



Novum Ambiens

Revista Científica | ISSN Digital: 2981-3069 (En línea) | Febrero-Julio 2023 | Volumen 1 No. 1 D.L. | Bogotá, D.C. - Colombia

Publicación Oficial de la Universidad
de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A,
Institución con Acreditación de Alta Calidad



ENFOQUE Y ALCANCE

Novum Ambiens es una revista científica interdisciplinaria, en la que se publican temas de interés de las ciencias ambientales, entre los que se incluyen, la relación sociedad-ambiente, la sustentabilidad, la educación y la tecnología ambiental, los estudios económicos y legales relacionados con el ambiente, los diagnósticos y la gestión ambiental. Su público objetivo son los investigadores, profesionales, estudiantes y administrativos de la ciencia, así como otros actores sociales, interesados en conocer los resultados más recientes de la investigación científica en las ciencias ambientales, de la región iberoamericana.

Novum Ambiens, como publicación seriada es arbitrada, por lo que adopta la revisión por pares de doble ciego, excepto para los Dossier y las reseñas de libros; es de acceso abierto –vía diamante-, de producción semestral y con convocatoria permanente (Hacer click aquí para enviar un artículo).

Para facilitar el acceso y la apropiación, se aceptan manuscritos en idiomas español e inglés. En Novum Ambiens, se publican, prioritariamente, artículos derivados de investigación científica, en las tipologías de artículos científicos, artículos de reflexión, de revisión, reporte de casos y notas técnicas; sin embargo, también se publican Dossier y Reseñas de Libros.

La gratuidad para el autor y para el lector obedece a la financiación de la revista por parte de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A y a la colaboración desinteresada de los evaluadores externos.

FOCUS AND SCOPE

Novum ambiens is an interdisciplinary scientific journal that publishes topics of interest in environmental sciences, including the relationship society-environment, sustainability, environmental education, environmental technology, economic and legal studies related to the environment, environmental diagnoses, and environmental management. Its target audience are researchers, professionals, students and science administrators, as well as other social actors interested in knowing the most recent results of scientific research in environmental sciences of the Ibero-American region.

Novum Ambiens is a serial, refereed publication that adopts double-blind peer review except for Dossiers and book reviews, with diamond open access, semi-annual production, and with permanent call of paper (Click here to submit an article).

To extend the dissemination of articles and facilitate access and appropriation, manuscripts in Spanish or English are accepted. In Novum Ambiens, articles derived from scientific research in the typologies of scientific articles, reflection articles, review articles, case reports and technical notes are published, however, Dossiers and Book reviews are also published.

The not charges for the publication to the authors and the free access to the readers obey to the financing of the Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales and the disinterested collaboration of the peer reviewers.

Equipo editorial

Editor

Oscar Luis Pysczek
*Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.
Bogotá, Colombia*

Comité Editorial

Orlando Sáenz Zapata
*Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la
Sustentabilidad y el Ambiente, ARIUSA
Bogotá, Colombia*

Jhon Fredy López Pérez
*Universidad de Medellín,
Medellín, Colombia*

Helber Adrián Arévalo Maldonado
*Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.,
Bogotá, Colombia*

Cristina Teresa Carballo
*Universidad Nacional de Quilmes,
Buenos Aires, Argentina*

Luz Piedad Romero Duque
*Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.,
Bogotá, Colombia*

Comité Científico

Patricia Perla Snaider
*Universidad Nacional del Nordeste,
Chaco, Argentina*

Vidal Sáez Sáez
*Universidad Central de Venezuela,
Caracas, Venezuela*

Álvaro Javier Ávila
*Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.,
Bogotá, Colombia*

María Teresa Holguín
*Universidad Libre,
Bogotá, Colombia*

Félix Ignacio Contreras
*Universidad Nacional del Nordeste,
Chaco, Argentina*

Michele Sato
*Universidade Federal de Mato Grosso,
Cuiabá, Brasil*

Diana Marcela Fúquene Yate
*Universidad Piloto de Colombia,
Bogotá, Colombia*

Franz Gutiérrez Rey
*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Tunja, Colombia*

Enrique Leff
*Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de
México, México*

Equipo Colaborador

Correctora de estilo y ortográfica
Norella Castro Rojas

Profesional de apoyo
Kamila Bocanegra Solorzano

Diseño y Diagramación
Camilo Eduardo Carrasco Borrero

CONTENIDO

Volumen 1 número 1- febrero-julio, 2023

<https://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023>

EDITORIAL

Revista Novum Ambiens, una apuesta al conocimiento de los territorios y de los Ambientes

Oscar Luis Pyszczek.....e2341

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2341>

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Alternativas de fitoremediación para aguas de uso agrícola

Johnny O. Corcho-Puche; Cristina M. Ruiz-Corrales; Bleydy Ortega-Vergara; Ricardo J. Del-Valle-Morenoe2335

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2335>

Efectos de las sequías en los focos de calor en la Provincia de Formosa (Argentina): un análisis realizado con herramientas de teledetección

Antonella Aglae-Díaz; Félix Ignacio Contreras; Federico Ferrelli; Humberto Smichowski.....e2336

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2336>

Incidencia ética de los docentes en los procesos de educación ambiental en estudiantes de seis sedes educativas del oriente de Caldas

Estefania Espitia-Martínez; Carlos Andrés Restrepo; Marcelo Enrique Caruso-Azcárate.....e2338

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2338>

Territorio y gestión. Una aproximación al complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio (Cundinamarca-Colombia) desde la gestión socioambiental

Daniela Alejandra Castiblanco-Roja.....e2339

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2339>

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Cuestionamientos al uso de agroquímicos en Argentina y el mundo (2000-2020): una revisión

María Celeste Molpeceres; María Laura Zulaica; Valeria Beatriz Tomaino.....e2340

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2340>

PARES EVALUADORES



Editorial

Revista Novum Ambiens, una apuesta al conocimiento de los territorios y de los Ambientes

Oscar Luis Pyszczek¹ 

¹Editor de la Revista Novum Ambiens, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Bogotá, D.C., Colombia.

Cómo citar: Pyszczek, O.L. 2022. Revista Novum Ambiens, una apuesta al conocimiento de los territorios y de los Ambientes. Novum Ambiens. 1(1):e2341. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2341>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Con inmensa alegría, se ha publicado este primer número de la Revista Novum Ambiens que, sin duda, sintetiza un esfuerzo institucional de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, logrando sortear obstáculos e incertidumbres, pero que, al fin, sale a la luz, contribuyendo al conocimiento geográfico y ambiental en el contexto latinoamericano.

La Revista Novum Ambiens es una revista científica interdisciplinaria, en la que se publican los resultados del trabajo que adelanta la comunidad académica y científica en los diferentes temas de interés de las ciencias ambientales, entre los que se incluyen (aunque no se limitan a ello), la relación sociedad-ambiente, la sustentabilidad, la educación ambiental, la tecnología ambiental, los estudios económicos y legales relacionados con el ambiente, los diagnósticos y la gestión ambiental, con el fin de facilitar el diálogo entre profesionales de las más diversas disciplinas y otros sectores de la sociedad. Su público objetivo es convocar a investigadores, profesores, estudiantes y directivos universitarios, así como otros actores sociales, interesados en conocer los resultados más recientes de la investigación científica y la reflexión académica sobre los temas mencionados.

El antecedente directo de Novum Ambiens fue la publicación de la Revista Ambiens, que se inició formalmente en el 2015, con el apoyo de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina), la Universidad de Medellín, la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A (estas dos últimas de Colombia), la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (México), la Universidad de Sao Paulo y el Centro Universitario de Brusque (ambas de Brasil). En el 2017, la Universidade Nove de Julho, en Brasil, se integra como parte del grupo editorial de universidades. Estas Universidades firmaron un convenio de colaboración, para institucionalizar la publicación de la Revista, con las garantías de periodicidad y calidad de contenidos.

En esta nueva etapa que se inicia bajo la denominación de Revista Novum Ambiens, publicación científica gestionada por la U.D.C.A, procura mantener las tradiciones temáticas, incursionando en un enfoque actual de los estudios en Ciencias Ambientales.

La publicación de este número correspondiente al periodo febrero-julio de 2023, lo hace en un contexto mundial, muy dedicado ambientalmente, tras la realización de la COP 27 de Egipto, entre el 6 al 18 de noviembre de 2022, en donde se ha visto un incremento en la brecha en donde nos situamos y en donde deberíamos estar en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, transformación energética, fondos de compensación ambiental para los países y territorios más vulnerables, entre otros tópicos.

En tal sentido, la Organización de las Naciones Unidas, ONU (2022) afirma que “el cambio climático constituye la crisis definitoria de nuestra generación”. Sin lugar a duda, esta expresión, por parte del máximo organismo supranacional del planeta, no es para nada improvisada, ni exagerada. El cambio climático, se ha convertido en el máximo reto que nuestra existencia debe afrontar a favor de la supervivencia de la especie humana y de las demás especies, que cohabitan el planeta.

Desde la anterior conferencia de partes de las Naciones Unidas, el COP 26, es que ha surgido la noción de “El fin de la vida como la conocemos”. Esta frase no significa la extinción de la vida en el planeta, sino que se refiere a la necesidad de una resignificación de la actitud que la sociedad humana, de manera colectiva y que cada persona, en lo individual, adopta con respecto al cuidado de su entorno. El fin de la vida, como la conocemos, significa evitar el consumismo excesivo, propiciar procesos de reciclaje, reutilizar, en lo posible, los productos adquiridos, minimizar la generación de residuos, entre otras medidas, por el bien de la vida sostenible.

En tal sentido, los cambios, en términos de distribución de patrones térmicos y pluviométricos, ha virado en la concepción de la crisis ambiental y de los fenómenos climáticos adversos que posee, como *ethos*, a las consecuencias socioambientales de la crisis ambiental. En este sentido, la Revista Novum Ambiens pretende tener asidero en el margen del conocimiento teórico y práctico, para contribuir, de manera clara, a los debates actuales, en torno a nuestra casa común.

Ante desafíos mayúsculos, la Revista Novum Ambiens plantea la necesidad permanente de sondear los hechos, los procesos y los fenómenos acaecidos en el territorio, en continuo diálogo, con el enfoque de complejidad, que procura concebir, de modo integral y sistémico, al ambiente.

En tal sentido, la revista Novum ambiens, se proyecta como una publicación que procurará evidenciar las transformaciones de los territorios y de los ambientes, haciendo especial énfasis en las causas que los generan, las consecuencias ocasionadas y, sobre todo, las líneas de acción o posibilidad de solución, desde la nueva tecnología ambiental y mediadas por los sistemas de información geográfica (SIG), en el interés de retornar al equilibrio, base de la actualmente denominada salud ambiental.

La salud ambiental, entendida como la armonía entre todas las dimensiones del ambiente, física, biológica, antrópica, que es la clave para gestionar los territorios y los ambientes, en pro de procurar los ideales de la sostenibilidad o sustentabilidad ambiental, expresados de modo un tanto fragmentado, en los tan mencionados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el marco de la agenda 2030, de las Naciones Unidas (2018). Si bien restan escasos 8 años para llegar

al 2030, la consecución de estos aún resulta una incógnita para las Naciones del mundo y, en este sentido, las distintas contribuciones de la comunidad científica publicadas en la revista tendrán el espíritu de, por lo menos, promoverlos.

En términos personales quisiera agradecer, principalmente, al constante apoyo de la Rectoría, de la Vicerrectoría General, de los miembros del subsistema académico de la U.D.C.A, así como de los miembros de las oficinas editoriales de la Universidad, en la persona del Ingeniero Helber Arévalo Maldonado, Kamila Bocanegra Solorzano y a la Comunicadora Norella Castro, incansables colaboradores, quienes han hecho posible la puesta en funcionamiento de nuestra Revista. Agradecer, de manera especial, a los miembros del Comité Editorial y del Comité Científico, a los pares evaluadores y, esencialmente, a los autores, verdaderos protagonistas de la Revista Novum Ambiens. El funcionamiento de todo el grupo humano mencionado garantiza la calidad y la rigurosidad científica que se reflejará, sin lugar a duda, en los sucesivos números que se publicarán, con el deseo de seguir creciendo y aprendiendo en el proceso.

REFERENCIAS

1. Naciones Unidas. 2018. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. 90p.
2. Naciones Unidas. 2022. Climate Change. Disponible desde Internet en: <https://www.un.org/en/global-issues/climate-change#:~:text=Climate%20Change%20is%20the%20defining,scope%20and%20unprecedented%20in%20scale>



Alternativas de fitoremediación para aguas de uso agrícola

Phytoremediation alternatives for agricultural water

Johnny O. Corcho-Puche¹ ; Cristina M. Ruiz-Corrales¹ ; Bleydy Ortega-Vergara^{1*} ; Ricardo J. Del-Valle-Moreno¹ 

¹Servicio Nacional de Aprendizaje, Sena, regional Córdoba, Grupo Investigaciones CABP, Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Investigación, SENNOVA. Montería - Córdoba, Colombia; e-mail: jcorpu68@sena.edu.co; crcorrales@sena.edu.co; borteaga@sena.edu.co; rjvalle@sena.edu.co

*autor de correspondencia: borteaga@sena.edu.co

Cómo citar: Corcho-Puche, J.O.; Ruiz-Corrales, C.M.; Ortega-Vergara, B.; Del-Valle-Moreno, R.J. 2023. Alternativas de fitoremediación para aguas de uso agrícola. *Novum Ambiens*. 1(1):e2335. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2335>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: enero 23 de 2021

Aceptado: noviembre 01 de 2022

Editado por: Oscar Luis Pyszczek

RESUMEN

La producción agropecuaria en los últimos tiempos se ha ido apoderando del progreso y del desarrollo de las comunidades rurales, razón por la cual, se plantea un cúmulo de alternativas para impulsar el bienestar social. La presente investigación tiene como objetivo implementar la fitoremediación, con la intención de hacer uso de una serie de tecnologías que se basan en el empleo de plantas, para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos e, incluso, aire. Para el desarrollo del experimento, se utilizó agua residual proveniente de un monocultivo de arroz, ubicado en el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir del SENA, Montería, Colombia. De acuerdo con las variables preestablecidas, se corroboró de que el éxito de la fitoremediación depende, ante todo, de la selección minuciosa de las especies de plantas, su capacidad de sobrevivir y el clima en la región geográfica. Los tratamientos fueron alimentados con agua residual, con un caudal de 0,75 litros por segundo cada tres días. Con los resultados obtenidos, se pretende establecer un modelo de humedal para disminuir las concentraciones de los contaminantes en el agua, producto de la siembra de arroz convencional.

Palabras Clave: Acciones antropogénicas; Medio ambiente; Desarrollo sostenible; Producción industrial; Desequilibrio ecológico.

ABSTRACT

Agricultural production in recent times has been taking over the progress and development of rural communities; reason for which there is a host of alternatives to promote social welfare. The presented research aims to implement phytoremediation, with the

intention of making use of a series of technologies that are based on the use of plants to clean or restore contaminated environments, such as water, soil, and even air. For development of the experiment, residual water from a rice monoculture located at the Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir of SENA, Montería. According to the pre-established variables, it was corroborated that the success of phytoremediation depends, above all, on the judicious selection of plant species, their ability to survive, and the climate in the geographical region. The treatments were fed with residual water with a flow rate of 0.75 liters per second every three days, which indicates that according to the phytoremediation procedure. With these results, it is intended to establish a wetland model to reduce the concentrations of pollutants in the water produced by conventional rice planting.

Keywords: Anthropogenic actions; Ecological imbalance; Environment, Industrial production; Sustainable development.

INTRODUCCIÓN

El ambiente, se encuentra expuesto a impactos favorables y desfavorables y éstos últimos, reflejados en la contaminación que se desprende del uso indiscriminado de productos químicos en la producción agrícola, aspecto que requiere ser analizado minuciosamente, para generar acciones en función de garantizar mejores condiciones de vida a la humanidad. En efecto, es pertinente considerar lo planteado por Denis (2020), donde se asegura que: “La Amazonía está mucho más amenazada que hace ocho años”, debido al “avance de las actividades de extracción, de los proyectos de infraestructura, así como de los incendios, la deforestación y la pérdida de carbono”, advirtió recientemente un informe de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada, RAISG.

De hecho, surge una interrogante: ¿Cómo implementar la fitorremediación para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos e, incluso, aire?, teniendo en cuenta que la fitorremediación, según Delgadillo-López *et al.* (2011), se puede ver como “la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos, como metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo”. En efecto, a nivel mundial, los problemas de contaminación, tanto en suelos como en agua y aire, se deben, principalmente, a acciones antropogénicas, entre las que cabe destacar la extracción de recursos naturales, en este caso en particular, en procesos industriales, como el agropecuario, el de manufactura, hidrocarburos, entre otros. El impacto ambiental que se genera en Colombia, debido a esta situación, encierra la contaminación de fuentes hídricas, fauna y flora deterioradas y cambio en el paisaje. Por ello, las entidades gubernamentales, como el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA, han desarrollado diversas estrategias de control, con el fin de reducir el impacto en el medio ambiente (Velásquez Arias, 2017).

Ahora bien, la producción industrial ha traído consigo diversos problemas, entre ellos, el tratamiento inadecuado de las aguas residuales, lo que produce el deterioro de los suelos cuando son regados con estas, causando la contaminación de aguas subterráneas y superficiales por escorrentía. La carga orgánica presente en estas aguas origina una variación en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo y del agua, lo cual, suscita un desequilibrio ecológico que, difícilmente, se puede remediar en el corto plazo (Arias Martínez *et al.* 2010).

En el Centro Agropecuario y de Biotecnología El Porvenir, se ha implementado el cultivo de arroz, como una alternativa para fortalecer la formación. En los procesos de producción del cereal, se utilizan una serie de agroquímicos que afectan directamente las condiciones fisicoquímicas del agua, suelo y de los componentes de biodiversidad, que se encuentran en la zona del cultivo; a razón de esto, se busca implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales industriales con plantas endémicas, como la *Heliconia latispatha*, que ayude a minimizar los impactos negativos, producidos por el uso de los fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, utilizados en el cultivo de arroz.

Efectivamente, este experimento se respalda en estudios y en experiencias en diversas latitudes geográficas; tal es el caso de la investigación de López-Martínez *et al.* (2005), cuyo objetivo fue “mostrar a la fitorremediación como una opción tecnológica útil para la limpieza de suelos contaminados. Se hace una revisión de los mecanismos que la planta utiliza, las interacciones que se llevan al cabo en el suelo entre planta, microorganismos y compuestos orgánicos xenobióticos. Estos conocimientos permitirán proponer soluciones a los problemas de la contaminación y la eventual recuperación de suelos”. De hecho, se logró concluir que “La fitorremediación es una tecnología viable, eficiente y útil para la limpieza de suelos contaminados. Su efectividad ha sido demostrada

con todo tipo de contaminantes xenobióticos que van desde las moléculas inorgánicas hasta las orgánicas”.

Asimismo, es importante indicar que Marrero-Coto *et al.* (2012) realizaron una investigación, cuyo objeto de estudio se centró en demostrar que “La fitorremediación es una vertiente de la biorremediación que surge recientemente como alternativa ante esta problemática ambiental, y se basa en el uso de plantas que acumulan elevadas concentraciones de metales en sus tejidos para contener, remover o neutralizar contaminantes, mediante mecanismos de captura de metales propios de estas plantas y/o por los microorganismos que se desarrollan en la rizosfera”. Es importante indicar que estos trabajos van fortaleciendo el tema de investigación.

Bajo la misma mirada es conveniente mostrar la investigación realizada por Arias Martínez *et al.* (2010), que tuvo como propósito “evaluar la efectividad de los humedales para reducir la carga contaminante como sistemas económicos de tratamiento en las granjas porcícolas en Colombia” y se concluyó, que “Las plantas que se seleccionan para los humedales artificiales deben estar acordes con el clima y las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas que se van a tratar debido a la presencia de componentes que hacen difícil la sobrevivencia de las plantas y del sistema de filtro biogeoquímico”.

Otra de las experiencias investigativas, se enfoca en el trabajo realizado por Poma Llantoy & Valderrama Negrón (2014), cuyo objetivo fue “corroborar la remoción de dichos metales, las soluciones residuales, después de haber sido sometidas con la especie vegetal, fueron tratadas usando el método APHA 3030-e y las muestras de *E. crassipes* fueron tratadas usando el método EPA 200.3. La concentración de Cd (II) fue determinada por un equipo ICP-OES y la del Hg (II), por un equipo de absorción atómica”. De igual manera, los resultados alcanzados señalan que “Los resultados obtenidos fueron: Dosis óptima 1mL de A y 0,5 mL de B, pH óptimo 5, concentración óptima de Cd (II) y Hg (II) 5 mg/L para cada ion. Con estos parámetros se inició la remoción de 5 mg/L de los iones metálicos contenidos en 1 litro de solución. Los porcentajes de sorción fueron de 16,56 % para Cd (II) y 15,6 % para elHg (II) en un periodo de 7 días”.

Como se aprecia en los trabajos y experiencias revisadas, se logra evidenciar que el impacto de la fitorremediación es de suma importancia, tanto para el ambiente como para los productores agrícolas, pues es una alternativa que apunta a la recuperación y al mantenimiento de los sitios de siembra y eso confluye en que exista rentabilidad en la producción, pues se apuesta al uso de recursos naturales, para que se logre un equilibrio entre la producción y el ambiente, lo que permite la inclusión de la sostenibilidad; de hecho, Marrero-Coto *et al.* (2012) señalan que la fitorremediación es una de las vertientes de la biorremediación que se puede considerar una tecnología alternativa rentable y sostenible. En ella, se emplean plantas (flora arbórea, arbustiva, herbácea) y algas, que tienen la capacidad de almacenar y de eliminar sustancias tóxicas, mediante sus procesos metabólicos, principalmente, metales pesados, por lo que son denominadas plantas hiperacumuladoras.

Los estudios y las experiencias descritos permiten abrir caminos y establecer las bases teóricas del presente experimento, el cual, cumple los requisitos de rigor para su muestra y, por ende, publicación; de hecho, se muestra la introducción, donde se hace énfasis en el planteamiento y la formulación del problema, el objeto de estudio y, por supuesto, los antecedentes, que hacen referencia y relación con el tema que se viene desarrollando; seguidamente, se presenta lo concerniente a los materiales y métodos, donde se explica la operatividad del experimento, acompañado, luego de los resultados; seguidamente, se presentan la discusión y se finaliza con un cuerpo de conclusiones, las cuales, hacen énfasis en los objetivos previstos y se finaliza con las referencias utilizadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con relación a los materiales y los métodos del experimento, se debe tener presente que se tomaron diferentes elementos, entre los que vale señalar los siguientes:

Agua residual analizada. Para el desarrollo del experimento, se utilizó agua residual proveniente de un monocultivo de arroz, ubicado en el punto georreferenciado N 8°34'23.89", W 75°57'46.89" El análisis físico químico inicial, se presentan en la tabla 1.

Los parámetros fisicoquímicos en el agua se midieron para determinar las concentraciones de contaminantes en un cuerpo de

agua y determinar los respectivos tratamientos a realizar; de acuerdo con los resultados, se observa que la alcalinidad estaba por encima del límite permisible, según el Decreto 631/ 3015, MAVD, al igual que los nitratos y la DQO. Se establece que la presencia de materia orgánica en el agua es alta y, por lo tanto, no hay oxígeno suficiente para depurar el agua; asimismo, el valor de conductividad. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica e, igualmente, contribuye a la detección de fuentes de contaminación, la evaluación de la actitud del agua para riego y la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno. En cuanto a la dureza, se puede decir que entre más alta la dureza mayor productividad en terrenos dispuestos para la agricultura.

Con estos resultados, se pretendió establecer un modelo de humedal, para disminuir las concentraciones de los contaminantes en el agua, producto de la siembra de arroz convencional.

Establecimiento del experimento. Se estableció, como diseño experimental, el montaje de cuatro tratamientos, los cuales, incluyeron lechos filtrantes (canto rodado, grava, antracita y sustrato) y una planta fitoremediadora, la *Heliconia latispatha*.

Para la implementación, se utilizaron 8 recipientes plásticos, con las siguientes medidas: 20 cm de ancho x 78 cm de alto; cada recipiente incluyó lechos filtrantes, abono y heliconias, según correspondía

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos medidos en el agua residual del arroz CABP.

Parámetro	Límite de cuantificación	Resultado de la muestra
pH	6,00 a 9,00	8,0
Demanda química de oxígeno DQO (mg O ₂ /L)	150,00	108,14
Demanda bioquímica de oxígeno dbo ₅ (mg O ₂ /Lca)	50,00	46,72
Conductividad Eléctrica (MgCaCO ₃ /L)	Análisis y Reporte	580
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	6.040	240.00
Cloruros	Análisis y Reporte	35,98
Dureza total (mgCaCO ₃ /l)	Análisis y Reporte	208
Nitritos (mg NO ₂ - -N/L)	Análisis y Reporte	0,02
Nitratos (NO ₃ - -N/L)	0,02	2,03
Nitrógeno total (mg N/L)	Análisis y Reporte	0,84
Fosforo total (mg P/L)	Análisis y Reporte	4

a cada tratamiento. Los tratamientos implementados fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Abono + Sustrato + Plantas

Tratamiento 2: Canto rodado + Antracita + Abono + Plantas

Tratamiento 3: Canto rodado + Grava + Abono + Plantas

Tratamiento 4: Grava + Canto rodado

Como tanque colector, que almacenaba y distribuía el agua residual en cada uno de los tratamientos, se utilizó un recipiente con capacidad de 100 litros, ubicado en la parte superior para alimentar

el sistema; este, a su vez, se controlaba con llaves de paso. Los tratamientos fueron alimentados con agua residual, con un caudal de 0,75 litros por segundo, cada tres días.

El abono utilizado para el experimento fue abono tipo bocashi, que se caracteriza por ser un abono completo en nutrientes, que les permite a las plantas desarrollarse con los nutrientes necesarios para el proceso; a su vez, se realizó una mezcla de hormigón y arena, permitiendo que la mezcla fuese más compacta. En la tabla 2, se muestra el análisis de laboratorio del abono.

Por otra parte, como lecho filtrante, se utilizó antracita, así como la grava, que oscila entre 50 a 100 mm y grava fina, diámetro entre 3 a 32 mm, los cuales, se seleccionaron por ser materiales capaces de retener partículas gruesas y finas, que permiten la depuración de las aguas residuales.

Las plantas fitoremediadoras usadas fue la *Heliconia latispatha*, una especie herbácea erecta rizomatosa, perenne, siempreverde, que forma densas matas altas 1,5-4 m. Las hojas, sobre un pecíolo largo 20-50 cm, son basales, alternas, simples, enteras, oblongo-elíptica,

Tabla 2. Análisis de laboratorio del abono.

Análisis	Metodología	Valor	Parámetro a garantizar, según NTC 5167
pH (unidades de pH)	Potenciométrico (NTC 5167)	8,09	4,0 -9,0 unidades de pH
Conductividad (dS/m)	Electrométrico (NTC 5167)	64,8	-
Carbono orgánico total (%)	Método C. Oxidación húmeda (NTC 5167)	14,63	Mínimo 15%
CIC (cmol/kg)	Extracción con acetato de amonio 1M pH 7- Volumetría (NTC 5167)	51,86	Mínimo 30 Cmol/kg
Fósforo disponible (ppm)	Espectrofotométrico Bray II. (NTC 5350)	933,98	-
Humedad (%)	Gravimétrico (NTC 5167)	10,99	Max 20 % origen animal Max 30% origen vegetal
Acidez intercambiable (si pH es < 5,5)	Volumétrico (NTC 5167)	No determinada	0
Densidad real máxima (g/cm ³)	Gravimetría	0,67	Máximo 0,6 g/cm ³
Nitrógeno total (%)	Método Kjeldahl modificado (NTC 370)	0,1317	-
Relación Carbono/Nitrógeno	Calculado	111,08	-
Calcio (cmol/kg)	Extracción con acetato de amonio 1M pH 7- y cuantificación por absorción - emisión atómica	17,36	
Magnesio (cmol/kg)		22,52	
Potasio (cmol/kg)		40,02	-

con ápice en punta y nervadura central prominente en la página inferior, largas 0,5-1,5 cm, de color verde brillante y bases foliares tubulares envolventes, que forman un pseudotallo. Las plantas fueron recolectadas en los alrededores del Centro de formación, sometidas a un periodo de estabilización para adaptarse a las nuevas

condiciones, para luego ser replantarlas en el sistema de tratamiento de agua residual.

Variables. En el agua residual, sometida a proceso de descontaminación, mediante fitoremediación, se evaluaron

parámetros, tales como pH, oxígeno disuelto, metales pesados, conductividad, demanda biológica de oxígeno-DBO, demanda química de oxígeno-DQO y fósforo. Estas variables, se evalúan por las siguientes razones:

pH. Este parámetro permite determinar si una muestra de agua es alcalina o ácida, a pH inferior a 4,5 y superiores a 10, se tendrá un descenso de la colonia de bacterias en el sistema biológico. En vertidos urbanos, los rangos de pH están comprendidos entre 6,5 y 8,5, las variaciones de estos intervalos normalmente son debidos a vertidos incontrolados de origen industrial.

Demanda bioquímica de oxígeno DBO5 (mg O₂/L). Variación de la OD determinada al cabo de cinco días en condiciones estándar y que nos proporciona una idea del carbono orgánico biodegradable existente en la muestra y el impacto que ocasiona en la fauna acuática.

Demanda química de oxígeno DQO (mg O₂/L). La DQO, se define como la cantidad de oxígeno disuelto que consumen en la oxidación química de toda la materia oxidable de una muestra. Bajo tales condiciones, se oxida toda la materia oxidable presente en la muestra, incluso, aquella que los microorganismos no son capaces de degradar. El método consiste en someter a la muestra a un agente químico oxidante fuerte (dicromato potásico) en un medio ácido a alta temperatura y en presencia de un catalizador (sulfato de plata). Es un indicador de la contaminación orgánica de los vertidos, tanto la materia biodegradable como la que no lo es.

Nitritos (NO₂). Los nitritos son relativamente inestables y fácilmente oxidables a nitratos y raramente superan el valor de 3 mg/L. Cuando se presentan valores altos de nitritos en la salida de un sistema de agua residual, indica que no se está dando correctamente el ciclo del nitrógeno en el sistema biológico y no existe una colonia suficiente de bacterias nitrobacter en el sistema.

Nitratos (NO₃). Es la forma más oxidada del nitrógeno y la forma menos tóxica en la que se puede realizar el vertido. Puede facilitar el crecimiento de algas verdes.

Fósforo total. (UNE 77047-1983 y UNE EN ISO 1189-1997). El fósforo junto con el nitrógeno es dos de los nutrientes fundamentales de todos los seres vivos, de forma que contenidos, anormalmente altos de estos en las aguas, pueden producir un crecimiento incontrolado de la biomasa acuática (eutrofización). Una gran parte del fósforo presente en las aguas, se debe al uso de abonos fosfatados y detergentes.

Conductividad. (UNE EN 27888-1994). El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Valores altos de este parámetro afectan al proceso biológico de depuración, impidiendo el desarrollo de una comunidad bacteriana estable. Se produce un desajuste en la colonia bacteriana, las bacterias filamentosas son más resistentes, lo que provoca que se debilite la estructura flocular del fango activo, disminuyendo su densidad y, por tanto, su velocidad de sedimentación.

Se realizaron un total de tres tomas de muestras para cada tratamiento. Se establecieron tiempos de retención del agua en los tratamientos para la toma de muestras. Inicialmente, se tomó como tiempo de retención 3 días; la segunda toma de muestra, se realizó luego de un tiempo de retención de 8 días y la última muestra, con un tiempo de retención de 15 días. El análisis de estos parámetros, se realizó en un laboratorio externo acreditado, para el desarrollo de las pruebas.

RESULTADOS

En cuanto a los resultados es conveniente considerar algunos aspectos de gran importancia; tal es el caso, que el tratamiento de la información se presentó bajo la data elaborada, mediante el software SPSS, con el cual, se pueden juntar para contribuir a un bienestar social, acorde a las exigencias del entorno, tal como se puede apreciar en los siguientes aspectos alcanzados, según el tipo de investigación, el cual, corresponde a una investigación de tipo experimental y donde se logró evidenciar los comportamientos estadísticos de la tabla 3.

Diseño hidráulico del sistema

$$As = \frac{Q_{in} \left(\frac{C_o}{C_e} \right)}{Kt (h) (n)} \quad \text{ecuación 1 (EPA, 1988)}$$

Donde:

As: área superficial (m²)

Q: caudal (m³/día)

Co: Concentración de entrada (mg/l)

Ce: Concentración de salida (mg/l)

Kt: Constante de primer orden dependiente de la temperatura (d⁻¹)

n Porosidad promedio del sistema, en fracción decimal

h: Profundidad promedio del sistema (m)

Dada un área superficial de 1,76 m², altura de lecho de 0,70 m, n de 0,40, Co de 220 mg/l y Ce 50 mg/l, un Kt de 1.49 d⁻¹; se procede a calcular el caudal de diseño del sistema de humedal subsuperficial de flujo horizontal, conforme a la ecuación 1.

$$Q = \frac{As Kt (h) (n)}{\ln \left(\frac{C_o}{C_e} \right)} \quad \text{ecuación 2}$$

$$Q = \frac{1.76m^2 \cdot 1.49d^{-1}(0.70m) (0.40)}{\ln \left(\frac{220mg/l}{50mg/l} \right)}$$

$$Q = 0.05 \frac{1}{s} = 1l/s$$

Tabla 3. Variables dependientes e independientes.

Variables independientes		
Variable	Unidad	Método
Tiempo de retención	Segundos	Trazadores con Bromuro de potasio
Caudal real	Lts/s	Flujómetro medido en dos piezómetros por cada sistema
Conductividad hidráulica efectiva		
Antracita	mm	
Grava	mm	2 m ² el diámetro de la grava de ingreso y salida oscila entre 50 mm a 100 mm. 6 m ² zona de plantación está constituida por grava fina diámetro entre 3 mm a 32 mm; y 6 m ² antracita de un.
Variables dependientes		
DBO	mg/l	
DQO	mg/l	
SST		
Nitritos		
Nitratos		
pH		
Temperatura		

Tabla 4. Variables con estructuras.

Variable	Estructura 1	Estructura 2
As	1,76 m ²	1,76 m ²
Caudal de diseño	1 Lts/s	1 Lts/s
Tipo de lecho filtrante	Grava fina diámetro entre 3 a 32 mm	Antracita
Altura de lecho	0,70 m	0,70 m
Vegetación	Heliconia	Jincho de agua

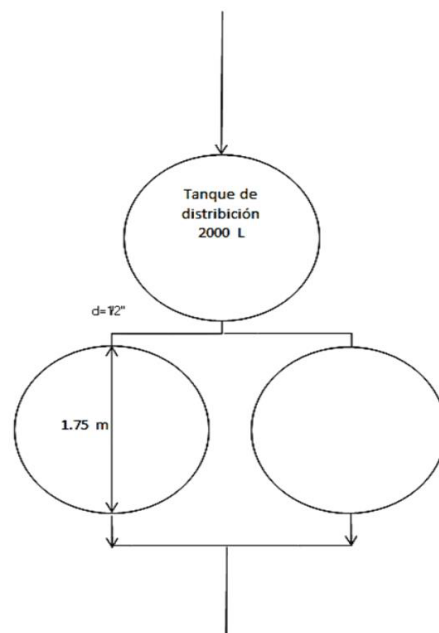


Figura 1. Operatividad del sistema.

A partir del caudal de diseño, se propone el siguiente esquema de tratamiento, compuesto por dos estructuras en paralelo con las características, que se presentan en la tabla 4. El comportamiento estadístico hallado, se refleja la figura 1.

DISCUSIÓN

Con relación a los resultados encontrados, se logró determinar, según algunos cálculos estadísticos, que se deben considerar en el momento de aplicación del experimento para que se logre disminuir la contaminación ambiental y, por supuesto, con ello, se establezca el equilibrio entre la producción y las implicaciones en el ambiente, generando aspectos relacionados con la sostenibilidad, lo cual, se convierte en una herramienta para los productores agrícolas generando, con ello, un rescate del ecosistema natural; de hecho, todo estos aspectos se logran ver al aplicar el software SPSS y que deja ver en la tabla 5.

Al revisar los datos estadísticos en la tabla 5, se logra evidenciar que la parte química es fundamental conocer para lograr disminuir los efectos contaminantes, lo cual, respalda el procedimiento que se realizó dentro del experimento y eso permite la disminución de la contaminación; adicional a ello es esencial tener en cuenta que este tipo de experiencia se puede llevar a otras latitudes geográficas, que presenten características similares en donde se ha llevado a cabo el experimento; esto ayuda a que se establezca un equilibrio entre el ambiente y la producción agrícola, con la finalidad de llegar a la sostenibilidad, es decir, se logre producir con el mínimo de uso de productos químicos y empleando recursos naturales para contrarrestar la contaminación, lo cual, permite calidad en el producto y rentabilidad para los productores, pues al disminuir la carga de agroquímicos, se logra disminuir los costos; eso conlleva a que se implementen alternativas y herramientas con recursos naturales, que puedan contrarrestar la contaminación.

Tabla 5. Resumen estadístico de la información recolectada

	pH	Demanda química de oxígeno DQO (mg O ₂ /L)	Demanda bioquímica de oxígeno dbo5 (mg O ₂ /Lca)	Conductividad Eléctrica (MgCaCO ₃ /L)	Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros	Dureza total (mgcaCO ₃ /l)	Nitritos (mg NO ₂ - -N/L)	Nitratos (NO ₃ - -N/L)	Nitrógeno total (mg N/L)	Fósforo total (mg P/L)
pH	1,000	0,724	0,690	0,451	0,509	0,744	0,323	-0,124	0,130	0,241	0,514
Demanda química de oxígeno DQO (mg O ₂ /L)	0,724	1,000	0,991	0,573	0,644	0,686	0,606	0,131	0,436	0,377	0,806
Demanda bioquímica de oxígeno dbo5 (mg O ₂ /Lca)	0,690	0,991	1,000	0,563	0,646	0,651	0,602	0,148	0,467	0,442	0,837
Conductividad Eléctrica (MgCaCO ₃ /L)	0,451	0,573	0,563	1,000	0,889	0,783	0,886	0,184	-0,024	0,222	0,473
Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L)	0,509	0,644	0,646	0,889	1,000	0,860	0,929	0,216	0,237	0,266	0,637
Cloruros	0,744	0,686	0,651	0,783	0,860	1,000	0,759	0,158	0,163	0,103	0,466
Dureza total (mgcaCO ₃ /l)	0,323	0,606	0,602	0,886	0,929	0,759	1,000	0,308	0,196	0,178	0,629
Nitritos (mg NO ₂ - -N/L)	-0,124	0,131	0,148	0,184	0,216	0,158	0,308	1,000	0,026	-0,097	0,108
Nitratos (NO ₃ - -N/L)	0,130	0,436	0,467	-0,024	0,237	0,163	0,196	0,026	1,000	0,478	0,582
Nitrógeno total (mg N/L)	0,241	0,377	0,442	0,222	0,266	0,103	0,178	-0,097	0,478	1,000	0,621
Fósforo total (mg P/L)	0,514	0,806	0,837	0,473	0,637	0,466	0,629	0,108	0,582	0,621	1,000

Ahora bien, es importante señalar que las variables analizadas en la tabla 5, que se analizaron estadísticamente, cada una de ellas tiene sus implicaciones en el proceso de fitorremediación; cuando se logra ver que se cruzan las variables y estas arrojan datos significativos en función del humedal que se debe implementar para la disminución de la contaminación y, por ende, para alcanzar la sostenibilidad entre producción y ambiente, lo que converge en lograr mejoras en los lugares dispuestos para la producción agrícola.

Para cerrar esta parte es conveniente señalar que para alcanzar la información antes descrita, se realizó un análisis estadístico de cada una de las variables previstas, como pH, oxígeno disuelto, metales pesados, conductividad, DBO, DQO y fósforo, lo que indica que se analizan en función de su impacto dentro del humedal que se adelantó para la disminución de la contaminación, lo cual, favorece a los productores, para que logren una armonía entre los componentes del ecosistema y los tipos de producción que se estén desarrollando.

CONCLUSIONES

La investigación experimental permitió evidenciar aspectos de relevancia para la fitoremediación. Los tratamientos fueron alimentados con agua residual, con un caudal de 0,75 litros por segundo, cada tres días. Con los resultados obtenidos, se pretende establecer un modelo de humedal para disminuir las concentraciones de los contaminantes en el agua, producto de la siembra de arroz convencional, aspecto donde convergen las variables pH, oxígeno disuelto, metales pesados, conductividad, DBO, DQO y fósforo, las cuales, se lograron tratar para establecer el modelo de humedal que se pretende implementar, ya que se puede convertir en una alternativa o herramienta que pueden tener los productores agrícolas, con la intención de disminuir los efectos contaminantes, lo que conlleva a que se establezca un equilibrio entre el ambiente y las producciones agrícolas generando, con ello, una estabilidad, promoviendo la sostenibilidad, entre el ambiente y la sociedad, lo que conduce a que las secuelas de la contaminación disminuyan notablemente y el ambiente se logre consolidar para seguir la producción, de una manera eficiente, en función del progreso y desarrollo de las comunidades rurales.

REFERENCIAS

1. ARIAS MARTÍNEZ, S.A.; BETANCUR TORO, F.M.; GÓMEZ ROJAS, G.; SALAZAR GIRALDO, J.P.; HERNÁNDEZ ÁNGEL, M.L. 2010. Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *Informador Técnico (Colombia)*. 74:12-22. <https://doi.org/10.23850/22565035.5>
2. DELGADILLO-LÓPEZ, A.E.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, C.A.; PRIETO-GARCÍA, F.; VILLAGÓMEZ-IBARRA, J.R.; ACEVEDO-SANDOVAL, O. 2011. Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(2):597-612.
3. DENIS, O. 2020. Otro año negro para el medio ambiente en Latinoamérica. *La Nación – Paraguay*. 12 de diciembre de 2020. Disponible desde Internet en: <https://www.lanacion.com.py/mundo/2020/12/25/el-2020-otro-ano-negro-para-el-medio-ambiente-en-latinoamerica/>
4. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA. 1988. Estimation of infiltration rate in the vadose zone: compilation of simple mathematical models. EPA. Washington, DC, USA.
5. LÓPEZ-MARTÍNEZ, S.; GALLEGOS-MARTÍNEZ, M.E.; PÉREZ FLORES, L.J.; GUTIÉRREZ-ROJAS, M. 2005. Mecanismos de fitoremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobióticas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 21(2):91-100.
6. MARRERO-COTO, J.; AMORES-SÁNCHEZ, I.; COTO-PÉREZ, O. 2012. Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. 46(3):52-61.
7. POMA LLANTOY, V.R.; VALDERRAMA NEGRÓN, A.C. 2014. Estudio de los parámetros fisicoquímicos para la fitoremediación de cadmio (ii) y mercurio (ii) con la especie *Eichhornia Crassipes* (jacinto de agua). *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 80(3):164-173. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v80i3.224>
8. UNE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. 1983. UNE 77047:1983. Métodos de análisis de agua en vertidos industriales. Determinación de Fósforo. Método del ácido ascórbico.
9. UNE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. 1997. UNE-EN 1189:1997. Calidad del agua. Determinación del fósforo. Método espectrométrico con molibdato amónico.
10. UNE NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. 1998. UNE-EN 27888:1994. Calidad del agua. Determinación de la conductividad eléctrica. (ISO 7888:1985).
11. VELÁSQUEZ ARIAS, J.A. 2017. Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitoremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 8(1):151-167. <https://doi.org/10.22490/21456453.1846>



Efectos de las sequías en los focos de calor en la provincia de Formosa, Argentina: un análisis realizado con herramientas de teledetección

Effects of droughts on hot spots in the province of Formosa, Argentina: An analysis with remote sensing tools

Antonella Aglae-Díaz¹ ; Félix Ignacio Contreras^{2,3*} ; Federico Ferrelli^{4,5} ; Humberto Smichowski³ 

¹Universidad Nacional de Formosa. Formosa - Formosa, Argentina; e-mail: antonelladiaz@outlook.com

²Universidad Nacional del Nordeste, UNNE, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Ingeniería en Agrimensura. Corrientes - Corrientes, Argentina; e-mail: ignaciocontreras@exa.unne.edu.ar

³Centro de Ecología Aplicada del Litoral - CECOAL (CONICET - UNNE), Grupo de Geografía Física. Corrientes - Corrientes, Argentina; e-mail: cepismichowski@gmail.com

⁴Instituto Argentino de Oceanografía Bahía Blanca (CONICET - UNS). Bahía Blanca - Buenos Aires, Argentina; e-mail: fferrelli@criba.edu.ar

⁵Universidad Nacional del Sur, UNS, Departamento de Geografía y Turismo. Bahía Blanca - Buenos Aires, Argentina.

*autor de correspondencia: ignaciocontreras@exa.unne.edu.ar

Cómo citar: Aglae-Díaz, A.; Contreras, F.I.; Ferrelli, F.; Smichowski, H. 2023. Efectos de las sequías en los focos de calor en la provincia de Formosa, Argentina: un análisis realizado con herramientas de teledetección. *Novum Ambiens*. 1(1):e2336. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2336>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: junio 16 de 2022

Aceptado: noviembre 01 de 2022

Editado por: Oscar Luis Pyszczek

RESUMEN

El presente artículo de investigación tiene como objetivo evaluar la variabilidad pluviométrica de la provincia de Formosa (Argentina), a fin de analizar la distribución espaciotemporal de los focos de calor, mediante el análisis de productos satelitales. Para ello, se analizaron las condiciones de sequías y de humedad con el Índice Estandarizado de Precipitación (SPEI), para el período 1955-2022; luego, se obtuvieron productos MODIS desde enero del 2020 hasta febrero del 2022. Posteriormente, los archivos vectoriales fueron procesados con el software ArcGIS, utilizando solo aquellos que poseían un nivel de confianza superior al 80 %. Se aplicó el análisis de Densidad de Kernel, para reconocer las zonas más afectadas del territorio. Los resultados mostraron que, en marzo del 2020, inició el periodo seco más intenso de los últimos 73 años, con una duración de 24 meses. Durante el 2020, se produjo la mayor cantidad de focos de calor, con un nivel de confianza alto (> 80 %), disminuyendo, considerablemente, durante el 2021, para luego ascender durante enero y febrero del 2022; se presentó una clara tendencia de focos de incendio en la porción central y oriental del territorio provincial.

Palabras clave: Análisis espacial; Antecedentes climáticos; Eventos de sequía; Incendios forestales; Sensores remotos.

ABSTRACT

This research paper aims to evaluate the rainfall variability in the province of Formosa (Argentina) in order to analyze the spatiotemporal distribution of heat sources by analyzing satellite products. To this end, drought and humidity conditions were analyzed with the Standardized Precipitation Index (SPEI) for the period 1955-2022; then, MODIS products were obtained from January 2020 to February 2022. Later, the vector files were processed with ArcGIS software, using only those that had a confidence level higher than 80 %. Kernel density analysis was applied to recognize the most affected areas of the territory. The results showed that, in March 2020 began the most intense dry period of the last 73 years, with a duration of 24 months. During the year 2020, the highest number of heat sources occurred with a high level of confidence (> 80 %), decreasing considerably during the year 2021; then rising during the months of January and February 2022, a clear trend of fire outbreaks occurred in the central and eastern part of the provincial territory.

Keywords: Drought events; Forest fires; Remote sensing; Spatial analysis; Weather background.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de la variabilidad climática de los últimos años, se puede observar una mayor frecuencia de eventos hídricos extremos. Dentro de ello, la sequía es considerada compleja, porque su inicio es difícil de identificar y tiende a notarse al momento de generar impactos negativos, en la calidad de vida del hombre y en el medio natural (Ravelo *et al.* 2016). Sumado a ello, los efectos del calentamiento global y el cambio climático están vinculados con la ocurrencia de incendios, debido a que el incremento de la temperatura genera un mayor poder de ignición, que ocasiona un aumento en la frecuencia de estos eventos; en el caso de las tormentas tenderán a ser más intensas y severas, siendo un foco de ignición de incendios forestales (Ferrelli *et al.* 2021). Como consecuencia, la mayor parte del mundo ha experimentado un aumento en el número de incendios (IPCC, 2022); asimismo, las proyecciones indican que el riesgo de incendios aumentará un 74 % hacia finales de este siglo (Xu *et al.* 2020).

En general, la generación de incendios en la cobertura vegetal de un territorio tiende a aumentar durante las épocas secas, particularmente, en zonas húmedas, donde son comunes las condiciones de inflamabilidad (Barcia-Sardiñas *et al.* 2018). Si bien, el fuego es parte del ambiente, dándose históricamente en forma natural y permitiendo modelar los distintos ecosistemas, las acciones antrópicas y, en consecuencia, el cambio climático, están alterando aquellos patrones normales de generación de incendios, por lo que su estudio es fundamental para evitar sucesos ambientales, que perjudiquen altamente el entorno (Carbone *et al.* 2020). Para implementar este tipo de estudios, la teledetección es una herramienta fundamental, que permite comprender los impactos de las quemadas (Chuvieco *et al.* 2012).

En teledetección, un foco de calor es considerado como una anomalía térmica, debido a las altas temperaturas registradas en la superficie terrestre, pudiendo corresponderse a un incendio (Agüero & Garay, 2017). Entre los distintos sensores que permiten obtener información de focos de calor, el MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer), a bordo de los satélites Terra y Aqua de la NASA, facilita la obtención de información sobre incendios en tiempos reales, siendo de gran aporte, especialmente, en áreas donde la detección en terreno no sea generada (Barcia-Sardiñas *et al.* 2018).

Según los informes del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina, en el 2020, se desarrolló el fenómeno de La Niña, siendo el Nordeste Argentino (NEA) y Buenos Aires, las zonas más afectadas, por déficit de lluvias. La provincia de Formosa tiene precipitaciones anuales en condiciones normales, con un gradiente, que disminuye en sentido Este-Oeste, pasando de montos anuales de 1.300 a 700 mm. Esta condición genera condiciones de aridez en el oeste del territorio (Conte *et al.* 2012), pero al igual que en otras zonas del país, según el informe del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina (2021), para diciembre del 2020, ya presentaba una condición de sequía de tipo moderada, que estuvo relacionada con un aumento en el número de incendios en el territorio.

A raíz de lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue analizar la variabilidad climática de la provincia de Formosa, para identificar distintos eventos (secos, normales y húmedos) y así evaluar espaciotemporalmente los focos de calor, a partir de herramientas de teledetección. La información resultante podría aportar a la gestión territorial, en materia de prevención y mitigación de incendios, detectando aquellas áreas que requieran de mayor atención en la problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La provincia de Formosa (Figura 1a) forma parte de la región del NEA y está localizada entre los paralelos de 22° y 27° de latitud Sur y los meridianos 57° y 63° de longitud Oeste. Posee una superficie de 72.066 km² y tiene una altura media de 75 a 200 metros sobre el nivel del mar, considerando los márgenes del Este al Oeste (Conte *et al.* 2012). De acuerdo con la localización de la provincia posee un clima cálido, con estación seca al Oeste y un clima cálido subtropical húmedo al Este, mientras que, en el centro de ambos, se produce una diferenciación climática desde el Este hacia el Oeste (Gobierno de Formosa, 2022) (Figura 1b).

Según la población estimada para el 2020, Formosa contaba con 605.193 habitantes (Ministerio de Salud Argentina, 2022). El territorio, se encuentra dividido administrativamente en nueve departamentos, pero la particularidad de esto es que, a nivel departamental, las acciones políticas no podían trascender más allá del tejido municipal; de esta manera, para poder atender a las necesidades a escala regional y así permitir que la planificación sea multisectorial y avance mucho más allá de las cuestiones municipales, se establecieron regiones de desarrollo provincial, que buscan que las políticas sean acordes a las necesidades de cada región y que el presupuesto público atienda también las cuestiones diferenciadas; entre muchos otros beneficios, la regionalización es una estrategia de ordenamiento territorial (Conte *et al.* 2012).

Las condiciones de sequías y de humedad, se analizaron con el índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) (Vicente-Serrano *et al.* 2010), el cual, está demostrado que arroja buenos resultados al ser aplicados en el estudio de los ciclos secos y húmedos en Argentina (Brendel *et al.* 2017; Ferrelli *et al.* 2020; Contreras *et al.* 2022). Este índice permitió obtener información para el período 1950-2022, a una escala espacial de 0,5° de longitud y latitud descargado de su sitio Web de forma libre (<https://spei.csic.es/home.html>). El SPEI considera la precipitación acumulada y la evapotranspiración potencial, por lo que es un buen indicador para estudiar los efectos de los períodos húmedos y secos sobre las coberturas del suelo. Este, se aplicó en tres escalas temporales: mensual, estacional y anual. El estudio de los eventos secos y húmedos se realizó considerando la clasificación de la tabla 1.

Con esta información, se estudiaron la intensidad, la frecuencia y la periodicidad de los eventos secos y húmedos en Formosa. Para ello, se realizó un promedio entre todas las cuadrículas, que incluyeron la totalidad del territorio provincial. Posteriormente, se estudió, de forma detallada, el evento ocurrido entre 2020 y 2022. La

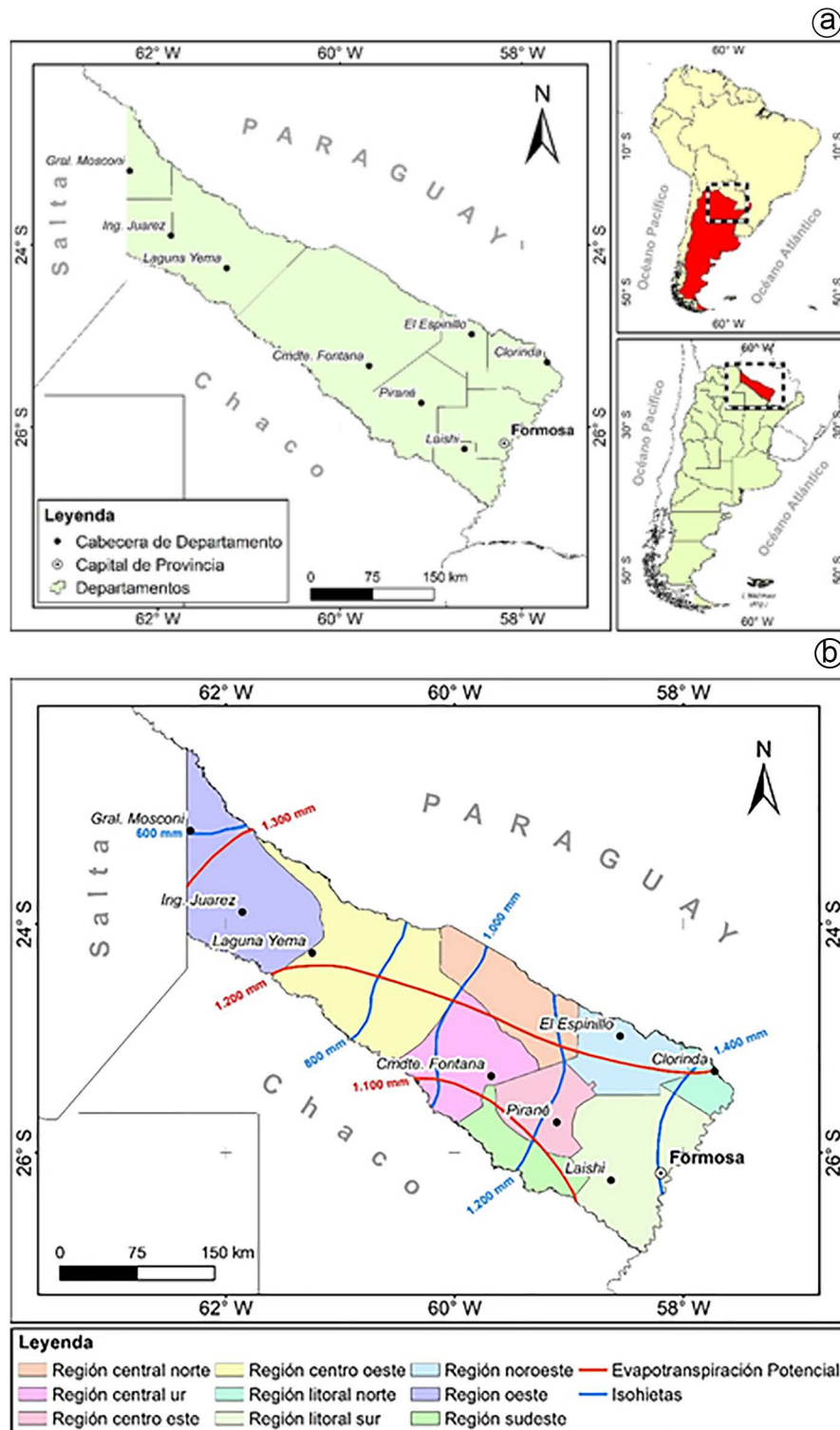


Figura 1. a) Ubicación de la provincia de Formosa (República Argentina); b) Características climáticas y regiones de desarrollo provincial, Formosa.

información en formato ráster, obtenida del sitio Web del Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica (SISSA), fue analizada con un Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.5.

Posteriormente, se utilizaron los datos de focos de calor provenientes del sensor MODIS, a bordo de los satélites Terra (EOS AM) y Aqua (EOS PM), obtenidos del servidor Fire Information for Resource

Management System (FIRMS - <https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/>). El período en estudio fue desde enero del 2020 a febrero del 2022, obteniéndose los datos en formato vectorial, que luego fueron procesados con el software ArcGIS 10.5. La elección de este período, se fundamenta por la manifestación de eventos extremos de sequía asociados al fenómeno de La Niña y, en consecuencia, la recurrente manifestación de casos de incendio dentro del territorio provincial.

Tabla 1. Clasificación del SPEI, según el Sistema de Información sobre Sequías para el Sur de Sudamérica.

Tipo de evento	Valores SPEI
Sequía extrema	SPEI < -1,5
Sequía severa	-1,5 < SPEI < -1
Sequía moderada	-1 < SPEI < -0,5
Normal	-0,5 < SPEI > -0,5
Moderadamente húmedo	0,5 < SPEI < 1
Severamente húmedo	1 < SPEI < 1,5
Extremadamente húmedo	SPEI > 1,5

Fuente: SISSA (2022).

Para este estudio, se seleccionaron solo aquellos focos de calor que poseían una categoría de confiabilidad de fuego alta > 80 %, según la *MODIS Collection 6 Active Fire Product User's Guide* (Giglio, 2015). Finalmente, se aplicó el análisis de Densidad de Kernel, para visualizar aquellas zonas más afectadas por los incendios. El autor Moreno Jiménez (1991), define al estimador de *Kernel* en forma genérica, de la siguiente manera:

$$\tilde{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

X= punto a partir del cual se estima la densidad

X_i= valor de variable, en el caso i=1, ..., n,

K= símbolo de Kernel,

h= anchura de la ventana o parámetro de suavizado

En ArcGis, la densidad de Kernel, permite calcular la densidad de elementos, en las proximidades de estos, tanto para puntos como para líneas; para este trabajo, se calculó la densidad para puntos. Por último, se superpuso a la cartografía elaborada, las Nuevas Regiones de Desarrollo provincial, de manera de poder aportar a la gestión territorial. De esta manera, se visualizaron las regiones más impactadas por los incendios en el período de estudio, con la finalidad de dar a conocer los lugares de Formosa que requieran de mayores esfuerzos, para la prevención de incendios.

RESULTADOS

Análisis de la variabilidad pluviométrica. Se analizaron los eventos secos y húmedos ocurridos para el promedio de píxeles

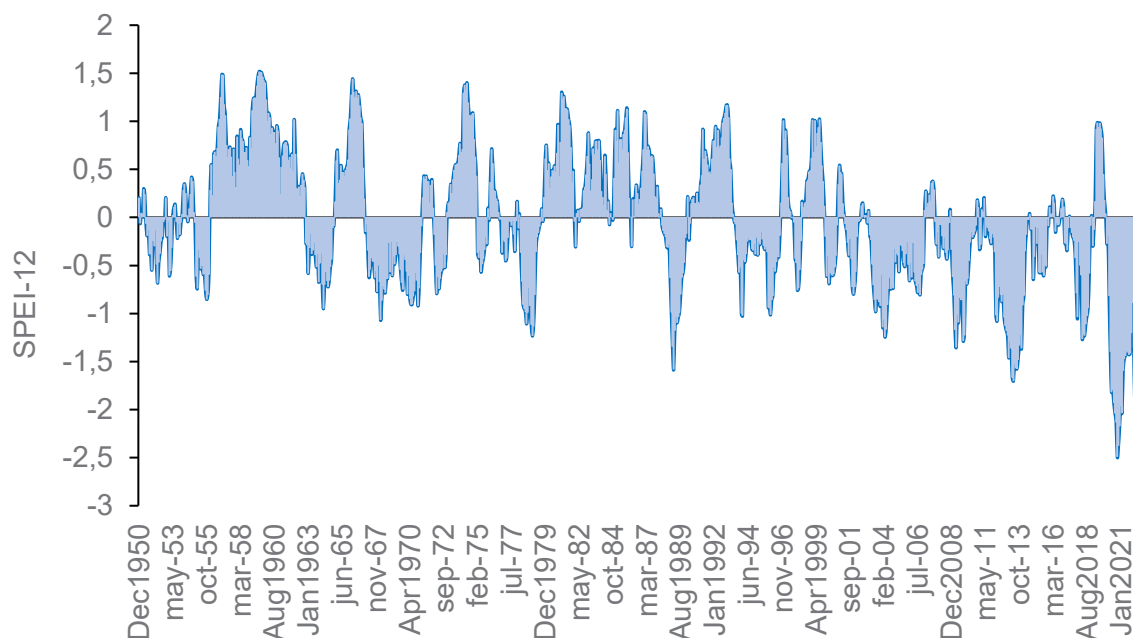


Figura 2. Distribución temporal de los eventos secos y húmedos en la provincia de Formosa durante enero 1950 hasta mayo de 2022.

que ocupan la provincia de Formosa. Se evidenció que durante el período 1950-2022, los eventos secos fueron más intensos que los húmedos. La intensidad media de estos fue de $SPEI-12 = -0,92$, mientras que en los húmedos el $SPEI-12$ fue de $0,88$ (Figura 2).

Al analizar los eventos extremos, se evidenciaron solo tres eventos húmedos ($SPEI = 1,51$), lo que demostró que la frecuencia de estos es muy baja (3 eventos cada 73 años), su periodicidad estimada es de 25 años y su duración medio es de un mes. Por otro lado, los eventos extremadamente secos fueron más intensos ($SPEI-12 = -1,89$), contabilizando 19 eventos en total (Frecuencia = $19/73$, periodicidad estimada de 3,8 años y duración media de 4 meses) (Figura 3).

Se registró una particularidad a partir de marzo de 2020, donde se inició el período seco más intenso de los últimos 73 años. El mismo tuvo una duración de 24 meses, una intensidad media de $-1,69$ y una máxima de $-2,49$ (Figura 2). Por lo tanto, ocurrieron en la provincia de Formosa situaciones de sequía extrema, que no se habían registrado hasta el momento.

Al analizar la distribución espacial del $SPEI-12$ en 2020, 2021 y 2022, se observaron diferencias significativas. Durante 2020, se registraron los eventos secos más intensos en la provincia de Formosa ($SPEI = -2,67$), localizados en el centro del área de estudio. De igual manera, toda el área estuvo dentro del rango de sequías extremas. En el 2021, la mayor parte de Formosa presentó una condición de

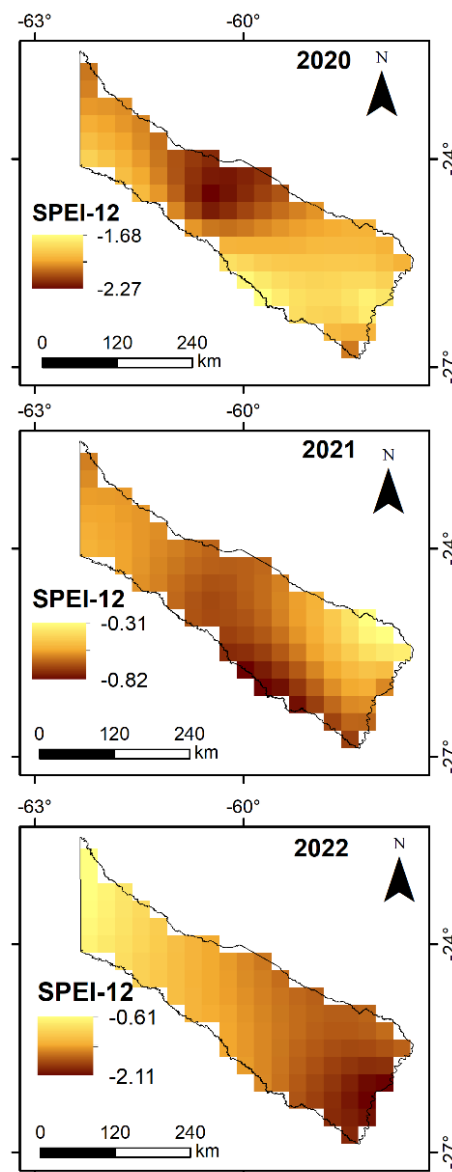


Figura 3. Distribución espacial del $SPEI-12$ en 2020, 2021 y 2022. El 2022, se consideró analizando el $SPEI-12$, desde 31 de mayo de 2021 al 31 de mayo del 2022.

sequía moderada, siendo más intensa en el Sur y Oeste. Finalmente, en 2022, el Este de Formosa estuvo bajo condiciones de sequías

extremas, mientras que el Oeste, bajo condiciones de sequías moderadas (Figura 3).

DISCUSIÓN

La mayor cantidad de focos de calor se concentraron en agosto, septiembre y octubre del 2020, misma tendencia se mantiene para el 2021, pero durante diciembre, se incrementa considerablemente, para luego sobrepasar la cantidad de focos de los últimos meses, en el 2022, siendo mayor en enero (Tabla 2).

Como se observa en la figura 4, la mayor concentración de focos de calor ocurrió en 2020, siendo la porción Oeste del territorio la menos afectada y misma tendencia de distribución, se mantuvo durante el resto del período de estudio, ascendiendo en cantidad de focos de calor hacia el centro y Este de la provincia; no obstante, la cantidad de focos de calor desciende considerablemente durante el periodo anual del 2021, para luego volver a ascender en los primeros meses del 2022.

Tabla 2. Focos de calor obtenidos a partir del sensor MODIS, periodo 2020-2022.

Año 2020	Nº de Focos de Calor	Año 2021	Nº de Focos de Calor	Año 2022	Nº de Focos de Calor
Enero	85	Enero	14	Enero	2588
Febrero	232	Febrero	22	Febrero	392
Marzo	864	Marzo	25		
Abril	441	Abril	2		
Mayo	274	Mayo	8		
Junio	159	Junio	4		
Julio	468	Julio	317		
Agosto	2113	Agosto	979		
Septiembre	1758	Septiembre	475		
Octubre	1871	Octubre	132		
Noviembre	333	Noviembre	38		
Diciembre	65	Diciembre	659		
Total	8863		2675		2980

El mapa de densidad de focos de calor (Figura 5a) identificó las zonas mayormente afectadas de la provincia. Las mismas, se localizaron en el Centro-Norte y Este-Norte del territorio, siendo las regiones Central Norte, Noreste y litoral Norte, las que albergan en una gran porción de su espacio la densidad de tipo muy alta; sin embargo, las regiones aledañas, como la litoral Sur, Centro Este, Sudeste y Central Sur, se enmarcan, principalmente, dentro de la categoría de densidad alta, mostrando, de esta forma, que gran porción del Centro y Este del territorio, se vieron afectados por focos de calor.

Para el 2021, el análisis demostró que, si bien se mantienen las zonas de densidad de focos de calor alta, aun disminuyendo considerablemente, en este caso particular, las regiones de mayor impacto por el fuego fueron la región Centro Oeste y la Central Sur, pero esta última, en menor medida. También, se puede observar como la región Oeste se mantiene con densidades bajas a muy bajas de focos de calor (Figura 5b).

Finalmente, en 2022, se observó una marcada diferencia, más intensa que en los años anteriores, entre la porción Este y Centro y Oeste del territorio, concentrándose aquellas zonas de mayor densidad de focos en la región litoral Sur y manteniéndose la proporción de zonas de altas densidades en casi todas las regiones del Centro y el Este. A diferencia de los años anteriores, este análisis solo incluye los primeros meses del 2022 (Figura 6).

Los resultados obtenidos permitieron demostrar que la provincia de Formosa experimentó situaciones de sequías extremas, que no habían sido detectadas en años anteriores al período estudiado; siendo el 2020, el que presentó el nivel más extremo de sequía, con un valor de SPEI = -2,67. Al mismo tiempo, durante el mismo ciclo anual, se generó la mayor cantidad de focos de calor del período de estudio en el territorio, con un total de 8.863 focos. Los eventos de sequía son de los principales factores que propician la generación de incendios, debido a que, con la disminución de las precipitaciones, se acumula una gran cantidad de material seco, que aumenta los riesgos de ignición (Bonfanti & Sánchez, 2021). La distribución espacial de focos de calor mostró que la zona Centro y Este de la provincia fueron las afectadas, por presentar la mayor densidad de los eventos de calor, con categorías de densidades altas y muy altas. Esto puede estar explicado por los aportes del Libro de Geografía de la Provincia de Formosa, las regiones que se encuentran en el Este provincial presentan, entre otros problemas ambientales, los incendios de pastizales, en general, por acción antrópica, siendo las zonas de pastizales y palmares las que mayores riesgos de incendios manifiestan y la tendencia disminuye hacia el Oeste provincial, con la modificación de la vegetación (Conte *et al.* 2012). Para Martínez Carretero (1995), en Formosa, las quemadas intencionales de *Copernicia alba*, especie característica de los palmares, se ven reforzadas a causa de la materia orgánica del suelo.

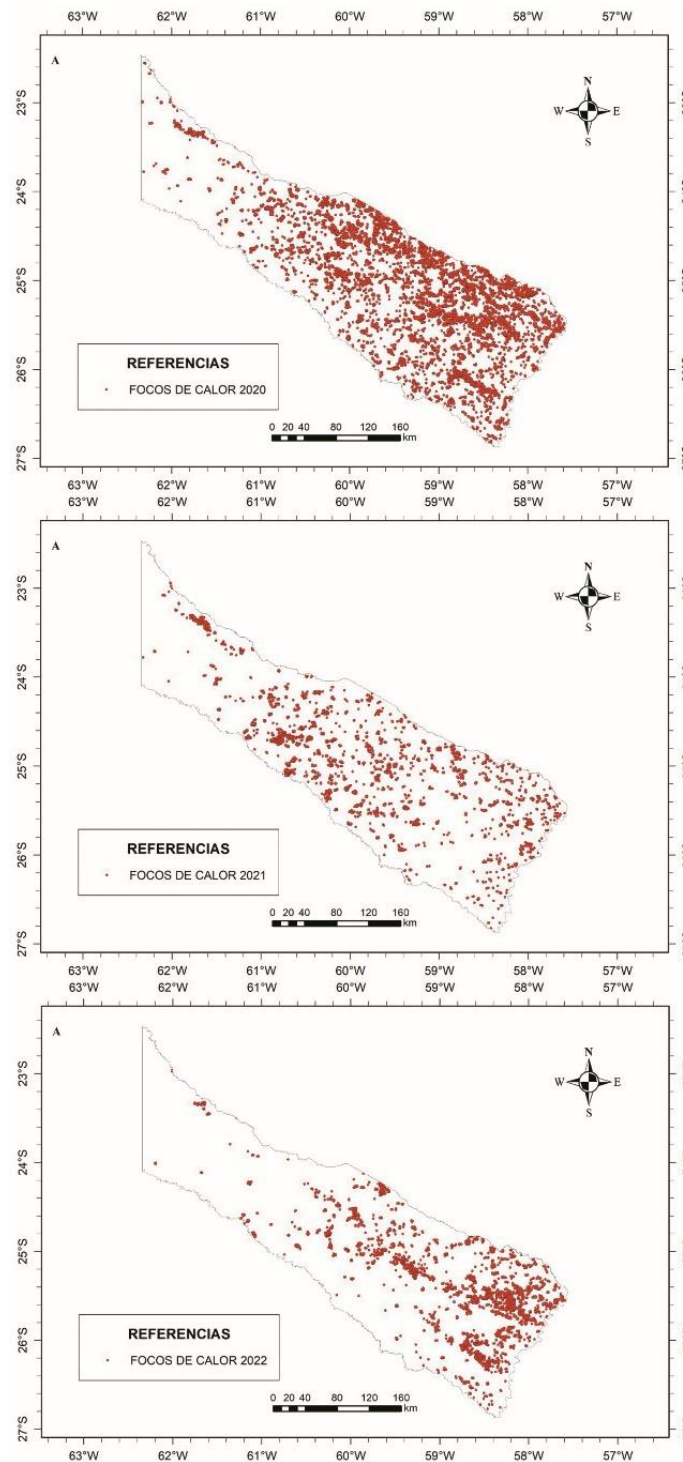


Figura 4. Focos de calor de la provincia de Formosa (República Argentina), entre enero de 2020 y febrero de 2022.

Durante el 2021, la sequía de Formosa fue de tipo moderada y más intensa en la zona Sur y Oeste del territorio, mostrando una diferencia significativa respecto al año anterior y, a su vez, los focos de calor disminuyeron en gran proporción durante el ciclo anual, en relación directa con la disminución de la sequía. Se registraron 2.675 focos de calor, la mayor densidad se presentó en la región Centro Oeste, coincidiendo con la tendencia de la mayor sequía para ese ciclo. En este sentido, la reducción de los focos de incendio

en el 2021, también se encuentra vinculada a la situación ambiental del 2020, es decir, que el gran desarrollo de focos de incendios consumió gran parte de la biomasa que, sumado a la falta de precipitaciones, no se pudo regenerar el material orgánico suficiente para que actúe como combustible en el 2021.

Para el 2022, la situación se volvió a modificar, incrementándose la sequía en el Este provincial, siendo la misma de tipo extrema y

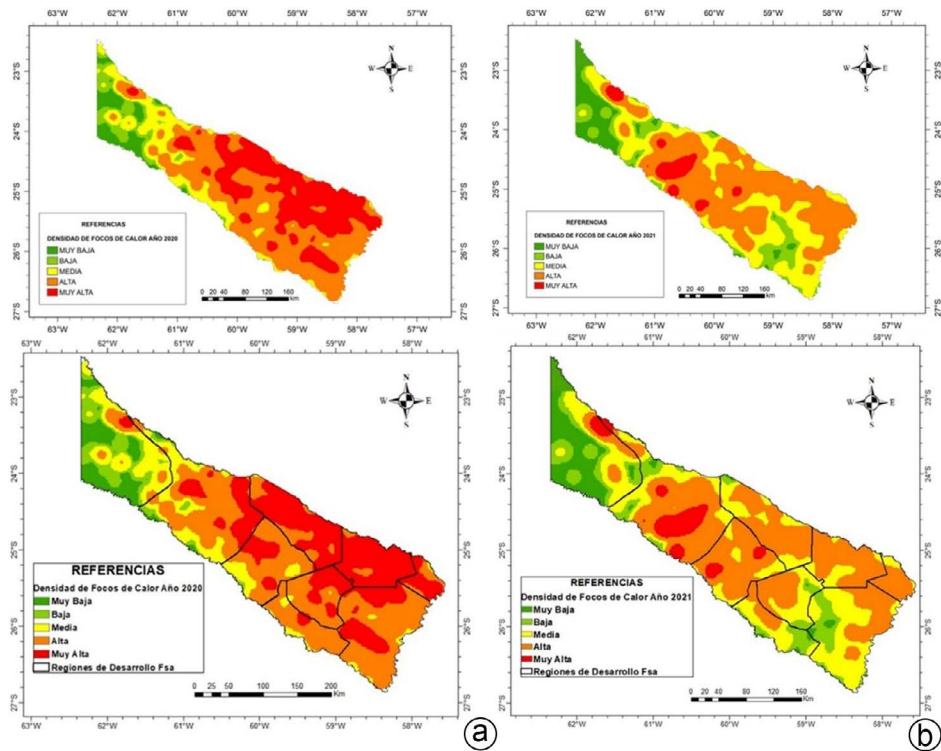


Figura 5. Densidad de Kernel: a) año 2020; b) año 2021.

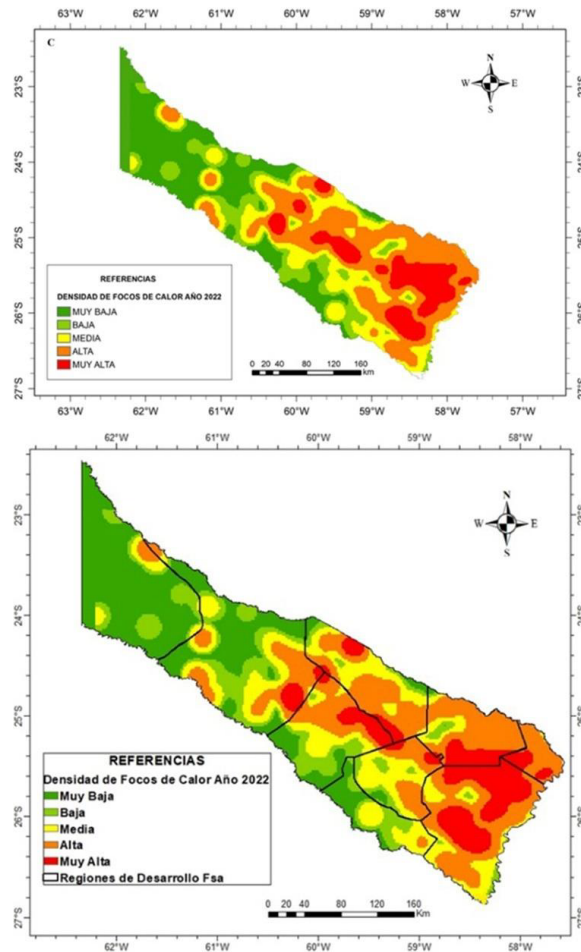


Figura 6. Densidad de Kernel, año 2022.

ascendiendo, a su vez, la cantidad de focos de calor en la zona Este, donde se observó la mayor densidad estimada. Cabe destacar que, no sólo la sequía extrema actúa potenciando la amenaza, sino también hay que tener en cuenta la biomasa generada durante el año 2021. No obstante, sólo se estudiaron los primeros meses del año 2022, por lo que, poder analizar los cambios a fines del mes de diciembre del ciclo anual, permitiría notar diferencias más específicas.

CONCLUSIONES

Se evidenció que la sucesión de sequías, analizada en los últimos tres años en la provincia de Formosa, estuvo directamente relacionada con la cantidad de focos de calor, incrementando la densidad de estos en las condiciones de sequías extremas. A su vez, si bien la distribución espacial se registró en mayor proporción para la zona Centro y, especialmente, Este del territorio, demostrando que es la porción húmeda del territorio, la que se encuentra más expuesta a amenazas de incendios.

Incorporar las regiones de Desarrollo al análisis permitió visualizar aquellas zonas que requieren de una gestión acorde a sus necesidades, en materia de prevención de incendios y también en mitigación de los eventos de fuego, siendo fundamental, para ello, la planificación multisectorial. Con base en lo obtenido, se puede decir que las herramientas empleadas funcionan para visibilizar la problemática de los incendios y contribuir al monitoreo para posteriores acciones de respuesta y alerta temprana, que intenten mitigar la generación de impactos ambientales negativos.

Agradecimientos. Deseamos agradecer a los Proyectos 19Q001 de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste y PICT – 2018 – 636 FOCNCyT, por el financiamiento del presente estudio. A su vez, agradecemos a la Magíster Patricia Pastor, de la Dirección de Planificación del Desarrollo Local, Ministerio de Planificación, Inversión, Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Formosa, por el suministro de las Regiones de Desarrollo Provincial, esenciales para este trabajo.

REFERENCIAS

- AGÜERO, J.N.; GARAY, D.D. 2017. Análisis de “Focos de calor” en los Llanos de La Rioja. Enero 2017. Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación. Disponible desde Internet en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_analisis_focos_de_calor_llanos_de_la_rioja_enero_2017_1.pdf
- ARCGIS DESKTOP. 2016. Cómo funciona la densidad de Kernel. ArcMap. Disponible desde Internet en: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/tools/spatial-analysis-toolbox/how-kernel-density-works.htm>
- BARCIA-SARDIÑAS, S.; FONTES-LEANDRO, M.; VIERA-GONZÁLEZ, E.Y. 2018. Comportamiento temporal de los focos de calor detectados por satélites en la provincia de Cienfuegos. *Revista Cubana de Meteorología*. 24(3):324-334.
- BONFANTI, F.A.; SÁNCHEZ, M.E. 2021. Focos de calor registrados en el este del Chaco durante el período 2015-2020. Implicancia ambiental y manejo del fuego. *Geograficando*. 17(2):e105. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe105>
- BRENDEL, A.S.; BOHN, V.Y.; PICCOLO, M.C. 2017. Efecto de la variabilidad climática sobre el estado de la vegetación y la cobertura de agua en una cuenca de clima templado (Argentina). *Anuário do Instituto de Geociências*. 40:5-16. http://dx.doi.org/10.11137/2017_2_05_16
- CARBONE, L.M.; TAVELLA, J.R.; NAVAL FERNÁNDEZ, M.C.; BIANCHI, M.M.; RODRIGUEZ, J.M.; MARCORA, P.I.; LONGO, M.S.; URCELAY, R.C.; JAUREGUIBERRY, P.; LANDI, M.A.; BRAVO, S.; BLACKHALL, M. 2020. Fuego en los ecosistemas argentinos. *Folium Relatos Botánicos*. 3:28-47.
- CHUVIECO, E.; CIFUENTES, Y.; HANTSON, S.; LÓPEZ, A.A.; RAMO, R.; TORRES, J. 2012. Comparación entre focos de calor MODIS y perímetros de área quemada en incendios mediterráneos. *Revista de Teledetección*. 37:9-22.
- CONTE, R.O.; GUZMÁN, C.E.; KALAFATTICH, S.; PASTOR, P. 2012. Cuadernos para el fortalecimiento del desarrollo de contenidos en historia, geografía y formación ética y ciudadana de la Provincia de Formosa. Gobierno de la Provincia de Formosa. 180p. Disponible desde Internet en: https://des-for.infed.edu.ar/sitio/upload/Libro_Geograf%EDa_Final_-_2012_-_03_-_dia_06_2.pdf
- CONTRERAS, F.I.; ZURITA, C.; SMICHOWSKI, H.; DIAZ, A.A.; PETKIEBICH, S.A.; KALAFATTICH, S.; GÓMEZ, C.V. 2022. Comparación de la recurrencia y severidad de la variabilidad climática en los extremos oriental y occidental de la provincia de Formosa (Rep. Argentina). *Revista Senderos*. 3(1):28-41.
- FERRELLI, F.; BRENDEL, A.S.; PICCOLO, M.C.; PERILLO, G.M.E. 2020. Evaluación de eventos secos y húmedos en el contexto del cambio climático: el caso del sur de la Región Pampeana (Argentina). *Papeles de Geografía*. 66:27-46. <https://doi.org/10.6018/geografia.431671>
- FERRELLI, F.; BRENDEL, A.S.; PICCOLO, M.C.; PERILLO, G.M.E. 2021. Evaluación de la tendencia de la precipitación en la región pampeana (Argentina) durante el período 1960-2018. *Raega-O Espaço Geográfico Em Análise*. 51:41-57. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v51i0.69962>
- GIGLIO, L. 2015. MODIS Collection 6 Active Fire Product User's Guide Revision A. 64 p. Disponible desde Internet en: https://d10a3v3te7t1z1.cloudfront.net/s3fs-public/imported/MODIS_C6_Fire_User_Guide_A.pdf

13. GOBIERNO DE FORMOSA. 2022. Clima y Temperatura. Disponible desde Internet en: <https://www.formosa.gob.ar/miprovincia/aspectosgenerales/climaytemperaturas>
14. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC 2022. Summary for Policymakers. In Global warming of 1.5 C: IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Cambridge University Press. p.3-24. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>
15. MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1995. Los incendios forestales en Argentina. *Multequina*. 4:105-114.
16. MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE ARGENTINA. 2021. Informe de sequía-diciembre 2020. Argentina. Disponible desde Internet en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_eda/sequia/_archivos//200000_Informes%202020/201200_Informe%20de%20sequ%C3%ADa%20-%20Diciembre%202020.pdf
17. MINISTERIO DE SALUD ARGENTINA. 2022. Estadísticas vitales. Información básica. Argentina-Año 2020. 166p. Disponible desde Internet en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/serie5numer064.pdf>
18. MORENO JIMÉNEZ, A. 1991. Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. 30:155-170.
19. RAVELO, A.C.; PLANCHUELO, A.M.; ZANVETTOR, R.E.; BOLETTA, P.E.C. 2016. Sistema de monitoreo y evaluación de las sequías en Argentina. *Agrometeoros*. 24(1):113-120. <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v24i1.24886>
20. SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE SEQUÍAS PARA EL SUR DE SUDAMÉRICA, SISSA. 2022. Clasificación del SPEI. Disponible desde Internet en: <https://sissa.crc-sas.org/>
21. VICENTE-SERRANO, S.M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J.I. 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: The standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*. 23(7):1696-1718.
22. XU, R.; YU, P.; ABRAMSON, M.J.; JOHNSTON, F.H.; SAMET, J.M.; BELL, M.L.; HAINES, A.; EBI, K.; LI, S.; GUO, Y. 2020. Wildfires, global climate change, and human health. *The New England Journal of Medicine*. 383(22):2173-2181. <https://doi.org/10.1056/NEJMSr2028985>



Incidencia ética de los docentes en los procesos de educación ambiental en estudiantes de seis sedes educativas del oriente de Caldas

Ethical impact of teachers in environmental education processes in students from six educational centers in eastern Caldas

Estefania Espitia-Martínez^{1*} ; Carlos Andrés Restrepo¹ ; Marcelo Enrique Caruso-Azcárate¹ 

¹Universidad de Caldas. Caldas - Manizales, Colombia; e-mail: estephanie-espitia@hotmail.com; carlosandres_restrepo@hotmail.com; mcaruso@umanizales.edu.co

*autor de correspondencia: estephanie-espitia@hotmail.com

Cómo citar: Espitia-Martínez, E.; Restrepo, C.A.; Caruso-Azcárate, M.E. 2023. Incidencia ética de los docentes en los procesos de educación ambiental en estudiantes de seis sedes educativas del oriente de Caldas. *Novum Ambiens*. 1(1):e2338. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2338>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: febrero 19 de 2021

Aceptado: noviembre 01 de 2022

Editado por: Oscar Luis Pyszczyk

RESUMEN

La investigación buscó comprender la incidencia ética de los docentes en los procesos de educación ambiental, principalmente, en la interiorización de valores ambientales, en estudiantes de seis sedes educativas, de los municipios de Norcasia y Samaná, al oriente de Caldas. El estudio tuvo un enfoque cualitativo en el que se obtuvo una percepción ética de los docentes y los estudiantes de las seis sedes educativas. En total, se aplicaron 44 encuestas semiestructuradas y seis entrevistas a los actores involucrados. Estas, se analizaron con el programa ATLAS Ti 7, con el que se establecieron redes de relaciones fuertes y débiles; además, se hizo un análisis del discurso y una triangulación de datos. Entre los resultados, se encontró que los principales factores que influyen en la interiorización de valores ambientales, por los distintos sectores de la comunidad educativa, parten del empoderamiento que tenga el docente al querer impartir e involucrar a todos los actores de la comunidad en los procesos de educación ambiental, especialmente, los proyectos de educación ambiental. Asimismo, se observó que los docentes manejan la interdisciplinariedad en sus modelos educativos, lo cual, es sumamente importante para la interiorización del conocimiento. En conclusión, la actitud del docente presenta una relación fuerte hacia los cambios sociales y ambientales con su entorno. Esto se relaciona, a su vez, con los aprendizajes dados a los alumnos; además, son parte fundamental para la elaboración e implementación de estrategias en educación ambiental.

Palabras clave: Educación ambiental; Interdisciplinariedad; Responsabilidad ambiental; Transversalización; Valores ambientales.

ABSTRACT

The research sought to understand the ethical impact of teachers in environmental education processes, mainly in the internalization of environmental values in students of six educational centers in the municipalities of Norcasia and Samaná east of Caldas. The study had a qualitative approach in which an ethical perception of teachers and students of the six educational centers was obtained. In total, 44 semi-structured surveys and six interviews were applied to the actors involved. These were analyzed with the ATLAS Ti 7 program, with which networks of strong and weak relationships were established, in addition, a discourse analysis and a triangulation of data were made. Among the results, it was found that the main factors that influence the internalization of environmental values by the different sectors of the educational community, start from the empowerment of the teacher to want to impart and involve all the actors of the community in the education processes environmental especially the environmental education project. Likewise, it was observed that teachers handle interdisciplinarity in their educational models, which is extremely important for the internalization of knowledge. In conclusion, the teacher's attitude presents a strong relationship towards social and environmental changes with their environment. This in turn is related to the learning given to students, and they are also a fundamental part for the development and implementation of strategies in environmental education.

Keywords: Environmental education; Environmental responsibility; Environmental values; Interdisciplinarity; Mainstreaming.

INTRODUCCIÓN

La educación ambiental (EA) integra las actitudes, los comportamientos y los valores ambientales, propiciando una relación de compromiso con el medio ambiente, donde la diversidad e interculturalidad son componentes fundamentales. La formación de valores se encuentra, a su vez, asociada a los saberes ambientales, los que han permitido a las sociedades humanas adaptarse a las distintas condiciones del medio ambiente (Flores, 2013).

En Colombia, la formación de valores ambientales se ha realizado a través de los proyectos de educación ambiental, consignados en el Decreto 1743 de 1994 (Mineducación, 1994), los que buscan promover el análisis y la comprensión de los problemas y las potencialidades ambientales locales, regionales y nacionales (MinAmbiente & MEN, 2002). Puntualmente, a nivel de formación preescolar, básica y media, se imparten los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE), como una herramienta para fomentar el cuidado ambiental, a través de la transversalidad (Minambiente, 2014); sin embargo, la pedagogía ambiental no ha sido aplicada de forma correcta (Blázquez, 2011), debido a la escuela de formación que ha tenido occidente (escuela cartesiana), la cual, observa el entorno como un proceso aislado y no como desarrollo holístico, visto a partir de la complejidad y basado en la Política Nacional de Educación Ambiental (Leff, 1998).

Además, de acuerdo con Blázquez (2011), los diferentes métodos de EA no generan un conocimiento que contribuya a la interiorización de valores ambientales, debido a la pedagogía implementada en las instituciones educativas, encaminada en la escuela cartesiana. La filosofía cartesiana es una propuesta básicamente racionalista, que no considera e, incluso, desprecia a la experiencia; su mayor dificultad frente a la ciencia es el establecimiento de un criterio de certeza absoluta, que permita aplicar el conocimiento a la transformación de la naturaleza (Monroy-Nasr, 2004).

La pedagogía ambiental deberá entender el saber ambiental, utilizando el término de Leff (1996): “como un saber interdisciplinar y dialógico”; en este, la cuestión ambiental surge de manera paralela a la problemática de la interdisciplinariedad. Para poder determinar el qué y el cómo de los saberes ambientales es necesario configurarlo, partiendo de la teoría en la que inicia la pedagogía ambiental, un saber ambiental que, entendido y desarrollado en el pensamiento de la complejidad, pero también integrando sus determinantes, implique la construcción de una nueva racionalidad social, fundado en la diversidad ecológica y cultural, donde no hay una unificación del conocimiento ambiental, sino la posible producción de múltiples saberes, el diálogo entre valores y conocimientos y la hibridación entre lo tradicional y lo moderno (Domínguez, 1998).

En este sentido, la pedagogía debe aceptar que la educación ambiental es una educación a favor del medio; sin embargo, la pedagogía ambiental puede integrar tres etapas: i) educación sobre el medio, cuando plantea los contenidos, ii) educación a través del medio, en lo relacionado con la metodología y iii) la educación hacia el medio, al proponer los objetivos y valores a lograr (Moreno, 1995).

Sumado a lo anterior, se observa que el papel desarrollado por los docentes en la interiorización de valores ambientales está siendo suprimido por la carga académica que les adjudican. Por esta razón, es preciso indagar en los aspectos pedagógicos más preocupantes, que no permiten que los docentes puedan implementar una organización curricular, una metodología de enseñanzas y los recursos académicos apropiados para la interiorización ambiental (Moreno, 1995). También, es importante mencionar que la adaptación cultural del ser humano con el ambiente ha sido poco crítica, respecto a las actitudes y los comportamientos ambientales (Martínez Castillo, 2010). Por lo anterior, es imprescindible el papel que desempeñan los docentes en la conducta de los estudiantes, por eso, esta investigación buscó comprender la incidencia de los docentes en los procesos de educación ambiental, para la interiorización de valores ambientales, en estudiantes de seis sedes educativas, del oriente de Caldas.

La incidencia en el caso de los docentes para esta investigación fue tomada como un proceso que facilita el involucramiento de la comunidad educativa y de la población, en el conocimiento y el análisis de su problemática, en la identificación de propuestas y en la capacidad y el poder de negociación o concertación, para que estas sean consideradas por las autoridades, personas o instituciones, capaces de tomar una decisión. Es por esto, que los procesos educativos que incluyen la enseñanza de la educación ambiental pretenden tomar conciencia del individuo y la sociedad. Además, la educación ambiental es un eje dinamizador para modificar las actitudes de las personas, de manera que sean capaces de evaluar los problemas de desarrollo sostenible o sustentable y abordarlos (Rengifo Rengifo *et al.* 2012).

La incidencia fue trabajada porque busca fortalecer y empoderar un determinado tema a las organizaciones y actores involucrados, para que impulsen acciones dirigidas a promover cambios. Para ello, es importante que el equipo que lo haga ubique con claridad qué es el Estado, qué son las autoridades de gobierno y el papel de los diversos actores educativos y aliados, en el trabajo a desarrollar; ésta, se puede trabajar por varias razones y para muchos propósitos. La incidencia de la que hablamos es en educación para el desarrollo sostenible y se propone para contribuir a la formación educativa, para que cada ser humano adquiera los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios, para forjar un futuro sostenible y, además, garantizar que cambie la metodología pedagógica actual, partiendo del empoderamiento de la comunidad educativa.

Otro aspecto que debemos tener en cuenta es la ética ambiental, que debe ser entendida como un conjunto de valores, como el respecto, la solidaridad y el cuidado, concibiendo a la Tierra como un espacio para compartir responsabilidades para su conservación (Castro Cuellar *et al.* 2009). Además, la ética propone un sistema de valores asociado a una racionalidad productiva alternativa, a nuevos potenciales de desarrollo y a una diversidad de estilos culturales de vida (Leff, 1998). La aplicación de la ética debe estar encaminada a la reflexión, que se debe realizar en los fundamentos de los deberes y las responsabilidades del ser humano con la naturaleza, con los seres vivos y las generaciones futuras (Lecaros Urzúa, 2013). Reflexionar

sobre esta ética implica pensar el problema no en términos de “hombre-naturaleza”, sino en términos de “ser humano en la naturaleza”. Con esta perspectiva ética, se debe revisar la dirección y el sentido de las actividades humanas (Leff, 1998).

La ética ambiental y la conciencia ecológica inician cuando los seres humanos nos reconocemos como especie que forma parte de la naturaleza; es, entonces, cuando reflexionamos que nuestras acciones tienen un efecto sobre otras especies. Los contenidos y las formas de abordar la educación tienen, inevitablemente, un conjunto de principios éticos característicos (Leff, 1998). La ética ambiental rompe así los esquemas de racionalidad fundados en la verdad objetiva y abre las perspectivas a una nueva racionalidad, en la que el valor de la vida se pueda reencontrar con el pensamiento y amalgamarse la razón con el sentido de la existencia (Leff, 2004).

La ética y la educación ambiental junto con la emergencia del pensamiento de la complejidad y los métodos de la interdisciplinariedad, ha surgido una filosofía de la naturaleza y una ética ambiental. Estas ecosofías van desde la ecología profunda y el biocentrismo, que defiende los derechos de la vida ante la intervención antrópica de la naturaleza, hasta la ecología social, que imprime valores ecológicos y democráticos a la reorganización de la sociedad, a partir de los principios de autonomía, convivencia, solidaridad, integración y creatividad en armonía con la naturaleza (Leff, 2004).

Entonces, la ética y la conciencia ambiental forman las actitudes morales de los seres humanos con el ambiente y denotan unas claves éticas, que deberían guiar las acciones educativas íntimamente ligadas a los aspectos conceptuales y metodológicos, permitiendo, así, la evaluación crítica permanente de los valores que intervienen en cada acción. La crisis en la que nos encontramos exige una reconsideración del modelo axiológico, pues parece que “nuestra ética”, aunque necesaria, tuviera fecha de caducidad, demandaría, entonces, nuevas formulaciones, acordes con las necesidades y las exigencias de nuestro presente y futuro. Entender el progreso de otro modo supone afrontarlo como un avance de la conciencia y de la solidaridad. Oldenski (1991) reconoce que es imprescindible que la ética forme parte del proceso de enseñanza: “Muchos de los conocimientos de la Tierra han tenido lugar para muchas personas, incluido yo mismo, a lo largo de los últimos 20 años, reciclaje ha llegado a ser una palabra corriente. Sin embargo, hay otra dimensión de conciencia ambiental y formación de maestras y maestros. Es la dimensión de la ética ambiental y de la necesidad y responsabilidad del papel de la educación para desarrollar esta ética como parte del proceso de aprendizaje para conseguir un nuevo entendimiento del mundo y la responsabilidad de cada persona hacia el planeta Tierra y el papel de cada persona como parte de este”.

Engel & Engel (1990) otorgan también responsabilidad a la educación en la transformación de las conductas ciudadanas: “Últimamente la conducta de sociedades enteras hacia la biosfera tiene que ser transformada si se quieren alcanzar los objetivos de conservación. Una nueva ética, que abarque a los animales y a las plantas tanto como a las personas, es exigida para que las sociedades

humanas vivan en armonía con el mundo natural del que ellos dependen para sobrevivir y vivir bien. A largo plazo es misión de la educación fomentar o reforzar actitudes y conductas compatibles con esta nueva ética”. Por lo anterior, es importante que dentro de los procesos de ética ambiental se vea al individuo como parte activa del ecosistema y no como un ente aislado; además, se debe inculcar en los actores educativos la conciencia ambiental, vista desde la acción de cada persona.

De acuerdo con lo anterior, dentro de los procesos educativos que se desarrollaron en las instituciones es fundamental comprender cómo ha sido la aplicación de la pedagogía y cómo se han enmarcado los objetivos de conservación en temas ambientales. La pedagogía tiene como objeto de estudio el hecho educativo y de acuerdo con este, se subdivide en varias pedagogías, entre las que destacan la ambiental, de la liberación y la ecopedagogía, las cuales, se consideran como pedagogías del medio ambiente.

Entre la pedagogía y la educación ambiental existe un entretrejo de relaciones que, para los propósitos de este trabajo, se describen brevemente, con base en las articulaciones que se identifican entre la pedagogía ambiental con la educación ambiental conservacionista (Flores, 2013). La EA conlleva una nueva pedagogía, que surge de la necesidad de orientar la educación dentro del contexto social y en la realidad ecológica y cultural, donde se sitúan los sujetos y los actores del proceso educativo (Leff, 1998). Ya no es solo el contexto social, sino, también, el ambiental y sus determinantes ecológicos.

La pedagogía ambiental deberá entender el saber ambiental, utilizando el término de Leff (1996), como un saber interdisciplinar y dialógico, en el que la cuestión ambiental surge de manera paralela a la problemática de la interdisciplinariedad. Para poder determinar el qué y el cómo de los saberes ambientales es necesario configurarlo, a partir de la teoría que arranca la pedagogía ambiental; un saber ambiental que, entendido y desarrollado con base en el pensamiento de la complejidad, implique la construcción de una nueva racionalidad social, fundado en la diversidad ecológica y cultural, donde no hay una unificación del conocimiento ambiental, sino la posible producción de múltiples saberes, el diálogo entre valores y conocimientos, la hibridación entre lo tradicional y lo moderno (Domínguez, 1998).

Sumado a lo anterior, es importante conocer cómo es la evolución de la educación ambiental en Colombia, específicamente, en los proyectos ambientales escolares (PRAE). El concepto de EA está encaminado en la generación de una responsabilidad y compromiso de las personas. A partir de los años 70, se comenzó a realizar diferentes encuentros, en los cuales, se buscaban las posibles soluciones a las problemáticas ambientales. Fue entonces, que, en 1993, a través de la ley 99, se institucionalizó la educación ambiental en el país, continuada mediante la ley 115 del 1994, Ley General de Educación, en la que se atribuyen responsabilidades al Estado, la sociedad y la familia. En ésta, se puntualizan los fines de la educación, estableciendo la educación ambiental como obligatoria en la educación básica, con el objetivo de alcanzar una conciencia ambiental de conservación, de protección y de mejoramiento,

generando responsabilidades en el uso racional de los recursos naturales, la prevención de desastres, para garantizar la calidad de vida de los colombianos (MinAmbiente & MEN, 2002).

En este mismo marco, se formula el Decreto 1743 de 1994 (instrumento político fundamental para la EA en Colombia), a través del cual, se institucionaliza el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de ésta como no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente, para todo lo relacionado con el proceso de institucionalización de la Educación Ambiental (MinAmbiente & MEN, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Los municipios de Norcasia y Samaná, se encuentran ubicados en el oriente de Caldas. La zona de vida en el área corresponde al bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1978). Los municipios cuentan con ocho instituciones educativas (I.E.), de las cuales, dos pertenecen al municipio de Norcasia y seis, a Samaná; de éstas,

se eligieron las I.E. que han sido intervenidas por el programa de “Educación ambiental enfocado al fortalecimiento de las comunidades escolares en las áreas de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I y de los trasvases Manso y Guarín”, convenio suscrito desde el 2015 al 2019, entre la Universidad de Caldas e ISAGEN. En total, la zona cuenta con 22 sedes, de las cuales, se seleccionó una por I.E., para un total de seis, las que se agruparon, teniendo en cuenta si eran sedes o instituciones educativas. Las primeras, se caracterizan por tener un docente multigrado, ya que el número de estudiantes en estas es menor a 40 estudiantes y las segundas, por tener un docente por grado y un número mayor de alumnos.

En el municipio de Norcasia, se encuentra la sede Montebello, perteneciente a la I.E. La Estrella. En el municipio de Samaná está la sede Sasaima de la I.E. Rancho Largo; la sede Jorge Isaac, perteneciente a la I.E. La Palma y la sede Santa Bárbara, correspondiente a la I.E. Dulce Nombre, estas presentan educación multigrado. En contraste con estas cuatro sedes, está la I.E. Berlín y la I.E. Félix Naranjo, cuya educación es impartida con un docente por área (Figura 1).

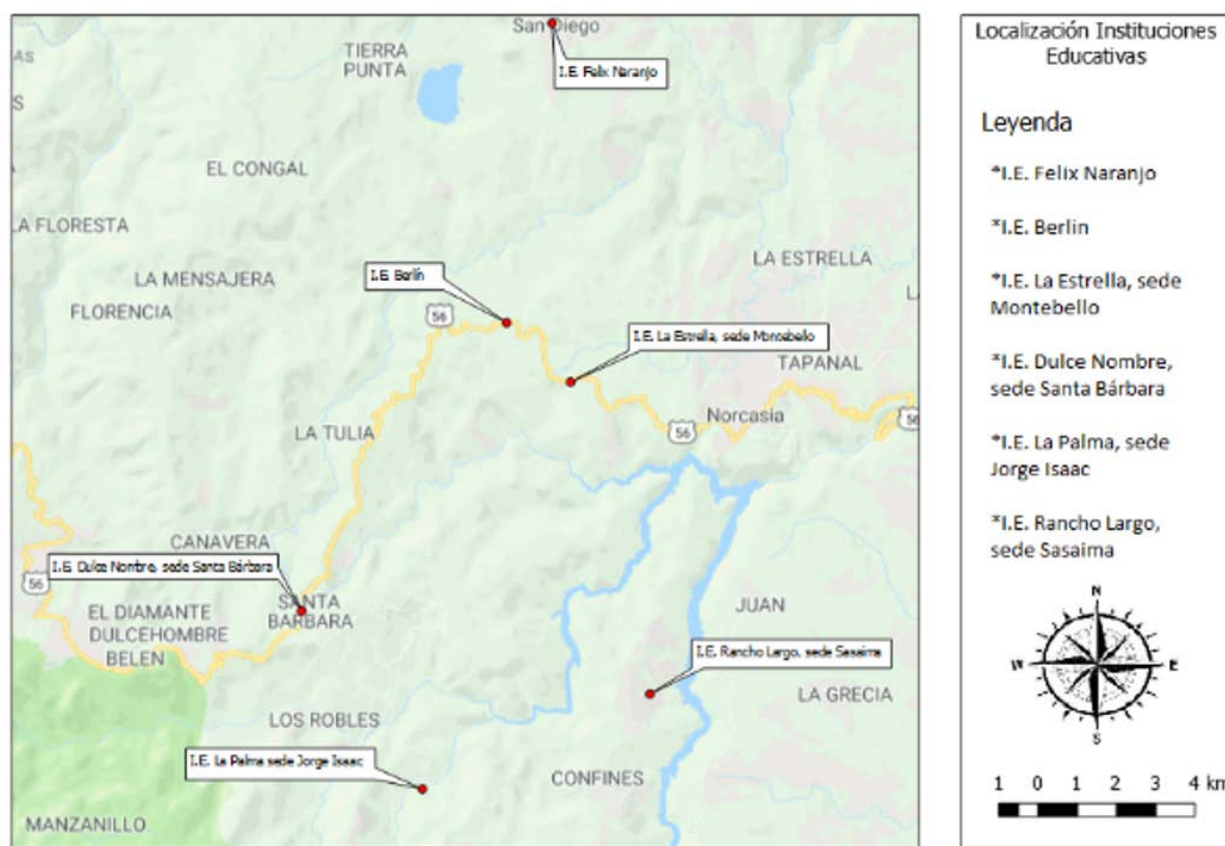


Figura 1. Mapa de la localización de las comunidades educativas intervenidas. Elaboración propia, en el programa QGIS 3.8.

Tipo de investigación. La investigación fue descriptiva interpretativa y su análisis tuvo un enfoque cualitativo, para obtener una percepción ética de los docentes de las seis sedes educativas y así determinar el nivel de educación ambiental, en la interiorización de valores ambientales.

Población y muestra

Población: Para la investigación, se seleccionarán seis sedes educativas públicas rurales, donde, una pertenece al municipio de Norcasia

y cinco, al municipio de Samaná. Éstas responden al 10 % de las instituciones, como una muestra no probabilística, las cuales, cumplían con los siguientes criterios: 1) los proyectos ambientales escolares (PRAE) se encontraban en igual o similar etapa de desarrollo; 2) las sedes educativas presentaron un proceso de fortalecimiento en los PRAE por alguna entidad, mínimo tres años; 3) los docentes tuvieron similar trayectoria en los PRAE de cada una de las sedes y 4) representación de una sede por institución educativa.

Muestra: De las dos sedes educativas públicas que no son multigrado, se seleccionaron los docentes encargados del área ambiental, objeto de la investigación. En cuanto a los estudiantes, se tomó una muestra, utilizando una fórmula no probabilística de un muestreo simple aleatorio (MSA), que se describe a continuación:

Técnicas e instrumentos. Para obtener la información y validar la investigación, se aplicó una entrevista a los seis docentes y una encuesta semiestructurada, a 44 actores, entre los estudiantes y los docentes, con preguntas cerradas y abiertas, que contenían, como instrumento, un cuestionario de conocimientos de básica secundaria y media de cada institución de la muestra y un cuestionario de recolección de información aplicado a los docentes, que facilitan el desarrollo de los estándares básicos en competencias, en ciencias sociales y en ciencias naturales y el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), en las instituciones.

Análisis de los resultados. Dada la naturaleza cualitativa de los datos, se realizó una triangulación de éstos, utilizando el programa Atlas.ti. 7 (2014), mediante un análisis de redes de relaciones fuertes y débiles, para determinar las posibles asociaciones; además, se implementó un análisis del discurso a las entrevistas. Éstos se describen a continuación:

La triangulación. Se refiere al uso de varios métodos (tanto cuantitativos como cualitativos), de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno. Este método conduce al investigador en la búsqueda de patrones de convergencia, para poder desarrollar o corroborar una interpretación global del fenómeno humano, objeto de la investigación (Okuda Benavides & Gómez-Restrepo, 2005).

Análisis del discurso. El análisis de discurso (AD) permite entender las prácticas discursivas de las personas que se produce dentro de su vida social, en las que el uso del lenguaje forma parte de las actividades cotidianas. El AD, por tanto, explora y analiza cómo los textos son hechos significativos en sus procesos y cómo contribuyen a la constitución de realidades sociales al hacerlos. Más aún, el AD no solo puede estudiar la forma en que los textos son construidos y la función en que ellos sirven en los diferentes contextos, sino, también, las contradicciones que estos discursos contienen (Urra *et al.* 2013). Es por esto, que el AD se aplicó para comprender las relaciones fuertes y débiles, entendiendo las primeras, como aquellas que marcan una fuerte relación entre un aspecto central de la ética con otras variables donde se interrelacionan causas y efectos. La segunda muestra, variables aisladas, al proceso que se está interpretando.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La trayectoria implementada por el cuerpo docente de las sedes intervenidas presentó ciertas cualidades. En su formación, un 83 % de los docentes son normalistas superiores y se han capacitado en diplomados y cursos otorgados por la misma sede educativa o entidades externas en el territorio (Universidad de Caldas e ISAGEN). Un 66 % de los docentes pertenecían a la parte rural y presentaron aulas multigrado, con un único orientador, lo que condujo a que fueran los líderes de todos los proyectos que se manejan en la escuela; sin embargo, la entrega y la motivación por cada uno, se vio reflejada en los estudiantes, quienes expresaron que el profesor los incentivó para trabajar las temáticas ambientales y que tienen una actitud “excelente y motivadora” (75 %), cuando se ejecutan actividades del PRAE.

De acuerdo con la pregunta que se le hizo a los docentes sobre si ¿Considera que el trabajar en el PRAE es un proceso que valga la pena?, manifestaron que es muy importante, ya que los concientiza sobre las diferentes problemáticas de su contexto. Además, el ente docente es un factor fundamental para que los estudiantes aprendan a amar y valorar su entorno, debido a que son ellos los que están diariamente con el alumnado. También, los docentes argumentaron que el poder transversalizar el PRAE con las demás asignaturas, fomenta el sentido de pertenencia y realza los valores.

En el análisis de redes de relaciones fuertes y débiles realizadas a las encuestas semiestructuradas, se encontró que los principales factores que influyen en la interiorización de valores ambientales por los distintos sectores de la comunidad educativa, parten del empoderamiento que tenga el docente al querer impartir e involucrar a todos los actores de la comunidad en el Proyecto de Educación Ambiental (Figura 2).

De igual forma, el factor “actitud del docente”, presentó una relación fuerte hacia los cambios sociales y ambientales de los estudiantes con su entorno. Esto, se relacionó, a su vez, con los aprendizajes dados a los alumnos; además, fueron parte fundamental para la elaboración e implementación de estrategias en EA (Figura 2).

Igualmente, se observó en las encuestas semiestructuradas, que los docentes manejan la interdisciplinariedad en sus modelos educativos, lo cual, es importante para la interiorización del conocimiento y reflejada, principalmente, en las asignaturas de ciencias naturales, matemáticas, física, química y español (Figura 2). La interdisciplinariedad comprende el ambiente o el territorio, como una articulación entre la dinámica de la naturaleza y la de las comunidades. Además, para interactuar con él, de manera sostenible, no bastan los saberes que aporta una sola disciplina o rama del saber humano, sino que se requieren los conocimientos provenientes de todas las ciencias: de las naturales, de las llamadas “exactas” y de las sociales (Wilches-Chaux, 2013).

Es relevante que las sociedades centren su interés en la EA, asumiendo el papel responsable que le obliga el hecho de convivir en medio del ecosistema, llamado Tierra.

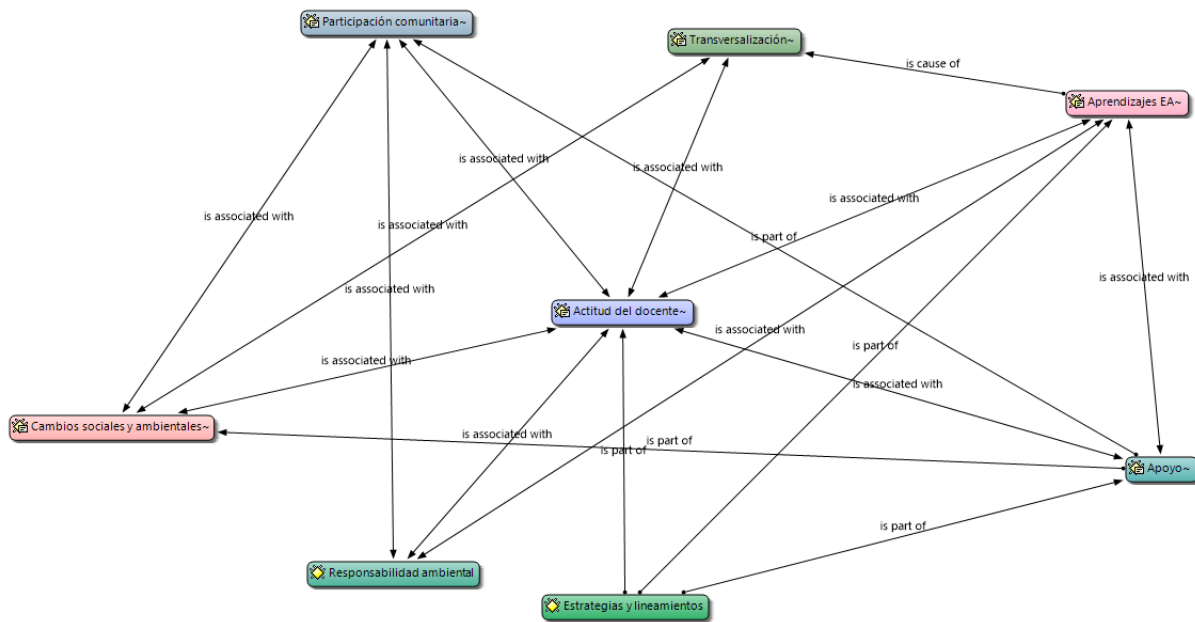


Figura 2. Factores que influyen en la interiorización de valores ambientales en los estudiantes.

Para ello, se hace conveniente la creación de contenidos y, más que nada, de estrategias y de métodos, que definan la implementación de una EA, acorde y coherente con las necesidades sociales, configurándola como un mecanismo transformador (Avendaño C., 2012), siendo esto fundamental, ya que el diseño del currículo en las sedes educativas debe estar encaminado en la transversalidad educativa, pues como lo argumentaron los docentes entrevistados: “es a través de esta herramienta que podemos enseñarles a los estudiantes amor propio y por el entorno, debido a que se trabaja en todas las asignaturas hablando un mismo lenguaje”.

Por otra parte, se identificó que un aspecto fundamental en la actitud del docente es la responsabilidad ambiental, vista a partir de una ética encaminada a la reflexión de los fundamentos de los deberes y las responsabilidades del ser humano con la naturaleza, con los seres vivos y con las generaciones futuras (Lecaros Urzúa, 2013). Es por esto, que los docentes del área presentaron una responsabilidad ambiental, la cual, era transmitida a los estudiantes, a través de la transversalización del PRAE al currículo (Figura 2). Los temas transversales, según Zúñiga (1998), “son contenidos curriculares que se refieren a temas actuales que están íntimamente relacionados con principios, actitudes y valores”; por tanto, la transversalidad curricular, se refiere a los contenidos actitudinales y axiológicos presentes en diferentes asignaturas o materias. Los temas considerados transversales, se constituyen en un elemento imprescindible en todo PEI, toda vez que cruzan todas las dimensiones de la persona, favoreciendo la integralidad y dotándola de sentido, dejando atrás el currículo tradicional, dividido en parcelas del conocimiento y llevando a un conocimiento global (Velásquez Sarria, 2009).

Sumado a lo anterior, es necesario que los docentes formadores de PRAE, se cualifiquen en los temas de interés del contexto y que, además, estén conscientes de la responsabilidad ética ambiental que

tienen con los estudiantes. Según Avendaño C. (2012) expresó que “La EA se convierte en una antesala de la Responsabilidad Social, es decir resulta ser un instrumento de reconstrucción cultural válida para apoyar todo aquello que se ha plasmado con la responsabilidad social, facilitando los procesos y mejorando los resultados de la misma y, además, el que los docentes se capaciten hace que estén preparados para asumir proyectos curriculares”.

Respecto a la interiorización de valores, se resaltó el respeto, la tolerancia, la justicia y la libertad, considerados como esenciales, a la hora de impartir conocimiento ambiental, siendo el respeto, el valor con más peso para los encuestados. Esto puede ser porque es un valor que garantiza la convivencia democrática, ya que, en éste, se encuentra enmarcado el respeto por el otro, por sí mismo, por las diferencias, por los sentimientos, por las creencias, por las convicciones, por las preocupaciones, por las aspiraciones, por los intereses y por los propósitos, inherentes al mundo subjetivo de cada persona (Parra Ortiz, 2003). Por ende, es necesario verse como individuos de cambio y con responsabilidades por el entorno.

En este sentido, se encontró que un 62,5 % de los estudiantes consideraron que el respeto es el valor más importante, ya que de este parten los demás valores. Además, pensaban que, si respetaban su entorno, se están respetando a sí mismos; no obstante, consideran que el trabajo en comunidad y en equipo son importantes para que todos se unan y mejore el respeto entre ellos. Según Caride & Meira (2001), “la idea de una EA no exclusivamente plasmada en la inducción de conservación de la naturaleza lleva a educar a las personas para darle un giro, a través de prácticas promotoras de valores ambientales a las sociedades”. Es por esto, que la formación de valores es imprescindible al momento de hablar de EA, siendo el respeto uno de los valores que se traduce como el mejoramiento de las sociedades, ya que se parte de este como un hilo conductor para la formación de personas.

Sumado a lo anterior, es importante mencionar que los valores ambientales deben generar nuevas actitudes en la relación hombre-naturaleza y que para que esto suceda es necesario que haya solidaridad con el planeta, que se vea una gestión colectiva de los bienes y que exista sentido de pertenencia de las personas, para poder establecer la interiorización de valores ambientales (Castro Cuellar *et al.* 2009). Además, se debe modificar el modelo de educación que se imparte en las sedes educativas, ya que debe trascender de una información teórica a una información llevada a la práctica, en la que se puedan impulsar cambios de actitud y fomentar en el estudiante la toma de conciencia ambiental y la adquisición de valores.

Otra fuente en la que se debe dar una interiorización de valores ambientales es la familia, ya que es la primera etapa de socialización del menor y es indispensable que se le inculque el valor ambiental desde pequeño. En un estudio realizado por Castro Cuellar *et al.* (2009), sugieren que la percepción de la naturaleza de los niños inicia con lo que los padres les inculcan; de hecho, “la composición dentro del hogar tiene significativas implicaciones en la transmisión de los conocimientos y valores”.

De acuerdo con lo anterior es fundamental que este aspecto sea tenido en cuenta en la interiorización de valores ambientales, para que se dé una correcta trasmisión del conocimiento, en término de valores, que propicien una relación respetuosa y armónica

con la naturaleza. Adjunto a esto, también se encontró que los principales factores éticos que influyeron en la interiorización de valores ambientales son la actitud del docente al impartir dichas temáticas, la cual, se describe, frecuentemente, como estado de animado (alegría). Otro factor es el conocimiento que presenta el docente sobre las problemáticas locales y el apropiamiento de éstas, ya que es así como las puede llevar al aula de clase y, de esta forma, transversalizar el conocimiento con la comunidad, siendo un ítem clave para la interiorización de los valores ambientales.

Además, se observó que un factor fuerte en la actitud del estudiante es la forma en la que el docente enseñe los aprendizajes de educación ambiental y este ítem, a su vez, está relacionado con los valores que mencionan los estudiantes. Por ende, la interiorización de los valores ambientales está sujeta a la actitud del docente (Figura 3). Esta actitud, se relaciona con el tipo de pedagogía ambiental, entendiéndola, según Leff (1996), como un “saber interdisciplinar y dialógico”, en el que la cuestión ambiental surge de manera paralela a la problemática de la interdisciplinariedad. El pensamiento de la complejidad implica, entonces, la construcción de una nueva racionalidad social y el diálogo entre valores y conocimientos. En consecuencia, los docentes de las sedes educativas deben estar conscientes de que la racionalidad social implica el cambio de actitudes en ellos mismos y que, el apoderarse del contexto, es primordial, para una correcta interiorización de los valores ambientales.

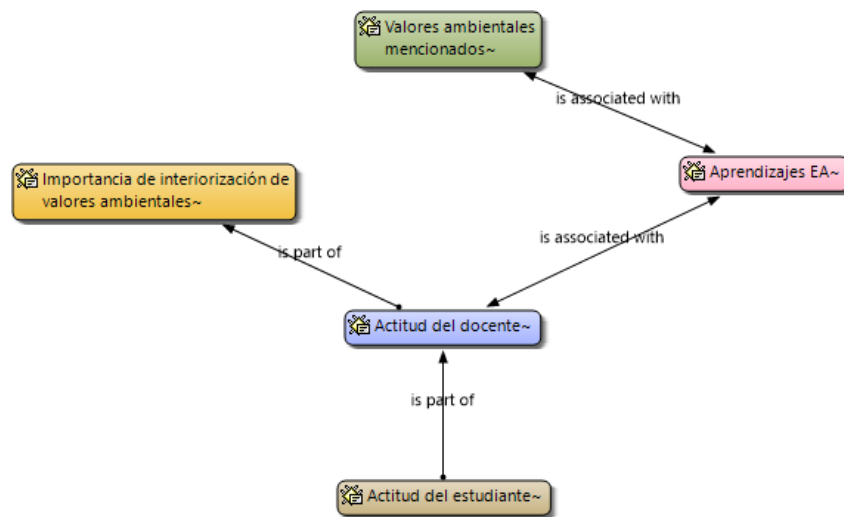


Figura 3. Factores éticos que influyen en la interiorización de valores ambientales en los estudiantes.

Es de resaltar que los docentes concuerdan en que los procesos de acompañamiento que la Universidad de Caldas e ISAGEN ha brindado en los últimos años es importante, para establecer líneas o rutas, con las cuales, los profesores pueden establecer sus proyectos ambientales, de acuerdo con las problemáticas locales. Además, es indispensable el acompañamiento, debido a que se trataron temáticas, como los valores y cómo estos presentan una relación, tanto a nivel comunitario como con el ambiente. Basado en estos lineamientos, se perciben comunidades más interesadas por sus

entornos y el respeto por la naturaleza. Lo anterior, concuerda con un estudio estadounidense, en el que muestran que cuando los individuos perciben una figura de autoridad, como un incentivo para su autonomía, están más motivados para realizar objetivos de comportamiento proambiental y, de hecho, lo hacen a corto plazo y pretenden hacerlo a más largo plazo (Gifford & Nilsson, 2014).

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los seis profesores de las sedes educativas, se encontró que, aunque es un docente

multigrado, en cuatro de las instituciones, presentaron un alto sentido de pertenencia, ya que manifestaron el interés por trabajar las temáticas ambientales, reflejados en la apropiación del territorio y la estrecha relación que se ha generado entre la comunidad y el docente. Lo anterior, es un aspecto relevante, debido a la interiorización por parte de las comunidades en las problemáticas ambientales locales, las cuales, se han incorporado en el proyecto estando en concordancia con la Política Nacional de Educación Ambiental y con los alcances propuesto por las entidades que fortalecen el proceso en la zona (MinAmbiente & MEN, 2002).

Sumado a lo anterior, se obtuvo que los docentes incorporaron los procesos de educación ambiental como algo indispensable para la toma de conciencia. En ésta, expresaron que las estrategias que utilizaron es el poder generar sentido de pertenencia en los asistentes, para que se sientan comprometidos con su contexto. Alea García (2006) define el término de conciencia, como “el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente”. Por lo anterior, la conciencia hace un aporte en la formación integral de la persona, siendo un factor determinante, para que se genere un aprendizaje, desde el ejemplo en los estudiantes.

De acuerdo con las entrevistas desarrolladas a los docentes de las sedes educativas, se encontró que presentaron un conocimiento apropiado respecto a la temática ambiental, principalmente, en el concepto de ética ambiental, la cual, definieron como la relación que hay entre el hombre y la naturaleza. Lo anterior, fue acorde a lo descrito por Leff (1998), ya que es indispensable que exista dicha relación. Además, en las manifestaciones dadas por los docentes, se observó que una de las estrategias que generó o incentivó los valores en las sedes educativas, es la participación comunitaria, ya que, por medio de ésta, se realiza un diálogo de saberes que generan un intercambio de conocimientos, que propician la interiorización de los valores ambientales.

Por otro lado, los estudiantes de las sedes educativas presentaron una interiorización de valores ambientales que apuntaron a la sostenibilidad, ya que varios de ellos, al estar preocupados por el ambiente, tenían un sentido de responsabilidad con el mismo, en donde no solo se percataron de lo que había, sino de las consecuencias que trae consigo la degradación del territorio. Esto es fundamental en el establecimiento de los lineamientos éticos, debido a que si el docente presenta una apropiación por el contexto es probable que el alumno incorpore dicha preocupación o responsabilidad. Esto concuerda con lo establecido por Jiménez Patiño *et al.* (2013), quienes mencionaron que en el sistema de valores esta “La responsabilidad intergeneracional, es decir, nuestra responsabilidad con las generaciones que heredarán de nosotros la Tierra, como también la responsabilidad de cada uno de los actores sociales frente a los demás seres vivos y actores sociales con los cuales compartimos el planeta”, en otras palabras, que dicha responsabilidad es traducida en la preocupación que tienen las personas con su entorno.

Como lo mencionan Jiménez Patiño *et al.* (2013), la Política Nacional Ambiental, de manera explícita, propicia la formación de promotores ambientales: hombres y mujeres de todas las edades, que debidamente reconocidos y legitimados por sus respectivas comunidades, asumen el liderazgo de procesos concretos de mejoramiento ambiental. Es por esto, que otro de los elementos éticos que deben tener los docentes es la capacidad de liderazgo, ya que, por medio de ésta, genera transformaciones en las conductas de los actores involucrados. Esto se soporta en las respuestas obtenidas con las entrevistas, porque los estudiantes y los docentes expresaron que presentan una alta capacidad en la toma de decisiones, generación de estrategias, aporte de tiempo extra anexo al curricular e interdisciplinariedad en la difusión del conocimiento.

CONCLUSIONES

Los procesos de educación ambiental en las sedes seleccionadas, en especial los PRAE, son proyectos que los docentes consideraron de vital importancia para cualquier trabajo dentro y, principalmente, fuera de las instituciones educativas. Además, las estrategias que se desarrollen en la EA son un componente importante para activar la conciencia ambiental en las comunidades involucradas.

El docente es un actor clave en la interiorización de valores ambientales, ya que debe reunir una serie de elementos éticos, que lo convierten en un generador de cambio social y ambiental. Lo anterior, permite a los procesos de EA sean sostenibles en el tiempo y cumplan con las necesidades de su entorno.

El diálogo de saberes es un fundamento esencial para el intercambio del conocimiento. Este debe iniciar de la apropiación que tenga el docente por el territorio, partiendo de sus potencialidades y problemáticas, para el establecimiento de procesos vinculados a la educación ambiental.

La educación ambiental es un proceso que reconoce valores y aclarar conceptos centrados en fomentar las actitudes, las destrezas, las habilidades y las aptitudes necesarias, para comprender y apreciar las interrelaciones entre el ser humano, su cultura y la interrelación con la naturaleza.

Agradecimientos. A las comunidades educativas del área de influencia que hacen parte del convenio entre la Universidad de Caldas e ISAGEN, en el programa denominado “Educación ambiental enfocado al fortalecimiento de las comunidades escolares en las áreas de influencia de la Central Hidroeléctrica Miel I y de los trasvases Manso y Guarinó”. **Conflicto de intereses:** Este manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses que pongan en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

1. ALEA GARCÍA, A. 2006. Diagnóstico y potenciación de la educación ambiental en jóvenes universitarios. *Odiseo, Revista electrónica de Pedagogía*. 3(6).


2. ATLAS.TI. 2014. Atlas.Ti 7.
3. AVENDAÑO C., W.R. 2012. La educación ambiental (EA) como herramienta de la responsabilidad social (RS). *Luna Azul*. 35:94-115.
4. BLÁZQUEZ, M.T. 2011. Antecedentes de la pedagogía ambiental: la escuela nueva. *Innovación y experiencias educativas*. 46. Disponible desde Internet en: https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_46/MARIA_TERESA_BLAZQUEZ_ALCAZAR_1.pdf
5. CARIDE, J.; MEIRA, P. 2001. Educación ambiental y desarrollo humano. Barcelona: Ariel Educación. III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. Caracas, Venezuela.
6. CASTRO CUELLAR, A.; CRUZ BURGUETE, J.L.; RUIZ-MONTOYA, L. 2009. Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza. *Convergencia*. 16(50):353-382.
7. DOMÍNGUEZ, L.D. 1998. La pedagogía ambiental: bases de una metodología para una docencia universitaria. *Cuestiones pedagógicas*. 14:237-255.
8. ENGEL, J.R.; ENGEL, J.G. 1990. *Ethics of Environment and Development. Global Challenge, International Response*. The University of Arizona Press. 264p.
9. FLORES, R.C. 2013. Diálogos entre la pedagogía y la educación ambiental. *Revista Educación y Desarrollo Social*. 7(1):95-107.
<https://doi.org/10.18359/reds.737>
10. GIFFORD, R.; NILSSON, A. 2014. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*. 49(3):141-157.
<https://doi.org/10.1002/ijop.12034>
11. HOLDRIDGE, L.R. 1978. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. 1a. ed. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-IICA. San José, Costa Rica. 216p.
12. JIMÉNEZ PATIÑO, L.A.; WALTEROS GÓMEZ, C.A.; MOLANO VARGAS, D.F. 2013. *Brújula, bastón y lámpara para trasegar los caminos de la educación ambiental*. 2ª. Ed. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá D.C., Colombia. 166p.
13. LECAROS URZÚA, J.A. 2013. La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Acta Bioethica*. 19(2):77-188.
<http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2013000200002>
14. LEFF, E. 1996. *Globalización, racionalidad ambiental y desarrollo sustentable*. Editores Siglo XXI. Ciudad de México. México. Disponible desde Internet en: <https://postulantes.rosario.gob.ar/condiciones/Sustentable.pdf>
15. LEFF, E. 1998. *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI editores, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. 285p.
16. LEFF, E. 2004. *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI editores. México. 509p.
17. MARTÍNEZ CASTILLO, R. 2010. La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista electrónica Educare*. 14(1):97-111.
18. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, MINAMBIENTE. 2014. *Metodología y construcción del PRAE*. Disponible desde Internet en: <http://www.epacartagena.gov.co/Descargas/educacion/construccionyformulaciondeunprae.pdf>
19. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, MINAMBIENTE; MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, MEN. 2002. *Política Nacional de Educación Ambiental SINA*. Bogotá, D.C. Disponible desde Internet en: http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703_152904399_919/politi-ca_educacion_amb.pdf
20. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, MINEDUCACIÓN. 1994. Decreto 1743 de 1994. Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. Disponible desde Internet en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1301>
21. MONROY-NASR, Z. 2004. Razón y experiencia en el método cartesiano. *Revista Digital Universitaria*. 5(3):2-15.
22. MORENO, E.A. 1995. ¿Educación ambiental o pedagogía ambiental? *Revista Pedagogía y saberes*. 7:17-20.
<https://doi.org/10.17227/01212494.7pys17.20>
23. OKUDA BENAVIDES, M.; GÓMEZ-RESTREPO, C. 2005. *Methods in Qualitative Research: Triangulation*. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. 34(1):118-124.
24. OLDENSKI, T.E. 1991. What on Earth are we doing with Environmental Ethics in education? *Environmental*

- education and Information. 10(2):67-76.
25. PARRA ORTIZ, J.M. 2003. La Educación en valores y su práctica en el aula. *Tendencias Pedagógicas*. 8:69-88.
26. RENGIFO RENGIFO, B.A.; QUITIAQUEZ SEGURA, L.; MORA CÓRDOBA, F.J. 2012. La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. XII Coloquio internacional de geocrítica. 3-16.
27. URRÁ, E.; MUÑOZ, A.; PEÑA, J. 2013. El análisis del discurso como perspectiva metodológica para investigadores de salud. *Enfermería Universitaria*. 12(10):51-57.
28. VELÁSQUEZ SARRIA, J.A. 2009. La transversalidad como posibilidad curricular desde la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 2(5):29-44.
29. WILCHES-CHAUX, G. 2013. Brújula, bastón y lámpara para trasegar los caminos de la educación ambiental. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Subdirección de Educación y Participación. 167p.
30. ZÚÑIGA, M.E. 1998. La educación ambiental: una dimensión imprescindible del currículum en el marco del "Nuevo Orden Mundial". En: IX Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia. Costa Rica.



Territorio y gestión. Una aproximación al complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio (Cundinamarca, Colombia) desde la gestión socioambiental

Territory and management. An approach to the lagoon complex of Fuquene, Cucunuba and Palacio (Cundinamarca, Colombia) from socio-environmental management

Daniela Alejandra Castiblanco-Rojas¹ 

¹Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Grupo de investigación Investigaciones Geográficas para el Desarrollo Territorial, INGEDET. Bogotá, D.C., Colombia; e-mail: dacastiblanco@udca.edu.co

Cómo citar: Castiblanco-Rojas, D.A.: 2023. Territorio y gestión. Una aproximación al complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio (Cundinamarca, Colombia) desde la gestión socioambiental. Novum Ambiens. 1(1):e2339. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2339>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: julio 17 de 2022

Aceptado: noviembre 10 de 2022

Editado por: Oscar Luis Pyszczyk

RESUMEN

La República de Colombia, se destaca por ser el segundo país más biodiverso en el mundo, vinculado a sus características de localización geográfica y condiciones topográficas, que hacen de esta Nación sudamericana, un lugar privilegiado. Desde esta perspectiva, se identifica el caso del complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio, que se encuentran ubicadas dentro de un parque de Manejo Distrital, entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, declarado, de este modo, por la Corporación Autónoma Regional (CAR), con el objeto de controlar las acciones antrópicas que impactan sobre la biodiversidad del lugar y, específicamente, regular las problemáticas socioambientales acaecidas. En las últimas décadas, la laguna de Fúquene evidencia una importante desecación, agudizada en los últimos años, por las actividades económicas inadecuadas, desestabilizando la oferta de los servicios ecosistémicos (SE), para las especies de fauna y flora que habitan el complejo lagunar y para las comunidades que se asientan en sus cercanías. En tal sentido, el presente artículo surge a partir de la realización de un servicio social universitario, que consistió en apoyar el proceso de autogestión socioambiental en torno a la recuperación del complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá, Palacio. Metodológicamente, se ha indagado sobre las percepciones sociales de las comunidades vecinas referidas al complejo lagunar, finalizando con acciones de fortalecimiento en las temáticas de gestión y de autogestión socioambiental con las comunidades involucradas.

Palabras claves: Biodiversidad; Gestión socioambiental; Servicios ecosistémicos; Impacto antrópico; Espejo de agua.

ABSTRACT

The República de Colombia stands out for being the second most biodiverse country in the world, linked to its characteristics of geographic location and topographic conditions that make this South American nation a privileged place. From this perspective, the case of the lagoon complex of Fúquene, Cucunubá and Palacio is identified, which are located within a District Management park, between the departments of Cundinamarca and Boyacá; declared in this way, by the Corporación Autónoma Regional (CAR) in order to control the anthropic actions that impact on the biodiversity of the place and specifically regulate the socio-environmental problems that have occurred. In the last decades, the Fúquene lagoon shows an important desiccation exacerbated, in recent years, by inadequate economic activities; destabilizing the supply of ecosystem services (SE) for the fauna and flora species that inhabit the lagoon complex and for the communities that settle in its vicinity. In this sense, this article arises from a university social service that consisted of supporting the socio-environmental self-management process around the recovery of the Lagunar Fúquene complex, Cucunubá, Palacio. Methodologically, the social perceptions of the neighboring communities regarding the lagoon complex have been investigated, ending with actions to strengthen the themes of socio-environmental management and self-management with the communities involved.

Keywords: Anthropic impact; Biodiversity; Socio-environmental management; Ecosystem services; Water mirror.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene, como punto de partida, la sistematización de la experiencia obtenida, a través del servicio social universitario de Ingeniería Geográfica y Ambiental, adelantado en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, en pro de construir una herramienta para la integración de los conceptos teóricos con el quehacer práctico y contribuyendo multiescalarmente, con la generación de propuestas idóneas a las problemáticas territoriales que afectan a la sociedad y, particularmente, a los sectores sociales más vulnerables.

De acuerdo con lo anterior, la consecución del trabajo representa un esfuerzo conjunto entre la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A y la Corporación Autónoma Regional seccional Ubaté CAR, que constituye la máxima autoridad ambiental en su jurisdicción, en el cumplimiento de planes, programas y proyectos, encaminados hacia la protección del ambiente y de los recursos naturales. Actualmente, la Corporación Regional de Ubaté, se encuentra desarrollando 5 líneas estratégicas, 12 programas y 34 proyectos, entre las que se encuentra la línea de “recuperación y protección de áreas degradadas”, dentro de la cual, se desarrollan actividades académicas y se encuentra integrada a un proyecto macro, denominado “Por Fúquene todos de corazón”, incorporado al plan de acción cuatrienal (PAC) 2016 – 2019.

En cuanto a los cambios o degradaciones que atraviesa el complejo lagunar de Fúquene, Cucunubá y Palacio, se identifican dos situaciones específicas, cuyas consecuencias son críticas: la fluctuación pronunciada del régimen hidro-climatológico y la acción antrópica.

En lo que respecta a la fluctuación pronunciada del régimen hidro – climatológico, la tendencia general del clima en este altiplano es de régimen bimodal o tetraestacional, es decir, que se presentan dos estaciones lluviosas: desde marzo a mayo y desde noviembre a diciembre y dos estaciones secas: la de agosto, que constituye un verano corto de mitad de año y la de fin de año, que comienza a mediados de diciembre hasta febrero, la cual, es más prolongada (CAR, 2018).

En las últimas décadas, la sucesión de los fenómenos del niño y la niña han intensificado la ocurrencia de fenómenos extremos o extraordinarios, tales como lluvias intensas y sequías agudas. Estas sucesiones meteorológicas contrastadas han aumentado el nivel de inundaciones y sequías, tal como la registrada en el 2011, donde la región fue sacudida por una serie de inundaciones devastadoras, que ocasionaron importantes pérdidas económicas (CAR, 2011).

Además, el complejo lagunar padece de numerosos conflictos y problemáticas socioambientales, derivados de la fuerte presión antrópica, que se ha venido efectuando en la región, desde hace más de un siglo. Desde 1800, el complejo lagunar fue objeto de desecación, con el fin de incrementar las actividades económicas, en razón a la fertilidad de los suelos y la superficie destinada para los cultivos.

En tal sentido, el objetivo del estudio sistematizado fue el de apoyar el proceso socioambiental de autogestión en torno a la recuperación del complejo lagunar Fúquene, Cucunuba, Palacio. La metodología, de tipo cuali-cuantitativo, incorporó fases de elaboración de acciones en conjunto con las instituciones mencionadas y el trabajo activo con las comunidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI), Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio, se encuentra ubicado en la parte central de la Cordillera Oriental colombiana, en el altiplano cundiboyacense y posee un área aproximada de 19.194 ha, encontrándose a una altura de 2.600 m s.n.m. En esta área convergen diferentes Provincias: Ubaté, en Cundinamarca; Occidente y provincia de Ricaurte, en Boyacá (Figura 1)

En la figura 1, se destaca como elemento principal, la laguna de Fúquene, que se encuentra ubicada en la provincia de Ubaté, al norte del departamento de Cundinamarca, limitando por el Norte y Oriente, con el departamento de Boyacá; por el Sur, con las provincias de Almeidas y Sabana Centro y por el Occidente, con la provincia de Río negro; además, posee una extensión territorial de 1.408 km², que representa el 6,2 % del área total del departamento, permitiéndole ubicarse como la séptima provincia, en cuanto a tamaño, en Cundinamarca. Su jurisdicción comprende los municipios de Carmen de Carupa, Cucunubá, Fúquene, Guachetá, Lenguaque, Simijaca, Susa, Sutatausa, Tausa y Ubaté (Cabecera Provincial); a excepción de Tausa, todos los municipios tienen participación en el área del DRMI (CAR, 2018).

El desarrollo del presente trabajo implicó una aproximación cuali-cuantitativo de tipo empírico-analítico, uno de los más utilizados en la investigación social que, de acuerdo con Gutiérrez Bonilla (2014), explora las causas y los efectos, cuantitativamente comprobables, de un fenómeno en un contexto.

La estrategia metodológica inicio con la revisión documental, principalmente, sobre los proyectos realizados en el complejo lagunar, que ha derivado en la determinación del proceso geo-histórico, mediante documentos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, webgrafía relacionada al DRMI, en correspondencia con la laguna de Fúquene, visitas a las Alcaldías de Fúquene, Cucunuba, Susa, Sutatausa y Ubaté, además de la documentación suministrada por la Corporación Autónoma, seccional Ubaté.

Para identificar las representaciones sociales, se crearon mesas de trabajo, con funcionarios de la Corporación y campesinos de la provincia, forjando un conversatorio, en el cual, se dan los puntos de vista de cada parte y luego se da paso a identificar actividades sostenibles en el área del complejo lagunar, para mejorar las condiciones de vida del ecosistema y la comunidad.

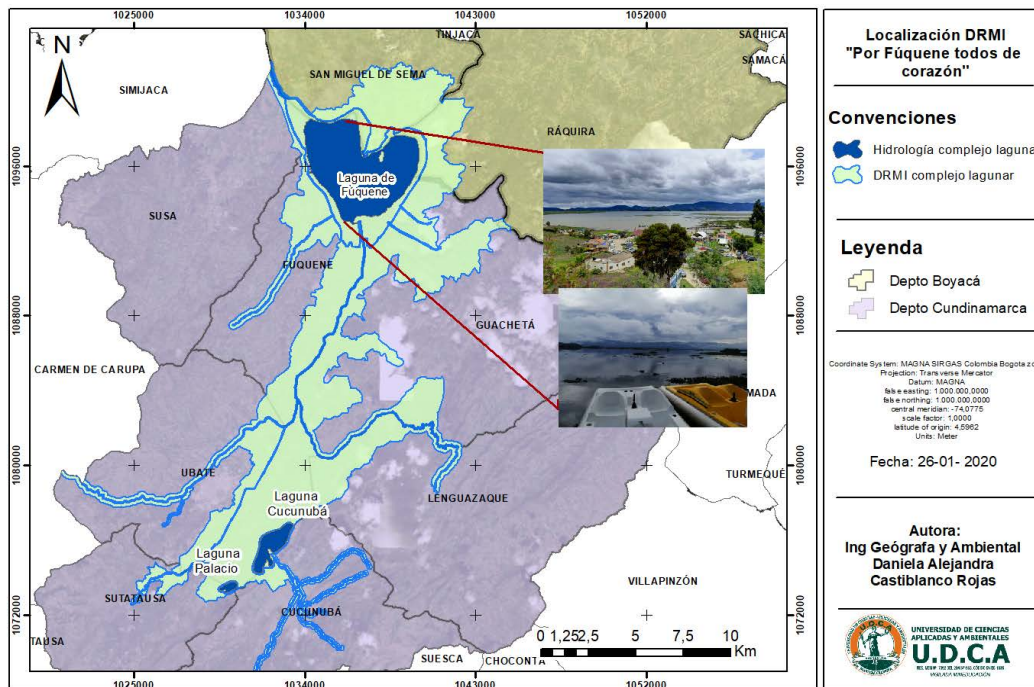


Figura 1. Localización del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI).

Finalmente, se ha procurado fortalecer la gestión socioambiental, mediante una estrategia comunitaria, que incorpora a los proyectos de integración que ofrece la corporación, “Por Fúquene todos de corazón”.

RESULTADOS

El complejo lagunar Fúquene, Cucunubá, Palacio. De acuerdo con las Naciones Unidas (2019), la disponibilidad hídrica, históricamente, es uno de los principales factores que generaron los asentamientos de población en el mundo, en tal sentido, Colombia no es la excepción.

Por otra parte, la configuración orográfica de los Andes colombianos permitieron que, en ciertas regiones del país, se formen depósitos de aguas en forma de lagunas, provenientes ya sea del represamiento de los antiguos deshielos de nevados y glaciales desaparecidos o por precipitaciones en suelos poco permeables (Cabrera Ortiz, 1957).

En tal sentido, la laguna de Fúquene, reconocida por su importancia hídrica, es uno de los grandes depósitos de agua que se encuentra al Este de la cordillera de los Andes. Etimológicamente, la palabra de Fúquene, se compone de la voz Fu o Fo, que interpretan “zorra” y quene, que alude a “lecho”. El lecho del dios Fu o el lecho de la zorra.

Este ecosistema, era reconocido hacia 1532, por su atractivo, en cuanto a la oferta hídrica, de flora y fauna; este espejo de agua, se extendía desde los cerros vecinos del municipio de Guachetá hasta los contrafuertes de Simijaca y Susa y, en longitud, aun mayor, desde Ubaté y las vecindades de Chiquinquirá.

Desde una perspectiva histórica, este importante hábitat, hacia el siglo XIX, contaba con un área aproximada de 13.000 hectáreas; para 1822, Simón Bolívar regaló a José Ignacio París una gran parte de terreno de laguna de Fúquene, acción realizada desde la Secretaría del Interior, de entonces, perteneciente a la recientemente creada Gran Colombia, con la condición de iniciar las labores de desecamiento de gran parte del área que pertenecía a la laguna de Fúquene; por tanto, es posible advertir que, desde los orígenes de la República de Colombia, existían políticas dirigidas hacia la desecación de los humedales del país, por considerarlos terrenos subutilizados y no aptos para la salud humana, debido a la proliferación de mosquitos y enfermedades diversas; sin embargo, la misión de París no pudo concretarse, por lo que el dominio de las tierras nuevamente regresó al mandato del Estado hasta 1846.

Posteriormente, el congreso expide el Decreto de ley del 27 de junio de 1844, mediante el cual, se reglamenta que los funcionarios militares podían recibir terrenos baldíos como parte de pago, por la prestación y el servicio a la patria, por lo que, al paso de los años, varios mandatarios intentaron desecarla para realizar construcciones, como haciendas y otras edificaciones de interés privado; más adelante, en 1887, el Estado dictó el Decreto No. 177, que declara la utilidad pública del desagüe de los pantanos y terrenos anegadizos de la laguna de Fúquene, junto al Decreto 395, para el recaudo impositivo de terrenos. Estas leyes, en conjunto, se mantuvieron, aproximadamente, hasta mediados de 1954, cuando la Corporación Autónoma Regional (CAR), entra en tutela y oposición a las leyes anteriores y contrapone otros decretos de protección al ambiente, por lo que se inicia la delimitación del área

de la laguna, con el propósito de poner freno a la apropiación ilegal de tierras, generando una pérdida del volumen de agua.

A partir de ese año, la Corporación, como institución rectora del cuidado del ambiente, emprende una serie de proyectos encaminados a la recuperación de esta zona, realizando 20 multiproyectos, interviniendo con actividades en la cuenca Cucunubá y los valles de Ubaté y Chiquinquirá, hasta realizar, actualmente, una de las mayores inversiones, para crear el parque de manejo distrital Fúquene, Cucunubá y Palacios.

Con el trascurso de los años, la laguna de Fúquene, se reconoce por ser un depósito de agua natural que abastece y, a su vez, es abastecido, el cual, no tiene una profundidad inferior a 10 metros (Moreno Otero, 1953). Este territorio, se encuentra dividido en tres cuencas: la cuenca alta, media y baja, donde la cuenca alta, se encuentra orientada hacia el Sur, desde el nacimiento del río Ubaté, uniéndose aguas abajo con otros caudales tributados, como las de los ríos Suta y Lenguaque y drenajes provenientes de las Lagunas de Cucunubá y Palacio, hasta descargar al Norte, en la Laguna de Fúquene (CAR, 2011).

Por desarrollarse en zona plana y actuar como sitio de convergencia de caudales es que este ecosistema presenta las características de un humedal. La cuenca media corresponde a la laguna de Fúquene en sí, donde recibe, al Oriente, numerosos afluentes secundarios, que drenan directamente a la laguna, como las quebradas Honda y Monroy. Al Occidente, converge el río Fúquene, como también otras descargas directas, compuestas por corrientes superficiales y canales de drenaje. Gran parte de la Laguna de Fúquene, se encuentra bordeada por un canal perimetral, que captura un alto porcentaje de los afluentes naturales, los cuales, son drenados directamente al río Suárez, sin permitir su ingreso directo a la laguna. Por último, la cuenca baja está conformada por el río Suárez, el único afluente de la laguna que fluye hacia el Norte sobre un cauce de muy baja pendiente, cruzando por los municipios de Chiquinquirá y Saboyá, en el departamento de Boyacá.

En términos generales, los humedales son ecosistemas que dependen y están regulados por el agua, factor que determina el tipo de vida animal y vegetal, que se desarrolla en ellos, así como la naturaleza de los suelos (Mitsch & Gosselink, 2000). Al cumplir funciones de humedal, el complejo lagunar adquiere una elevada relevancia en la prestación de los servicios ecosistémicos, cumpliendo las funciones de regulación, que consiste en la capacidad para regular los procesos ecológicos esenciales y mantener la vida, a través de ciclos y procesos bioquímicos, hidrológicos y atmosféricos; funciones de soporte, encargada en mantener la capacidad de albergar plantas y animales, que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica genética, como también funciones de producción e información.

Características socioambientales del complejo lagunar Fúquene, Cucunuba, Palacio. La zona declarada por la CAR como Distrito de Manejo Integrado de Fúquene, Cucunuba - Palacio, tiene como objeto mantener la composición y la función de sus paisajes y ecosistemas en alianza con la población aledaña, con el fin de crear

espacios para la ejecución de actividades sostenibles, razón por la que se realizó un proceso de recolección de información histórica de la Laguna, donde se muestra que ésta, al pasar los años, ha venido sufriendo un proceso de reducción, tanto de su área como de volumen hídrico, pasando de 13.000 a 3.138 hectáreas, en la actualidad y una profundidad media de 1.8 metros y 56 millones de m³, de volumen cercano, ocasionando pérdidas de más 60 especies nativas y transitorias.

En lo que respecta a la participación social posee un papel fundamental en cuanto a la recolección de información, pues permite conocer el estado de la laguna en los sectores más desfavorecidos y los cambios que han tenido mayor influencia en el área.

De acuerdo con lo anterior, se realizaron 43 encuestas a personas jefes de hogar en su mayoría, con el fin de realizar una caracterización socioambiental de la laguna y sus alrededores. Las encuestas implicaron el diseño muestral no probabilístico por conveniencia en la población comprendida entre los 35 y 50 años, catalogados como adultos y 51 a 70 años, como adultos mayores, asegurando la proporción de hombres y mujeres.

El promedio de permanencia de la población en el área de estudio es de 25 años, por lo que se deduce que los encuestados han presenciado los cambios y las dinámicas presentadas en la laguna (Figura 2).

La figura 3 muestra la dedicación laboral de los encuestados, evidenciándose que el 21 % de las personas entrevistadas se dedican a la actividad económica de ganadería y sus derivados; en segunda instancia, con el 12 %, se dedican a actividades del hogar, el cual, es encabezado, principalmente, por mujeres que no solo se ocupan de los oficios del hogar sino derivados, como ordeño de las vacas, lavado de cantinas y demás actividades, que le permitan obtener remuneración económica. Gran parte de la población masculina, se dedica a las actividades de minería y de construcción. Por otra parte, el 100 % de los entrevistados no poseen estudios superiores/universitarios, por lo que prevalecen las tareas que no requieren estudios avanzados. Los adultos mayores pensionados, se dedican a actividades agrícolas o ganaderas para obtener ingresos extras.

Mediante las encuestas, se procuró determinar la percepción de la población involucrada frente al territorio y las proyecciones a mediano plazo del sector. Entre los riesgos identificados por los habitantes del sector, se encuentran la contaminación en los afluentes hídricos, los sedimentos generados por las minas de carbón, la disposición de los desechos, recolección de basuras y la invasión de terrenos.

Se evidencia una fuerte presión antrópica, considerando que los sedimentos que vacían las minas de carbón directamente a la laguna y los químicos contenidos por esta, perjudican gravemente al ecosistema; en segunda, se encuentra la inadecuada disposición final de los residuos desechos y la basura, perjudicando el medio ambiente y, en especial, a la laguna. Finalmente, la población se refiere a la invasión o apropiación de los terrenos adyacentes a la

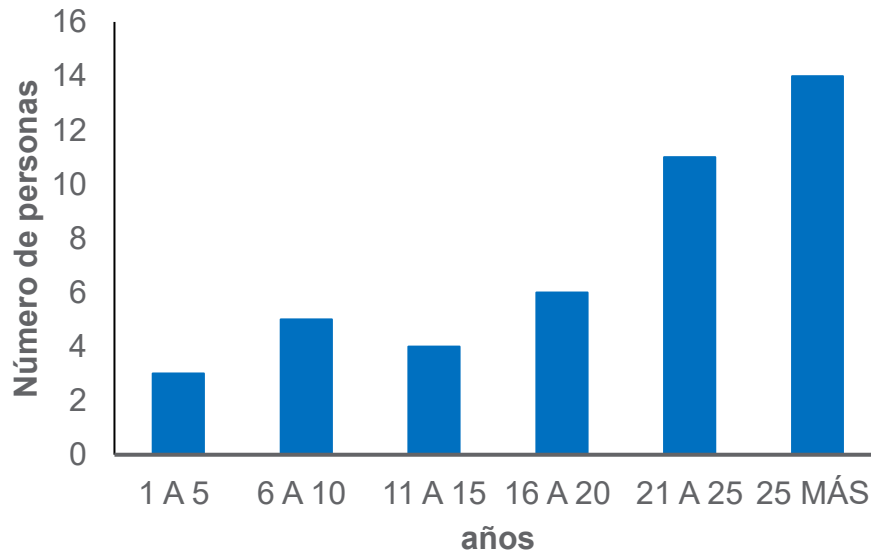


Figura 2. Tiempo de permanencia en el sector por parte de la comunidad encuestada del complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio. disponible en el IDEAM (2022) y Google Earth (2022).

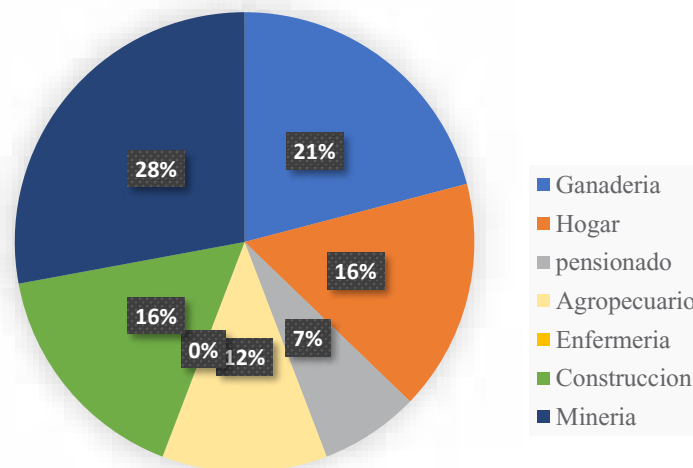


Figura 3. Dedicación laboral de la comunidad adyacente al complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio.

laguna y que perjudican la misma, pues hace que se beneficien de está un sector muy reducido de la población y, por ende, los beneficios de la laguna son recibidos por este grupo, perjudicando a la comunidad en general.

Para apoyar la identificación de las percepciones y las representaciones de la población, se elaboró una cartografía colaborativa, identificando los sectores y los objetos territoriales más significativos. En este sentido, el cuidado del recurso hídrico ocupó el primer lugar de la identificación de los participantes junto con la conservación de especies nativas, como el capitán de la sabana, un pez apto para consumo humano, cuya comercialización depende el sustento económico de muchas familias del lugar. Por último, la conservación y al priorización de zonas para la agricultura constituyen un factor económico de relevancia, pero en la misma medida, un detonante para la afectación del complejo lagunar.

La aplicación de la cartografía colaborativa permitió sondear la realidad de los servicios ecosistémicos del complejo lagunar, desde la perspectiva de los pobladores, sus saberes, y conocimientos. En tal sentido, los servicios ecosistémicos, como los de regulación, en los que se encuentran el factor climático e hidrológico han disminuido, debido a las escasas épocas de lluvia y el aumento del periodo de sequía en los últimos años, ocasionando una menor oferta hídrica y la proliferación de vectores de enfermedades, principalmente, en la vereda Media luna, la cual, se encuentra localizada aledaña a la laguna.

Por otra parte, se observó que el control de la contaminación y depuración del agua ha aumentado en los últimos años de forma coherente con el incremento de la generación de basuras que, en gran medida, se descargan directamente a la laguna, acelerando el aumento de maleza, por ejemplo, el Buchón *Eichhornia crassipes*.

Simultáneamente, los servicios de soporte, como el control de la erosión, la biodiversidad, la formación del suelo, la polinización y los controles biológicos, se han visto disminuidos por la presencia antrópica desmedida y sin un control, deteriorando los servicios de abastecimiento, como el alimento y el agua, los cuales, han sido realmente afectados.

En cuanto a la reproducción de las especies ictícolas, como la guapucha y el capitán de la sabana, se reduce casi a un 60 %, ocasionando un fuerte impacto biológico y económico, obligando a la población, que se dedica a la pesca, a buscar otras oportunidades de empleo, como agricultura, ganadería y demás derivados, que generan una contaminación mayor.

Por último, como parte de la aplicación de estos ejercicios, se obtuvo, como conclusión, que las actividades antrópicas aportan alrededor del 48 % de la generación de contaminación, que aporta a la pérdida de la capa vegetal y la disminución del cuerpo de agua de la laguna de Fúquene.

Gestión socioambiental en las comunidades. La ejecución de proyectos en alianza con las alcaldías de los municipios aledaños al complejo lagunar y la CAR, posibilitó la participación por parte de la comunidad a favor del fortalecimiento en la integración de saberes y alternativas referidas, a medidas de prevención de la contaminación en la zona.

Los proyectos ejecutados posibilitaron la interacción comunidad - naturaleza de manera más concreta, dando espacio a la identificación de los procesos de transformación que se han venido presenciando en la laguna y demás zonas, que poseen una fuerte influencia antrópica, como los ríos, las fincas y las construcciones aledañas, que contribuyen con la propagación de la contaminación hacia este complejo.

Asimismo, el trabajo con las comunidades en espacios abiertos propició el fortalecimiento en las acciones sociales en favor de la apropiación del territorio en el que residen y el conocimiento de las problemáticas que afectan al ambiente y a ellos mismos.

DISCUSIÓN

Conforme a los objetivos que motivaron el servicio social universitario fue esencial, en primera estancia, identificar los factores que han incidido e inciden en la transformación y en la pérdida del complejo lagunar. Entre los factores más influyentes que se observaron e investigaron en el trabajo de campo, mediante recorridos sistemáticos, se logra advertir el cambio en el uso del suelo, provocado por la fuerte presión antrópica, que ha tenido lugar en los últimos años.

Las ventajas brindadas por laguna de Fúquene, en términos paisajísticos y de productividad de sus suelos, ha ocasionado que la población intensifique las actividades agropecuarias, provocando la invasión de terrenos que, en su gran mayoría, se manifiesta con la construcción de fincas, cuyos desechos conforman una de las principales fuentes de contaminación de sus aguas.

Con relación a la problemática expuesta, los pobladores de la zona identificaron al sector agrícola, como una de las actividades económicas más desarrolladas en esta área, donde predominan los cultivos de papa, maíz, arveja, entre otros, que aceleran el proceso de erosión en los suelos, pues no existe un control riguroso para su producción, empleándose en su proceso, maquinaria pesada de dragado para la preparación de la tierra.

Además, posterior a la siembra, se implementa un uso excesivo de fertilizantes y de plaguicidas para aumentar los rendimientos (denunciado por numerosos actores sociales), los cuales, no solo afectan a la productividad del suelo, sino que aportan a la contaminación, ocasionada por la migración de los sedimentos hacia los cuerpos hídricos de la cuenca, ampliando el área de impacto.

Simultáneamente, las actividades forestales han dejado una huella ambiental importante en el área de estudio, la deforestación acelerada, como consecuencia de una activa comercialización maderera en la zona, que ha intensificado la exposición de los suelos, lo que es coherente con la afirmación de la CAR (2018), en cuanto a que la siembra de especies no nativas, como el pino y el eucalipto, que crecen a un ritmo más acelerado que las especies nativas y que demandan un mayor porcentaje de agua y de minerales en su crecimiento, ocasionan una reducción notoria de la cobertura vegetal.

Por otra parte, el trabajo de campo, en conjunto con la realización de jornadas de limpieza en el complejo lagunar y las reuniones con la comunidad lindera, permitió identificar conflictos socioambientales subyacentes que, incluso, han sido denunciados por los mismos pobladores, como son las actividades llevadas a cabo por empresas mineras y del sector lechero, que provocan efluentes que terminan en los cuerpos hídricos del sector lo que, sumado a las descargas directas de las aguas residuales domésticas de los municipios, que hacen parte de la cuenca, constituyen una de las principales causas de contaminación de los ríos y la laguna. Para el caso de estudio, solo el municipio de Ubaté cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales (PETAR) y los demás realizan sus descargas directas.

De igual forma, otras transformaciones que se han presentado en la laguna de Fúquene a diferentes escalas espaciales y temporales, se relacionan con invasiones biológicas, que provocan distintas manifestaciones. El borde lagunar, por ejemplo, posee pocos espacios que conservan sus rasgos originarios, el crecimiento del buchón y la elodea que han proliferado en los bordes de la laguna, por tratarse de áreas de menor profundidad y con elevadas concentraciones de nutrientes, como es el fósforo y el nitrógeno (CAR, 2015), que aceleran la reproducción de estas especies, ocasionan la disminución del espejo de agua y un acelerado proceso de eutrofización.

También, se evidencia el proceso de reducción de la laguna de Fúquene, tanto de su área como de su volumen hídrico, pasando de 13.000 ha, para 1822, a 3.138 hectáreas, en la actualidad y una profundidad media de 1,8 metros y 56 millones de m³ de volumen hídrico, ocasionando pérdidas de más 60 especies nativas y transitorias.

Es importante destacar la construcción del canal perimetral en 1997, acción que produjo notables consecuencias sobre el funcionamiento del ecosistema. Este canal fue construido con el propósito de evitar la desecación causada por los terratenientes y campesinos, quienes habían realizado acciones tendientes al relleno de la laguna.

Si bien, la construcción del canal procuraba brindar una respuesta pertinente a las problemáticas socioambientales del complejo, generó una serie de impactos negativos sobre el ecosistema. En simultáneo, los períodos de sequía que se han registrado en los últimos años han convertido al canal en una suerte de pantano, generando el acelerado crecimiento de especies invasoras y, en algunas zonas específicas, la proliferación de vectores, que ocasionan enfermedades en la población colindante.

Por todas las dinámicas socioambientales mencionadas es que la zona ha sido declarada, por la CAR, como Distrito Regional de Manejo Integrado de Fúquene, Cucunubá – Palacio, que tiene como objeto mantener la composición y la función de sus paisajes y ecosistemas, en alianza con la población aledaña, con el fin de crear espacios para la ejecución de actividades sostenibles.

En lo que respecta a las instancias de participación social conforman un requisito fundamental, para la gestión de los conflictos socioambientales y una valiosa fuente de recolección y validación de información.

CONCLUSIONES

El Distrito Regional de Manejo Integrado representado por el Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio es catalogado como un área donde es posible mantener la relación comunidad - naturaleza, propiciando actividades que sean sostenibles y permitan impulsar la región, en cuanto a la oferta y la disponibilidad de sus servicios ecosistémicos y dar la oportunidad de mantener una oferta económica, para la supervivencia de las poblaciones aledañas a esta.

El desarrollo metodológico permitió identificar que, efectivamente, la calidad ambiental de la cuenca Ubaté - Suárez, donde se inserta el área de estudio de la laguna de Fúquene, ha disminuido de manera considerable en las últimas décadas, con irreversibles impactos a la biodiversidad, agua y suelo, resaltando a las actividades económicas, como principal factor de intervención.

De acuerdo con lo anterior, la ganadería, la agricultura, la minería y las actividades domésticas, son las que se encuentran dentro de los motores contaminantes, convirtiéndose en factor detonante de la degradación del ecosistema lagunar, debido a la inexistencia de plantas de tratamiento, en la mayoría de los municipios aledaños.

La única planta de tratamiento se encuentra en el municipio de Ubaté y es obsoleta e incapaz de abastecer, actualmente, a la totalidad de la población que existe en el casco urbano. Simultáneamente, la ganadería extensiva y su derivado, representado por la producción lechera, que es la predominante en el área del DRMI, junto con las empresas mineras (carbón), donde la mayoría de estas no tienen

ninguna restricción en el tratamiento de las aguas, depositan sus efluentes sin ningún tipo de proceso previo en las quebradas y ríos, acelerando la concentración de sedimentos en la laguna.

Además, a los intensos periodos de sequía, se suman los impactos producidos por la alta tasa de sedimentación y de crecimiento acelerado de las plantas acuáticas, proliferando la reproducción de especies invasoras, como el buchón y la elodea, que se concentran en las zonas con menor profundidad, causando desecación.

Finalmente, la participación de la comunidad es un factor crucial, ya que de la aplicación de talleres y procesos pedagógicos, resultaron propuestas y aportes dirigidos al cuidado y preservación de la laguna de Fúquene y de las áreas circundantes, que unidos a la participación que tiene la CAR con la implementación de proyectos, como lo es el de "Por Fúquene todos de corazón", enfocado a la conservación de esta zona y la búsqueda de alternativas creativas, ha generado alianzas indispensables, para la sostenibilidad ambiental del complejo lagunar.

REFERENCIAS




1. CABRERA ORTIZ, W. 1957. La laguna de Fúquene. Boletín de la Sociedad geográfica de Colombia. Academia de ciencias geográficas. 53
2. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL, CAR. 2011. Humedales del Territorio CAR. Consolidación del sistema de humedales de la Jurisdicción CAR. Disponible desde Internet en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5adf57a6d882c.pdf>
3. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL, CAR. 2015. Extracción de buchón en laguna de Fúquene gracias a novedosa barrera ambiental. Disponible desde Internet en: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/extraccion-de-buchon-en-laguna-de-fuquene-gracias-a-novedosa-barrera-ambiental>
4. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL, CAR. 2018. Plan de manejo ambiental distrito regional de manejo integrado complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y palacio. Dirección de Gestión de Ordenamiento Ambiental de Territorio. Bogotá. 633p.
5. GUTIÉRREZ BONILLA, M.L. 2014. Los enfoques filosóficos de generación del conocimiento y las apuestas metodológicas que exigen. Universidad Javeriana. 33p.
6. MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2000. Wetlands. 3rd ed. John Wiley and Sons. New York, USA.
7. MORENO OTERO, H. 1953. Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos. Lago y Laguna. Boletín de la Sociedad geográfica de Colombia. 11(2-3).

8. NACIONES UNIDAS. 2019. Informe mundial de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019. No dejar a nadie atrás. Francia. Disponible desde Internet en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>

<http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2340>

Cuestionamientos al uso de agroquímicos en Argentina y el mundo (2000-2020): una revisión

Questioning the use of agrochemicals in Argentina and in the world (2000-2020): A review

María Celeste Molpeceres^{1,2*} ; María Laura Zulaica^{1,2} ; Valeria Beatriz Tomaino³ 

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Instituto de Investigaciones sobre Sociedades, Territorios y Culturas (ISTeC), Centro de Estudios Sociales y Políticos, CESP; e-mail: cmolpeceres@conicet.gov.ar; laurazulaica@conicet.gov.ar

²Universidad Nacional de Mar del Plata, UNMdP, Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), UNMdP. Mar del Plata - Buenos Aires, Argentina.

³Universidad Nacional de Mar del Plata, UNMdP, Facultad de Humanidades (FH), Grupo de Estudios Sociourbanos. Mar del Plata - Buenos Aires, Argentina; e-mail: vtomain@mdp.edu.ar

*autor de correspondencia: cmolpeceres@conicet.gov.ar

Cómo citar: Molpeceres, M.C.; Zulaica, M.L.; Tomaino, V.B. 2023. Cuestionamientos al uso de agroquímicos en Argentina y el mundo (2000-2020): una revisión. *Novum Ambiens*. 1(1):e2340. <http://doi.org/10.31910/novamb.v1.n1.2023.2340>

Artículo de acceso abierto publicado por Novum Ambiens, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

Recibido: febrero 19 de 2021

Aceptado: noviembre 15 de 2022

Editado por: Oscar Luis Pyszczek

RESUMEN

Este artículo ofrece un recorrido por la bibliografía que cuestiona el modelo de producción convencional, de manera general y el uso de insumos de síntesis química, en particular. Específicamente, centra su interés en los agroquímicos, insumo que ha posibilitado el desarrollo de la agricultura de mercado, pero que, en la actualidad, ha sido centro de controversias a diferentes escalas, por los perjuicios que ocasiona al ambiente. El objetivo principal de la implementación de los agroquímicos consiste en la intensificación productiva, a fin de construir mercados agrícolas globales. Metodológicamente, la revisión bibliográfica procura detectar puntos de convergencia, controversias, áreas de vacancia y prioridades, que contribuyan a la orientación de políticas públicas de desarrollo territorial sustentable. Para ello, se analizan, de manera comparada, publicaciones de investigaciones realizadas, a nivel internacional y en Argentina, durante el período 2000-2020. Si bien los autores seleccionados exponen evidencia sobre la peligrosidad de los agroquímicos para el ser humano, cuestionando el modelo convencional de producción, solo algunos sugieren la reconversión del sistema productivo hacia prácticas de manejo más “amigables” con el ambiente. Otros, sin realizar enunciados propositivos, denuncian el uso de agroquímicos. Dada la expansión de un modelo agropecuario de alta dependencia tecnológica –química y mecánica-, y frente a los crecientes cuestionamientos respecto a los posibles daños en el ambiente y la salud derivados del uso de agroquímicos, se torna necesario revisar el aporte que la investigación social puede realizar en este tema, lo que constituye el fin del presente artículo.

Palabras clave: Agricultura; Agroquímicos; Salud; Revolución verde; Producción agrícola.

ABSTRACT

This article offers a review of the literature that questions the conventional production model in general, and the use of chemical synthesis inputs in particular. Specifically, it focuses its interest on agrochemicals, an input that has made possible the development of market agriculture but which, at present, has been the center of controversy at different scales due to the damage it causes to the environment. The main objective of the implementation of agrochemicals is the intensification of production in order to build global agricultural markets. Methodologically, the bibliographic review seeks to detect points of convergence, controversies, areas of vacancy and priorities that contribute to the orientation of public policies for sustainable territorial development. To this end, a comparative analysis is made of research publications carried out at the international level and in Argentina during the period 2000-2020. Although the selected authors present evidence on the danger of agrochemicals for human beings, questioning the conventional production model, only some of them suggest the reconversion of the productive system towards more “environmentally friendly” management practices. Others, without making propositive statements, denounce the use of agrochemicals. Given the expansion of an agricultural model of high technological dependence -chemical and mechanical-, and in the face of growing questions regarding the possible damage to the environment and health derived from the use of agrochemicals, it becomes necessary to review the contribution that social research can make on this subject, which is the purpose of this article.

Keywords: Agriculture; Agrochemicals; Health; Environment; Agricultural production.

INTRODUCCIÓN

La mecanización, para lograr una labranza intensiva, la irrigación del suelo, el uso de semillas genéticamente modificadas y la aplicación de agroquímicos, para proteger cultivos y controlar enfermedades, plagas y malezas, son prácticas habituales en la agricultura convencional, cuyo objetivo principal es la intensificación productiva. Este modo de producción, ligado en su génesis a los postulados de la denominada “Revolución Verde”, es objeto de cuestionamientos por parte de la comunidad científica, instituciones públicas y privadas, entre otros ámbitos, especialmente, por sus impactos en la salud humana y el ambiente.

La bibliografía que pone en discusión al modelo convencional de producción es amplia; no obstante, con el objeto de alcanzar un análisis preliminar de la cuestión, se revisó, analizó y sistematizó la información existente, presentando una selección de investigaciones, que introducen a la problemática bajo estudio. Seguidamente, se profundizó en la revisión de antecedentes respecto de diversos aspectos ligados al uso de agroquímicos, como su impacto en la salud humana y el ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente revisión, se nutre de las nociones teóricas propuestas por Sautu *et al.* (2005), Becker (2011) y Bengochea & Levín (2012). El inicio de una investigación supone realizar una exploración de todo el conocimiento construido sobre un problema. En otras palabras, de acuerdo con Bengochea & Levín (2012), requiere la elaboración de un estado de la cuestión, que sintetice críticamente las investigaciones previas en torno al tema de interés, una síntesis que pone tales investigaciones en relación, a la vez, que las evalúa. En este marco, se plantea una revisión centrada en el *statu quo*, a fin de describir la situación actual del problema bajo estudio, para lo cual, se delimitó temporalmente la selección de publicaciones, comprendidas en los últimos 20 años (período 2000 – 2020).

Para organizar la información, dentro de la periodización, de manera introductoria, se exploran las publicaciones que cuestionan al modelo de producción convencional, para después abordar, con mayor profundidad bibliografía que discute el uso de agroquímicos, como el tema específico de análisis. La información se organiza en ejes, de acuerdo con distintos aspectos considerados problemáticos en la aplicación de insumos de síntesis química en el agro.

Con relación a la cantidad de artículos seleccionados, López (2006) señala que no hay reglas con respecto al número óptimo de referencias bibliográficas que se deban incluir en una revisión de estado del arte. En este marco, Becker (2011) aclara la importancia de evitar la “hegemonía del campo bibliográfico”, a fin de evitar que el mismo deforme la argumentación de la investigación. En virtud de ello, a partir de la revisión, se seleccionan conceptos y espacios de vacancia a profundizar en futuros trabajos.

La búsqueda bibliográfica comenzó por los temas más específicos vinculados con el objeto de estudio y, luego, se amplió la búsqueda.

Al respecto, Sautu *et al.* (2005) exponen que, si el número y contenido de los artículos seleccionados resulta insuficiente para el analista, es necesario proceder por aproximación. De esta manera, como punto de partida para alcanzar el objetivo propuesto, se utilizó fundamentalmente el buscador científico “Scielo”, que permite, mediante la selección de palabras clave, acceder a los títulos de trabajos científicos indexados. Se comenzó con el criterio de búsqueda “Agroquímicos + Argentina” y “agrochemicals + Argentina”, generándose un primer listado de publicaciones accesibles de modo electrónico, sobre los que se llevó adelante un análisis de las principales líneas de investigación al respecto. Seguidamente, se examinó la bibliografía referenciada en los mismos, para ampliar la revisión y se incluyeron fuentes que, dados los aportes específicos a la temática, se consideraron importantes de mencionar.

Sobre el conjunto de artículos encontrados, se procedió a armar una base de datos en formato Excel, que contiene las entradas asociadas a los artículos del período 2000-2020, sobre los cuales, junto con la bibliografía citada en esos textos, se centró el esfuerzo. Para el armado de la base de datos electrónica, se consideraron los siguientes campos: título, autores, revista, volumen, páginas, año, código y resumen.

RESULTADOS

A partir de la búsqueda descrita, se seleccionó un nutrido conjunto de estudios nacionales e internacionales, cuya sistematización y análisis permitió definir dimensiones que los agrupen, de acuerdo con énfasis puesto en: a) Cuestionamientos al modelo convencional de producción; b) Impacto del uso de agroquímicos en el ambiente y c) Impacto del uso de agroquímicos en la salud humana.

DISCUSIÓN

Cuestionamientos al modelo convencional de producción. La bibliografía analizada que problematiza el modelo productivo tradicional pone énfasis, en términos de Arancibia (2012), en aspectos, como la seguridad, la sustentabilidad económica y ambiental de las nuevas técnicas de producción agraria, la calidad y confiabilidad de la sanidad de los alimentos producidos, así como la distribución de los beneficios derivados; no obstante, para los fines de la presente revisión, se sistematizó la bibliografía, de acuerdo con el énfasis en: i) aspectos socioeconómicos; ii) biológicos y iii) trayectoria de la producción convencional en Argentina.

i) Desde una perspectiva socioeconómica, algunos autores señalan como problemáticos los cambios en la tenencia de la tierra, refiriendo a la concentración de la propiedad en pocas manos, proceso que conlleva a elevar su precio y el de los arrendamientos, lo que implica dificultades para los pequeños agricultores (Segrelles Serrano, 2007). Asimismo, para el caso argentino, Bisang *et al.* (2008) señalan que la expansión de la frontera agrícola, mediante la incorporación de nuevas tierras, antes consideradas marginales para producir, estuvo orientada, principalmente, a satisfacer la demanda externa. Brescia & Lema (2004) hacen referencia a los lapsos acotados que, en general, establecen los contratos de arrendamiento en Argentina. Dicho período dificulta

las posibilidades del productor de planificar la producción y encontrar un equilibrio entre rentabilidad y cuidado del suelo. En este sentido, Schenzle (2014) repasa el histórico intento de que los contratos fuesen más largos que una campaña, para desincentivar el uso extractivo del suelo. Algunos autores reflexionan sobre la intencionalidad detrás de esta forma de dominio de la tierra, como modo de marcar el perfil y el tamaño de los productores, a partir de lo cual, es posible evaluar procesos de dinamismo productivo, apropiación de la renta y de operar posteriores procesos de mecanización agrícola (Reca & Parellada, 2001; Bisang *et al.* 2008).

En consonancia, se problematizan los cambios en las formas de organización del trabajo. En el proceso de modernización de la agricultura, señala Cecon (2008), los pequeños productores familiares se ven desplazados por modelos organizacionales con moldes empresariales; incluso, las formas de trabajo se modifican, intensificando el uso de jornaleros y, junto a ello, la precariedad laboral. Para Pengue (2005), “la agricultura industrial no necesita hombres en el campo, los expulsa”.

Por otro lado, para algunos autores, la dependencia a insumos aporta vulnerabilidad al sistema productivo. Para Toledo & Barrera-Bassols (2008), este tipo de agricultura busca obtener alta productividad en condiciones ideales y con grandes cantidades de insumos ajenos al propio sistema; sin embargo, frente a la ausencia de estos últimos, aumentan las posibilidades de que las cosechas fracasen, trayendo consigo pérdidas económicas. Del mismo modo, añade Segrelles Serrano (2005), que la utilización masiva de insumos y el empleo de variedades genéticas de alto rendimiento, también condujo al endeudamiento de los campesinos latinoamericanos, a un aumento de los costos de producción y al deterioro del medio ecológico.

Sumado a la dependencia de insumos externos, autores como Pérez-Sánchez & Piña-Cano (2015), refieren a la dependencia que ello genera a empresas transnacionales, en general, de países desarrollados.

Otro aspecto criticado de la artificialización de la agricultura es la planificación de los cultivos con base en las necesidades del mercado, en lugar de examinar las capacidades biológicas del sistema (Van der Ploeg, 2010). Bustamante Ramírez & Lince Bohorquez (2018) enfatizan en que el propósito de la producción agrícola convencional no radica en la satisfacción de demandas básicas de la población, sino en establecer un tiempo de trabajo reducido, afectando, de este modo, los modelos de producción alternativos, que no logran competir ante volúmenes de producción tan altos, por la menor cantidad de producción o por ofrecer variedades de estación.

Frente a ello, se destacan los cambios en los mercados y en las formas de comercialización. Gran parte de los analistas refieren a la unificación y estandarización de los mercados, proceso en el cual, adquieren relevancia nuevos actores, los intermediarios, desvaneciendo el vínculo directo entre productores y consumidores. Segrelles Serrano (2007; 2009; 2012) destaca el incremento en el valor de los productos cultivados desde que salen del campo hasta llegar al consumidor, apuntando al bajo porcentaje de ello reciben los productores.

Reforzando esta mirada acerca del rol de los distribuidores, Milla Bordera (2014) apunta a las exigencias que éstos imponen en cuanto a las condiciones sanitarias, características, disponibilidad y suministro de los productos, excluyendo, de esta forma, a los productores, que no son capaces de cumplir con estos requisitos. De ello deviene, para el autor, la estandarización de los productos alimenticios, pensar la alimentación como mercancía.

Frente a esta problemática, algunos autores, como Montagut & Dogliotti (2006) y Montagut & Vivas (2007), proponen la promoción de producciones alternativas al modelo convencional, para garantizar la producción de alimentos de origen agrícola diversificados y “sanos”.

A modo de síntesis, Segrelles Serrano (2007) reflexiona sobre el modelo productivo convencional y la reorganización territorial de los aprovechamientos agrícolas y ganaderos, señalando, entre sus efectos, la dependencia comercial, el deterioro ecológico, el crecimiento de la pobreza rural, desnutrición, hambre y problemas de salud, para algunas personas y la pérdida progresiva de la soberanía alimentaria de los países latinoamericanos.

ii) Gran parte de los estudios que problematizan el modelo productivo tradicional, se centran en los efectos de la transformación y la simplificación extrema de los ecosistemas que, desde una perspectiva productivista, intensifican el uso de los recursos naturales, con efectos sobre el ambiente y la salud humana.

De la mano de la búsqueda de la rentabilidad antes mencionada, algunos autores, como Chilón Camacho (2017), indican que la agricultura convencional conlleva a la degradación progresiva de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad, deforestación y pérdida de fertilidad y compactación del suelo, la salinización y la contaminación del agua y del suelo.

Autores, como Jager (2016), hacen referencia a externalidades negativas del cambio del sistema mixto tradicional con rotación de pasturas hacia esquemas agrícolas más intensivos, como pérdida de biodiversidad y mayor presión sobre el suelo y el agua. Profundizando lo anterior, Cecon (2008) afirma que este tipo de agricultura genera esterilización del suelo, reduciendo la actividad microbiana, al tiempo que contamina aguas subterráneas –principalmente con nitratos- y superficiales. Asimismo, por la compactación del suelo realizada por las máquinas agrícolas y por la aplicación de agroquímicos, merma parte de la biota que, naturalmente, funciona como controlador biológico de plagas.

Al vincular estas afirmaciones, con la revisión de antecedentes previa, se desprenden las reflexiones de Sevilla Guzmán (2011), “solo es posible incrementar la explotación del trabajo aumentando la explotación de la naturaleza, en la acumulación capitalista ha estado y está, pues, el origen y el desarrollo de la actual crisis ecológica”. En este marco, algunos autores definen a la agricultura, como una actividad extractivista.

En este punto, para algunos analistas, el modelo convencional de producción, además de extraer nutrientes del suelo, desvalorizando los procesos biológicos naturales, depende del exterior para la incorporación de insumos químicos extraídos del suelo (como fósforo y potasio por minería directa) o fabricarlos del petróleo (en el caso del nitrógeno). En esta línea, Altieri & Toledo (2010) agregan que la dependencia del petróleo en la agricultura radica no solo en los agroquímicos, sino también en el combustible que necesitan las maquinarias agrícolas para su funcionamiento, conduciendo, de este modo, no solo a la emisión de CO₂, sino también al agotamiento y la contaminación de recursos naturales.

En consonancia con lo anterior, Gudynas (2010) considera que esta forma de agricultura, especialmente aquella orientada a la exportación, queda inmersa en procesos productivos que se asemejan a los que se observan en la minería o los hidrocarburos, caracterizados por economías de enclave. Jager (2016) afirma que el mayor rendimiento implica una mayor extracción de nutrientes y esta mayor extracción conduce a la generación de una espiral creciente de la necesidad de agregar, cada vez más, agroquímicos al paquete.

Acevedo-Osorio *et al.* (2018), también caracterizan a la agricultura convencional como extractivista, al tiempo que señalan las externalidades ambientales y sociales derivadas del mismo, focalizando no solo en la erosión de suelos, pérdida de fertilidad, alteraciones en la biodiversidad y generación de gases efecto de invernadero, sino también en el agravamiento de problemas asociados al cambio climático.

Para Pengue (2017), la extracción de estos “intangibles ambientales” (que se van con los granos) y, por otra parte, la pérdida de nutrientes (que se van con la erosión hídrica y eólica), afectan, en forma directa, la estabilidad del propio sistema como tal y la geopolítica del territorio transformado.

A modo de síntesis, el proceso de degradación de los recursos, en términos de Andrade (2017), está asociado con la intensidad de las labranzas, la duración de los ciclos agrícolas, la tendencia al monocultivo y la no reposición de nutrientes, entre otros factores.

iii) En Argentina, numerosos autores retoman la crítica al modelo de producción convencional, con un previo recorrido sobre la trayectoria de la producción agrícola convencional en Argentina. Un grupo de autores describen como, en consonancia con la tendencia a nivel internacional, Argentina incorporó los primeros elementos de tecnificación a mediados del siglo XX, ligada a una ganadería semi extensiva, dando lugar a un modelo de rotación de cultivos, con pasturas y forrajeras anuales. A principios del siglo siguiente, el sistema mixto agrícola-ganadero fue sustituido, la agricultura y la ganadería se desacoplaron y se especializaron individualmente, dentro de un planteo más intensivo (Viglizzo *et al.* 2001). Las transformaciones tecnológico-productivas respondieron a procesos económicos, financieros y culturales, que orientaron el sistema agropecuario argentino hacia una agricultura intensiva (Pengue & Rodríguez, 2018).

Está presente, en cierta bibliografía, la idea de que la “modernización” de la agricultura respondió a patrones exogenerados. En este sentido, algunos analistas, como Satorre & Bert (2014) exploran el modo en que los cambios tecnológicos introducidos se tradujeron en una expansión acelerada de la técnica de siembra directa en reemplazo de la labranza convencional; el aumento de escala; la simplificación del sistema de cultivo; una intensificación de la producción mediante un uso mayor de agroquímicos; propagación de monocultivos; incorporación de cultivos transgénicos y en la difusión del manejo diferencial por ambientes; a su vez, otros autores, como Oesterheld (2008), señalan etapas en el proceso de transformación. Inicialmente, entre 1980 y 1990, se expandió la técnica de siembra directa en reemplazo de la labranza convencional; luego, la producción se intensificó mediante un uso mayor de agroquímicos, fundamentalmente fertilizantes; más tarde, se incorporaron cultivos transgénicos y más recientemente, comenzó a difundirse el manejo diferencial por ambientes, también llamado “agricultura de precisión”.

Luego de explorar las características de la expansión de la agricultura convencional en Argentina, algunos autores examinan sus implicancias que, alineados con la tendencia a nivel internacional, apuntan mayormente a los cambios estructurales y funcionales en los agroecosistemas, como erosión del suelo, merma de la biodiversidad, contaminación del agua e, incluso, consecuencias en el cambio climático (Senigaglia, 2012).

Impacto del uso de agroquímicos en el ambiente. El uso de agroquímicos para prevenir daños por plagas y enfermedades en los cultivos es una práctica generalizada en la agricultura. Estos productos están presentes en el aire, en el suelo, en el agua superficial y subterránea y en los alimentos y son la principal fuente de contaminación no puntual del medioambiente (Larsen *et al.* 2013; Aparicio *et al.* 2015; Colombo & Sarandó, 2015). Con relación a las rutas de ingreso de los agroquímicos al ambiente, Suárez *et al.* (2013) distinguen las fuentes puntuales –aquellas asociadas principalmente a la manipulación de los agroquímicos, durante el transporte, el almacenamiento, la preparación de mezclas y la limpieza-, de las fuentes difusas, que incluyen el escurrimiento superficial, la contaminación del agua subterránea por drenaje y la deriva durante la pulverización.

La presente revisión, se focaliza, principalmente, en las fuentes difusas de contaminación, desde un enfoque ecotoxicológico. Para facilitar el análisis, siguiendo el criterio de Sfara *et al.* (2016), los estudios seleccionados se agrupan de acuerdo con el estudio de: i) efectos sobre especies animales no blanco y ii) efectos sobre los diferentes compartimentos medioambientales.

i) A nivel internacional, profusos estudios se focalizan en la observación de los efectos adversos en especies no blanco de las aplicaciones de plaguicidas, como anfibios, peces, artrópodos o aves. Los estudios realizados en fauna salvaje han revelado daños en el sistema inmune de varias especies.

La reducción de las poblaciones de polinizadores, debido a los pesticidas, es motivo de preocupación. Numerosos investigadores analizan su vinculación al uso intensivo de agroquímicos (Johnson *et al.* 2010; Doublet *et al.* 2015; Balbuena *et al.* 2015; Goulson *et al.* 2015; Cabrera De Oliveira *et al.* 2016; Riaño Jiménez & Cure, 2016; Barón *et al.* 2017; Kovács-Hostyánszki *et al.* 2017; Simon-Delso *et al.* 2017; Botías & Sánchez-Bayo, 2018; Martin-Culma & Arenas-Suárez, 2018). La interacción con los plaguicidas no solo ocasiona su muerte, sino también efectos subletales, capaces de deteriorar la salud de la colmena entera (Gill *et al.* 2012), incluso, alteraciones fisiológicas, a nivel social, reflejadas en cambios en el comportamiento, dificultades en la localización del alimento, comunicación y regreso al lugar en el que habitan (Desneux *et al.* 2007). Estos daños no solo traen aparejados cambios en la biodiversidad, sino también en la producción de alimentos.

Entre las especies más estudiadas, se encuentran también los peces, de cuyo análisis se han enfocado numerosos investigadores, a nivel internacional (Saha & Kaviraj, 2003; Rao *et al.* 2005; Xu *et al.* 2010; Corcellas *et al.* 2015; Bernal-Rey *et al.* 2020), encontrando, entre los principales daños, derivados de las aplicaciones de plaguicidas, efectos tóxicos, tales como acumulación de lípidos en el hígado, problemas en el crecimiento, problemas cardíacos o disminución en el aleteo.

Por último, numerosas investigaciones que indagan en los perjuicios sobre poblaciones de aves, concluyen en efectos, como pérdida del sentido de la orientación, dificultades para regular la temperatura corporal y alteraciones del sistema inmunológico, entre otros (Robles Sanmartín *et al.* 2007; Cobos Gasca *et al.* 2011; Hallmann *et al.* 2014).

A nivel nacional, estudios en anfibios muestran que la exposición ambiental a agroquímicos genera modificaciones en su peso corporal, así como también cambios en la composición de la sangre y en la actividad enzimática (Attademo *et al.* 2014).

Otros trabajos reportan los efectos sobre la fauna nativa en ambientes acuáticos, en donde se encontraron residuos de plaguicidas (Sfara *et al.* 2016). Por un lado, al igual que en el ámbito internacional, en Argentina, varios especialistas se abocan al estudio del impacto de agroquímicos en peces (Rautenberg *et al.* 2014; Ballesteros *et al.* 2014; Bonifacio *et al.* 2017; Bernal-Rey *et al.* 2020; Da Cuña *et al.* 2020), registrando similares resultados. Un estudio reciente, realizado por Bonifacio & Hued (2019), reportan que dos especies de peces tropicales, expuestos a diferentes cantidades de plaguicidas y combinaciones, presentan diferentes alteraciones, como degeneración hidrópica, congestión sanguínea, metamorfosis grasa y alteraciones hepáticas. Por el otro, los cangrejos también han sido objeto de estudio que, expuestos a agroquímicos, como el glifosato, presentan desequilibrios endócrinos y dificultades reproductivas (Zapata *et al.* 2003; Avigliano *et al.* 2018). Por su parte, la ballena franca austral fue estudiada por Torres *et al.* (2015), de cuyo trabajo se demostró la presencia de residuos de algunos agroquímicos en la grasa corporal.

Finalmente, estudios en aves también dan cuenta de la presencia de agroquímicos en especies no blanco. Martínez-López *et al.* (2015) hallaron residuos en tres especies de aves rapaces de la Patagonia Argentina. Estos trabajos evidencian la ocurrencia de los fenómenos de bioacumulación en tejidos y de biomagnificación en la cadena trófica, de contaminantes de alta persistencia, como los compuestos clorados (Sfara *et al.* 2016).

ii) El mayor porcentaje de los trabajos que abordan el estudio de los plaguicidas desde un enfoque ecotoxicológico, apunta a la determinación de residuos de plaguicidas en los diferentes compartimientos medioambientales. Los estudios presentan, en su mayoría, datos cuantitativos de residuos de plaguicidas en suelos y aguas superficiales y subterráneas determinados, utilizando técnicas de química analítica. El enfoque de estos trabajos es en general descriptivo. Algunos autores proponen, luego de la determinación de la presencia de ciertos residuos de plaguicidas, la utilización de diversos métodos de remediación (Sfara *et al.* 2016).

En Argentina, un estudio que describe de manera general los impactos en el ambiente derivados del uso de agroquímicos es el elaborado por Pengue (2005), quien menciona la contaminación del agua, por ejemplo, que deviene en eutroficación, mortandad en los peces y otros seres vivos y hasta daños en la salud humana. El autor encuentra, especialmente difícil de solucionar, la contaminación de las aguas subterráneas, con este tipo de productos. Los resultados de investigaciones realizadas, como las de Villaamil Lepori *et al.* (2013), no dejan dudas sobre el posible riesgo de contaminación, ya sea por deriva durante la aplicación de plaguicidas o por los flujos de lixiviación, lo que genera posibles riesgos para la biota y los seres humanos, en especial, por plaguicidas, como cipermetrina, clorpirifos, endosulfán y glifosato.

Bourguignon *et al.* (2014) encuentran residuos de plaguicidas en cuencas de Santiago del Estero, los cuales, proponen remover mediante el uso de una especie de bacterias, capaces de capturar y metabolizar estos residuos. Azcarate *et al.* (2015) evalúan el comportamiento de una serie de herbicidas en diferentes perfiles de suelos, comparando, a su vez, el potencial de lixiviación de cada sustancia.

En esta línea, Ramos *et al.* (2015), se detienen en la observación del comportamiento de estas sustancias en suelos utilizados para la producción hortícola, encontrando que la utilización de cobertura plástica, para la protección de cultivos, interfiere en la migración de los plaguicidas, que se acumulan en los restos de plástico.

Lorenzatti *et al.* (2016) determinan, mediante la toma de muestras ambientales, alimentarias y humanas en Santa Fe, la presencia de residuos, motivo que los lleva a reflexionar sobre la contaminación en diversos compartimientos del ambiente y cuestionar las posibilidades de las generaciones futuras de gozar de un medio ambiente libre de elementos tóxicos. Por su parte, Alonso *et al.* (2018) apuntan al aire y el agua de lluvia contaminados con glifosato y atrazina, en la región de la Pampa.

Finalmente, Andrade *et al.* (2019) disciernen sobre la presencia combinada de diferentes contaminantes, cuya mezcla puede tener efectos sinérgicos diferentes a los producidos por los tóxicos individuales.

A modo de cierre, si bien actualmente se utilizan plaguicidas menos agresivos en cuanto a toxicidad y persistencia en comparación con décadas anteriores, la agricultura condujo a un mayor uso de agroquímicos, que contaminan el suelo y los cuerpos de agua y son un riesgo para la salud humana y animal (Andrade, 2017). Debido a esta amplia presencia en el ambiente, los agroquímicos son un riesgo para la salud humana y animal, los insectos benéficos y las comunidades microbianas del ambiente (Wolansky, 2011; Tiltonell, 2013; Aparicio *et al.* 2015).

Impacto del uso de agroquímicos en la salud humana. La bibliografía que problematiza el uso de agroquímicos por los daños derivados en el ambiente proviene de distintas disciplinas. A continuación, se presentan algunos estudios que, si bien coinciden en la objeción a los agroquímicos como parte de una crítica general al modelo productivo vigente, difieren sus formas de actuar, así como sus prioridades y los recursos materiales y simbólicos que movilizan.

Para profundizar esta información, se organizan algunos estudios, de acuerdo con el énfasis puesto en el origen de la exposición a agroquímicos: i) exposición no intencional, accidental o ambiental; ii) exposición directa laboral y iii) exposición por consumo de alimentos. Cabe aclarar que muchos de estos estudios fueron realizados con pruebas en animales bajo condiciones controladas de laboratorio, como ratas o anfibios y de sus resultados es posible inferir daños similares en humanos.

i) A nivel internacional, un nutrido conjunto de estudios epidemiológicos, provenientes de organismos públicos y privados de diferentes países, dan cuenta de cómo la exposición a agroquímicos se podría vincular con el incremento en las tasas de malformaciones, abortos, cáncer, trastornos hormonales, entre otras problemáticas (Schreinemachers, 2003; Winchester *et al.* 2009; Settimi *et al.* 2008; Clapp *et al.* 2008).

Sin profundizar en aspectos técnicos, en esta revisión, se presentan una serie de publicaciones, en las que se exponen vinculaciones entre la exposición a agroquímicos y daños, con distinto grado de peligrosidad, en la salud.

Por un lado, algunos analistas evalúan impactos en el sistema reproductivo. De los trabajos realizados, algunos se focalizan en aspectos de alternaciones en la fertilidad; otros asocian el daño de los agroquímicos, especialmente los no organoclorados, a las dificultades de crecimiento fetal y abortos espontáneos (Sanborn *et al.* 2002; Schreinemachers, 2003; Bhatia *et al.* 2005; Venners *et al.* 2005; Fernández *et al.* 2007; Benítez-Leite *et al.* 2009; Winchester *et al.* 2009; Bouchard *et al.* 2011; Weichenthal *et al.* 2012; Agopian *et al.* 2013; Guyton *et al.* 2015; Di Renzo *et al.* 2015).

Otros, en cambio, focalizan en el impacto en el sistema neurológico y efectos sobre el comportamiento (Torres-Sánchez & López Carrillo, 2007; Bouchard *et al.* 2011; Arroyo & Fernández, 2013; Shelton *et al.* 2014; Markel *et al.* 2015; Richardson *et al.* 2015; Butler-Dawson *et al.* 2016; Molina *et al.* 2019; von Ehrenstein *et al.* 2019). Los daños aquí explorados son amplios, desde déficits en la memoria de trabajo y la atención y conductas impulsivas (Richardson *et al.* 2015) hasta trastornos del espectro autista (von Ehrenstein *et al.* 2019).

Por otro lado, otras publicaciones apuntan al sistema respiratorio (Sanborn *et al.* 2002; Salam *et al.* 2003; Hernández *et al.* 2011). En ellos, se presentan evidencias de problemáticas, como infecciones respiratorias agudas altas y asma (Hernández *et al.* 2011), asociadas a la exposición a agroquímicos.

También es vasta la bibliografía referida a las vinculaciones entre la exposición a agroquímicos y la contracción de algún tipo de cáncer. Algunos autores se centran en casos pediátricos (Flower *et al.* 2004; Vinson *et al.* 2011; Kunkle *et al.* 2014; Van Maele-Fabry *et al.* 2013; Booth *et al.* 2015), mientras que otros estudian adultos en el desarrollo de cáncer de mama, sangre y otros (Meinert *et al.* 2000; Waddell *et al.* 2001; Bonner *et al.* 2007; Santamaría-Ulloa, 2009; Muñoz Quezada *et al.* 2018).

Asimismo, algunos organismos internacionales, mediante la revisión y análisis de este tipo de investigaciones, elaboran informes, que pretenden respaldar y difundir la información contenida en ellos. Tal es el caso de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que, mediante su instituto especializado en cáncer, Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), en 2015, publicó un informe revelando la responsabilidad de algunos agroquímicos, como el glifosato, en el desarrollo del cáncer, como, linfoma no Hodgkin. Incluso, algunos organismos analizan críticamente la información científica médica de dichas publicaciones y elaboran informes orientados a facilitar el acceso a esa información, como el Ontario College of Family Physicians (Sanborn *et al.* 2007; 2012; Bassil *et al.* 2007), quienes concluyen en la necesidad de disminuir esta exposición, por contar con evidencias consistentes para reconocer que la exposición a plaguicidas aumenta el riesgo de afectar la salud humana.

En Argentina, existen una serie de publicaciones generalistas sobre los daños en la salud, derivados del uso de agroquímicos (López *et al.* 2012; Pignataro, 2012; Butinof *et al.* 2017).

Al igual que en el ámbito internacional, existen estudios específicos sobre el impacto de algunos agroquímicos en el sistema reproductivo (Chichizola *et al.* 2009; Mañas *et al.* 2009; Paganelli *et al.* 2010; Carrasco, 2011; Aiassa *et al.* 2012; Bulgaroni *et al.* 2013; Bernardi *et al.* 2015; Pochettino *et al.* 2016; Quintana *et al.* 2017; Ávila-Vazquez *et al.* 2018; Aiassa *et al.* 2019; Alarcón *et al.* 2019; Milesi *et al.* 2019), respiratorio (Álvarez, 2009) y su influencia en el desarrollo de cáncer (Ávila-Vazquez *et al.* 2015; Ávila Vazquez *et al.* 2017).

En este ámbito, quizás uno de los trabajos más difundidos y discutidos es el de Carrasco (2011), cuya investigación detectó, en un estudio sobre anfibios, que un tipo de agroquímicos, el glifosato, era causante del desarrollo de defectos congénitos durante la gestación. Siguiendo con esta línea, en distintas provincias, se realizaron estudios para evaluar estas particularidades, como el caso de Ávila-Vazquez *et al.* (2015), quienes analizaron la vinculación entre abortos espontáneos y malformaciones congénitas con la exposición ambiental al glifosato, en una localidad de Córdoba.

Un escaso número de estudios refiere específicamente a la problemática en áreas periurbanas (Pengue & Rodríguez, 2018). Si bien se diferencian de los estudios presentados, hasta el momento, por su grado de profundidad, ofrecen información de accesible al lector no técnico, donde exponen información obtenida en campamentos sanitarios, realizados desde la Universidad Nacional de Rosario.

ii) Algunos organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud, OMS, elaboran manuales (Fait *et al.* 2004), a partir de la revisión de trabajos científicos y otras publicaciones que, en general, apuntan a la prevención y a la regulación de las prácticas de manejo, más que a la descripción de daños a la salud o enfermedades derivadas del uso de agroquímicos.

Asimismo, existen algunos estudios que refieren a los efectos nocivos de los agroquímicos sobre las condiciones de vida y la salud de los trabajadores agrícolas (Soares *et al.* 2003; Mancini *et al.* 2005; Martínez-Valenzuela & Gómez-Arroyo, 2007; Remor *et al.* 2009; Aldana-Madrid *et al.* 2013; Arcury *et al.* 2014; Vásquez Venegas *et al.* 2015; Jiménez-Quintero *et al.* 2016; Buralli *et al.* 2018), en especial, en los países en desarrollo donde, además, se observa un frágil o hasta totalmente ausente marco regulatorio para el uso de plaguicidas que, según Konradsen *et al.* (2003), podría constituir, en estos países, una de las principales razones de la elevada incidencia de intoxicaciones por estos compuestos. Coronado *et al.* (2004) señalan que la exposición a plaguicidas es uno de los riesgos laborales más importantes en los países en desarrollo.

En el ámbito nacional, Butinof *et al.* (2017) exponen que no solo el aplicador se ve afectado, sino toda su familia con quien convive en el ámbito rural, dado que, en general, la familia colabora en las tareas, la exposición comienza a edades muy tempranas, incluso, desde la misma concepción. Esto es reforzado por Rodríguez (2014), quien afirma que la exposición a estas sustancias químicas es para los trabajadores rurales el más importante de los riesgos, atribuibles al objeto del trabajo.

Algunos autores, como Mañas *et al.* (2009), Simoniello *et al.* (2008; 2010), Aiassa *et al.* (2012) y Gómez Arroyo *et al.* (2013), exponen los riesgos laborales a los que se ven expuestos los trabajadores rurales, entre los cuales, se encuentran las enfermedades dermatológicas, oftalmológicas y trastornos neurológicos y reproductivos y la posibilidad de desarrollar cáncer, en su gran mayoría, asociadas al uso de agroquímicos, en consonancia con lo descrito en el punto anterior.

Otros, analizan comunidades específicas, como en localidades de Córdoba (Lantieri *et al.* 2009; 2011), Buenos Aires, Corrientes, Formosa, Misiones y Santiago del Estero (Landini *et al.* 2019). De ellos, se desprende que las posibilidades de contraer enfermedades derivadas de los agroquímicos son elevadas para los trabajadores rurales, no solo por sus propias prácticas de aplicación, sino también, por los procesos de adquisición, almacenaje, aplicación y manejo de residuos. En consecuencia, se sugiere el diseño de políticas transversales y sistémicas para abordar el problema, considerando en su complejidad, sin reducirlo a prácticas individuales o a un nivel de análisis intrapredial. En este sentido, Aiassa *et al.* (2019) postulan la necesidad de disminuir el uso de productos químicos en la agricultura y, mientras tanto, implementar medidas de seguridad estrictas.

iii) A nivel internacional existe una multiplicidad de bibliografía sobre los daños en la salud, por la ingesta de alimentos con residuos de agroquímicos. Algunos estudios realizados en Brasil (Carneiro Ferreira *et al.* 2015), refieren a dermatitis, alergias, lesiones hepáticas y problemas respiratorios, entre otros.

Para hacer frente a tal problemática, algunas agencias gubernamentales de distintos países y organismos internacionales establecen y regulan los límites máximos de residuos (LMR) en los alimentos y en los procedimientos, en general, tienen como objetivo garantizar la inocuidad de los alimentos y la regulación del comercio exterior; no obstante, para los autores, estas fórmulas no consideran el cálculo del impacto en la ingesta diaria aceptable frente al consumo de distintos alimentos combinados. Asimismo, Lehotay *et al.* (2005), sostienen que estas prácticas no persiguen solo el objetivo de proteger la salud humana, sino también beneficios económicos.

Además, el Center For Ecogenetics & Environmental Health de Estados Unidos (2012), añade otro elemento de análisis al riesgo de contraer enfermedades, por el consumo de alimentos con residuos tóxicos, destacando, entre los más contaminados, el apio, la espinaca, el pepino, los ajíes y la papa.

En consonancia, Ramírez Campos (2018) sostiene que un alimento de apariencia inocua puede representar un gran riesgo para la salud de las personas que lo consumen, como es el caso de algunas frutas y hortalizas. A su vez, el grado de contaminación de la planta puede variar de acuerdo con especificidades sanitarias, que son parte del proceso productivo. Finalmente, los residuos químicos, se mantienen y se acumulan en el cuerpo, a pesar de ingerir bajas dosis, lo que, en un futuro, puede representar un riesgo importante.

En Argentina, si bien no son frecuentes los estudios que midan cuánto o de qué manera el consumo de alimentos con residuos tóxicos daña la salud humana, existen publicaciones que refieren a los residuos de agroquímicos en frutas y en verduras. Allí, el consumo de alimentos con residuos químicos, se presenta como posible de provocar daños o enfermedades al ser humano, cuestionando, de este modo, su inocuidad y el modelo convencional de producción.

En este marco, la Red Universitaria de Ambiente y Salud elaboró un informe en 2017, reflexionando acerca de los impactos en la

salud del consumo de tales sustancias, señalando, como principales efectos, la genotoxicidad y la disrupción endocrina. Si bien la mayoría de los estudios refiere a los daños en la salud por exposición a agroquímicos –como se señala en el primer ítem-, los autores deducen implicancias similares por ingestión. Tal es el caso del Clorpirifós, el insecticida encontrado en todas las frutas y hortalizas sin excepción, asociado a daño directo en el desarrollo cerebral de los niños, cuando sus madres embarazadas han sido expuestas al mismo (Rauh *et al.* 2011).

Finalmente, el Grupo *ad hoc* agroquímicos de la Red de Seguridad Alimentaria del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, en un informe elaborado en 2018, reflexiona sobre la ausencia en Argentina de un programa permanente de relevamiento del consumo de alimentos, con diseño toxico-epidemiológico, que permita utilizar ese conocimiento como fundamento de los programas de prevención de trastornos de salud por exposición a residuos químicos ambientales, que pueden contaminar los alimentos.

CONCLUSIONES

De esta revisión, se desprende que si bien los autores seleccionados exponen evidencia sobre la peligrosidad de los agroquímicos para el ser humano, cuestionando el modelo convencional de producción, solo algunos sugieren la reconversión del sistema productivo hacia prácticas de manejo más “amigables” con el ambiente. Otros, sin realizar enunciados propositivos, denuncian el uso de agroquímicos.

A fin de profundizar el análisis resulta necesario ampliar la revisión hacia bibliografía que aborde otros aspectos, como el estudio de las regulaciones para el uso de agroquímicos, la sustentabilidad de las producciones agrícolas y las alternativas productivas al modelo convencional.

En este sentido, dada la expansión de un modelo agropecuario de alta dependencia tecnológica –química y mecánica- y frente a los crecientes cuestionamientos respecto a los posibles daños en el ambiente y la salud, derivados del uso de agroquímicos, se torna necesario revisar el aporte que la investigación social puede realizar en este tema. Aún la contribución de esta línea de producción de conocimientos es débil o se encuentra escasamente sistematizada, dificultando su utilidad para el diseño de políticas públicas. En función de lo expuesto, revisar, analizar y sistematizar esta producción, conectando las distintas perspectivas críticas, se presenta como uno de los desafíos principales en este campo de estudios.

Conflicto de intereses: Este manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses que pongan en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

1. ACEVEDO-OSORIO, Á.; SANTOYO-SÁNCHEZ, J.S.; GUZMÁN, P.; JIMÉNEZ-REINALES, N. 2018. La Agricultura Familiar frente al modelo extractivista de desarrollo rural en Colombia. *Gestión y Ambiente*. 21(supl.):144-154. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n2supl.73925>
2. AGOPIAN, A.J.; LUPO, P.J.; CANFIELD, M.A.; LANGLOIS, P.H. 2013. Case control study of maternal residential atrazine exposure and male genital malformations. *American Journal of Medical Genetics*. 161(5):977-982. <http://doi.org/10.1002/ajmg.a.35815>
3. AIASSA, D.; MAÑAS, F.; BOSCH, B.; GENTILE, N.; BERNARDI, N.; GORLA, N. 2012. Biomarcadores de daño genético en poblaciones humanas expuestas a plaguicidas. *Acta Biológica Colombiana*. 17(3):485–510.
4. AIASSA, D.E.; MAÑAS, F.J.; GENTILE, N.E.; BOSCH, B.; SALINERO, M.C.; GORLA, N.B. 2019. Evaluation of genetic damage in pesticides applicators from the province of Córdoba, Argentina. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05344-2>
5. ALARCÓN, R.; VARAYOUD, J.; LUQUE, E.H.; MILESI, M.M. 2019. Effect of neonatal exposure to endosulfan on myometrial adaptation during early pregnancy and labor in rats. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 491. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2019.04.015>
6. ALDANA-MADRID, M.L.; SILVEIRA-GRAMONT, M.I.; ZUNO-FLORIANO, F.G.; RODRÍGUEZ-OLIBARRÍA, G. 2013. Insecticide residuality of Mexican populations occupationally exposed. En: Trdan, S. (ed.). *Insecticides: development of safer and more effective technologies InTechOpen*. Rijeka, Croacia. p.311-329. <https://doi.org/10.5772/53980>
7. ALONSO, L.L.; DEMETRIO, P.M.; ETCHEGOYEN, M.A.; MARINO, D.J. 2018. Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the Pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment*. 645:89-96. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
8. ALTIERI, M.A.; TOLEDO, V.M. 2010. La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos- ILSA, Bogotá. 34p.
9. ÁLVAREZ, M.F. 2009. Pocos ganan, muchos pierden. Soja, agroquímicos y salud. Un estudio de caso: Departamento Río II. Córdoba. Eduvim, Cuadernos de Investigación. 113p.
10. ANDRADE, F. 2017. Los desafíos de la agricultura argentina. Satisfacer las futuras demanda y reducir el impacto ambiental. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 122p.

11. ANDRADE, V.; GUTIÉRREZ, M.F.; RENO, U.; POPIELARZ, A.; GAGNETEN, A.M. 2019. Sinergismo en la ecotoxicidad de mezcla de plaguicidas en la comunidad zooplanctónica: estudio de mesocosmos. *Acta Toxicológica Argentina*. 27(Supl):7-35.
12. APARICIO, V.; DE GERÓNIMO, E.; HERNÁNDEZ GUIJARRO, K.; PÉREZ, D.; PORTOCARRERO, R.; VIDAL, C. 2015. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Ediciones INTA. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. 74p.
13. ARANCIBIA, F. 2012. Las palabras y "las sojas": un enfoque desde la sociología de la ciencia y la tecnología. *Apuntes de investigación del CECYP*. 16(22):82-95.
14. ARCURY, T.A.; LU, C.; CHEN, H.; QUANDT, S.A. 2014. Pesticides present in migrant farmworker housing in North Carolina. *American Journal of Industrial Medicine*. 57(3):312-322.
<http://doi.org/10.1002/ajim.22232>
15. ARROYO, H.A.; FERNÁNDEZ, M.C. 2013. Tóxicos ambientales y su efecto sobre el neurodesarrollo. *Medicina (Buenos Aires)*. 73(1):93-102.
16. ATTADEMO, A.M.; PELTZER, P.M.; LAJMANOVICH, R.C.; BASSO, A.; JUNGES, C. 2014. Tissue-specific variations of esterase activities in the tadpoles and adults of *Pseudis paradoxa* (Anura: Hylidae). *Water Air Soil Pollution*. 225:1903.
<https://doi.org/10.1007/s11270-014-1903-3>
17. AVIGLIANO, L.; CANOSA, I.S.; MEDESANI, D.A.; RODRÍGUEZ, E.M. 2018. Effects of glyphosate on somatic and ovarian growth in the estuarine crab *neohelice granulata*, during the pre-reproductive period. *Water, Air and Soil Pollution*. 229.
<https://doi.org/10.1007/s11270-018-3698-0>
18. ÁVILA VAZQUEZ, M.; MATURANO, E.; ETCHEGOYEN, A.; DIFILIPPO, F.S.; MACLEAN, B. 2017. Asociación entre el cáncer y la exposición ambiental al glifosato. *International Journal of Clinical Medicine*. 8(2):73-85.
19. ÁVILA-VAZQUEZ, M.; DIFILIPPO, F.S.; LEAN, B.M.; MATURANO, E.; ETCHEGOYEN, A. 2018. Environmental exposure to glyphosate and reproductive health impacts in agricultural population of Argentina. *Journal of Environmental Protection*. 9(3):241-253.
<https://doi.org/10.4236/jep.2018.93016>
20. ÁVILA-VAZQUEZ, M.; ETCHEGOYEN, A.; MATURANO, E.; RUDERMAN, L. 2015. Cancer and detrimental reproductive effects in an Argentine agricultural community environmentally exposed to glyphosate. *Cáncer y trastornos reproductivos en una población agrícola argentina expuesta a glifosato. The Journal of Biological Physics and Chemistry*. 15(3):97-110.
<http://dx.doi.org/10.4024/09VA15A.jbpc.15.03>
21. AZCARATE, M.P.; MONTOYA, J.C.; KOSKINEN, W.C. 2015. Sorption, desorption and leaching potential of sulfonylurea herbicides in Argentinean soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*. 50(4):220-237.
<https://doi.org/10.1080/03601234.2015.999583>
22. BALBUENA, M.S.; TISON, L.; HAHN, M.L.; GREGGERS, U.; MENZEL, R.; FARINA, W.M. 2015. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *Journal of Experimental Biology*. 218(17):2799-2805.
<https://doi.org/10.1242/jeb.117291>
23. BALLESTEROS, M.L.; MIGLIORANZA, K.S.B.; GONZALEZ, M.; FILLMANN, G.; WUNDERLIN, D.A.; BISTONI, M.A. 2014. Multimatrix measurement of persistent organic pollutants in Mar Chiquita, a continental saline shallow lake. *Science of the Total Environment*. 490:73-80.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.114>
24. BARÓN, G.L.; JANSEN, V.A.A.; BROWN, M.J.F.; RAINE, N.E. 2017. Pesticide reduces bumblebee colony initiation and increases probability of population extinction. *Nature Ecology & Evolution*. 1:1308-1316.
<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0260-1>
25. BASSIL, K.L.; VAKIL, C.; SANBORN, M.; COLE, D.C.; KAUR, J.S.; KERR, K.J. 2007. Cancer health effects of pesticides. *Canadian Family Physician*. 53(10):1704-1711.
26. BECKER, H. 2011. Abrumado por la bibliografía. En: Becker, H. *Manual de escritura para científicos sociales. Cómo empezar y terminar una tesis, libro o artículo*. Siglo XXI Editores. Buenos Aires, Argentina. p.171-188.
27. BENGOCHEA, N.; LEVÍN, F. 2012. El estado de la cuestión. En: Natale, L. *En carrera: escritura y lectura de textos académicos y profesionales*. Los Polvorines: Editorial de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires, Argentina. p.79-95.
28. BENÍTEZ-LEITE, S.; MACCHI, M.; ACOSTA, M. 2009. Malformaciones congénitas asociadas a agrotóxicos. *Archivo Pediátrico de Uruguay*. 8(4):237-247.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062009000400010>
29. BERNAL-REY, D.L.; CANTERA, C.G.; DOS SANTOS AFONSO, M.; MENÉNDEZ-HELMAN, R.J. 2020.

- Seasonal variations in the dose-response relationship of acetylcholinesterase activity in freshwater fish exposed to chlorpyrifos and glyphosate. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 187:109673.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109673>
30. BERNARDI, N.; GENTILE, N.; MAÑAS, F.; MÉNDEZ, Á.; GORLA, N.; AIASSA, D. 2015. Evaluación del nivel de daño en el material genético de niños de la provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas. *Archivos Argentinos de pediatría*. 113(2):6-11.
<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2015.126>
 31. BHATIA, R.; SHIAU, R.; PETREAS, M.; WEINTRAUB, J.M.; FARHANG, L.; ESKENAZI, B. 2005. Organochlorine pesticides and male genital anomalies in the child health and development studies. *Environmental health perspectives*. 113(2):220-224.
<https://doi.org/10.1289/ehp.7382>
 32. BISANG, R.; ANLLÓ, G.; CAMPI, M. 2008. Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina. Instituto de Desarrollo Económico y Social. 48(190/191):165-207.
 33. BONIFACIO, A.; HUED, A.C. 2019. Single and joint effects of chronic exposure to chlorpyrifos and glyphosate-based pesticides on structural biomarkers in *Cnesterodon decemmaculatus*. *Chemosphere*. 236:124311.
<http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.07.042>
 34. BONIFACIO, A.F.; BALLESTEROS, M.L.; BONANSEA, R.I.; FILIPPI, I.; AMÉ, M.V.; HUED, A.C. 2017. Environmental relevant concentrations of a chlorpyrifos commercial formulation affect two neotropical fish species, *Cheirodon interruptus* and *Cnesterodon decemmaculatus*. *Chemosphere*. 188:486-493.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.08.156>
 35. BONNER, M.R.; COBLE, J.; BLAIR, A.; BEANE FREEMAN, L.E.; HOPPIN, J.A.; SANDLER, D.P.; ALAVANJA, M.C.R. 2007. Malathion exposure and the incidence of cancer in the agricultural health study. *American Journal of Epidemiology*. 166(9):1023-1034.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwm182>
 36. BOOTH, B.J.; WARD, M.H.; TURYK, M.E.; STAYNER, L.T. 2015. Agricultural crop density and risk of childhood cancer in the Midwestern United States: An ecologic study. *Environmental Health*. 14:82.
<http://doi.org/10.1186/s12940-015-0070-3>
 37. BOTÍAS, C.; SÁNCHEZ-BAYO, F. 2018. Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. *Ecosistemas*. 27(2):34-41.
<http://doi.org/10.7818/ECOS.1314>
 38. BOUCHARD, M.F.; CHEVRIER, J.; HARLEY, K.G.; KOGUT, K.; VEDAR, M.; CALDERON, N.; TRUJILLO, C.; JOHNSON, C.; BRADMAN, A.; BOYD BARR, D.; ESKENAZI, B. 2011. Prenatal exposure to organophosphate pesticides and iq in 7-year-old children. *Environmental Health Perspectives*. 119(8):189-195.
<https://doi.org/10.1289/ehp.1003185>
 39. BOURGUIGNON, N.; FUENTES, M.S.; BENIMELI, C.S.; CUOZZO, S.A.; AMOROSO, M.J. 2014. Aerobic removal of methoxychlor by a native *Streptomyces* strain: Identification of intermediate metabolites. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 96:80-86.
<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.09.016>
 40. BRESCIA, V.; LEMA, D. 2004. Tenencia de la tierra, contratos y uso de recursos en la producción agrícola pampeana. Teoría y evidencia. Instituto de Economía y Sociología. INTA. Buenos Aires, Argentina. 48p.
 41. BULGARONI, V.; LOMBARDO, P.; RIVERO-OSIMANI, V.; VERA, B.; DULGERIAN, L.; CERBÁN, F.; RIBERO, V.; MAGNARELLI, G.; GUÍÑAZÚ, N. 2013. Environmental pesticide exposure modulates cytokines, arginase and ornithine decarboxylase expression in human placenta. *Reproductive Toxicology*. 39:23-32.
<https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.03.010>
 42. BURALLI, R.; RIBEIRO, H.; MAUAD, T.; AMATO-LOURENÇO, L.F.; SALGE, J.M.; DIAZ-QUIJANO, F.A.; LEÃO, R.S.; MARQUES, R.C.; SILVA, D.S.; DAVÉE GUIMARÃES, J.R. 2018. Respiratory condition of family farmers exposed to pesticides in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Environmental Research Public Health*. 15(6).
<https://doi.org/10.3390/ijerph15061203>
 43. BUSTAMANTE RAMÍREZ, K.; LINCE BOHORQUEZ, W. 2018. Producción agroecológica vs producción convencional: el problema de la creación de valor y el mercado. *Discusión en perspectiva marxista*. *Kavilando*. 10(1):180-195.
 44. BUTINOF, M.; FERNÁNDEZ, R.; MUÑOZ, S.; LERDA, D.; BLANCO, M.; LANTIERI, M.J.; ANTOLINI, L.; GIECO, M.; ORTIZ, P.; FILIPPI, I.; FRANCHINI, G.; EANDI, M.; MONTEDORO, F.; PILAR DÍAZ, M.D.P. 2017. Valoración de la exposición a plaguicidas en cultivos extensivos de Argentina y su potencial impacto sobre la salud. *Revista Argentina de Salud Pública*. 8(33):8-15.
 45. BUTLER-DAWSON, J.; GALVIN K.; THORNE, P.S.; ROHLMAN, D.S. 2016. Organophosphorus pesticide exposure and neurobehavioral performance in Latino children living in an orchard community. *NeuroToxicology*. 53:165-172.
<https://doi.org/10.1016/j.neuro.2016.01.009>

46. CABRERA DE OLIVEIRA, R.; DO NASCIMENTO QUEIROZ, S.C.; FERNANDES PINTO DA LUZ, C.; PORTO, R.S.; RATHA, S. 2016. Bee pollen as a bioindicator of environmental pesticide contamination. *Chemosphere*. 163:525-534. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.022>
47. CARNEIRO FERREIRA, F.; RIGOTTO, R.M.; DA SILVA AUGUSTO, L.G.; FRIEDRICH, K.; CAMPOS BÚRIGO, A. 2015. Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. *Río de Janeiro, Associação Brasileira de Saúde Coletiva ABRASCO*. 624p.
48. CARRASCO, A.E. 2011. Reply to the Letter to the Editor Regarding Our Article (Paganelli et al., 2010). *Chemical Research in Toxicology*. 24:610-613. <https://doi.org/10.1021/tx200072k>
49. CECCON, E. 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*. 1(91):21-29.
50. CENTER FOR ECOGENETICS & ENVIRONMENTAL HEALTH. 2012. Riesgos a la salud por pesticidas en los alimentos. Universidad de Washington. Disponible desde Internet en: https://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticidas_SP.pdf
51. CHICHIZOLA, C.; SCAGLIA, H.; FRANCONI, C.; LUDUEÑA, B.; MASTANDREA, C.; GHIONE P.A. 2009. Disruptores endócrinos y el sistema reproductivo. *Revista Bioquímica y Patología Clínica*. 73(3):9-23.
52. CHILÓN CAMACHO, E. 2017. Revolución Verde Agricultura y suelos, aportes y controversias. *Apthapi*. 3(3):844-859.
53. CLAPP, R.W.; JACOBS, M.M.; LOECHLER, E.L. 2008. Environmental and occupational causes of cancer: new evidence 2005–2007. *Environment Health*. 23(1):1-37. <https://doi.org/10.1515/reveh.2008.23.1.1>
54. COBOS GASCA, V.M.; BARRIENTOS MEDINA, R.; CHI NOVELO, C. 2011. Los plaguicidas y su impacto sobre la fauna silvestre de la Península de Yucatán. *Bioagrocencias*. 4(2):4-9.
55. COLOMBO, C.; SARANDÓ, S. 2015. Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires. Mapa de situación e incidencia sobre la salud. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. Disponible desde Internet en: <https://www.fundacionfemeba.org.ar/blog/farmacologia-7/post/relevamiento-de-la-utilizacion-de-agroquimicos-en-la-provincia-de-buenos-aires-mapa-de-situacion-e-incidencia-sobre-la-salud-2015-43305>
56. CORCELLAS, C.; ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D. 2015. First report of pyrethroid bioaccumulation in wild river fish: A case study in Iberian River basins (Spain). *Environment International*. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.007>
57. CORONADO, G.D.; THOMPSON, B.; STRONG, L.; GRIFFITH, W.C.; ISLAS, I. 2004. Agricultural task and exposure to organophosphate pesticides among farmworkers. *Environmental Health Perspective*. <https://doi.org/10.1289/ehp.6412>
58. DA CUÑA, R.H.; LO NOSTRO, F.L.; SHIMABUKURO, V.; ONDARZA, P.M.; MIGLIORANZA, K.S.B. 2020. Bioaccumulation and Distribution Behavior of Endosulfan on a Cichlid Fish: Differences Between Exposure to the Active Ingredient and a Commercial Formulation. *Environmental toxicology and chemistry*. 39:604-611. <https://doi.org/10.1002/etc.4643>
59. DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J.M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*. 52:81-106. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440>
60. DI RENZO, G.C.; CONRY, J.A.; BLAKE, J.; DEFRANCESCO, M.S.; DENICOLA, N.; MARTIN JR., J.N.; MCCUE, K.A.; RICHMOND, D.; SHAH, A.; SUTTON, P.; WOODRUFF, T.J.; VAN DER POEL, S.Z.; GIUDICE, L.C. 2015. International Federation of Gynecology and Obstetrics opinion on reproductive health impacts of exposure to toxic environmental chemicals. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*. 131(3):219-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgo.2015.09.002>
61. DOUBLET, V.; LABARUSSIAS, M.; DE MIRANDA, J.R.; MORITZ, R.F.A.; PAXTON, R.J. 2015. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology*. 17(4):969-983. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12426>
62. FAIT, A.; IVERSEN, B.; TIRAMANI, M.; VISENTIN, S.; MARONI, M. 2004. Prevención de los riesgos para la salud derivados del uso de plaguicidas en la agricultura. Italia, Organización Mundial de la Salud. 37p. Disponible desde Internet en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42799>
63. FERNÁNDEZ, M.F.; OLMOS, B.; OLEA, N. 2007. Exposición a disruptores endócrinos y alteraciones del tracto urogenital masculino (criptorquidia e hipospadias). *Gaceta Sanitaria*. 21(6):500-514.

64. FLOWER, K.B.; HOPPIN, J.A.; LYNCH, C.F.; BLAIR, A.; KNOTT, C.; SHORE, D.L.; SANDLER, D.P. 2004. Cancer risk and parental pesticide application in children of agricultural health study participants. *Environmental Health Perspective*. 112(5):631-635.
<https://doi.org/10.1289/ehp.6586>
65. GILL, R.; RAMOS-RODRIGUEZ, O.; RAINE, N.E. 2012. Combined pesticide exposure severely affects individual-and colony-level traits in bees. *Nature*. 491:105-108.
<https://doi.org/10.1038/nature11585>
66. GÓMEZ ARROYO, S.; MARTÍNEZ VALENZUELA, C.; CARBAJAL LÓPEZ, Y.; MARTÍNEZ ARROYO, A.; CALDERÓN SEGURA, M.E.; VILLALOBOS PIETRINI, R.; WALISZEWSKI, S.M. 2013. Riesgo genotóxico por la exposición ocupacional a plaguicidas en América Latina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29:159-180.
67. GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; ROTHERAY, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*. 347(6229):1255957.
<https://doi.org/10.1126/science.1255957>
68. GUDYNAS, E. 2010. Agropecuaria y nuevo extractivismo bajo los gobiernos progresistas de América del Sur. *Territorios*. 5:37-54.
69. GUYTON, K.Z.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K. 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology*. 16(5):490-491.
[https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8)
70. HALLMANN, C.A.; FOPPEN, R.P.B.; VAN TURNHOUT, C.A.M.; KROON, H.; JONGEJANS, E. 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*. 511:341-343.
<https://doi.org/10.1038/nature13531>
71. HERNÁNDEZ, A.F.; PARRÓN, T.; ALARCÓN, R. 2011. Pesticides and asthma. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*. 11(2):90-96.
<https://doi.org/10.1097/ACI.0b013e3283445939>
72. JAGER, M. 2016. Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Red de Universidades Nacionales del Conurbano (RUNCOB), Editorial de la Universidad Nacional de La Matanza. Buenos Aires, Argentina.
73. JIMÉNEZ-QUINTERO, C.A.; PANTOJA-ESTRADA, A.; LEONEL, H.F. 2016. Riesgos en la salud de agricultores por uso y manejo de plaguicidas, microcuenca “la pila”. *Revista Universitaria de Salud*. 18(3):417-431.
<http://dx.doi.org/10.22267/rus.161803.48>
74. JOHNSON, R.M.; ELLIS, M.D.; MULLIN, C.A.; FRAZIER, M. 2010. Review article pesticides and honey bee toxicity – USA. *Apidologie*. 41(3):312-331.
<https://doi.org/10.1051/apido/2010018>
75. KONRADSEN, E.; VADN DER HOEK, W.; COEL, D.C.; HUTCHINSON, G.; DAISLEY, H.; SINGH, S.; EDDLESTON, M. 2003. Reducing acute poisoning in developing countries-options for restricting the availability of pesticides. *Toxicology*.
[https://doi.org/10.1016/s0300-483x\(03\)00339-1](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(03)00339-1)
76. KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A.; ESPÍNDOLA, A.; VANBERGEN, A.J.; SETTELE, J.; KREMEN, C.; DICKS, L.V. 2017. Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letters*. 20(5):673-689.
<https://doi.org/10.1111/ele.12762>
77. KUNKLE, B.; BAE, S.; SINGH, K.P.; ROY, D. 2014. Increased risk of childhood brain tumors among children whose parents had farm-related pesticide exposures during pregnancy. *JP Journal of Biostatistics*. 11(2):89-101.
78. LANDINI, F.; BERAMENDI, M.; VARGAS, G.L. 2019. Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores rurales de cinco provincias argentinas. *Revista Argentina Salud Pública*. 10(38):22-28.
79. LANTIERI, M.J.; BUTINOF, M.; FERNÁNDEZ, R.; STIMOLO, M.I.; BLANCO, M.; DÍAZ, M.D.P. 2011. Work practices, exposure assessment and geographical analysis of pesticide applicators in Argentina. En: Stoytcheva, M. *Pesticide in the Modern World: Effects of Pesticide Exposures*. Rijeka InTech.
80. LANTIERI, M.J.; MEYER PAZ, R.; BUTINOF, M.; FERNÁNDEZ, R.A.; STIMOLO, M.I.; DÍAZ, M.P. 2009. Exposición a plaguicidas en agroaplicadores terrestres de la provincia de Córdoba, Argentina: factores condicionantes. *Revista AgriScientia*. 26(2):43-54.
81. LARSEN, M.C.; HAMILTONY, P.A.; WERKHEISER, W.H. 2013. Water quality status and trends in the United States. En: Ahuja, S. *Monitoring water quality*. Elsevier. 39p.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59395-5.00002-9>
82. LEHOTAY, S.J.; MAŠTOVSKÁ, K.; YUN, S.J. 2005. Evaluation of two fast and easy methods for pesticide residue analysis in fatty food matrixes. *Journal of AOAC*

- International, Arlington. 88(2):630-638.
<https://doi.org/10.1093/jaoac/88.2.630>
83. LÓPEZ, L.B. 2006. La búsqueda bibliográfica: componente clave del proceso de investigación. *Diaeta*. 24(115):31-37.
84. LÓPEZ, S.L.; AIASSA, D.; BENÍTEZ-LEITE, S.; LAJMANOVICH, R.; MAÑAS, F.; POLETTA, G.; SÁNCHEZ, N.; SIMONIELLO, M.F.; CARRASCO, A.E. 2012. Pesticides used in South American agriculture based on transgenics: a review of their effects in humans and animal models. *Advances in Molecular Toxicology*. 6:41-75.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59389-4.00002-1>
85. LORENZATTI, E.A.; MAITRE, M.I.; MARINO, F.; MASIN, C.I.; RODRÍGUEZ, A.R.; LENARDÓN, A.M.L. 2016. Contaminación ambiental por plaguicidas. Análisis de residuos y experimentos de laboratorio. Ediciones UNLP. 168p.
86. MANCINI, F.; VAN BRUGGEN, A.H.C.; JIGGINS, J.L.S.; AMBATIPUDI, A.C.; MURPHY, H. 2005. Acute pesticide poisoning among female and male cotton growers in India. *International Journal of Occupational Environment Health*. 11(3):221-232.
<https://doi.org/10.1179/107735205800246064>
87. MAÑAS, F.; PERALTA, L.; GORLA, N.; BOSCH, B.; AIASSA, D. 2009. Aberraciones cromosómicas en trabajadores rurales de la Provincia de Córdoba expuestos a plaguicidas. *BAG Journal of Basic and Applied Genetics*. 20(1):9-13.
88. MARKEL, T.A.; PROCTOR, C.; YING, J.; WINCHESTER, P. 2015. Environmental pesticides increase the risk of developing hypertrophic pyloric stenosis. *Journal of Pediatric Surgery*. 50(8):1283-1288.
<https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.12.009>
89. MARTIN-CULMA, N.; ARENAS-SUÁREZ, N. 2018. Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*. 14(1):232-240.
<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27113>
90. MARTÍNEZ-LÓPEZ, E.; ESPÍN, S.; BARBAR, F.; LAMBERTUCCI, S.A.; GÓMEZ-RAMÍREZ, P.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, A.J. 2015. Contaminants in the southern tip of South America: Analysis of organochlorine compounds in feathers of avian scavengers from Argentinean Patagonia. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 115:83-92.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.02.011>
91. MARTÍNEZ-VALENZUELA, C.; GÓMEZ-ARROYO, S. 2007. Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 23(4):185-200.
92. MEINERT, R.; SCHÜZ, J.; KALETSCH, U.; KAATSCH, P.; MICHAELIS, J. 2000. Leukemia and non-Hodgkin's lymphoma in childhood and exposure to pesticides: results of a register-based case-control study in Germany. *American Journal of Epidemiology*. 151(7):639-646.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a010256>
93. MILESI, M.M.; LORENZ, V.; BELDOMENICO, P.M.; VAIRA, S.; VARAYOUD, J.; LUQUE, E.H. 2019. Response to comments on: Perinatal exposure to a glyphosate-based herbicide impairs female reproductive outcomes and induces second generation adverse effects in Wistar rats. *Archives of toxicology*. 93(12):3635-3638.
<https://doi.org/10.1007/s00204-019-02609-0>
94. MILLA BORDERA, P.J. 2014. Las contradicciones de un mundo globalizado: grandes políticas agrícolas y derecho a la soberanía alimentaria. *GeoGraphos. Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL)*. 5(66):266-282.
95. MOLINA J.; ZARATE, S.; GONZÁLEZ, J.; NÚÑEZ, N. 2019. Efectos sobre el neurodesarrollo asociados a un ambiente de riesgo de exposición a pesticidas. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*. 13(3):41-47.
96. MONTAGUT, X.; DOGLIOTTI, F. 2006. Alimentos globalizados. Soberanía alimentaria y comercio justo. *Icaria*. Barcelona, España. 235p.
97. MONTAGUT, X.; VIVAS, E. 2007. Supermercados, no gracias. *Icaria*. Barcelona, España. 192p.
98. MUÑOZ QUEZADA, M.; LUCERO MONDACA, B.; IGLESIAS ÁLAMOS, V.P.; PÍA MUÑOZ, M.; ANTINI IRRIBARRA, C.; LUCERO, N. 2018. Plaguicidas organofosforados y cáncer en Latinoamérica: Evidencia para una discusión bioética. *Revista UCMAule*. 53:93-112.
<https://doi.org/10.29035/ucmaule.53.93>
99. OESTERHELD, M. 2008. Impacto de la agricultura sobre los agroecosistemas. *Fundamentos ecológicos y problemas más relevantes. Ecología Austral*. 18(3):337-346.
100. PAGANELLI, A.; GNAZZO, R.; ACOSTA, H.; LÓPEZ, S.L.; CARRASCO, A.E. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *American Chemical Society Chemical Research in Toxicology*. 23(10):1586-1595.
<https://doi.org/10.1021/tx1001749>
101. PENGUE, W. 2005. Agricultura industrial y transnacionalización en América latina ¿La transgénesis de un continente? *PNUMA*. México. 94p.

102. PENGUE, W.A. 2017. El vaciamiento de las Pampas. La exportación de nutrientes y el final del granero del mundo. Fundación Heinrich Böll Stiftung. Santiago de Chile. 187p.
103. PENGUE, W.A.; RODRÍGUEZ, A.F. 2018. Agroecología, Ambiente y Salud: Escudos Verdes Productivos y Pueblos Sustentables. Fundación Heinrich Böll, Oficina Regional para Cono Sur. Buenos Aires. Argentina. 247p.
104. PÉREZ-SÁNCHEZ, S.; PIÑA-CANO, M. 2015. Productividad e inversión extranjera: La industria de alimentos. En: Pérez, F.; Figueroa, E.; Godínez, L. (eds.). Ciencias Sociales: Economía y Humanidades. ECORFAN. Texcoco de Mora, México. p.332-348.
105. PIGNATARO, R. 2012. Los riesgos para la salud frente al uso de agroquímicos en zonas rurales. En: Ghersi, C.A.; Weingarten, C. Tratado de derecho a la salud (Tomo 2). La Ley. Buenos Aires. p.297-315.
106. POCHETTINO, A.A.; HAPON, M.B.; BIOLATTO, S.M.; MADARIAGA, M.J.; JAHN, A.J.; KOMJUH, C.N. 2016. Effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the ventral prostate of rats during the peri-pubertal, pubertal and adult stage. *Drug and Chemical Toxicology*. 39(4):392-399. <https://doi.org/10.3109/01480545.2015.1130718>
107. QUINTANA, M.M.; VERA, B.; MAGNARELLI, G.; GUIÑAZÚ, N.; ROVEDATTI, M.G. 2017. Neonatal, placental, and umbilical cord blood parameters in pregnant women residing in areas with intensive pesticide application. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9642-9>
108. RAMÍREZ CAMPOS, M.A. 2018. El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Revista de enfermería de vanguardia*. 6(2):40-47.
109. RAMOS, L.; BERENSTEIN, G.; HUGHES, E.; ZALTS, A.; MONTSERRAT, J.M. 2015. Polyethylene film incorporation into the horticultural soil of small periurban production units in Argentina. *Science of Total Environment*. 523:74-81.
110. RAO, J.V.; BEGUM, G.; PALLELA, R.; USMAN, P.K.; NAGESWARA, R. 2005. Changes in behavior and brain acetylcholinesterase activity in mosquito fish, *Gambusia affinis* in response to the sublethal exposure to chlorpyrifos. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2(3):478-483. <https://doi.org/10.3390/ijerph2005030013>
111. RAUH, V.; ARUNAJADAI, S.; HORTON, M.; PERERA, F.; HOEPNER, L.; BARR, D.B.; WHYATT, R. 2011. Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. *Environmental Health Perspective*. 119(8):1196-1201. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003160>
112. RAUTENBERG, G.E.; AMÉ, M.V.; MONFERRÁN, M.V.; BONANSEA, R.I.; HUED, A.C. 2014. A multilevel approach using *Gambusia affinis* as a bioindicator of environmental pollution in the middle-lower basin of Suquia River. *Ecological Indicators*. 48:706-720. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.025>
113. RECA, L.; PARELLADA, G. 2001. El Sector Agropecuario Argentino. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina.
114. RED DE SEGURIDAD ALIMENTARIA. 2018. Uso de plaguicidas para la producción de agroalimentos -Impacto Colateral Adverso en la Salud Humana y Ambiental. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
115. RED UNIVERSITARIA DE AMBIENTE Y SALUD. 2017. Impacto en la salud de los residuos de agrotóxicos en frutas y hortalizas. Disponible desde Internet en: <http://reduas.com.ar/impacto-en-la-salud-de-los-residuos-de-agrotoxicos-en-frutas-y-hortalizas/>
116. REMOR, A.P.; TOTTI, C.C.; MOREIRA, D.A.; DUTRA, G.P.; HEUSER, V.D.; BOEIRA, J.M. 2009. "Occupational exposure of farm workers to pesticides: biochemical parameters and evaluation of genotoxicity". *Environment International*. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.06.011>
117. RIAÑO JIMÉNEZ, D.; CURE, J.R. 2016. Efecto letal agudo de los insecticidas en formulación comercial imidacloprid, spinosad y thiaciclam hidrogenoxalato en obreras de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biología Tropical*. 64(4):1737-1745. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i4.21521>
118. RICHARDSON, J.R.; TAYLOR, M.M.; SHALAT, S.L.; GUILLOT, T.S.; CAUDLE, W.M.; HOSSAIN, M.M.; MATHEWS, T.A.; JONES, S.R.; CORY-SLECHTA, D.A.; MILLER, G.W. 2015. Developmental pesticide exposure reproduces features of attention deficit hyperactivity disorder. *FASEB Journal: Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. 29:51960-51972. <https://doi.org/10.1096/fj.14-260901>
119. ROBLES SANMARTIN, J.A.; HERNÁNDEZ VICENTE, T.J.; LUQUE DÍEZ, G. 2007. Tratamiento de la intoxicación por organofosforados en aves rapaces. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 1(2):424-437.
120. RODRÍGUEZ, E. 2014. Plaguicidas. Salud del trabajador. Información y Estrategias para la gestión ecológicamente racional de plaguicidas de uso sanitario N° 5. Ciudad

- Autónoma de Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Salud de la Nación.
121. SAHA, S.; KAVIRAJ, A. 2003. Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin to freshwater catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *International journal of toxicology*. 22(4):325-328.
<https://doi.org/10.1080/10915810305122>
 122. SALAM, M.T.; LI, Y.F.; LANGHOLZ, B.; GILLILAND, F.D. 2003. Early-life environmental risk factors for asthma: findings from the Children's Health Study. *Environmental Health Perspective*. 112(6):760-765.
<https://doi.org/10.1289/ehp.6662>
 123. SANBORN, M.; BASSIL, K.; VAKIL, C.; KERR, K.; RAGAN, K. 2012. Systematic review of pesticide health effects. Ontario College of Family Physicians. Disponible desde Internet en:
<https://www.deslibris.ca/ID/232488>
 124. SANBORN, M.; COLE, D.; ABELSOHN, A.; WEIR, E. 2002. Identifying and managing adverse environmental health effects: 4. Pesticides. *Canadian Medical Association Journal*. 166(11):1431-1436.
 125. SANBORN, M.; KERR, K.J.; SANIN, L.H.; COLE, D.C.; BASSIL, K.L.; VAKIL, C. 2007. Non-cancer health effects of pesticides: systematic review and implications for family doctors. *Canadian Family Physician*. 53(10):1712-1720.
 126. SANTAMARÍA-ULLOA, C. 2009. El impacto de la exposición a plaguicidas sobre la Incidencia de Cáncer de mama. Evidencia de Costa Rica. *Población y Salud en Mesoamérica*. 7(1):1.
<https://doi.org/10.15517/psm.v7i1.1091>
 127. SATORRE, E.; BERT, F. 2014. Agricultura por ambientes: conceptos para su incorporación eficaz al manejo de nuestros campos. *Revista Cultivar decisiones*. 13:5.
 128. SAUTU, R.; BONIOLO, P.; DALLE, P.; ELBERT, R. 2005. El análisis crítico de investigaciones como insumo para el diseño de un proyecto de investigación. En: Sautu, R.; Boniolo, P.; Dalle, P.; Elbert, R. (eds.). *Manual de Metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. CLACSO. Buenos Aires, Argentina. p.83-134.
 129. SCHENZLE, C. 2014. El arrendamiento agropecuario en la Argentina. Historia y perspectivas. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Andrés. Buenos Aires. Disponible desde Internet:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjAw_mY1ef7AhVQZzABHTu_wDBIQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fpositorio.udea.edu.ar%2Fjsui%2Fbitstream%2F10908%2F11817%2F1%2F%255BP%255D%255BW%255D%2520T.%2520L.%2520Eco.%2520Schenzle%2520C%2520Carlos.pdf&csq=AOvVaw26kQRbdjDRRNP1sc_2BZzq
 130. SCHREINEMACHERS, D.M. 2003. Birth malformations and other adverse perinatal outcomes in four U.S. Wheat-producing states. *Environmental Health Perspective*. 111(9):1259-1264.
<https://doi.org/10.1289/ehp.5830>
 131. SEGRELLES SERRANO, J.A. 2005. El problema de los cultivos transgénicos en América Latina: una 'nueva' revolución verde. *Entorno Geográfico*. 3:93-120.
 132. SEGRELLES SERRANO, J.A. 2007. Una reflexión sobre la reciente reorganización de los usos agropecuarios en América Latina. *Anales de Geografía*. 27(1):125-147.
 133. SEGRELLES SERRANO, J.A. 2009. La distribución agroalimentaria y su influencia en la pobreza campesina. *Scripta Nova*. 14(325).
 134. SEGRELLES SERRANO, J.A. 2012. La política agrícola común de la Unión Europea y la soberanía alimentaria de América Latina: una interrelación dialéctica. *Scripta Nova*. 16(415).
 135. SENIGAGLIESI, C. 2012. La Agricultura Pampeana hoy. Un aporte en el análisis de su sustentabilidad. *Anales de la Academia Nacional de agronomía y veterinaria*. 66:325-338.
 136. SETTIMI, L.; SPINELLI, A.; LAURIA, L.; MICELI, G.; PUPP, N.; ANGOTZI, G.; FEDI, A.; DONATI, S.; MILIGI, L.; OSBORN, J.; FIGÀ-TALAMANCA, I. 2008. Spontaneous abortion and maternal work in greenhouses. *American Journal of Industrial Medicine*. 51(4):290-295.
<https://doi.org/10.1002/ajim.20556>
 137. SEVILLA GUZMÁN, E. 2011. Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista y libertario. La Paz, Bolivia, CDE Plural editores AGRUCO NCCR. 169p.
 138. SFARA, V.; BONÉ, E.; ZALTS, A.; BASACK, S.; MONTSERRAT, J. 2016. Relevamiento de la información científica publicada sobre el problema de la utilización de plaguicidas en Argentina. En: Jager, M. (ed.) *Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Buenos Aires: Red de Universidades Nacionales del Conurbano (RUNCOB), Editorial de la Universidad Nacional de La Matanza.
 139. SHELTON, J.F.; GERAGHTY, E.M.; TANCREDI, D.J.; DELWICHE, L.D.; SCHMIDT, R.J.; RITZ, B.; HANSEN, R.L.; HERTZ-PICCIOTTO, I. 2014. Neurodevelopmental Disorders and Prenatal Residential Proximity to Agricultural

- Pesticides: The CHARGE Study. *Environmental Health Perspective*. 122(10):1103-1110.
<https://doi.org/10.1289/ehp.1307044>
140. SIMON-DELISO, N.; SAN MARTIN, G.; BRUNEAU, E.; DELCOURT, C.; HAUTIER, L. 2017. The challenges of predicting pesticide exposure of honey bees at landscape level. *Scientific Reports*. 7(1):3801.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-03467-5>
141. SIMONIELLO, M.F.; KLEINSORGE, E.C.; CARBALLO, M.A. 2010. Evaluación bioquímica de trabajadores rurales expuestos a pesticidas. *Medicina (Argentina)*. 70(6):489-498.
142. SIMONIELLO, M.F.; KLEINSORGE, E.C.; SCAGNETTI, J.A.; GRIGOLATO, R.A.; POLETTA, G.L.; CARBALLO, M.A. 2008. DNA damage in workers occupationally exposed to pesticide mixtures. *Journal of Applied Toxicology*. 28(8):957-965.
<https://doi.org/10.1002/jat.1361>
143. SOARES, W.; ALMEIDA, R.M.V.R.; MORO, S. 2003. Rural work and risk factors associated with pesticide use in Minas Gerais, Brasil. *Cadernos da Saúde Pública*. 19(4).
<https://doi.org/10.1590/s0102-311x2003000400033>
144. SUÁREZ, R.P.; BRODEUR, J.C.; ZACCAGNINI, M.E. 2013. Los agroquímicos y el ambiente. Buenos Aires, Argentina, INTA. 44p.
145. TITTONELL, P.A. 2013. Farming systems ecology. Towards ecological intensification of world agriculture. Wageningen University & Research. 40p.
146. TOLEDO, V.M.; BARRERA-BASSOLS, N. 2008. La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. ICARIA Editorial. Barcelona, España. 232p.
147. TORRES, P.; MIGLIORANZA, K.S.B.; UHART, M.M.; GONZALEZ, M.; COMMENDATORE, M. 2015. Organochlorine pesticides and PCBs in Southern Right Whales (*Eubalaena australis*) breeding at Península Valdés, Argentina. *Science of the Total Environment*. 518-519:605-615.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.064>
148. TORRES-SÁNCHEZ, L.; LÓPEZ-CARRILLO, L. 2007. Efectos a la salud y exposición a p,p'-DDT y p,p'-DDE: el caso de México. *Ciencia & Saúde Coletiva*. 12(1):51-60.
<https://doi.org/10.1590/s1413-81232007000100010>
149. VAN DER PLOEG, J. 2010. Nuevos Campesinos. Campesinos e Imperios alimentarios. Icaria Editorial. Barcelona, España. 432p.
150. VAN MAELE-FABRY, G.; HOET, P.; LISON, D. 2013. Parental occupational exposure to pesticides as risk factor for brain tumors in children and young adults: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*. 56:19-31.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.02.011>
151. VÁSQUEZ VENEGAS, C.; LEÓN CORTÉS, S.; GONZÁLEZ BALTAZAR, R. 2015. Agroquímicos y afectaciones a la salud de trabajadores agrícolas: una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*. 5(1):35-37.
152. VENNERS, S.A.; KORRICK, S.; XU, X.; CHEN, C.; GUANG, W.; HUANG, A.; ALTSHUL, L.; PERRY, M.; FU, L.; WANG, X. 2005. Preconception serum DDT and pregnancy loss: A prospective study using a biomarker of pregnancy. *American Journal of Epidemiology*. 162(8):709-716.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwi275>
153. VIGLIZZO, E.; LE'RTORA, F.; PORDOMINGO, A.J.; BERNARDOS, J.N.; ROBERTO, Z.E.; DEL VALLE, H. 2001. Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 81(1-2):65-81.
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00155-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00155-9)
154. VILLAAMIL LEPORI, E.; BOVI MITRE, G.; NASSETTA, M. 2013. Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29(Supl.):25-43.
155. VINSON, F.; MERHI, M.; BALDI, I.; RAYNAL, H.; GAMET-PAYRASTRE, L. 2011. Exposure to pesticides and risk of childhood cancer: A meta-analysis of recent epidemiological studies. *Occupational and Environmental Medicine*. 68(9):694-702.
<https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100082>
156. VON EHRENSTEIN, O.S.; LING, C.; CUI, X.; COCKBURN, M.; PARK, A.S.; YU, F.; WU, J.; RITZ, B. 2019. Prenatal and infant exposure to ambient pesticides and autism spectrum disorder in children: Population based case-control study. *British Medical Journal*. 364:l962.
<https://doi.org/10.1136/bmj.l962>
157. WADDELL, B.L.; ZAHM, S.H.; BARIS, D.; WEISENBURGER, D.D.; HOLMES, F.; BURMEISTER, L.F.; CANTOR, K.P.; BLAIR, A. 2001. Agricultural use of organophosphate pesticides and the risk of non-Hodgkin's lymphoma among male farmers (United States). *Cancer Causes Control*. 12(6):509-517.
<https://doi.org/10.1023/a:1011293208949>

158. WEICHENTHAL, S.; MOASE, C.; CHAN, P. 2012. A review of pesticide exposure and cancer incidence in the agricultural health study cohort. *Ciencia y Saude Coletiva*. 17(1):255-270.
<https://doi.org/10.1590/s1413-81232012000100028>
159. WINCHESTER, P.D.; HUSKINS, J.; YING, J. 2009. Agrichemicals in surface water and birth defects in the United States. *Acta Paediatrica*. 98(4):664-669.
<https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.01207.x>
160. WOLANSKY, M. 2011. Plaguicidas y salud humana. Cultivos, plagas y plaguicidas. *Revista Ciencia Hoy en línea*. 21(122):23-29.
161. XU, C.; TU, W.; LOU, C.; HONG, Y.; ZHAO, M. 2010. Enantioselective separation and zebrafish embryo toxicity of insecticide beta-cypermethrin. *Journal of Environmental Science*. 22(5):738-743.
[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(09\)60171-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60171-6)
162. ZAPATA, V.; LÓPEZ GRECO, L.S.; MEDESANI, D.; RODRÍGUEZ, E.M. 2003. Ovarian growth in the crab *Chasmagnathus granulata* induced by hormones and neuroregulators throughout the year. In vivo and in vitro studies. *Aquaculture*, 224(1-4):339-352.

Pares evaluadores

El equipo editorial de Novum Ambiens desean expresar sus agradecimientos a todos los investigadores que colaboraron en la evaluación de los manuscritos del número 1 volumen 1.

En reconocimiento publicamos a continuación sus nombres:

1. Ph.D. María Trinidad Rodríguez Aguirre, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, **Perú**
2. Ph.D. Fernando Sánchez Sánchez, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, **Colombia**
3. Ph.D. Romina Soledad Claret, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, **Argentina**
4. Ph.D. Verónica Claudia Gómez, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, **Argentina**
5. M.Sc. Diego Alejandro Rincón, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Rural, Cajicá, **Colombia**
6. Ph.D. Vidal Sáez Sáez, Universidad Central de Venezuela, Caracas, **Venezuela**

¡Conoce nuestra oferta Académica!

Facultades

- Ciencias
- Ciencias de la Educación
- Ciencias Administrativas y Comerciales
- Ciencias de la Salud
- Ciencias Agropecuarias
- Ciencias Jurídicas
- Ciencias Ambientales y de la Sostenibilidad



PREGRADO



POSGRADO



@somosudca



3182001447

www.udca.edu.co

Calle 222
Calle 222 # 55 - 37
PBX (60 1) 6684700
Bogotá, Colombia

Avenida Boyacá
Avenida Boyacá # 66 A - 61
PBX (60 1) 6684700 Ext. 501
Bogotá, Colombia

Alianza CTB - U.D.C.A
Carrera 21 # 53D - 35
PBX (60 1) 3483061
Bogotá, Colombia

¡ CONOCE NUESTRA
NUEVA SEDE !

CARTAGENA

Barrio Pie del Cerro
Cra. 31 No. 18B-55
(60 1) 668 4700 ext 402



Este es un logro
de todos

