

Impactos

de la actividad agrícola en las aguas de embalses Abreus.

Impacts of agricultural activity on the waters of the Abreus reservoir

Recibido: 25/03/26

Aceptado: 21/06/26

Publicado: 30/06/26

Roberto Antúnez Carreo¹

E-mail: antunezr623@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1931-1967>

Regla María Alomá Oramas^{2*}

E-mail: alomarm1965@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4827-9683>

Mabel Seisdedo Losa²

E-mail: mabelseisdedolosa77@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3392-116X>

Yaser Ramírez Benítez¹

E-mail: yramirezbenitez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9694-9744>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos, Cuba.

² Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos. Cuba.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Antúnez Carreo, R., Alomá Oramas, R.M., Seisdedo Losa, M., & Ramírez Y. (2026). Impactos de la actividad agrícola en las aguas de embalses Abreus. *Revista Científica Agroecosistemas*, 14, e817. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/817>

RESUMEN

A nivel mundial la actividad que tiene la mayor demanda del agua es la agricultura. Sin embargo, las malas prácticas agrícolas son responsables de la degradación de las fuentes de agua que les proveen este recurso, para el riego de los cultivos y el aumento de sus rendimientos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar los impactos ambientales de la actividad agrícola en las aguas del embalse Abreus. Se realizó una caracterización de esta actividad basada en la observación in situ y la aplicación de cuestionarios a productores de 20 fincas agrícolas, en su mayoría pequeñas y con producciones destinadas a la demanda básica de alimentos. Estas practican agricultura tradicional y más de la mitad utilizan para el riego puntos de captación de las aguas del embalse. Los resultados mostraron el uso de prácticas ambientalmente insostenibles ya que solo el 40 % emplean la fertilización orgánica, no aplican acciones para el tratamiento de los residuales, ni para la reforestación de la franja hidrorreguladora. Tales problemáticas contribuyeron a identificar los impactos ambientales y luego la evaluación mostró como principales acciones impactantes el método de riego empleado, la generación de residuales líquidos y la deforestación de la franja hidrorreguladora, las cuales generan un total de 18 impactos ambientales de los cuales solo dos son positivos y más de la mitad se clasificaron como negativos moderados, con potenciales afectaciones al suelo y a las aguas del embalse.

Palabras clave:

Impacto, Agua, Riego, Agricultura.

ABSTRACT

Worldwide, agriculture is the largest water-intensive activity. However, poor agricultural practices are responsible for the degradation of the water sources that provide this resource for crop irrigation and increased yields. Therefore, the objective of this study was to evaluate the environmental impacts of agricultural activity on the waters of the Abreus reservoir. A characterization of this activity was conducted based on on-site observations and the administration of questionnaires to producers on 20 farms, mostly small and producing crops intended for basic food needs. These farms practice traditional agriculture, and more than half use reservoir water intake points for irrigation. The results revealed the use of environmentally unsustainable practices, as only 40 % employ organic fertilization and no wastewater treatment or reforestation of the hydroregulatory strip. These problems contributed to identifying environmental impacts, and the evaluation then identified the main impacting actions as the irrigation method used, the generation of wastewaters, and the reforestation of the hydroregulatory strip. These generated a total of 18 environmental impacts, of which only two were positive and more than half were classified as moderately negative, with potential impacts on the soil and reservoir water.

Keywords:

Impact, Water, Irrigation, Agriculture.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida humana y para el sostenimiento de los ecosistemas. Por ello, el problema del agua afecta en mayor o menor medida, a todos los habitantes del planeta. Teniendo en cuenta que, aunque el 90% del planeta está conformado por agua, solo el 2,53 %, es consumible y corresponde a agua dulce almacenada en lagos, ríos y acuíferos a lo que se suma el agua contenida en los embalses (Suárez, 2015).

A pesar de ser tan vital, este recurso enfrenta una seria crisis debido a su escasez y a problemas asociados con su calidad y servicios de abastecimiento. La polución de las fuentes, el inadecuado tratamiento de las aguas residuales y los hábitos consumistas, amenazan con generar tensiones en cuanto a sus usos (Menchaca & Uscanga, 2016). Además, cada día se considera un recurso más escaso, ya que es continuo el aumento de la demanda por el incremento de la población y de las actividades de todo tipo (riego, industria, etc.) que requieren de este recurso (Bring & Vázquez, 2023).

A nivel mundial es en la agricultura donde más se utiliza el agua y no solo en la producción de alimentos para las personas, sino para los animales que se destinarán para el consumo humano, por lo que el agua es insustituible en este sector (Bring & Vázquez, 2023). En esta actividad se consume el 70 % del agua dulce que se extrae anualmente en el mundo (Zúñiga et al., 2021). Se plantea que el crecimiento de las actividades agrícolas, tanto en superficie como en productividad, obliga a la mejora en la eficiencia en el uso de los insumos productivos, con énfasis en los recursos hídricos. En este sentido, uno de los principales problemas observados a nivel mundial es la baja eficiencia en el uso del agua en agricultura (Balbotin et al., 2022).

En este aspecto sobresalen los sistemas de riego que, si bien son cruciales para la agricultura, también pueden causar contaminación al extraer agua en exceso de ríos y acuíferos y contaminar las aguas subterráneas con niveles elevados de sales. La erosión del suelo en tierras agrícolas, exacerbada por malas prácticas de gestión de la tierra y la deforestación, también contribuye a la contaminación del agua. Se conoce que los métodos de riego pueden contaminar potencialmente el agua de uso agrícola. Resulta claro que la gestión eficaz del riego, así como el uso de técnicas sostenibles, pueden ayudar a reducir el impacto del riego en los recursos hídricos (Zahoor & Mushtaq, 2023).

Sin embargo, si bien la contaminación del agua está empezando a recibir la atención que merece, la contribución de la agricultura a este problema aún no ha recibido suficiente consideración, especialmente en los países en desarrollo. La agricultura es el mayor productor de aguas residuales, en términos de volumen. Por otra parte, se ha intensificado el uso de la tierra, y ha aumentado considerablemente el uso de pesticidas, fertilizantes y otros insumos sintéticos. Si bien estos insumos han contribuido a impulsar la producción de alimentos, también han generado amenazas ambientales, incluyendo una mayor contaminación de los ecosistemas acuáticos, incluidos los posibles riesgos para la salud humana (Mateo-Sagasta et al., 2019).

Estudios realizados en el embalse Abreus, de Cienfuegos (Betancourt, 2011; Betancourt et al., 2012; Valle-Pombrol et al., 2021; Seisdedo et al., 2024), han abordado la repercusión de las actividades de los asentamientos humanos en la cuenca sobre la calidad del agua embalsada relacionada con múltiples usos (consumo humano, uso industrial, acuicultura y riego para la agricultura). Fue analizado por Seisdedo et al. (2024), que, en el estado trófico de las aguas de este embalse se observó poco cambio luego de una década, así como el predominio de condiciones mesotróficas, aunque los valores máximos del índice utilizado estuvieron muy cercanos al criterio de eutrofia según la metodología de la OCDE (1982). Ello muestra la necesidad de realizar acciones que contribuyan a una reducción significativa de las cargas de nutrientes incorporadas a sus aguas. El riesgo de eutrofia en el embalse Abreus tiene su causa principalmente en el aporte de residuales que recibe de sus afluentes provenientes de las actividades asociadas a sus múltiples usos. Las prácticas de manejo del embalse también influyen en su estado trófico (Betancourt, 2011).

Además, existen varios reportes de florecimientos cianobacteriales en sus aguas e incluso se ha detectado en este embalse la presencia de cianotoxinas (Valle-Pombrol et al., 2021). En este aspecto, es conocido que la producción de cianotoxinas a causa de las floraciones algales nocivas de cianobacterias (cianoHABs), pueden tener efectos nocivos para el ecosistema, para diferentes especies dentro de la red trófica e incluso afectar la salud humana (Villalobos et al., 2025).

Por ello, la gestión de los recursos hídricos, como los embalses, es un proceso necesario que, en una etapa inicial de diagnóstico, permite identificar problemas o deficiencias que pueden generar diferentes impactos ambientales. Algunos de los impactos, reportados en la literatura, están asociados a la actividad agrícola (Hall, 2025). Estos se relacionan con los efectos de la escorrentía agrícola, que puede comprometer significativamente la calidad del agua potable, y a la vez, generar graves riesgos para la salud de los seres humanos y afectación de la biodiversidad. También, la erosión del suelo transporta nutrientes y contaminantes hacia los cuerpos de agua, promoviendo la eutrofización (Mekonnen & Hoekstra, 2016).

Teniendo en cuenta los diferentes aspectos que se han mencionado, el objetivo de este trabajo es evaluar los potenciales impactos de la actividad agrícola en las aguas de este importante embalse de la provincia de Cienfuegos, para contribuir a apoyar una gestión ambiental adecuada del recurso hídrico. La novedad del estudio radica en integrar un diagnóstico participativo con productores locales y una evaluación de impactos ambientales mediante una metodología estandarizada basada en una matriz de Importancia, que permite identificar las prácticas más críticas y priorizar acciones de mitigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca del río Damují, con un área de 1075 km², se encuentra situada en el suroeste de la provincia Cienfuegos, con una altura media de 49 m y una pendiente de 12,7 %.

Posee gran número de afluentes, en su mayoría pequeños ríos (Anaya y Jabacoa), y arroyos a veces intermitentes (Almendrillo, Limones, Juan García), (Comas et al., 2010). Es una de las cuencas de mayor importancia económica-social de la provincia de Cienfuegos, por ser dentro de la red fluvial, una de las cuatro arterias principales de la provincia y su río principal, el Damují, tributa a la bahía de Cienfuegos.

Formando parte de los recursos hídricos de la cuenca Damují se localiza el embalse Abreus, el cual se identifica como uno de los principales embalses en la cuenca. Las dos corrientes fluviales que alimentan el embalse, por ser las de mayor aporte de agua, son los ríos Damují y Jabacoa. El embalse recibe también, casi la totalidad del agua que escurre por la cuenca, al ubicarse en el último tramo del río principal (Damují), (Betancourt et al., 2010).

El embalse Abreus se construyó en 1986 para ser utilizado en el riego agrícola. Posteriormente se destinó también al abastecimiento de agua a industrias cercanas y para abasto de agua a un sector poblacional de la ciudad de Cienfuegos (Betancourt et al., 2010). Se encuentra localizado en la región centro sur de Cuba ($22^{\circ}16'48''N$ y $80^{\circ}33'24''O$).

Este embalse y la ciudad cabecera del municipio de Rodas han sido las áreas seleccionadas para este estudio, debido a que la construcción de la presa Abreus retiene las aguas de los ríos mencionados (Damují y Jabacoa), alrededor de esta ciudad cabecera (Figura 1). El asentamiento de Rodas es un pueblo de primer orden y cabecera del municipio del mismo nombre, el cual limita al Norte con el municipio de Santo Domingo de la provincia de Villa Clara, al Este con los municipios Lajas y Palmira, al Sur con el municipio de Cienfuegos y al Oeste con los municipios de Abreus y Aguadas (Fuentes & Delgado, 2022).

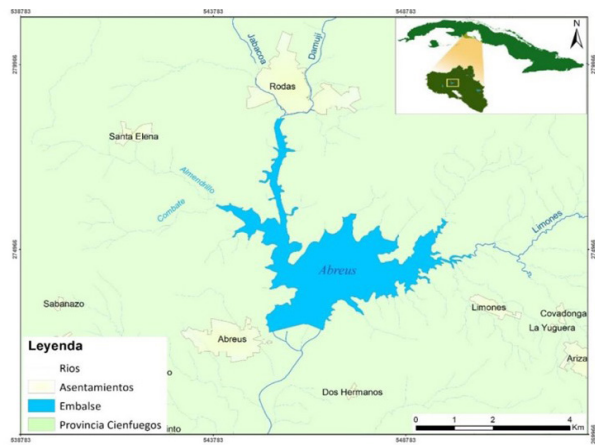


Fig. 1. Mapa del Embalse Abreus en la provincia de Cienfuegos.

Fuente: Sección de Modelación y Geomática del Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (2021).

Para la selección de este embalse se tuvieron en cuenta los criterios siguientes:

- embalse ubicado en una cuenca hidrográfica de interés provincial.
- es uno de los embalses más estudiado desde el punto de vista de la calidad del acuatorio.

- la construcción del embalse ha condicionado la conformación de un ecosistema acuático de origen antrópico.
- el uso del embalse es multipropósito, siendo su uso principal el abasto de agua a la población.
- la población es el usuario principal de sus aguas, proporcionando el servicio de agua potable, en vínculo directo con usuarios de otros servicios que provee el propio embalse.
- tiene asociado múltiples actividades económicas y la existencia de sectores poblacionales en el entorno cercano a este ecosistema.
- recibe la presión antrópica de factores y procesos sociopolíticos que actúan de modo difuso alterando los ecosistemas.

Recopilación de datos e información

Para llevar a cabo este estudio, se realizó un recorrido en las zonas ribereñas de los ríos Jabacoa y Damují, con el objetivo de identificar y caracterizar a los usuarios que utilizan las aguas de estos cuerpos hídricos en sus actividades agrícolas. La selección de estas zonas se basó en su importancia como áreas de práctica agrícola y en su influencia en la franja hidrorreguladora de ambos ríos, donde se concentraron las parcelas de interés.

Durante el recorrido, se inspeccionaron visualmente 20 parcelas agrícolas y se registró información relevante respecto a la utilización del agua, las prácticas agrícolas predominantes y las características de las parcelas en términos de tamaño y utilización. Se prestó especial atención a las parcelas pequeñas, predominantemente destinadas a prácticas agrícolas tradicionales, y a las posibles fuentes de agua derivadas de estos ríos.

Como parte de la fase de recolección de datos, se diseñó y aplicó un cuestionario estructurado mediante la plataforma Google Forms. Esta herramienta digital permite crear cuestionarios personalizados y recopilar la información de manera eficiente, rápida y ordenada. El objetivo del cuestionario fue obtener información adicional acerca del uso del agua, las técnicas agrícolas empleadas, la percepción del recurso hídrico y los desafíos enfrentados. Para ello se aplicó de forma presencial a cada productor y estos respondieron en función de su experiencia y conocimientos.

El cuestionario incluyó un conjunto de preguntas cerradas y abiertas que respondieron a 4 dimensiones que permiten caracterizar el comportamiento agrícola en el área de estudio. Las dimensiones quedaron definidas de la forma siguiente:

- Dimensión 1: Estructura productiva y ubicación (identificación y tipo de producción).
- Dimensión 2: Manejo de recursos hídricos (uso, eficiencia y riesgos del agua).
- Dimensión 3: Prácticas agrícolas y sostenibilidad (métodos de cultivo y manejo ambiental).
- Dimensión 4: Vinculación y comercialización (destino de la producción y redes de apoyo).

Las respuestas se recopilaron automáticamente en Google Sheets, facilitando la organización y el análisis de resultados a partir de un conjunto de gráficos.

Evaluación de impactos ambientales

Para la evaluación del impacto ambiental se utilizó la Matriz de Importancia propuesta en la Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental de Conesa (2009), utilizando el programa GAIA V1.0, para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), de Muñoz et al. (2007). Esta metodología permite cuantificar la importancia del impacto (IM), a partir de la ecuación que considera atributos como intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, acumulación, periodicidad, recuperabilidad, sinergia y efecto.

Los impactos ambientales se originan de la interacción de las acciones impactantes sobre los factores impactados, estos últimos pueden ser de cuatro tipos:

1. Físico – Químico, tal como afectación a las aguas superficiales,

2. Biológicos – Ecológicos, como ejemplo se puede mencionar la afectación a la biota acuática,
3. Socio – Culturales, tal como la afectación a la salud humana,
4. Económicos – Operacionales, que puede incluir la explotación del recurso hídrico.

Para cada tipo de impacto ambiental, ya sea positivo o negativo según su naturaleza, se presentan 4 categorías (Tabla 1) en base al resultado de la importancia de este:

$$IM = ++ [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (1)$$

Donde: Importancia (**IM**), Naturaleza (**+/+**), Momento (**MO**), Persistencia (**PE**), Reversibilidad (**RV**), Acumulación (**AC**), Periodicidad (**PR**), Recuperabilidad (**MC**), Intensidad (**I**), Extensión (**EX**), Sinergia (**SI**), Efecto (**EF**).

Tabla 1. Categorías de evaluación de los impactos ambientales por GAIA.

Rango	X < - 75	- 75 < X < - 50	- 50 < X < - 25	- 25 < X < 0	0 < X < 25	25 < X < 50	50 < X < 75	75 < X
Clase	Crítico (-)	Severo (-)	Moderado (-)	Despreciable (-)	Desp. (+)	Mod. (+)	Significativo	Muy Sig.

Fuente: programa GAIA V1.0, de Muñoz et al. (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del uso agrícola en áreas próximas al embalse Abreus

La caracterización de las 20 fincas estudiadas reveló que la totalidad practica agricultura tradicional, con predominio de pequeñas parcelas (60 % ≤ 1 ha). Este patrón es representativo de amplias zonas de América Latina y el Caribe, donde la agricultura de pequeña escala y baja tecnificación sigue siendo el modelo dominante para la producción de alimentos de demanda básica (Loukos y Arathoon, 2021).

En la Tabla 2 se muestra la información general que responde a la dimensión 1 (estructura productiva y ubicación). En ella se destaca que de los 20 productores el 75 % tiene como actividad fundamental la agrícola y más de la mitad (60 %), utilizan para el riego puntos de captación de agua superficial proveniente del agua embalsada.

Tabla 2. Caracterización general de las fincas analizadas.

Fincas	Resultados (%)	Cantidad (n=20)
Tamaño promedio (ha)	≤ 1 ha (60%)	12 fincas
	> 1 ha (40%)	8 fincas
Tipo de producción	Agrícola (75%)	15 fincas
	Ganadero (25)	5 fincas
Asociación cooperativa	CCS (45%)	9 fincas
Punto de captación agua	Superficial (60%)	12 fincas

Respecto a la información general de la dimensión 2 (manejo del recurso hídrico), lo más relevante fue que el 80 % de las fincas utilizan como método de riego el aniego

(Tabla 3). Se registra, además que, el 90 % de los productores identifica los riesgos de erosión asociado fundamentalmente al uso del agua. Este criterio coincide con el de Rodríguez et al. (2013), quienes consideran que el riego por aniego se asocia con la erosión del suelo.

Como se conoce, la estadística a nivel mundial apunta que la agricultura representa el 70 % de las extracciones de agua dulce (Zúñiga et al., 2021), y en países en desarrollo esta proporción suele ser aún mayor, lo que acentúa la presión sobre fuentes como el embalse Abreus. Otro dato que muestra el deficiente control sobre el uso de los recursos del embalse, es que el 100% de los productores no registra el volumen de agua utilizado, ni conocen los parámetros de calidad de la misma.

Tabla 3. Manejo del agua y riego

Productores	Resultados (%)
Método de riego predominante	Aniego/Surcos (80%)
Sin registro de volumen hídrico	100%
Riesgos asociados al agua	Erosión (90%)
Conocimiento de parámetros de calidad	0%

El análisis relacionado con la dimensión 3: prácticas agrícolas y sostenibilidad (métodos de cultivo y manejo ambiental), muestra que las prácticas predominantes son la guataquea para el control manual de malezas y el laboreo mínimo/siembra directa (Tabla 4), las cuales son positivas para la conservación del suelo. Sin embargo, la caracterización evidenció prácticas ambientalmente insostenibles: solo el 40% utiliza fertilización orgánica y no se registran acciones de tratamiento de residuales ni reforestación

de franjas hidrorreguladoras. Esta situación es consistente con lo reportado en otros países de la región, donde la débil implementación de medidas de conservación y el limitado acceso a tecnologías limpias constituyen barreras estructurales para la sostenibilidad hídrica (Bretas et al., 2020; Saravia, 2026).

Tabla 4. Prácticas agrícolas y beneficios ambientales asociados.

Prácticas agrícolas	Beneficios ambientales	Adopción (%)
Laboreo mínimo/siembra directa	Reduce erosión	70%
Guataquea (control manual de malezas):	Conservación del suelo	85%
	Bajo costo	
	Conservar las tradiciones	
Fertilización orgánica	Mejora salud del suelo	40%
Tratamiento de residuales	Mitiga contaminación hídrica	0%
Reforestación	Protección de franjas hidrorreguladoras	0%

La ausencia total de prácticas de reforestación en la franja hidrorreguladora, constatada en el estudio, representa una vulnerabilidad crítica. Las zonas de amortiguamiento ribereñas son reconocidas actualmente como una de las medidas más efectivas y de menor costo para el control de la contaminación difusa de origen agrícola. Una revisión sistemática publicada por Wu et al. (2023) concluye que, las franjas ribereñas actúan como filtros vegetativos capaces de retener sedimentos, nutrientes y plaguicidas, reducir la erosión, mejorar la biodiversidad y conectan ecológicamente los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Además, ofrecen beneficios adicionales como la regulación de la temperatura del agua mediante el sombreado y la adaptación al cambio climático (Wu et al., 2023). La inexistencia de estas prácticas en las márgenes de los ríos Jabacoa y Damují, principales afluentes del embalse Abreus, constituye, por tanto, una omisión que profundiza el riesgo de eutrofización y deterioro de la calidad del agua.

Respecto a la dimensión 4, que responde a la comercialización y vinculación, se pudo constatar que el 65 % de las producciones aun cuando no responden a compromisos estatales (salud, educación, etc.), representan una respuesta a la demanda de la sociedad, a lo que se suma la venta destinada al acopio estatal. Sobresale de manera negativa en esta dimensión, el no existir vínculos con actores externos. En la investigación de Alomá et al. (2025), asociada con el embalse Abreus, se reconoce la importancia de establecer espacios de coordinación donde la integración de actores. En este caso, es un elemento esencial que puede contribuir a que el destino de las producciones progrese de forma efectiva. Integrando el interés y el poder de los actores en las acciones de comercialización.

El análisis detallado de los aspectos recogidos en el cuestionario mostró los resultados siguientes:

Del total de 23 cultivos cosechados por los productores incluidos en este estudio, son los cultivos permanentes (plátano y frutales), los de mayor representatividad entre los productores (Figura 2). A estos le sigue los cultivos de mayor demanda por estaciones (Ej. tomate), y los de mayor consumo diario (Ej. arroz, frijoles, yuca, maíz, entre otros).

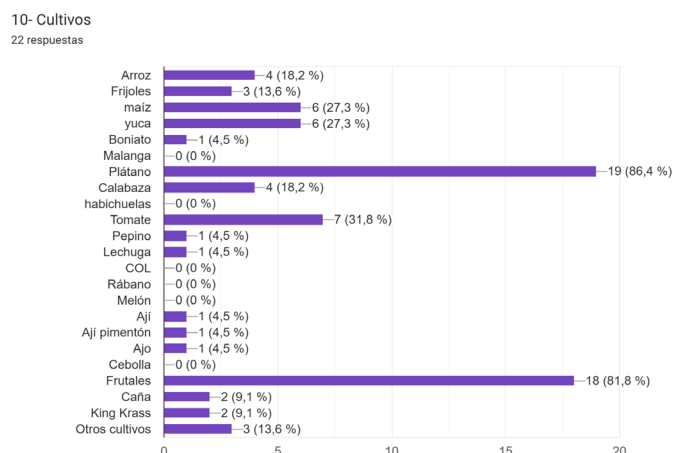


Fig. 2. Distribución porcentual de los cultivos cosechados por los productores del área estudiada.

Fuente: Google Forms

El tipo de agricultura tradicional representa el 100 % entre los productores del área estudiada. Esto puede deberse a que predominan (60 %), las fincas que tienen un área promedio menor de 1 ha y que emplean prácticas agrícolas con bajos recursos. El criterio de Certis Belcchim (2022), es que la práctica de este tipo de agricultura tradicional, ha sido el modelo dominante durante milenios, siendo crucial para la subsistencia y economía de muchas comunidades, especialmente en países subdesarrollados.

Es una agricultura básica, con bajo nivel de tecnificación y uso de utensilios sencillos, caracterizada por su diversidad de cultivos y dependencia de las condiciones meteorológicas. Coincidiendo con los criterios de Certis Belcchim (2022), la finalidad principal de estas áreas es la subsistencia familiar que ofrece ventajas por ser una agricultura de menor costo, fácil ejecución y rápidos resultados.

El laboreo mínimo es la práctica predominante entre los productores, lo cual está en correspondencia con el tipo de agricultura y con los recursos que disponen. Debe mencionarse que aun cuando es beneficioso el mínimo laboreo, se constató en la observación en campo, la siembra a favor de la pendiente (Figura 3), la cual es una de las prácticas que más puede impactar, tanto al suelo como al recurso hídrico cercano, por los arrastres de capa vegetal (Sequeira & Vázquez, 2021).



Fig. 3. Imágenes de la siembra a favor de la pendiente.

Fuente: Evidencias fotográficas obtenidas en el trabajo de campo.

Respecto al análisis de las prácticas culturales, la distribución porcentual refleja que todos los agricultores utilizan la guataquea como una práctica tradicional para el control de malezas, seguido del escarde (Figura 4). Para la fertilización se evidencia el uso de materia orgánica en menos de la mitad de las fincas analizadas, fundamentalmente la gallinaza, la cual luego de secada (curado), se convierte en un producto sólido que cuenta con un considerable valor como fertilizante según Quiñones (2017).

No obstante, un inapropiado manejo en cualquier parte del flujo de obtención de la gallinaza, ya sea en su generación, procesamiento o disposición, puede llegar a contaminar fuentes de agua, suelos y aire; también es susceptible a generar crecimiento de vectores, malos olores y polvo (Arce-Solano et al., 2020). Los resultados, en general, muestran poco aprovechamiento de la materia orgánica que proviene de la actividad ganadera por parte de los productores.

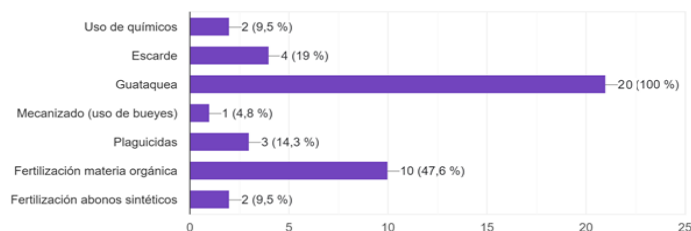


Fig. 4. Distribución porcentual de las prácticas culturales empleadas por los productores del área estudiada.

Fuente: Google Forms

El análisis de los métodos de riego predominantes y sus implicaciones ambientales, mostraron el uso mayoritario del riego por aniego o surcos (80 %), seguido por el de inundación (Figura 5). Estos métodos de riego, aunque tienen diferentes beneficios, también tienen sus desventajas (Fang et al., 2024). Por ejemplo, el método de inundación puede dar lugar a importantes derroches e ineficiencias si no se gestiona correctamente, por lo que es un factor importante que hay que tener en cuenta para conservar el agua de forma adecuada.

14. Métodos de riegos empleados

21 respuestas

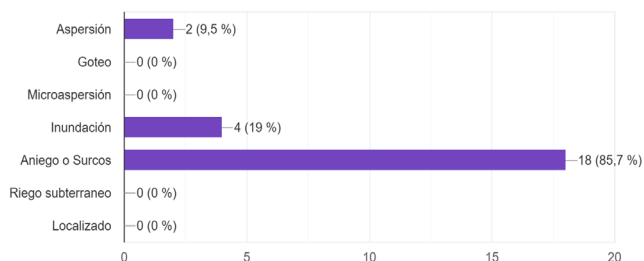


Fig. 5. Distribución porcentual de los métodos de riego utilizados por los productores del área estudiada.

Fuente: Google Forms.

Según Hall (2025), los riesgos asociados al uso de los métodos de riego antes mencionados se reflejan principalmente en afectaciones al suelo, con consecuencias en la calidad de los recursos hídricos. Sin embargo, los resultados mostraron que menos de la mitad de los productores reconocen los riesgos por las afectaciones a los recursos hídricos producto de los aportes de sedimentos y otras sustancias (Figura 6).

21. Riesgos asociados al uso del agua

21 respuestas

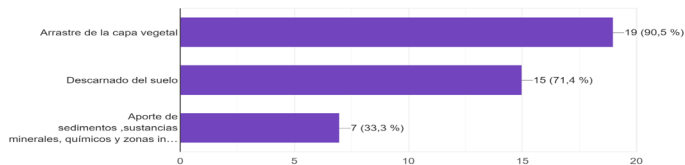


Fig. 6. Distribución porcentual de los riesgos asociados a los métodos de riego reconocidos por los productores del área estudiada.

Fuente: Google Forms.

El análisis de la distribución porcentual de los cultivos bajo riego (Figura 7), reflejó que, de los 20 productores, 12 no utilizan el riego, lo que no significa que estos no generen impactos al recurso hídrico, ya que en el estudio se constataron inadecuadas prácticas agrícolas. Por ello, se reconoce la necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles que protejan los recursos hídricos y garanticen un futuro más limpio y saludable para todos (Pittelkow et al., 2015).

11. Cultivos bajo riego
21 respuestas

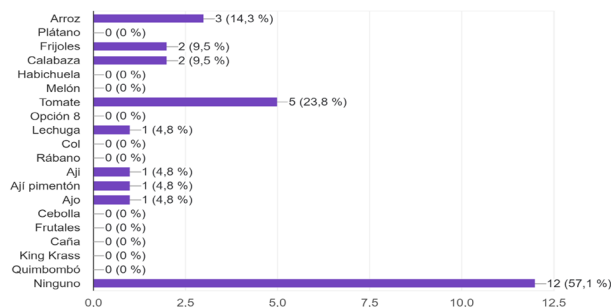


Fig. 7. Distribución porcentual de los cultivos bajo riego por los productores del área estudiada.

Fuente: Google Forms.

Relacionado con la fertilización, el manejo de residuales y la calidad del agua, el estudio reporta que solo el 40% de los productores emplea fertilización orgánica y que ninguno realiza tratamiento de residuales, lo cual tiene implicaciones directas sobre el estado trófico del embalse. Investigaciones recientes en pequeños embalses de zonas agrícolas de China han demostrado que las actividades agrícolas modifican significativamente el estado nutricional de los cuerpos de agua, con un cambio desde condiciones mesotróficas antes de las labores agrícolas hasta un estado eutrófico moderado después de estas, acompañado de alteraciones profundas en las comunidades de zooplankton. Los autores concluyen que la reducción del uso de fertilizantes y plaguicidas es esencial para proteger la calidad del agua y la ecología acuática en embalses de áreas agrícolas (Jianyu et al., 2025).

Identificación y evaluación de impacto ambiental (EIA)

Para la evaluación de los impactos ambientales fue necesario identificar las acciones impactantes, las cuales fueron definidas como:

- 1) la generación de residuales líquidos,
- 2) los métodos de riegos empleados,
- 3) la reforestación de la franja hidrorreguladora,
- 4) las prácticas culturales, fertilización y métodos de control de plagas y
- 5) la generación de alimentos.

También, se requirió la definición de los siguientes factores impactados:

- Factores Físico-Químicos (FQ): 1), afectación al suelo, 2), afectación a las aguas superficiales, 3) afectación de aguas subterráneas y 4) cambio de uso del suelo.
- Factores Biológicos - Ecológicos (BE): 1), afectación a la biota acuática y 2), la presencia de algas tóxicas.
- Factores Socio - Culturales (SC): 1), bienestar de la población y 2), la afectación a la salud humana.
- Factores Económicos - Operacionales (EO): 1), beneficios económicos y 2), la explotación del recurso.

A partir del análisis de las interacciones entre acciones y factores, se identificaron los impactos ambientales. La aplicación de la Matriz de Importancia de Conesa (2009) mediante el software GAIA V1.0 permitió clasificar que, de los 18 impactos identificados, 11 fueron evaluados como moderados negativos, concentrados mayoritariamente en factores físico-químicos (afectación al suelo y a las aguas superficiales) (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen de los resultados de la EIA según la clasificación de los impactos ambientales por su importancia.

Rango	$X < -75$	$-75 < X < -50$	$-50 < X < -25$	$-25 < X < 0$	$0 < X < 25$	$25 < X < 50$	$50 < X < 75$	$75 < X$
Clase	Crít (-)	Sev (-)	Mod (-)	Desp (-)	Desp (+)	Mod (+)	Sig.	M. Sig.
FQ	0	0	9	1	0	0	0	0
BE	0	0	1	3	0	0	0	0
SC	0	0	0	1	0	1	0	0
EO	0	0	1	0	0	1	0	0
Total	0	0	11	5	0	2	0	0

Fuente: Software GAIA

La Figura 8 refleja de forma general, los resultados de la EIA teniendo en cuenta la clasificación de los impactos ambientales identificados según su importancia.

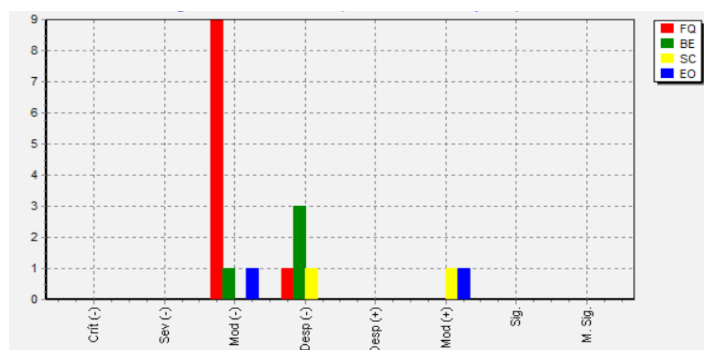


Fig. 8. Histograma de resultados de la evaluación de impactos ambientales.

Fuente: programa GAIA V1.0, de Muñoz et al. (2007).

Los 11 impactos ambientales que se evaluaron como moderados negativos, fueron generados por 4 de las 5 acciones impactantes identificadas: generación de residuales líquidos, métodos de riegos empleados, reforestación franja hidrorreguladora, así como prácticas culturales, fertilización y métodos de control de plagas. De ellos, 9 se relacionaron con factores de tipo físico-químico, reflejando que estos factores son los más impactados y entre ellos se destacan la afectación al suelo y a las aguas superficiales. Esto está en correspondencia con lo reportado por diversos autores que vinculan tales problemas con las escorrentías y los procesos erosivos (Sequeira & Vázquez, 2021; Hall, 2025).

En este estudio los métodos de riegos empleados constituyen una de las principales acciones impactantes identificadas. Resultados que coinciden con estudios recientes que han demostrado que los sistemas de riego por gravedad y surcos presentan eficiencias significativamente menores y generan mayores pérdidas de suelo y nutrientes por escorrentía en comparación con técnicas más eficientes. Un estudio realizado en sistemas agrícolas ribereños bajo estrés climático demostró que el riego por aspersión, complementado con labranza cero, redujo las pérdidas por erosión de 6,4 t/ha/año (labranza convencional con riego tradicional), a solo 2,7 t/ha/año, al tiempo que mejoró la retención de agua y la salud del suelo (Pazhanisamy et al., 2026).

Las prácticas culturales, se identifican en el estudio como una acción impactante por ser prácticas ambientalmente insostenibles. Solo el 40 % de los productores utilizan fertilización orgánica. Sobre este comportamiento, se considera que, a escala global, el exceso de nitrógeno en forma de nitrato continúa siendo una de las principales causas de deterioro de la calidad del agua subterránea y superficial. En regiones agrícolas intensivas, la lixiviación excesiva de nitratos se ha vinculado con la formación de grandes zonas hipóxicas en cuerpos de agua costeros y con el carácter eutrófico de numerosos lagos. El embalse Abreus, con condiciones mesotróficas con tendencia a la eutrofia (Seisdedo et al., 2024), y reportes de cianobacterias y cianotoxinas (Valle-Pombrol et al., 2021), no es ajeno a esta problemática global.

De los 5 impactos evaluados como despreciables, se destacan los relacionados con los factores biológico-ecológicos. De las acciones impactantes evaluadas, 3 ejercen, potencialmente, influencia sobre la biota acuática y en particular en la presencia de algas tóxicas. Este comportamiento está respaldado por la literatura, investigaciones en embalses de uso agrícola han demostrado que las cargas temporales de nitrato, son un factor desencadenante de proliferaciones anómalas de cianobacterias (Huong et al., 2025).

Más allá del efecto sobre los ecosistemas acuáticos, las cianotoxinas producidas durante estos florecimientos representan una amenaza para la seguridad alimentaria, para los ecosistemas y la salud humana. En el contexto del embalse Abreus, donde ya se han detectado cianotoxinas (Valle-Pombrol et al., 2021), esta evidencia refuerza la urgencia de implementar medidas de mitigación.

De los 18 impactos identificados solo 2 resultaron positivos. Estos están relacionados con el bienestar de la población y beneficios económicos, teniendo en cuenta la importancia de la actividad agrícola en la producción de alimentos.

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones directas para la gestión del embalse Abreus y de otros cuerpos de agua similares en Cuba. La combinación de agricultura tradicional con malas prácticas de manejo (riego ineficiente, ausencia de tratamiento de residuales, nula reforestación de franjas hidrorreguladoras) genera una presión acumulativa sobre la calidad del agua que, si bien todavía no ha desencadenado una eutrofización generalizada según Seisdedo et al. (2024), mantiene al ecosistema en un umbral crítico.

Las proyecciones de cambio climático para la región central de Cuba, que anticipan una mayor irregularidad en las precipitaciones y eventos de lluvia intensa más frecuentes, podrían exacerbar los procesos de escorrentía de nutrientes y sedimentos hacia el embalse.

En este contexto, se recomienda priorizar:

- (1) la transición hacia sistemas de riego más eficientes (aspersión o goteo) con incentivos económicos y asistencia técnica;
- (2) la implementación de programas de fertilización orgánica controlada y monitoreo de nutrientes;
- (3) la restauración de las franjas hidrorreguladoras mediante reforestación con especies nativas; y
- (4) el fortalecimiento de la educación ambiental y la extensión agrícola, dado que el estudio evidenció un desconocimiento generalizado sobre los parámetros de calidad del agua y los riesgos asociados.

Solo mediante un enfoque integrado que articule a productores, gestores del agua e instituciones de investigación será posible revertir las tendencias actuales y garantizar la sostenibilidad del embalse Abreus, como fuente de agua para consumo humano, riego y otros usos múltiples.

CONCLUSIONES

La caracterización de 20 fincas agrícolas próximas al embalse Abreus, reveló que la mayoría son de pequeña escala (≤ 1 ha), practican agricultura tradicional con producciones orientadas a la demanda básica de alimentos, y más de la mitad (60%), utilizan puntos de captación superficial del embalse para el riego. Sin embargo, se identificaron prácticas ambientalmente insostenibles: solo el 40% emplea fertilización orgánica, mientras que no se aplican tratamientos de residuales ni acciones de reforestación en las franjas hidrorreguladoras.

Los principales problemas ambientales detectados se asocian al predominio del riego por aniego o inundación (80% de las fincas), a la ausencia de tratamiento de residuales líquidos y a la falta de reforestación de las franjas hidrorreguladoras. Estas deficiencias inciden directamente en la erosión del suelo y en el aporte de sedimentos y nutrientes a las aguas del embalse, agravando su riesgo de eutrofia.

La evaluación de impactos mediante la matriz de importancia permitió identificar 18 impactos ambientales potenciales generados por cinco acciones impactantes, destacándose el método de riego empleado, la generación de residuales líquidos y la omisión de la reforestación como las de mayor incidencia. De ellos, 11 fueron clasificados como negativos moderados (principalmente afectaciones al suelo y a las aguas superficiales), y solo dos resultaron positivos (bienestar poblacional y beneficios económicos). Estos resultados evidencian la necesidad de implementar prácticas agrícolas sostenibles y acciones de manejo que mitiguen los impactos negativos sobre el recurso hídrico del embalse Abreus.

Conflicto de Intereses:

En el nombre de los autores, declaramos que no existe ningún conflicto de interés relacionado con el artículo y se especifican a continuación las contribuciones hechas por cada autor:

Contribuciones de los autores:

Roberto Antúnez Carreo: Conceptualización del trabajo, diseño y aplicación de la lista de chequeo, trabajo de campo, elaboración del documento.

Regla María Alomá Oramas: Conceptualización del trabajo, diseño de la lista de chequeo, análisis y procesamiento de datos, elaboración del documento y adecuación del documento a las normas de la revista.

Mabel Seisdedo Losa: Conceptualización del trabajo, diseño de la lista de chequeo, análisis y procesamiento de datos, elaboración del documento y adecuación del documento a las normas de la revista.

Yaser Ramírez Benítez: Diseño de la lista de chequeo, análisis de datos y procesamiento estadístico.

Agradecimientos

Se agradece al gobierno del municipio de Rodas por facilitar espacios para el debate y análisis de los temas relacionados con la gestión de los recursos hídricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alomá Oramas, R. M., Seisdedo Losa, M., Castellanos González, M. E., & Navarro Falcón, V. M. (2025). Actores vinculados a la gobernanza relacionada con los recursos hídricos en el embalse Abreus. *Universidad Y Sociedad*, 17(5), e5049. <https://rus.ucf.edu/cu/index.php/rus/article/view/5049>

Arce-Solano, O., Campos-Rodríguez, R., & Brenes-Peralta, L. (2020). Evaluación del manejo y disposición final de la gallinaza de reproductora pesada usada como abono orgánico en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1), 165-177. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i1.5030>

Balbontín, C., Ríos, L., Martínez, R., González, F., García, C., Otero, Á., Bavestrello C., & Wallberg, B. (2022). *Producto 1 Estado actual del uso y gestión hídrica en el sector agropecuario en países de América Latina y el Caribe (ALC)*. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). https://strapi-fontagro.nyc3.cdn.digitaloceanspaces.com/legacy/uploads/productos/17950 - Producto_1.pdf

Betancourt, C. (2011). *Calidad fisicoquímica del agua en embalses cubanos*. (Tesis de doctorado). Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.

Betancourt, C., Suárez, R., & Toledo, L. (2010). Variabilidad iónica y características tróficas del embalse Abreus, Cuba. *Limnetica*, 29(2), 341-352. DOI: [10.23818/limn.29.28](https://doi.org/10.23818/limn.29.28)

Betancourt, C., Suarez, R., & Jorge, F. (2012). Influencia de los procesos naturales y antrópicos sobre la calidad del agua en cuatro embalses cubanos. *Limnetica*, 31 (2), 193-204. <https://ddd.uab.cat/record/108889>

Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T. L., Embid, A., Martin, L., & Miralles, F. (2020). Agua Para el Futuro: Estrategia de Seguridad Hídrica para América Latina y el Caribe. *School of Geosciences Faculty and Staff Publications*. 2241. https://digitalcommons.usf.edu/geo_facpub/2241

Bring, L., & Vázquez, N. M. (2023). Aplicaciones del agua en la agricultura, acciones del estado cubano. *Revista Científica Estudiantil de la Universidad de Granma*, 5(3), 28-38. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/reudgr/es/article/view/4025/9547>

Certis Belchim. (2022, 26 julio). Agricultura tradicional: Características y diferencias con la intensiva. <https://certis-belchim.es/agricultura-tradicional-caracteristicas-y-diferencias-con-la-intensiva>

Comas, A., Moreira, A., Betancourt, C., & Jorge, F. (2010). Cyanobacterial blooms in freshwater reservoir of Central Cuba. *Harmful Algae News*, 43, 18-19. https://www.researchgate.net/publication/311911920_Cyanobacteria_blooms_in_freshwater_reservoirs_of_Central_Cuba

Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archi-vo1.5036.pdf>

Fang, P., Prashad, R., Prajapati, P., Omar, O. O., & Richard. (2024). A Comprehensive Review of Irrigation Practices and Challenges in Bangladesh: Pathways to Sustainable Agricultural Productivity. *European Journal of Theoretical and Applied Sciences*, 2(5), 834-861. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2\(5\).74](https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2(5).74)

- Fuentes Chaviano, P., & Delgado Cabrera, O. (2022). *Tarea técnica para la activación total del sistema de alcantarillado de Rodas*. Delegación Provincial de Recursos hídricos Cienfuegos.
- Hall, J. (9 de julio de 2025). Escorrentía agrícola: causas, efectos y soluciones para un agua más limpia. *KRAKEN SENSE*. <https://krakensense.com/blog/agricultural-runoff>
- Huong, T. T. L., Tabata, T., Harada, M., Ozaki, A., & Lap, B. Q. (2025). Impacts of Inflow Loadings from Heavy Rainfall on Cyanobacteria Overgrowth in Nitrogen-Limited Reservoirs through Field Observation and Numerical Simulation. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 59(1), 39-54. <https://doi.org/10.6090/jarq.23J13>
- Jianyu J., Yang S., Xiyuan B., Minfang S., Zengfei C., Jiamin H., Song Z., Shusheng H., & Haiming Q. (2025). Evaluación de la eutrofización en pequeños embalses en zonas agrícolas del norte de China. *Diversidad*, 17(8), 520 <https://doi.org/10.3390/d17080520>
- Loukos, P., & Arathoon, L. (2021). *Landscaping the Agri-tech Ecosystem for Smallholder Farmers in Latin America and the Caribbean*. Escobar, A., & Navajas, S. (Eds.). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0003027>
- Mateo-Sagasta, J., Zadeh, S. M., & Turrall, H. (2019). *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. FAO. <https://lib.icimod.org/records/y5w25-chj81>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2016). Four billion people facing severe water scarcity. *Science advances*, 2(2), e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>
- Menchaca, S., & Uscanga, A. (2016). *Cultura del agua para la gobernanza en la gestión integral de los recursos hídricos*. Universidad Veracruzana: Conagua: Secretaría del Medio Ambiente de Veracruz. México. https://www.researchgate.net/publication/344753200_Cultura_del_agua_para_la_gobernanza_en_la_gestion_integral_de_los_recursos_hidricos
- Muñoz, A., Díaz, O., & Seisdedo, M. (2007). GAIA: Software para análisis, presentación y evaluación de impactos ambientales. Obra protegida 1171-2007. CENDA.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (1982). The OCDE Listo Social Indicators, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000056484?posInSet=2&queryId=N-EXPLO-RE-bf004ef5-e961-486f-80e8-ab055b8e2041>
- Pazhanisamy, S., Singh, D., Devi, R. C., Meena, V. S., Kumar, S., Singh, R. S. & Meena, S. K. (2026). Conservation agriculture for riverine agri-food systems under the climate crisis: enhancing soil health and mitigating erosion. *Soil and Tillage Research*, 255, 106830. <https://doi.org/10.1016/j.still.2025.106830>
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linquist, B. A., van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R. T., & Van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
- Quiñones, A. T. A. (2017). *Producción de biogás para el desarrollo sustentable: experiencias en municipios cubanos* (ponencia). *Congreso Universidad*, 6(6). <http://revista.congresouniversidad.cu/index.php/rcu/article>
- Rodríguez, M., Santana, M., Brown, O., & Alonso de la Paz, F. (2013). Riego por surco con caudal intermitente asociado al cultivo de la cebolla y su eficiencia en las pérdidas de suelo y agua por escorrentía. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(4), 50-54. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000400008&lng=es&tlng=es
- Saravia Matus, S. (2026). *Valoración del agua: reflexiones y recomendaciones para América Latina y el Caribe*. Serie Recursos Naturales y Desarrollo (231). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5a3bb4c-d3f8-4d92-b2fe-00468b95c226/content>
- Seisdedo Losa, M., Comas González, A. A., & Valle Pombol, A. (2024). Análisis comparativo del estado trófico de las aguas del embalse Abreus, Cuba. *Universidad y Sociedad*, 16(6), 591-600. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4800>
- Sequeira, N. D., & Vásquez, P. (2021). Impact of water erosion on the profitability of agricultural producers in the partido of Tres Arroyos, Pampean Austral Region, Argentina. *Revista Geográfica De América Central*, 1(68), 383-412. <https://doi.org/10.15359/rgac.68-1.14>
- Suárez, A. D. (2015). Indicadores de gobernanza para la gestión ambiental del río Fucha (Tesis de maestría), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/ed3bbf48-3318-4060-83b6-16405b96b142/content>
- Valle-Pombrol, A., Comas González, A., Castro Rodríguez, D., García Moya, A., & Wilson, A. (2021). Planktonic cyanobacteria from the Abreus Reservoir, Cienfuegos, Cuba. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 16(1), 20-29. <https://www.researchgate.net/publication/351116822>
- Villalobos, T., Suárez-Isla, B., & Garcia, C. (2025). Health and Environmental Impacts of Cyanobacteria and Cyanotoxins from Freshwater to Seawater. *Toxins*, 17(3), 126. <https://doi.org/10.3390/toxins17030126>

- Wu, S., Bashir, MA., Raza, Q-U-A., Rehim, A., Geng, Y., & Cao, L. (2023). Application of riparian buffer zone in agricultural non-point source pollution control—A review. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:985870. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.985870>
- Zahoor, I., & Mushtaq, A. (2023). Water pollution from agricultural activities: A critical global review. *Int. J. Chem. Biochem. Sci. (IJCBS)* 23(1), 164-176. <https://iscientific.org/wp-content/uploads/2023/04/19-ijcbs-23-23-24.pdf>
- Zúñiga, D., Mendoza, R., & Watson, G. (2021). *Gestión y manejo del agua en la agricultura*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Red de Comercialización Comunitaria Alternativa (Red CO-MAL), INNOVA Agricultura Familiar. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/19866>