INBAR), en el mundo son reconocidos 10000 productos basados en bambú, de los cuales, tan sólo 150 son reconocidos en Colombia (Añazco, 2013). Esto permite visualizar nuevas oportunidades para el sector, dando cumplimiento a los objetivos del desarrollo sostenible establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y minimizando los efectos del cambio climático. Es de anotar que el bambú, presenta características físicas y mecánicas particulares, y sus bondades sociales, culturales, económicas, así como los servicios ecosistémicos ofrecidos, destacan su alta importancia.

El año 2021, ha sido definitivo en el aporte normativo para el desarrollo de la cadena productiva de la guadua en Colombia. En enero, el Ministerio de agricultura y desarrollo Rural (MADR), reconoce la organización de la cadena nacional de la guadua / bambú y su agroindustria. En junio 24,

mediante el Decreto 690, se reglamenta lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y en diciembre, el congreso de la república aprueba la Ley de la guadua y el bambú.

Con la entrada en vigencia de la Ley 2206 del 17 de mayo de 2022, *“Por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional”*, se hace necesario realizar un análisis normativo en el nuevo contexto, como la adopción de esta política en las decisiones de las administradoras de los recursos naturales renovables en las regiones, las Corporaciones autónomas regionales (CARs), las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CADs) y su reglamentación en cada uno de los ministerios adscritos.

El desarrollo de esta política nacional en los territorios, permitirá el avance significativo hacia la consolidación de la cadena productiva de la guadua/bambú desde lo local a lo global, con la participación activa de la sociedad en su conjunto, y el reconocimiento de esta especie como una alternativa en muchos sectores de la economía, que cumple con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en

tiempos de exigencia para mitigar los efectos del cambio climático.

El objetivo de esta investigación fue analizar en detalle, los alcances de la adopción del marco normativo de la cadena productiva de la Guadua/bambú en Colombia y los compromisos adquiridos por los dignatarios de la Ley

2206 de 2022, para su implementación y puesta en marcha, desde lo local a lo regional y nacional, dada su importancia en la sostenibilidad ambiental y sus servicios ecosistémicos, y su importante aporte en la mitigación de los efectos del cambio climático.

METODOLOGÍA

La presente revisión sistemática se construyó a partir de un análisis normativo de la cadena productiva de la guadua/bambú en Colombia, incluyendo los compromisos de las entidades públicas, privadas, ONGs, ciudadanía, instituciones educativas y entes territoriales. En este sentido, fueron analizados los alcances de la adopción del marco normativo y los compromisos adquiridos para su implementación

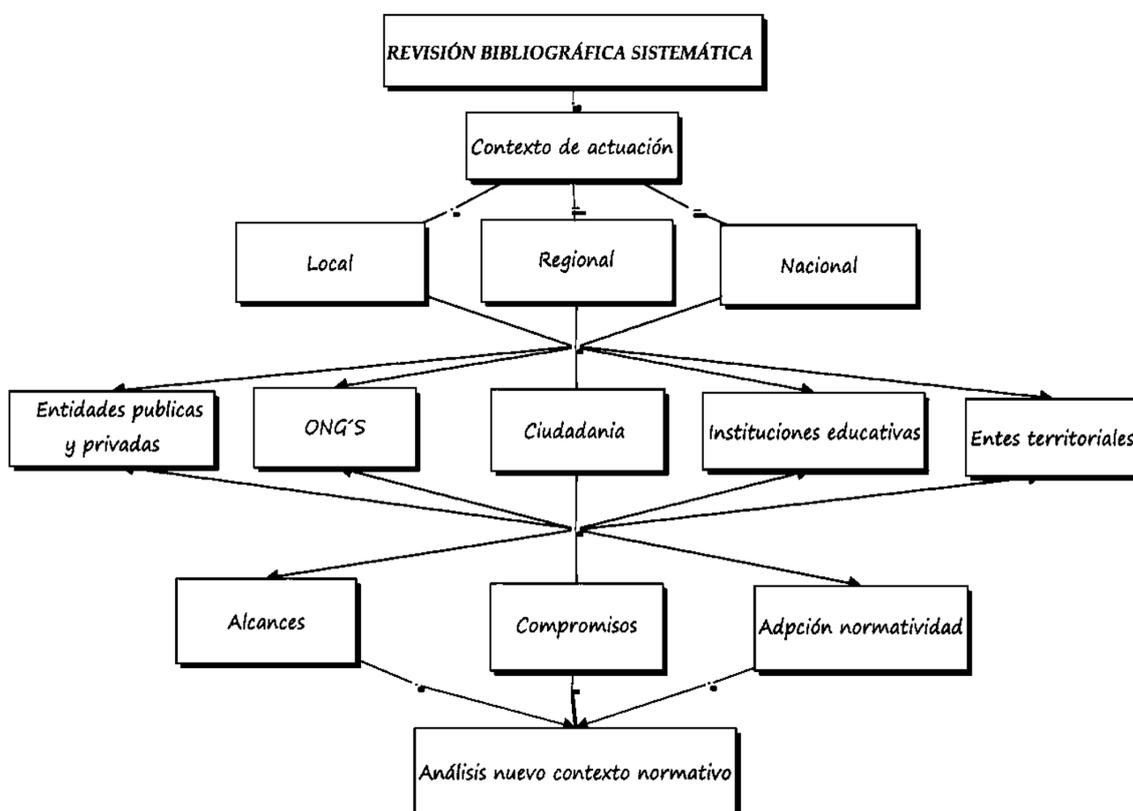
y puesta en marcha, desde el contexto local, regional y nacional.

Materiales y métodos

En la figura 1, se presenta el diagrama de flujo de la revisión bibliográfica sistemática realizada, a partir del marco normativo de la cadena productiva de la guadua/bambú en Colombia, incluyendo la Ley 2206 de 2022.

Figura 1

Diagrama de flujo empleado para la revisión, análisis y evaluación de los alcances de la Ley 2206 de 2022 desde el contexto nacional, regional y local.



Fuente: autores

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Ley 2206 del 17 de mayo de 2022, presenta 4 títulos, 23 artículos

El primer título establece las disposiciones generales, el objeto y los objetivos específicos, entre ellos: *“estimular la producción de la guadua y bambú como un nuevo renglón económico del país, incentivando los diferentes eslabones de la cadena productiva”*. El reto es aparecer, como cadena productiva, en el aporte al producto interno bruto en el menor tiempo posible, y ello implica implementar el plan prospectivo y estratégico formulado para consolidar la cadena productiva, desde lo local a lo global, con el reconocimiento de cada uno de los eslabones productivos que inicialmente se han creado.

El reglamento interno del comité de la cadena productiva de la guadua / bambú y su agroindustria del departamento del Huila, establece: *i)* silvicultura (propagación, mantenimiento, labores culturales, servicios ambientales, ecoturismo); *ii)* producción/aprovechamiento; *iii)* transformación (plantas de preservación/secado, construcción, artesanías, industrias de tableros, pisos y otros productos con valor agregado); *iv)* comercialización; *v)* servicios de apoyo (representantes de entidades públicas y privadas; organismos de cooperación de la cadena; academia;

entidades de investigación y de financiamiento; ONGs).

Parágrafo 1. Para los efectos previstos en este Reglamento de Organización de Cadena, el término producción, se refiere a la planeación, desarrollo y ejecución de actividades de la totalidad de los eslabones o segmentos de la cadena productiva de la guadua/bambú y su agroindustria.

En este contexto, se promueve el manejo sostenible de la guadua como lo establece el comité de la guadua Huila (COMGUADUAH), es el aprovechamiento de la guadua de acuerdo con los planes de aprovechamiento formulados, el gradual habla y ordena su aprovechamiento de la guadua madura en proporciones establecidas en la Ley, hasta del 35%, para mantener su equilibrio. Por tanto, es indispensable dar a conocer a los campesinos que poseen guadua, la Resolución 1740 del 24 de octubre de 2016, que establece los lineamientos generales para su aprovechamiento y manejo, especialmente para los guadales naturales establecidos para protección y protección producción categorías 1 y 2, en áreas menores y mayores a una hectárea.

Por otro lado, para estimular las plantaciones comerciales de guadua, es necesario garantizar la rentabilidad y la



comercialización, en un renglón económico naciente. Este es el gran reto de la Ley. Desde las secretarías de agricultura de los departamentos se debe fomentar y consolidar los comités departamentales o regionales de guadua/bambú, por eslabones. Capacitarlos y empoderarlos de la necesidad de trabajo en equipo, de dar a conocer las bondades de este recurso natural e impulsar los desarrollos en sistemas productivos.

Por eso, el objetivo específico 4 de la Ley 2206, ordena: *“incentivar la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación de productos y subproductos de guadua y bambú, la normalización técnica, la estandarización y la capacitación, para un mejor manejo sostenible, transformación y comercialización, y su contribución a la generación de empleos e ingresos agropecuarios y mejor calidad de vida de la población”*. Amerita este objetivo, el llamado a los Centros de Investigación y al Ministerio de la Ciencia, Tecnología e Innovación Minciencias.

Un avance se presenta con la Unidad Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), que avanza hacia la zonificación para identificar las áreas aptas para el establecimiento de guaduales y bambusales categoría 3 dentro de la frontera agrícola. Otro aspecto importante es reconocer la Ley, la importancia y trascendencia de la guadua en el paisaje natural, el paisaje rural, el paisaje cultural cafetero, y de otras zonas con usos ancestrales, que son parte del patrimonio intangible de los colombia-

nos, inspirador de canciones, mitos, cuentos, libros, artesanías, usos.

Un último objetivo específico fundamental de la Ley 2206 es impulsar el desarrollo empresarial en los múltiples usos (más de 10 mil usos empresariales de la guadua y el bambú) y hace énfasis en la construcción, la industria, la agroindustria, dejando abierto el panorama a la innovación, el desarrollo tecnológico y la ciencia.

El título II, presenta la política de conservación, aprovechamiento y uso, 9 artículos, por medio del cual se clasifican los guaduales y bambusales en tres categorías, la primera dentro de áreas protectoras, la segunda plantados con carácter protector o protector productor, y una tercera plantados con carácter productor. El párrafo establece que todos los guaduales pueden ser aprovechados con fines comerciales, de acuerdo al plan de aprovechamiento y la evaluación técnica que garantice su sostenibilidad ambiental.

Este título establece la obligatoriedad del registro ante la autoridad competente, de acuerdo a la categoría de los guaduales y la articulación con el sistema de información ambiental de Colombia (SIAC), para la generación de información geográfica, su trazabilidad de los productos obtenidos, entre otras consideraciones aplicables al recurso natural y su dispersión en todo el país. Así mismo, ordena a la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) la zonificación, para identifi-

car las zonas aptas para su establecimiento dentro de la frontera agrícola y establece los costos de las visitas de verificación y seguimiento, en los términos de la Resolución 1280 de 2010 para plantaciones.

La Ley 2206 también insta a las autoridades ambientales, entre ellas al Ministerio Ambiente, Ministerio Agricultura, CARs y municipios, a definir la política de incentivos para este sector, en insertarlo definitivamente en la economía, desde la familiar a lo global como elemento clave en la diversificación agropecuaria y agroindustrial. Un llamado a la industrialización de la guadua, desde el gobierno. En este contexto, desde lo local, en el plan prospectivo y estratégico se ha formulado el principio, que, si no se industrializa, no hay negocio y permite y ordena incluir el aprovechamiento de la guadua y el bambú con fines comerciales en el pago por servicios ambientales (PSA) y como alternativa para la sustitución de cultivos ilícitos. Respecto a la movilización de los productos, no cambia lo actual. Para categorías 1 y 2, lo dispuesto en la Resolución 1909 de 2017 y los de categoría 3, salvoconducto único nacional expedido por el ICA.

La Ley 2206 ordena a la Dirección de impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), reglamentar lo relacionado con las partidas arancelarias y demás requisitos necesarios para la importación de maquinaria, para los procesos de transformación y dar valor agregado y mejorar la competitividad. Así

mismo, ordena a las instituciones financieras, incluir en sus planes de crédito y fomento, los proyectos relacionados con cada uno de los eslabones de la cadena productiva de la guadua. Por tanto, es trascendental llevar a Ley, la conformación de núcleos productivos con el agravante de excluir los guadales tipo 1, es decir, aquellos que no han sido plantados, que existen espontáneamente.

Es también fundamental, el reconocimiento y la protección exhibida en la Ley, para el paisaje cultural cafetero (PCC) y en zonas con usos ancestrales, como el respeto a las tradiciones, en un país que se ha hecho a partir de la guadua, para recuperar los saberes ancestrales, el conocimiento sobre su manejo y uso en la arquitectura rural y urbana y en la prestación de los servicios ecosistémicos, a promover en las líneas educativas de los diferentes planes de desarrollo y en el sector educativo y ordena a los ministerios de cultura, en coordinación con el de vivienda, ciudad y territorio (MVCD), a definir los lineamientos de fomento a la arquitectura y sistemas tradicionales de construcción con guadua.

El título IV, se refiere a la política ambiental, educativa y cultural, con especial énfasis en la protección de cuencas y microcuencas y recuperación de laderas y suelos degradados, como un llamado al reconocimiento y empoderamiento de las condiciones naturales de la guadua y sus servicios ecosistémicos, que necesariamente deben pasar por



la comunicación y su publicidad. Este título da a conocer las bondades de la guadua y sus servicios ecosistémicos y ordena al Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible, a las CARs, ONGs y demás interesados, la elaboración de contenidos y materiales didácticos temáticos, para uso de los entes territoriales. Expresa la Ley: *“Las autoridades ambientales o quienes sean delegados por estas, capacitarán a las entidades territoriales y usuarios, en el manejo, establecimiento y uso sostenible de guaduales y bambusales naturales y plantados; así como en los servicios ecosistémicos que prestan.”*. Se ordena al SENA incluirla en sus planes de formación y certificación y a los entes territoriales, las instituciones educativas rurales donde tiene presencia e incluirla en los proyectos educativos institucionales (PEI). Ordena la Ley, el trabajo y organización interinstitucional para proyectar el avance en la consolidación de la cadena productiva de la guadua/bambú.

Ordena la Ley, el trabajo interinstitucional de los Ministerios de Cultura, Comercio Industria y Turismo; Vivienda, Ciudad y Territorio, definir los lineamientos de fomento del desarrollo y uso industrial de la guadua y bambú en la construcción de vivienda, infraestructura, mobiliario, fabricación industrial de elementos utilitarios y fomento a la bioingeniería y establece que por lo menos el 30% de las nuevas construcciones para viviendas rurales que hagan parte de los programas de gobierno y que se realicen dentro del te-

rritorio que conforma el paisaje rural y urbano colombiano, el paisaje cultural cafetero de Colombia, deberán ser en guadua y/o bambú, dando prioridad a los productos nacionales; conforme a las normas técnicas colombianas.” Con gran debate en el congreso y aprobado, con el reconocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de este producto natural renovable.

El Artículo 18. Implementación de políticas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que fomenten el uso de la guadua y bambú, insta a Minciencias a: *“promover semilleros de investigación en colegios y universidades que genere emprendimiento innovador y apropiación de los valores y atributos de la guadua como generador de empleo y desarrollo rural, y de los valores y servicios ambientales asociados al manejo sostenible que permita que estas y las nuevas generaciones puedan seguir disfrutando de la belleza escénica del paisaje”*.

La Ley también ordena a los Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación, de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de Agricultura y Desarrollo Rural: *“crear o fomentar Centros de Investigación de desarrollo tecnológico e innovación de excelencia para la generación y difusión de conocimiento, desarrollo, apropiación y transferencia de tecnologías, con el objeto de fortalecer el desarrollo productivo, aumentar la competitividad, consolidar la cadena de valor sostenible y potenciar el talento humano en los temas de guadua y bambú.”*, con el apoyo de los Institutos de Investigación y de In-

investigación e información ambiental y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), en articulación interinstitucional. El apoyo al centro nacional para el estudio de la guadua y el bambú, recibe el apoyo y financiamiento del gobierno nacional para su fortalecimiento.

Finalmente, la Ley ordena a los ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), de Ambiente y Desarrollo

Sostenible (MADS), Industria, Comercio y Turismo (MINCIT), Vivienda, ciudad y Territorio (MVCT), diseñar e implementar la campaña nacional de difusión y comunicación sobre la guadua/bambú, excluyendo a los resguardos indígenas y territorios colectivos titulados o en trámite de constitución, en respeto a su autonomía.

CONCLUSIONES

El análisis normativo realizado en esta investigación resalta que la Ley 2206, autoriza asignar los recursos para la implementación y ejecución de lo establecido. Se requiere por parte de la ciudadanía, de las entidades públicas, privadas, priorizar ONGs signatarias, socializar los alcances de esta Ley, para su reglamentación y puesta en marcha.

Son signatarios, los ministerios de ambiente y desarrollo sostenible (MADS), Agricultura y desarrollo rural (MADR), de Comercio, Industria y Turismo (MinCit), de Cultura (Mincultura), de la ciencia, Tecnología e Innovación

(MinCiencias), de vivienda, ciudad y territorio (MinVivienda), Institutos de Investigación y de Investigación e información ambiental, la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Instituciones educativas, las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs) y de desarrollo Sostenible (CADS), entes territoriales, y la ciudadanía, en una labor interinstitucional e interdisciplinaria, que debe desplegarse a lo largo del territorio nacional, para hacer realidad, la consolidación de la cadena productiva de la guadua/bambú en Colombia.

REFERENCIAS

- Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (guadua angustifolia) al cambio climático*. Red Internacional del Bambú y Ratán INBAR. Quito, Ecuador. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas-Marinos/2.pdf>
- Becerra Bustamante, M. y Sena Medina Steffany, Y.C. (2017). *Caracterización del carbón vegetal a partir de bambú (Guadua Angustifolia Kuth) en dos estadios de madurez producido en un horno metálico*. [tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, Perú]. Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4281>
- Congreso de la república de Colombia (2022). Ley 2206 del 17 de mayo de 2022 por medio del cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional. Bogotá D.C. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202206%20DEL%2017%20DE%20MAYO%20DE%202022.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 1909 de 2017 por la cual se establece el Salvoconducto Único Nacional en Línea para la movilización de especímenes de la diversidad biológica. Bogotá D.C. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1909-de-2017/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). Resolución 1740 de 2016 por la cual se establecen lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1740-de-2016/>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Resolución 1280 de 2010 por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2115 smlv y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema método definido en el artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa. Bogotá D.C.

https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201280%20de%202010-Jul-07.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Decreto 690 del 24 de junio de 2021 por el cual se adiciona y modifica el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, del sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el manejo sostenible de la flora silvestre y los productos forestales no maderables, y se adoptan otras determinaciones. Bogotá D.C. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20690%20DEL%2024%20DE%20JUNIO%20DE%202021.pdf>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Recibido: 14-05-2022
Aceptado: 08-07-2022

Relación e interacción entre los sistemas de producción animal (SPA) y el ambiente

Interaction and relationship between the animal production systems (APS) and environment

Jorge Andrés Zambrano Navarrete,
Zootecnista, MsC Producción animal UNAL
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7886-1255>
Correo: jorge.zambrano@unad.edu.co

Citación: Zambrano-Navarrete, J.A. (2022).
Relación e interacción entre los sistemas de producción animal (SPA)
y el ambiente. *Working Papers ECAPMA*, 6(1), 75 - 90.
<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5817>



RESUMEN

Contextualización del tema: Los sistemas de producción animal (SPA), poseen una influencia directa sobre el ambiente a través de la generación de residuos líquidos y sólidos, la liberación de gases a la atmósfera, la demanda de recursos hídricos, la ampliación de la frontera agrícola y la afectación a la biodiversidad, entre otros. Por su parte, el ambiente es un factor determinante sobre las características de los SPA. La relación entre el ambiente y los SPA es dinámica y permanente.

Vacío de investigación: Se hace necesario reconocer con mayor detalle el impacto de los SPA sobre el ambiente, la influencia del ambiente sobre los SPA y la importancia de diseñar y establecer SPA sostenibles en zonas aptas para ello.

Propósito del estudio: Analizar a través de la revisión de fuentes documen-

tales, la relación que tienen los sistemas de producción animal (SPA) con el ambiente.

Metodología: Revisión de fuentes secundarias de información, de referentes actualizados sobre esta área del conocimiento y de alto impacto para la región.

Resultados y conclusiones: Se debe desarrollar la producción pecuaria desde un enfoque sostenible, teniendo en cuenta los efectos del cambio climático, procurando mitigar el impacto de la actividad pecuaria sobre el ambiente y teniendo en cuenta el efecto determinante del ambiente sobre las características de los SPA.

Palabras clave: Ambiente; cambio climático; impacto ambiental; mitigación del impacto ambiental; producción pecuaria; residuos agropecuarios.



ABSTRACT

Contextualization: Animal production systems (APS), have a direct influence on environment, through the generation of liquid and solid wastes, release of gases into the atmosphere, demand for hydric resources, expansion of the agriculture border and the impact on biodiversity, among others. On the other hand, the environment is a determining factor on the SPA characteristics. The relationship between the environment and SPA is dynamic and permanent.

Knowledge gap: Is necessary recognize in greater detail, APS impacts on the environment, the influence of environment on APS, and importance of design and establish sustainable APS in suitable areas.

Purpose: Analyse relationship between animal production systems (SPA) and

environment, through of documentary review sources.

Methodology: Review of secondary sources of information, of updated references on this area of knowledge and high regional impact.

Results and conclusions: Livestock production should be developed from a sustainable approach, considering the effects of climate change, seeking to mitigate the impact of livestock activity on the environment and considering the determining effect of the environment on APS characteristics.

Keywords: Agricultural waste; animal production; climate change; environment; environmental impact; environmental impact mitigation.

1. INTRODUCCIÓN

La producción animal (PA), ha sido constituida una actividad económica primaria importante para la provisión de proteína de alto valor, calidad e inocuidad. En las últimas décadas se han desarrollado técnicas y tecnologías que buscan el incremento de la productividad animal en el marco de la eficiencia, el bienestar animal y la sostenibilidad (Instituto de Ciencia Animal, 2011; Hume et al., 2011; Scollan et al., 2011)France.

El ambiente es un factor determinante de las características de los SPA, por lo tanto, exige del uso de razas, líneas o estirpes adaptadas a las condiciones biofísicas, así como del establecimiento de recursos alimenticios locales e incluso, instalaciones productivas adecuadas a las variables condiciones en nuestro país (Zambrano, 2021).

Estudios previos han mostrado la gran influencia de los SPA sobre el ambiente, principalmente a través de la generación de residuos líquidos y sólidos (heces, purines, material biológico y

subproductos), de la liberación de gases a la atmosfera (principalmente metano-CH₄, dióxido de carbono- CO₂ y óxido nitroso- N₂O), la demanda de recursos hídricos, la ampliación de la frontera agrícola y la afectación a la biodiversidad, entre otros (Zambrano, 2021).

En contraprestación, se han desarrollado técnicas agroecológicas para mitigar el impacto ambiental de la PA, dentro de las que se encuentra la implementación de sistemas silvopastoriles (Mirela, 2013; Instituto de Ciencia Animal, 2011), el enfoque sostenible de la PA, el bienestar animal, el bienestar de los trabajadores y la creación de áreas de reserva ambiental de los SPA (Broom et al., 2013). (ver figura 1).

Por lo anterior, el presente documento de trabajo, tiene por objetivo el analizar la relación e interacción que tienen los SPA con el ambiente y la forma en que se puede desarrollar la producción pecuaria desde un enfoque sostenible.

■ Figura 1

La relación e interacción entre el ambiente y los SPA es permanente



Fuente: autores

2. METODOLOGÍA

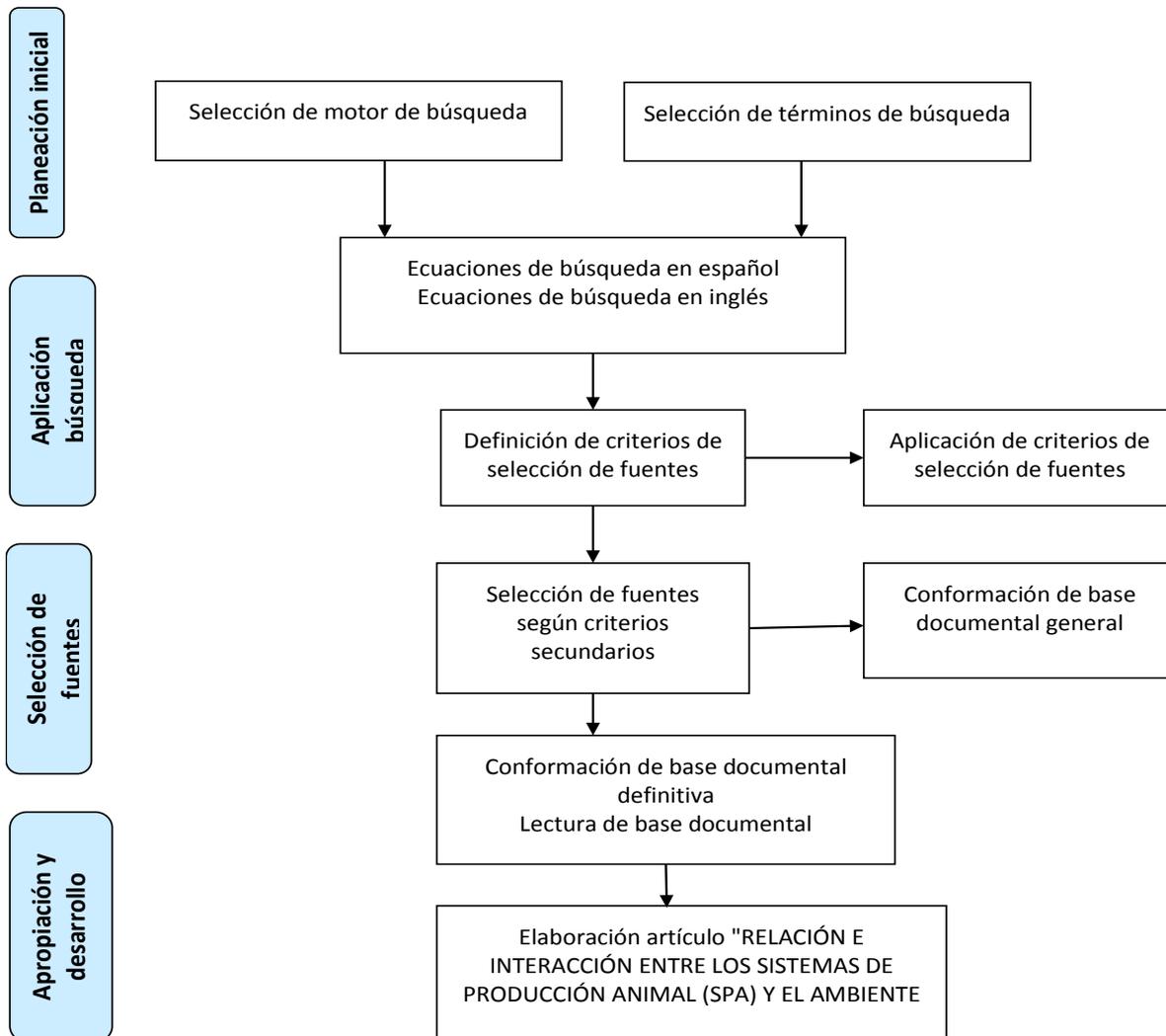
Para obtener información sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental de los SPA, la influencia del ambiente sobre los SPA, el impacto de los SPA sobre el ambiente, se realizó una búsqueda específica de fuentes secundarias de información a través del motor de búsqueda *Google Scholar*.

Se emplearon los siguientes términos clave en idiomas español e inglés y sus combinaciones para estructurar las siguientes ecuaciones booleanas de búsqueda: “Producción animal” y “ambiente” (“animal production” AND “environment”); “impacto ambiental” y “producción animal” (“environmental impact” AND “animal production”); “sostenibilidad ambiental” y “producción animal” (“environmental sustainability” AND “animal production”).

Para la selección de fuentes secundarias de información (artículos originales de investigación, capítulos de libros y documentales digitales), se emplearon los siguientes criterios iniciales: *i*) accesibilidad al documento completo en formato digital; *ii*) el aporte del documento a los temas de sostenibilidad ambiental de la PA; *iii*) el efecto del ambiente y el cambio climático sobre la PA y *iv*) el impacto de los SPA sobre el ambiente. En total, se obtuvieron 50 referencias de las cuales, 19 fueron incluidas en el presente documento, debido a la aplicación de criterios secundarios como el nivel de actualidad, el impacto regional y la utilidad formativa para estudiantes de primeros semestres del programa de Zootecnia en la Universidad Nacional a Distancia (UNAD) (ver figura 2).

Figura 2

Ruta metodológica del proyecto



Fuente: Modificado desde: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

3. RESULTADOS

En general, las fuentes documentales revisadas exponen la creciente importancia que ha tomado la sostenibilidad ambiental de los SPA. En este sentido, al clasificar las fuentes documentales teniendo en cuenta su orientación temática se establecen tres categorías claramente definidas a saber: *i*) el estudio y la discusión sobre el impacto que generan los SPA sobre el ambiente (Gerber et al., 2015; Guerrero et al., 2020; Gomiero et al., 2011); *ii*) los efectos del ambiente y el cambio climático sobre los SPA (Saravia y Cruz, 2003; Oyhantcabal et al., 2021; Rojas Downing et al., 2017) y *iii*) alternativas productivas y SPA sostenibles (Broom et al., 2013; Mirela, 2013; Instituto de Ciencia Animal, 2011).

La categoría del impacto de los SPA sobre el ambiente, fue punto principal de discusión en el 32% de las fuentes documentales, igual proporción de publicaciones (32%), estuvo enfocada en tópicos relacionados con SPA sostenibles alternativos. Finalmente, la mayor cantidad de publicaciones (34%), estu-

vieron enfocadas en tratar temas relacionados con la influencia del ambiente sobre los SPA y el efecto del cambio climático sobre los SPA.

Al analizar la periodicidad de la productividad académica para cada orientación temática, se encuentra que los estudios más recientes (2012- 2021), se centran en evaluar el impacto de los SPA sobre el ambiente; mientras que los estudios iniciales (2001-2013), se enfocaron en la búsqueda de alternativas productivas amigables con el ambiente.

Finalmente, al analizar el origen geográfico de las investigaciones, se encuentra que gran proporción de los artículos provenientes de América Latina, se centran en la temática de alternativas productivas y SPA sostenibles, mientras que los artículos que abordan las temáticas de efectos del ambiente y el cambio climático sobre los SPA y del impacto que generan los SPA sobre el ambiente, son llevados a cabo por equipos de investigación en países desarrollados.

4. DISCUSIÓN

La importancia de la sostenibilidad ambiental para la PA

A partir de la información obtenida tras la revisión, se deduce que es fundamental alcanzar la sostenibilidad de los SPA a través de diferentes enfoques como se detalla a continuación.

Adopción de prácticas de manejo que promuevan la salud de los planteles animales

A través del uso racional de medicamentos, la utilización de razas y cruces adaptados al ambiente, estacionalizando la reproducción para épocas favorables para las especies, realizando control biológico de plagas, manejando densidades poblacionales adecuadas y manteniendo un ambiente productivo y sano.

Reducción de la cantidad de insumos requeridos para la realización de las operaciones productivas

Se logra incrementando la eficiencia alimenticia, mejorando la digestibilidad de las materias primas alimenticias, empleando materias primas y residuos agrícolas locales, implementando sistemas agrícolas de labranza mínima y estableciendo asociaciones gramínea-leguminosa, entre otros.

Disminución de los niveles de contaminación y polución generados por los SPA

Haciendo énfasis en la implementación de mejoras en la digestibilidad de las raciones, integrando sistemas de producción agrícolas y pecuarios, empleando los residuos como insumos para otros sistemas productivos, entre otros (ver figura 3).

Diversificación de los SPA

Empleando diferentes especies asociadas dentro de cada ciclo productivo, alternando especies productivas entre ciclos productivos, diversificando las fuentes alimenticias, promoviendo sistemas agrosilvopastoriles, entre otros.

Promoción de la biodiversidad genética dentro de los SPA

A través del desarrollo de cruces programados, empleando razas nativas, promoviendo el equilibrio ambiental dentro del sistema productivo, a través de la interacción de la especie productiva con fuentes alternativas alimenticias, entre otras (Dumont et al., 2013).

Finalmente, es importante garantizar la sostenibilidad ambiental de los SPA, sin descuidar su sostenibilidad a nivel económico y social (Zambrano, 2021).

Figura 3

El reciclaje de nutrientes en SPA es una técnica que busca reducir el impacto ambiental de la producción animal



Fuente: autores

El ambiente como determinante de las características de los SPA

Las características de los SPA dependen en gran medida de la oferta ambiental. Parámetros como la temperatura, precipitación, radiación solar, régimen de vientos, textura y composición del suelo determinan su orientación productiva, el nivel de expresión fenotípica de los recursos animales y fitogenéticos a emplear y, por tanto, definen sus niveles de productividad (Saravia y Cruz, 2003). En este sentido, los rasgos fenotípicos y los indicadores productivos evaluados, reflejan el nivel de adaptación del plantel productivo a las con-

diciones biofísicas y biogeográficas del medio (Zambrano, 2021).

Esto es particularmente visible en los SPA abiertos (Álvarez, 2014), que dependen de la oferta ambiental como determinante de la productividad de las pasturas, que son la principal (y en algunos casos la única) fuente alimenticia para el caso de especies rumiantes y herbívoras en nuestro país.

El ambiente también determina las características y propiedades de la infraestructura en los SPA. En este sentido, afecta el tamaño, forma y la orientación de las unidades productivas, los materiales constructivos empleados,

la presencia de especies arbóreas para sombrío y en la implementación de rutinas de manejo orientadas a mantener un ambiente productivo favorable. De igual forma, define si se deben emplear técnicas artificiales de mejoramiento del microambiente como la ventilación forzada y el humedecimiento del animal (Saravia y Cruz, 2003).

El cambio climático representa un reto importante para los SPA. Para ello, se hace necesario identificar y mitigar su impacto sobre la productividad animal, el bienestar y la salud de los planteles confinados (Oyhantcabal et al., 2021). Dichos aspectos han sido considerados en estudios previos para avicultura (Nardone et al., 2010), producción bufalina (Alvarez, 2014), ganadería (Nardone et al., 2010; Gomiero et al., 2011) y acuicultura (Oyhantcabal et al., 2021).

Actualmente, se generan estrategias de adaptación de la PA al cambio climático, entre las que se encuentran: *i*) ajustes al consumo diario de alimento; *ii*) los planes alimenticios que reducen la incidencia de estrés por calor; *iii*) el mejoramiento de los mecanismos de pérdida de calor y procesos de selección genética orientados hacia la tolerancia al calor; *iv*) la implementación de instalaciones calefactadas; *v*) los modelos de predicción, entre otras (Renaudeau et al., 2012). En cuanto a la mitigación de los efectos negativos de la PA sobre el cambio climático, se tiene, el secuestro de carbono, el control de la fermentación entérica, el incremento de la productividad láctea, entre otras (Rojas Downing et al., 2017).

El impacto de los SPA sobre el ambiente

Actualmente se reconoce ampliamente que la ganadería ha contribuido al cambio climático a través de la emisión de gases promotores del efecto invernadero (Gerber et al., 2015; Guerrero et al., 2020). Esta actividad, ha reducido significativamente la biodiversidad y ampliado sustancialmente la frontera agrícola en nuestro país (Gomiero et al., 2011; Zambrano, 2021).

Por su parte, la acuicultura ha generado contaminación a través de la liberación de P, NH₃, NO₂ y NO al medio acuático (Dumont et al., 2013). La porcicultura ha generado problemas ambientales por la disposición inadecuada de residuos y al igual que la avicultura, han afectado la biodiversidad por la alta demanda de granos de cereales, compitiendo con la alimentación humana por dichos recursos (Gerber et al., 2015; Hernández y Babbar, 2001). De igual forma, dichos sistemas poseen huellas hídricas (Mekonnen y Hoekstra, 2012), energéticas y de carbono que reflejan su impacto ambiental negativo (Hilborn et al., 2018).

A pesar de lo anterior y para mitigar el impacto ambiental de los SPA, se ha promovido el uso de técnicas productivas como los sistemas silvopastoriles (Mirela, 2013), las cuales contribuyen a la restauración de los suelos degradados, promueven el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad (Instituto de Ciencia Animal, 2011; Broom et al., 2013; Dumont et al., 2013; Guerrero et al., 2020).

De igual forma, se ha incentivado la implementación de sistemas agropecuarios integrados para promover el uso eficiente de los nutrientes. En virtud de ello, se han seleccionado razas, líneas y estirpes que usan con mayor eficiencia los recursos alimenticios (llevando

a un menor requerimiento de insumos, una menor generación de residuos y una mayor eficiencia económica) (Dumont et al., 2013). Finalmente, se busca la alineación de la PA con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) (Guerreiro et al., 2020) (ver figura 4).

■ Figura 4

La sostenibilidad de los SPA debe buscarse a nivel ambiental, económico y social



Fuente: autores



5. CONCLUSIONES

Con esta revisión queda en evidencia la importancia de la sostenibilidad ambiental de los SPA. Ello se alcanza a través del reconocimiento de la interacción permanente entre el ambiente y los SPA, así como el impacto que pueden generar los SPA sobre el ambiente. Adicionalmente, se han reconocido las técnicas empleadas para alcanzar ambientes productivos favorables que busquen mitigar el impacto ambiental de los SPA, dentro de las que se encuentran los sistemas agrosilvopastoriles, el uso eficiente y racional del agua, la selección y uso de razas, líneas y estirpes adaptables al medio y eficientes en el manejo de recursos productivos, mejorando la bioseguridad

de los SPA; integrando además sistemas productivos y tratamiento o reutilización de subproductos y residuos derivados del ciclo productivo.

De igual manera, cabe anotar que esta área del conocimiento se encuentra en permanente actividad, es actual, relevante y aplicable a las condiciones de la producción animal mundial. En virtud de lo anterior, se identifica la preocupación de los países desarrollados por estudiar el fenómeno del cambio climático y el efecto del mismo sobre los SPA; mientras que en países en vía de desarrollo, las investigaciones se centran en la búsqueda de SPA sostenibles.

6. REFERENCIAS

- Álvarez, A. (2014). El cambio climático y la producción animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 7–10.
- Broom, D.M., Galindo, F.A. and Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1771). 1-9. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M. and Tichit, M. (2013). Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7(6), 1028–1043. <https://doi.org/10.1017/S1751731112002418>
- Gerber, P.J., Mottet, A., Opio, C.I., Falcucci, A. and Teillard, F. (2015). Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. *Meat Science*, 109, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.013>
- Gomiero, T., Pimentel, D. and Paoletti, M.G. (2011). Is there a need for a more sustainable agriculture? *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30(1–2), 6–23. <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.553515>
- Guerrero, A., Gómez-Quintero, J.D. y Olleta Castañer, J.L. (2020). Crisis climática y Objetivos de Desarrollo Sostenible: un enfoque desde la perspectiva de la producción animal, el consumo de carne y los efectos sociales. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 116, 405–423. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.025>
- Hernández, I. y Babbar, L. (2001). Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. *Pastos y Forrajes*, 24(4), 281–289.
- Hilborn, R., Banobi, J., Hall, S.J., Pucylowski, T. and Walsworth, T.E. (2018). The environmental cost of animal source foods. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(6), 329–335. <https://doi.org/10.1002/fee.1822>
- Hume, D.A., Whitelaw, C.B.A. and Archibald, A.L. (2011). The future of animal production: Improving productivity and sustainability. *Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 9–16. <https://doi.org/10.1017/S0021859610001188>
- Instituto de Ciencia Animal (Cuba), J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista cubana de ciencia agrícola. Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 7. <https://www.redalyc.org/html/1930/193022245001/>

- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>
- Mirela. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 17(3), 7–24.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1–3), 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- Oyhantcabal, W., Vitale, E. y Lagarmilla, P. (2021). *El Cambio Climático y su Relación con las Enfermedades Animales y la Producción Animal (Tema técnico presentado en el marco de la 20ª Conferencia de la Comisión Regional de la OIE para las Américas)* Oyhantcabal, W.; Vitale, E.; Lagarmilla, P. 1–13.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707–728. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Saravia, C., & Cruz, G. (2003). Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. *Notas Técnicas v. 50. Facultad de Agronomía*, 36.
- Scollan, N. D., Greenwood, P. L., Newbold, C. J., Ruiz, D. R. Y., Shingfield, K. J., Wallace, R. J., & Hocquette, J. F. (2011). Future research priorities for animal production in a changing world. *Animal Production Science*, 51(1), 1–5. <https://doi.org/10.1071/AN10051>
- Zambrano, J. (31 de Octubre de 2021). *Video tutoría Relación entre el ambiente y los SPA [Video]*. Youtube. <https://youtu.be/PTZEex00-2A>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Recibido: 09-05-2022
Aceptado: 09-07-2022

Microorganismos de montaña, una alternativa para la biofertilización de cultivos agrícolas

Mountain microorganisms, an alternative for the agricultural crops biofertilization

Diana Cristina Medina Valencia

Ingeniera Agrícola, Especialista en Biotecnología Agraria.
Universidad Nacional Abierta y Distancia - ECAPMA
INYUMACIZO
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7767-4949>
cristina.medina@unad.edu.co

Erika Tatiana Obando Anaya

Ingeniera Ambiental, Especialista en Derecho del medio ambiente.
Universidad Nacional Abierta y Distancia- ECAPMA
INYUMACIZO
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0010-390X>
erika.obando@unad.edu.co

Citación: Medina-Valencia, D.C., Obando-Anaya, E.T. (2022). Microorganismos de montaña, una alternativa para la biofertilización de cultivos agrícolas. *Working Papers ECAPMA*, 6, 91-105.
<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.5800>



RESUMEN

(a) Contextualización: Los microorganismos de montaña (MM) se encuentran en la materia orgánica de suelos poco intervenidos, es decir, en suelos que han recibido poco tratamiento químico, suelos que no han sido incinerados constantemente y/o sometidos a procesos productivos agrícolas como la ganadería extensiva o monocultivo. Estos suelos, sin intervenir en el tiempo, permiten la conservación de microfauna, bacterias y hongos, que a su vez, consiguen acelerar la descomposición de la materia orgánica y la degradación de sustancias tóxicas y así conservar las características fisicoquímicas de los suelos que los hacen más fértiles y productivos.

(b) Vacío de conocimiento: Aunque el resultado de diferentes investigaciones demuestra la eficiencia de los Microorganismos de Montaña como biofertilizante en diferentes cultivos agrícolas, no se cuenta con una documentación o base de datos caracterizada científicamente respecto al tema. Por esta razón, el estudio documental de los microorganismos de montaña se convierte en una potencial riqueza científica y tecnológica.

(c) Propósito: Esta revisión sistemática se realiza con el objeto de reconocer ex-

periencias relacionadas con la aplicación de microorganismos de montaña (MM) como alternativa sostenible para la producción de diferentes tipos de cultivos.

(d) Metodología: Se hace una revisión sistemática sobre las investigaciones realizadas respecto a los microorganismos de montaña, especialmente en Latinoamérica y Colombia. Se fundamenta en la revisión de diferentes bases de datos, alrededor de estudios científicos realizados en este tema, y a partir de allí, determinar los avances del uso de los microorganismos de montaña como alternativa para la biofertilización en cultivos agrícolas.

(e) Resultados y conclusiones: Se ha encontrado de manera general, que el uso de microorganismos de montaña (MM) como biofertilizantes en cultivos agrícolas, no solo permite un impacto positivo en el medio ambiente, sino que además logra hacer de la agricultura una actividad sostenible, produciendo alimentos orgánicos con mayor biomasa y haciendo más eficiente la producción.

Palabras clave: Biofertilización; cultivos agrícolas; eficiencia; microorganismos de montaña; suelo.



ABSTRACT

(a) Contextualization: Mountain microorganisms (MM) are found in a few intervened soils organic matter, that is to say, soils that have received few chemical treatments, that have not been constantly incinerated and/or subjected to agricultural yield processes such as extensive livestock or monocultures. These soils, without intervening over time, have allowed the micro fauna conservation, bacteria and fungi, which in turn, manage to accelerate the soil organic matter decomposition and toxic substances degradation and thus, preserve the soil physicochemical characteristics that make them more fertile and productive.

(b) Knowledge gap: Although the result of different research, demonstrates the efficiency of mountain microorganisms as a biofertilizer in different agricultural crops, there is no scientifically characterized documentation or database on the subject. For this reason, this systematic review about mountain microorganisms, becomes a potential scientific and technological wealth.

(c) Purpose: This systematic review is carried out to recognize experiences

related to the application of mountain microorganisms (MM) as a sustainable alternative to produce different types of crops.

(d) Methodology: A systematic review is made of the research carried out regarding mountain microorganisms, especially in Latin America and Colombia. It is based on the review of different databases, on scientific studies carried out on this subject, and from there the advances in the use of mountain microorganisms as an alternative for biofertilization in agricultural crops were determined.

(e) Results and conclusions: In general, it has been found that the use of mountain microorganisms (MM) as biofertilizers in agricultural crops, not only allows a positive impact on the environment, but also manages to make agriculture a sustainable activity, producing organic food with greater biomass and making production more efficient.

Keywords: Agricultural crops; biofertilization; efficiency; mountain microorganisms; soil.

INTRODUCCIÓN

Un grupo enormemente diverso de microorganismos contribuye a nuestra salud, alimentación, agricultura y medio ambiente (Kumar Gupta et al., 2017). En el suelo, se encuentra gran cantidad de microorganismos, que cumplen funciones importantes para su equilibrio ecológico. Algunos de estos microorganismos llamados patógenos, ocasionan enfermedades y daños en las diferentes estructuras de las plantas; mientras que otros microorganismos llamados benéficos o eficientes, favorecen la fertilidad del suelo a través de sus reacciones metabólicas.

Los microorganismos de montaña, se encuentran de forma natural en distintos agroecosistemas donde nunca se ha utilizado ningún tipo de agroquímicos o al menos por más de tres años (Rodríguez et al., 2014). Actualmente, se ha promovido su uso como biofertilizantes, para mejorar las características físicas y químicas del suelo, el desarrollo y rendimiento de los cultivos agrícolas

y otros sistemas productivos (Campo Martínez et al., 2014).

Aunque el resultado de diferentes investigaciones demuestra la eficiencia de los microorganismos de montaña como biofertilizantes para cultivos agrícolas, no se cuenta con una documentación o base de datos caracterizada científicamente. Por esta razón, el estudio documental de los microorganismos de montaña se convierte en una potencial riqueza científica y tecnológica.

Esta revisión sistemática, resume varios avances investigativos sobre el uso de microorganismos de montaña como una nueva alternativa de Biofertilización de cultivos agrícolas que demuestran su eficiencia, sus beneficios en los procesos biológicos del suelo, su bajo costo, su impacto mínimo en el medio ambiente y en los seres humanos; debido a que no genera alteraciones y tampoco requiere modificaciones genéticas.



METODOLOGÍA

Se hace una revisión sistemática de acuerdo a los lineamientos establecidos por PRISMA 2020, alrededor de las investigaciones realizadas respecto a los microorganismos de montaña utilizados como biofertilizantes en cultivos agrícolas (ver figura 1.) y se fundamenta en la búsqueda avanzada en las bases de datos especializadas como SciELO, Dialnet y Google Scholar.

Para la búsqueda documental, las palabras clave utilizadas fueron microorganismos de montaña y microorganismos eficientes de montaña, además se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para su selección y revisión.

Criterios de inclusión: *i)* investigaciones enfocadas en la evaluación de la eficiencia de microorganismos aplicados como biofertilizantes en cultivos agrícolas; *ii)* investigaciones realizadas de microorganismos de montaña en Latinoamérica y Colombia; *iii)* publicaciones realizadas en los últimos 10 años, es decir, a partir del año 2013 hasta el 2022.

Criterios de exclusión: *i)* investigaciones enfocadas en el uso de microorganismos en la producción animal; *ii)* investigaciones enfocadas en el uso de microorganismos en el tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos; *iii)* investigaciones enfocadas en el uso de

microorganismos en la elaboración de abonos orgánicos.

Como resultado de la búsqueda sistemática, se encontraron 126 registros, 11 en SciELO, 27 en Dialnet y 88 en Google Scholar; utilizando el gestor de referencia Zotero, se logró eliminar 26 duplicados encontrados en las tres bases de datos. Posteriormente, a partir del título, se excluyeron de forma manual, 27 registros. Según los criterios de exclusión mencionados aquí, se consideraron adecuados 39 artículos; 14 de ellos, se excluyeron por tratarse de investigaciones enfocadas al uso de microorganismos de montaña en producción animal; 11 por estar enfocadas en el uso de microorganismos de montaña en tratamientos de aguas residuales y residuos sólidos y 9, por estar enfocadas en el uso de microorganismos de montaña en la elaboración de abonos orgánicos. Se procedió a leer el resumen y a partir de esta lectura, se descartaron 29 registros, dejando únicamente los que están enfocados en la evaluación de la eficiencia de los microorganismos de montaña aplicados como biofertilizantes en cultivos agrícolas. Finalmente, se incluyeron 10 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y se seleccionaron para llevar a cabo la revisión sistemática.

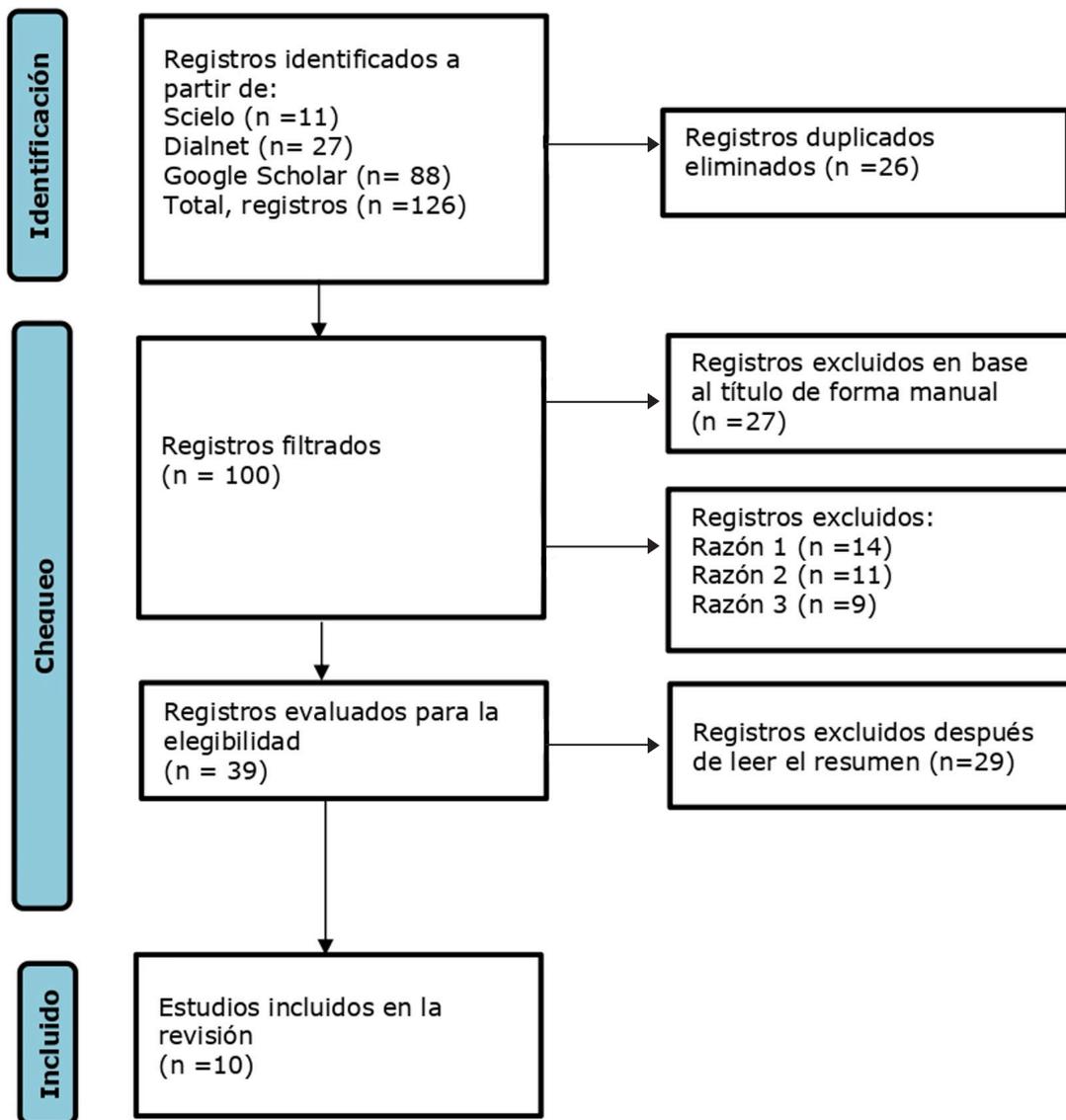


Figura 1.

Diagrama de Flujo PRISMA 2020.

Fuente: Page et al. (2021)

RESULTADOS

En la tabla 1, se presenta una síntesis de las investigaciones consideradas pertinentes de acuerdo con la revisión sistemática realizada bajo las directri-

ces PRIMA 2020 y posteriormente, se lleva a cabo el respectivo análisis de los resultados.

►Tabla 1

Características de las investigaciones revisadas

Título	Autor	Resultado
Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán.	Campo Martínez et al. (2013)	Los análisis de suelos revelaron que la aplicación de microorganismos influyó en algunas propiedades, como incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio.
Análisis de la eficiencia de los microorganismos de montaña en el cultivo de repollo (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata) en la vereda Soagá, finca Los pinos (Ubaté Cundinamarca)	Guzmán (2014)	Se observó que los MM influyen de manera positiva en la producción de esta hortaliza, mejorando las características organolépticas como el tamaño y textura.
Efecto de dosis y aplicaciones edáficas y foliar de microorganismos de montaña con y sin sales minerales en el rendimiento del cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) variedad criolla, municipio San José de Bocay, Jinotega, febrero-mayo del 2014.	Medina Flores y Talavera Loza. (2014)	Los resultados demostraron que la aplicación de microorganismos de montaña tiene un efecto significativo en el aumento de número de frutos cosechados por planta, peso fresco de la mazorca, peso fresco de las semillas por mazorca.
Inoculación al suelo con <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Azospirillum oryzae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero.	Castro Barquero et al. (2015)	Las variables biológicas y químicas fueron sensibles a los tratamientos, con valores significativamente más altos en presencia de Microorganismos de Montaña, destacando el incremento del P en el tejido foliar al final del ensayo.

► **Tabla 1**

Continuación

Título	Autor	Resultado
Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas	Umaña (2017)	Se estableció un aumento en la complejidad del biosistema de estudio, como producto de la aplicación de los MM en el manejo de los cultivos estudiados.
Medición del área foliar de la producción de acelgas (<i>Beta Vulgaris</i> var. <i>cycla</i>) mediante el uso de microorganismos de montaña y <i>Azospirillum brasilensis</i> .	Villagómez et al. (2018)	La combinación <i>Azospirillum brasilensis</i> con microorganismos de montaña, por su capacidad de fijar nitrógeno promueve el crecimiento y productividad de las acelgas, e influyen de manera positiva en el desarrollo foliar de la acelga.
Aplicación de MEM (Microorganismos eficientes de montaña) y una fuente orgánica (Compost) en el cultivo de quinua <i>Chenopodium quinua</i> var. INIA-Pasankalla en el distrito: Sondorillo de la provincia de Huancabamba 2017.	Neira Ojeda (2019)	La aplicación de microorganismos de montaña influyó en el rendimiento de grano por planta, peso de panoja y peso de mil granos.
Efecto de los microorganismos de montaña en el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento en condiciones de campo.	Romero et al. (2020)	Se obtuvieron mejores resultados sobre todos los parámetros morfoproductivos del cultivo, al aplicar el bioproducto elaborado con microorganismos de montaña.
Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), en Chaltura.	Tigse Cuzco (2022)	El uso de estos microorganismos desde fases iniciales contribuyó a la recuperación de los suelos y mejora el potencial agrícola de los cultivos.
Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México.	Torres Pérez et al. (2022)	Los resultados indican que el uso del biofertilizante MMA favorece la longitud y diámetro de tallo, número, largo y ancho de hojas, tamaño de la flor y mayor vida de anaquel.

En este sentido, Campo et al. (2013), desarrollaron una investigación en la que evalúan la aplicación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en Popayán-Colombia, con microorganismos obtenidos en diferentes ecosistemas de la región para elaborar los tratamientos y realizar las aplicaciones al cultivo. Los resultados mostraron efectividad en el desarrollo de las plantas y mayor rendimiento del cultivo, además se evidenció un incremento en la materia orgánica del suelo, pH y la disponibilidad de nitrógeno y potasio.

Por su parte, Guzmán (2014), analizó la eficiencia de los microorganismos de montaña utilizados para fertilizar el cultivo de repollo en Ubaté- Cundinamarca; en esta investigación, se determinó que los microorganismos de montaña aumentan la biomasa de las plantas, mejoran las características organolépticas y físicas. Adicionalmente, Medina et al. (2014), realizaron un estudio en el que evaluaron el efecto de la aplicación edáfica y foliar de microorganismos de montaña en el cultivo de cacao variedad criolla, en Nicaragua. Esta investigación demostró que la aplicación de microorganismos con sales, incrementa el rendimiento del cultivo y disminuye la relación costo/beneficio en la producción.

Sin embargo, Castro Baquero et al. (2015), evaluaron el efecto de la aplicación de *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) en sistemas de rotación Soya (*Glycine*

max (L.) Merr.)-Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero en Costa Rica. Las variables físicas no se vieron afectadas por los tratamientos, mientras que las variables biológicas y químicas si presentan variación, principalmente en términos de disponibilidad de fósforo (P) en el tejido foliar.

Posteriormente, Umaña (2017), realizó una investigación con el objetivo de analizar el potencial de los microorganismos de montaña como biofertilizantes, a través de lo cual, se pudo establecer que se incrementan las propiedades del suelo asociadas con el aumento en la complejidad del biosistema de estudio, como producto de la introducción de los microorganismos de montaña en el manejo de los cultivos estudiados. Villagómez et al. (2018), estructuraron una investigación en la que evaluaron el área foliar de la producción de acelgas cultivadas con base en el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*, donde lograron demostrar que el uso de *A. brasilensis* y los microorganismos de montaña, influyeron de manera positiva en el desarrollo foliar de la acelga.

Complementariamente a lo mencionado hasta aquí, Neira Ojeda (2018), desarrolló un experimento enfocado en determinar la eficiencia de la aplicación de microorganismos eficientes de montaña y compost en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), en tres pisos altitudinales diferentes en la provincia de Huancabamba, Departamento de Piura-Perú. Los resultados

demonstraron que a mayor altitud, los microorganismos de montaña, incrementan el rendimiento de grano por planta, peso de panoja y peso de mil granos.

Por otro lado, Romero et al. (2020), desarrollaron una investigación en la provincia de Guantánamo-Cuba, con el objetivo de evaluar el efecto de microorganismos de montaña sobre el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento; el resultado demostró que éstos influyen positivamente sobre todos los parámetros morfoproductivos del cultivo al aplicar el bioproducto. Alternativamente en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*), Tigse Cuzco (2022), desarrollaron una investigación en la provincia de Imbabura-Ecuador, con la finalidad de evaluar el efecto de

los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón en suelos de páramo. En este estudio se concluyó que la aplicación de microorganismos de montaña desde fases iniciales de producción, contribuye a la recuperación de los suelos y mejora el potencial agrícola de los cultivos.

Finalmente, Torres et al. (2022), evaluaron la aplicación de microorganismos de montaña en el cultivo de rosas, en Zinacantán, Chiapas-México. Los resultados de esta investigación, demostró que los biofertilizantes de MM, mejoraron las variables de desarrollo fisiológico de las plantas, tales como el diámetro, largo y ancho de hojas, tamaño de la flor, longitud de tallo y mayor vida de anaquel.



DISCUSIÓN

Como resultado del alto costo de los insumos para la producción agrícola y pecuaria, se ha presentado un incremento en el precio de los alimentos, generando una crisis en relación con el acceso a los alimentos, pero aunado a ello, los agroquímicos han generado a través de los años, unos impactos ambientales derivados del uso inadecuado de los residuos que se genera y de los mismos químicos que terminan contaminando los suelos, las fuentes hídricas y como consecuencia de ello, se evidencia también la pérdida de la biodiversidad (FAO, 2018).

Bajo esas premisas y en ese sentido, se plantea la búsqueda de alternativas de producción que respondan a las necesidades económicas, sociales y ambientales, lo que se resume en una producción sostenible. Para que esto sea posible, se entiende que se debe generar una producción de bajo costo que permita que la producción agropecuaria sea rentable (Umaña, 2017) y que con ello además, se pueda consolidar estrategias e implementar alternativas sostenibles que permitan la conservación de los recursos naturales y de esa misma manera poder garantizar la soberanía alimentaria en el país, lo que representa no solo tener acceso a los alimentos, sino además también alimentos orgánicos con bajas cargas de

agroquímicos; para esto a nivel mundial se vienen adelantando propuestas tales como el control biológico, que permite el uso de los mismos componentes naturales para generar por ejemplo, fertilizantes y plaguicidas (Vinchira, 2019) y que permitiría disminuir la carga contaminante al medio ambiente.

Sin embargo, existen muchas propuestas que se vienen adelantando en investigaciones en la búsqueda de lograr una producción más limpia y a su vez garantizar soberanía alimentaria, es así como por medio de esta revisión, también se logró evidenciar el potencial de una alternativa muy importante como lo es el uso de los microorganismos de montaña (MM), una propuesta sostenible para una producción agrícola más limpia y sostenible.

Esta alternativa del uso de microorganismos de montaña como biofertilizante, causa un importante impacto en términos económicos, teniendo en cuenta que permite cultivar productos agrícolas a menor costo, si se utilizan microorganismos que se encuentran en el suelo, generando mejores resultados con una producción más eficiente. Así que la relación costo beneficio al implementar esta alternativa es muy acertada para cambiar estos paradig-

mas que por décadas han estado en la producción agrícola donde la cantidad de insumos agroquímicos es cada vez mayor, ya que de manera errónea se considera que entre más agroinsumos se usen mayor producción se obtiene, sin tener en cuenta el desgaste en los suelos que se van volviendo infértiles y que al pasar del tiempo no se logran cultivar ningún producto de manera eficiente (Méndez, 2019).

Para el desarrollo de este documento, se realizó la revisión de diferentes artículos que plasman los resultados del desarrollo de pruebas relacionadas con el uso de microorganismos de montaña en la agricultura y donde de manera práctica realizaron aplicación de esta alternativa para lograr comparar sus resultados frente a los métodos tradicionales, mostrando como resultado la eficiencia del uso de biofertilizantes con microorganismos de montaña. Algunos de los resultados más representativos fue una evidente mejora en términos de producción, respecto a los cultivos donde se no aplicó microorganismos de montaña, esto se puede relacionar con la dinámica más acelerada de los microorganismos (Umaña, 2017), que permite que los nutrientes del suelo puedan ser absorbidos de manera más eficiente por las raíces de las plantas, lo que se traduce además en un importante aumento de la biomasa de las plantas (Campo, 2014) y en mejores características de los cultivos haciéndolos más resistentes a enfermedades del suelo (Hernández, 2013).

Es importante destacar que estos aspectos positivos también se reflejan en el mejoramiento de las características fisicoquímicas del suelo, que con ayuda de estos microorganismos mejoran su condición de absorción de nutrientes y por la degradación que realizan algunos microorganismos mejoran la composición química del suelo, así mismo permiten un mejoramiento en la estructura y porosidad del suelo (Hernández, 2013). De esta misma manera, estos microorganismos (bacterias, hongos), juegan un papel biológico fundamental e importante en el suelo y que se denomina, microfauna edáfica (Umaña, 2017).

A pesar de que se evidencian algunos aspectos positivos en el suelo y cultivos del uso los fertilizantes químicos tradicionales para la producción, en relación con el mejoramiento del rendimiento de la producción de alimentos (Ulibarry, 2019). Es importante destacar la necesidad de buscar alternativas ecoeficientes que generen menos impactos ambientales y que de manera directa, contribuya a la producción de alimentos orgánicos, que contengan menos carga química. Este tipo de alternativas, como lo es la biofertilización con microorganismos de montaña, pueden constituir un paso a la transformación y cambio de paradigma de la agricultura convencional a la agricultura sostenible que permita minimizar el impacto al medio ambiente.



CONCLUSIONES

El resultado de las investigaciones incluidas en esta revisión sistemática, demuestran la eficiencia del uso de los microorganismos de montaña como biofertilizante en beneficio del desarrollo de las plantas, debido a que influyen de manera positiva en el aumento de su biomasa y características físicas, en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en el incremento de la materia orgánica, el pH y el contenido de nitrógeno y potasio; también en el rendimiento del cultivo y la disminución de la relación costo/beneficio en la producción del cultivo.

De los 126 artículos encontrados en las 3 bases de datos revisadas, tan solo 10 artículos, cumplieron con los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta para realizar la revisión sistemática, lo que permite concluir que aunque se encontraron varios estudios e investigaciones enfocadas en anali-

zar la información referente al uso de microorganismos de montaña como biofertilizante para cultivos agrícolas, no existe una documentación o base de datos caracterizada como científicamente suficiente; por lo tanto, esto convierte el tema en un potencial importante para continuar con la investigación científica.

La agricultura debe evolucionar a una producción limpia que permita con ello, la soberanía alimentaria y que garantice el acceso a alimentos sanos. Los microorganismos de montaña son una alternativa de biofertilización para cultivos, lo que permite mejorar la calidad de los suelos y conservar los ecosistemas, a su vez, propicia la actividad agrícola más rentable y promueve el uso de alternativas sostenibles que generen menos impacto negativo en los recursos naturales y en el ser humano.

REFERENCIAS

- Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Lorío, L. U. y Mata Chinchilla, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39, 21-36.
- Campo Martínez, A. D. P., Sánchez, R. L. A., Velasco, S. M. y Prado, F. A. (2013). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 12(1), 79-87.
- FAO. (2018). Organizations of the United Nations for food and agriculture. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Guzmán, B. (2014). Análisis de la eficiencia de los microorganismos de montaña en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en la vereda Soagá, finca Los pinos (Ubaté-Cundinamarca).
- Hernández, D. (2013). Difusión del uso de Microorganismos Eficaces como innovación tecnológica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para pequeños productores(as) de la Región Sur Occidente de Honduras. Red de innovación agrícola, 3-30.
- Medina Flores, C.M. y Talavera Loza, J.A. (2014). Efecto de dosis y aplicaciones edáficas y foliar de microorganismos de montaña con y sin sales minerales en el rendimiento del cacao (*Theobroma cacao* l.) variedad criolla, municipio San José de Bocay, Jinotega. [Disertación doctoral en Agroecología Tropical]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
- Neira Ojeda, M. (2018). Aplicación de MEM (microorganismos eficientes de montaña) y una fuente orgánica (compost) en el cultivo de quinua *Chenopodium quinua* var. INIA-Pasankalla en el distrito: Sondorillo de la provincia de Huanca-bamba 2017.
- Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Rodríguez Calampa, N.Y. y Tafur-Torres, Z.K.L. (2014). Producción de microorganismos de montaña para el desarrollo de una agricultura orgánica. Centro de investigación de ingeniería ambiental, Perú, 4, 1-1.
- Romero, A. A., Cardoza, I.U., Romero, N.A., Rodríguez, A.D. y Gómez, K. H. (2020). Efecto de los microorganismos de montaña en el desarrollo y productividad del cultivo de pimiento en condiciones de campo. *Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo*, 20(39).
- Tigse Cuzco, D. G. (2022). Efecto de los microorganismos de montaña en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), en Chaltura. [Trabajo de grado en Ingeniería Agropecuaria]. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Torres Pérez, J.C., Aguilar Jiménez, C. E., Vázquez Solís, H., Solís López, M., Gómez Padilla, E. y Aguilar Jiménez, J.R. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. *Siembra*, 9(1).
- Ulibarry, P. G. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Biblioteca nacional de Chile, 1-5.
- Umaña Carmona, S. (2017). Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Tesis Pregrado, Universidad de Costa Rica.
- Villagómez, A. R., Saavedra, T. M., & Figueroa, G. A. (2018). Medición del área foliar de la producción de acelgas (*Beta vulgaris* var. *cycla*) mediante el uso de microorganismos de montaña y *Azospirillum brasilensis*. *Jóvenes en la Ciencia*, 4(1), 1-5.
- Kumar Gupta, V., Zeilinger, S., Ferreira Filho, E., Durán Dominguez, M.C. and Purchase, D. (2017). Microbial applications : *Recent Advancements and Future Developments*. De Gruyter.



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.