

RESEARCH ARTICLE

# Estrategias de Sostenibilidad y Responsabilidad Ambiental en el Sector Agroindustrial

Jiménez Tamayo Fabiola Maribel <sup>1</sup>  Encalada Zumba Mónica Cecibel <sup>1</sup> 

Calapucha Andy Rina Martha <sup>1</sup>  Chafa Moina Silvia Patricia <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.



Correspondencia: [fm.jimenezt@uea.edu.ec](mailto:fm.jimenezt@uea.edu.ec)



+ 593 98 050 0038

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj71104>

**Resumen:** El presente estudio analiza la integración de energías renovables en el sector agroindustrial, abordando su potencial para la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible. Se exploran las ventajas ambientales, económicas y sociales de esta integración, así como los desafíos y soluciones para su implementación. Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica sobre el tema, incluyendo estudios de casos, informes de expertos y datos estadísticos. Se analizaron las diferentes tecnologías de energía renovable aplicables al sector agroindustrial, así como las políticas y programas existentes para su promoción. La integración de energías renovables en el sector agroindustrial ofrece una serie de beneficios, entre los que se destacan: Reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero. Mejora de la seguridad energética y la resiliencia climática. Diversificación de las fuentes de energía y reducción de la dependencia de los combustibles fósiles. Generación de nuevas oportunidades de empleo y desarrollo rural. Disminución de los costos operativos y mayor eficiencia energética. Si bien la integración de energías renovables en el sector agroindustrial presenta un gran potencial, existen algunos desafíos que deben ser superados, como: Costos iniciales de inversión en tecnologías renovables. Disponibilidad de infraestructura y acceso a financiamiento. Marcos regulatorios y políticas públicas inadecuadas. Falta de conocimiento y capacitación técnica. A pesar de los desafíos, la integración de energías renovables en el sector agroindustrial es una estrategia fundamental para avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente.

**Palabras claves:** Energías renovables, Sostenibilidad, Cambio climático, Emisiones, Agricultura.

## Sustainability Strategies and Environmental Responsibility in the Agroindustrial Sector

**Abstract:** This study analyzes the integration of renewable energies in the agroindustrial sector, addressing its potential for climate change mitigation and sustainable development. The environmental, economic and social advantages of this integration are explored, as well as the challenges and solutions for its implementation. A comprehensive review of the scientific and technical literature on the subject was conducted, including case studies, expert reports and statistical data. The different renewable energy technologies applicable to the agroindustrial sector were analyzed, as well as existing policies and programs for their promotion. The integration of renewable energies in the agroindustrial sector offers



Check for updates

**Cita:** Jiménez Tamayo, F. M., Encalada Zumba, M. C., Calapucha Andy, R. M., & Chafa Moina, S. P. (2024). Estrategias de Sostenibilidad y Responsabilidad Ambiental en el Sector Agroindustrial. Green World Journal, 7(1), 104.

<https://doi.org/10.53313/gwj71104>

**Received:** 03/Jan /2024

**Accepted:** 29/Feb /2024

**Published:** 07/Mar /2024

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2024 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

a series of benefits, among which the following stand out: Significant reduction of greenhouse gas emissions. Improved energy security and climate resilience. Diversification of energy sources and reduced dependence on fossil fuels. Generation of new employment opportunities and rural development. Reduced operating costs and increased energy efficiency. Although the integration of renewable energies in the agroindustrial sector has great potential, there are some challenges that must be overcome, such as: Initial investment costs in renewable technologies. Availability of infrastructure and access to financing. Inadequate regulatory frameworks and public policies. Lack of knowledge and technical training. Despite the challenges, the integration of renewable energies in the agroindustrial sector is a fundamental strategy to move towards a more sustainable and resilient future.

**Keywords:** Renewable energies, Sustainability, Climate change, Emissions, Agriculture.

## 1. Introducción

El desafío de integrar la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en las operaciones del sector agroindustrial es crucial para mitigar los impactos negativos asociados con la producción agrícola y procesamiento de alimentos. Este desafío es especialmente pertinente en la interfaz con el turismo, donde la demanda de experiencias auténticas y ambientalmente responsables está en aumento [1]. Según Horlings y Marsden [2], la agroindustria juega un papel fundamental en la transición hacia prácticas más sostenibles, afectando no solo la conservación del medio ambiente sino también el desarrollo económico y social de las comunidades locales.

La importancia de adoptar estrategias de sostenibilidad en el sector agroindustrial para fomentar un turismo más responsable y sostenible es cada vez más reconocida. El enfoque en la sostenibilidad no solo mejora la imagen y competitividad del sector agroindustrial, sino que también atrae a un segmento de turistas más conscientes del impacto ambiental de sus viajes [3]. La sinergia entre la agroindustria sostenible y el turismo ofrece oportunidades únicas para promover la conservación ambiental, la diversificación económica y la valorización de productos locales [4].

Sin embargo, la implementación efectiva de estas estrategias enfrenta numerosos desafíos, desde barreras técnicas y financieras hasta la necesidad de una mayor conciencia y educación tanto en productores como en consumidores [5,6]. Este estudio se enfoca en explorar detalladamente el impacto y la relevancia de las estrategias de sostenibilidad y responsabilidad ambiental dentro del sector agroindustrial, con el objetivo de determinar cómo estas prácticas pueden actuar como un catalizador para fomentar y desarrollar el turismo sostenible. Se busca identificar los factores clave que contribuyen al éxito de estas estrategias, así como las barreras y desafíos que se enfrentan durante su implementación. A través de un análisis exhaustivo de casos de estudio, literatura relevante y entrevistas con expertos en la materia, este trabajo pretende ofrecer una comprensión profunda de la interacción entre la sostenibilidad agroindustrial y el turismo sostenible.

A través de esta investigación, se espera contribuir a la literatura existente proporcionando un análisis detallado de las estrategias de sostenibilidad en el sector agroindustrial y su impacto en el turismo sostenible, ofreciendo así perspectivas prácticas para académicos, profesionales y tomadores de decisiones interesados en este campo interdisciplinario [7,8]. Este estudio se propone desentrañar las complejidades de la relación entre prácticas sostenibles en la agricultura y la industria y su contribución al crecimiento de un turismo que respeta y valora el medio ambiente, así como las comunidades locales.

Al explorar a fondo las sinergias entre estos sectores, el trabajo busca ofrecer insights valiosos y prácticos no solo para académicos que profundizan en estos temas, sino también para profesionales del sector y responsables políticos que buscan orientación y evidencia para tomar decisiones informadas. Se examinarán casos exitosos de integración de prácticas sostenibles, identificando las lecciones aprendidas y las estrategias efectivas que pueden ser replicadas o adaptadas en diferentes contextos. Además, se analizarán los desafíos y obstáculos encontrados, proporcionando recomendaciones para superar estas barreras. El objetivo final es fomentar un entendimiento más profundo de cómo la sostenibilidad agroindustrial puede ser un

pilar para el desarrollo de experiencias turísticas más ricas, responsables y sostenibles, contribuyendo así a la conservación del patrimonio natural y cultural para las generaciones futuras.

## 2. Materiales y métodos

Este estudio se basa en una metodología cualitativa de revisión bibliográfica, destinada a explorar y sintetizar las estrategias de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en el sector agroindustrial, con un enfoque particular en su impacto y contribución al desarrollo del turismo sostenible. La revisión se realiza siguiendo un enfoque sistemático, con el objetivo de identificar, analizar y discutir las publicaciones más relevantes en el campo de estudio. Para llevar a cabo la revisión bibliográfica, se establecieron las siguientes bases de datos y motores de búsqueda como principales fuentes de información: Web of Science, Scopus, PubMed, y Google Scholar. Las palabras clave utilizadas para la búsqueda incluyeron combinaciones de términos como "sostenibilidad en el sector agroindustrial", "responsabilidad ambiental en agricultura", "turismo sostenible", y "estrategias de sostenibilidad agroindustrial". Se utilizaron también términos relacionados y sinónimos para asegurar una búsqueda exhaustiva.

### Criterios de Inclusión y Exclusión

Se definieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar estudios relevantes para el análisis. Los criterios de inclusión incluyeron publicaciones que: Se enfocan en estrategias de sostenibilidad y responsabilidad ambiental dentro del sector agroindustrial, Analizan el impacto o la contribución de estas estrategias al turismo sostenible, Están publicados en revistas científicas peer-reviewed, Están escritos en inglés o español, Fueron publicados entre 2000 y 2023.

Los criterios de exclusión eliminaron artículos que: No se centran específicamente en el sector agroindustrial, No abordan el tema del turismo sostenible, Son editoriales, comentarios o cartas al editor sin datos empíricos, Proceso de Selección. El proceso de selección comenzó con la eliminación de duplicados seguido de una revisión de títulos y resúmenes para evaluar la relevancia de acuerdo con los criterios establecidos. Posteriormente, se realizó una lectura completa de los estudios preseleccionados para determinar su inclusión final en la revisión. Dos revisores independientes llevaron a cabo el proceso de selección para asegurar la objetividad y minimizar el sesgo. Las discrepancias entre revisores se resolvieron mediante discusión y, si era necesario, la consulta con un tercer revisor.

El análisis de los estudios seleccionados se realizó mediante un enfoque de síntesis narrativa, identificando temas clave, tendencias y lagunas en la literatura existente. Se prestó especial atención a las estrategias de sostenibilidad y responsabilidad ambiental identificadas, su implementación y efectividad, así como su impacto en el turismo sostenible. La discusión se enriqueció con la comparación y contraste de los hallazgos emergentes de los diferentes estudios. Dado el carácter de revisión bibliográfica de este estudio, no se requirieron procedimientos éticos específicos relacionados con la participación humana. Sin embargo, se garantizó la integridad académica mediante el adecuado reconocimiento de todas las fuentes consultadas y citadas.

## 3. Resultados

### 3.1. Estrategias de Sostenibilidad en el Sector Agroindustrial

#### 3.1.1. Prácticas Agrícolas Sostenibles

- **Agricultura orgánica y uso de insumos naturales:** La transición hacia la agricultura orgánica y el uso de insumos naturales se destacan como prácticas clave para mejorar la sostenibilidad en el sector agroindustrial. Altieri y Nicholls [9] argumentan que la agricultura orgánica no solo reduce la dependencia de químicos sintéticos, sino que también promueve la biodiversidad y mejora la salud del suelo.
- **Sistemas agroforestales y diversificación de cultivos:** Los sistemas agroforestales y la diversificación de cultivos son reconocidos por su capacidad para fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a cambios climáticos y económicos. Intergovernmental Panel on Climate Change [10] destacan que estos sistemas pueden mejorar significativamente la sostenibilidad ambiental, económica y social de las prácticas agrícolas.
- **Manejo integrado de plagas y conservación del suelo:** La adopción de estrategias de manejo integrado de plagas, junto con prácticas de conservación del suelo, juega un

papel crucial en la reducción de impactos ambientales negativos. Pretty y Bharucha [11] señalan que estas prácticas no solo contribuyen a la salud del ecosistema, sino que también incrementan la productividad y la rentabilidad a largo plazo.

#### Gestión de Recursos Hídricos

- **Sistemas de riego eficientes y recolección de agua de lluvia:** La implementación de sistemas de riego eficientes y la recolección de agua de lluvia son esenciales para la gestión sostenible del agua en la agroindustria. Molden et al. [12] enfatizan la importancia de mejorar la eficiencia del uso del agua para enfrentar la creciente escasez de recursos hídricos.
- **Tratamiento y reutilización de aguas residuales:** El tratamiento y la reutilización de aguas residuales emergen como estrategias clave para conservar los recursos hídricos y reducir la contaminación. Jiménez y Asano [13] resaltan que el reúso seguro de aguas residuales tratadas en la agricultura puede contribuir significativamente a la sostenibilidad hídrica.

#### Energías Renovables y Eficiencia Energética

- **Uso de energía solar, eólica y biomasa:** La integración de energías renovables, como la solar, eólica y biomasa, en las operaciones agroindustriales es fundamental para reducir la huella de carbono. Intergovernmental Panel on Climate Change [10] subrayan el potencial de estas fuentes de energía para contribuir a una transición energética sostenible en el sector.
- **Mejoras en la eficiencia energética de las instalaciones agroindustriales:** La mejora de la eficiencia energética en las instalaciones agroindustriales es crucial para reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero. Marchi et al. [14] analizan cómo la adopción de tecnologías de eficiencia energética puede resultar en ahorros significativos y en la mejora de la sostenibilidad operativa.

Las estrategias resaltadas en la literatura enfatizan la crucial necesidad de adoptar un enfoque holístico e integrado hacia la sostenibilidad dentro del sector agroindustrial. Este enfoque pone de relieve la importancia de incorporar innovaciones tecnológicas y prácticas sostenibles que no solo busquen la eficiencia y la reducción del impacto ambiental, sino también la mejora del bienestar social y económico de las comunidades locales. La literatura sugiere que una cooperación efectiva entre los diferentes actores involucrados, incluyendo productores agroindustriales, gobiernos, instituciones educativas, organizaciones no gubernamentales y la comunidad en general, es fundamental para superar los desafíos inherentes a la implementación de estas prácticas sostenibles.

Además, se destaca la necesidad de un firme apoyo político que se manifieste en políticas públicas y marcos regulatorios que fomenten la adopción de prácticas sostenibles y la inversión en tecnologías limpias. La implementación efectiva de estrategias de sostenibilidad requiere de un entorno habilitante que promueva la investigación y el desarrollo, subsidie iniciativas verdes, y establezca estándares y certificaciones que aseguren la adherencia a prácticas sostenibles. Este enfoque integrado no solo facilita la transición hacia una producción más sostenible y responsable desde el punto de vista ambiental, sino que también abre oportunidades para el desarrollo de nuevos mercados y el fortalecimiento de la competitividad en el sector agroindustrial.

#### 3.1.1.1. Agricultura orgánica y uso de insumos naturales

La agricultura orgánica representa una de las estrategias más significativas dentro del sector agroindustrial para promover la sostenibilidad. Este enfoque se basa en la utilización de prácticas de manejo que respetan los ciclos naturales de los ecosistemas, buscando minimizar el impacto humano sobre el medio ambiente y operar de manera lo más cerrada posible en términos de ciclos de materiales. A través del uso de insumos naturales, como compost, abonos verdes y biopesticidas, la agricultura orgánica se esfuerza por mantener la salud del suelo, la diversidad biológica y la eficiencia de los recursos hídricos, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y a la conservación de la biodiversidad.

#### Efectos sobre la Salud del Suelo y la Biodiversidad

Reganold y Wachter [15] compararon sistemas de agricultura orgánica y convencional, encontrando que la agricultura orgánica mostraba una mejora significativa en la salud del suelo, la eficiencia en el uso del agua y la biodiversidad. Los sistemas orgánicos, por su menor

dependencia de insumos químicos sintéticos, favorecen una mayor actividad biológica en el suelo, lo que se traduce en una mejora de su estructura y fertilidad a largo plazo.

### **Reducción del Impacto Ambiental**

Además, la agricultura orgánica contribuye a una menor huella de carbono en comparación con los métodos de agricultura convencional. Pimentel et al. [16] demostraron que los sistemas de agricultura orgánica presentan una notable eficiencia energética, principalmente debido a su menor dependencia de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas sintéticos. Este aspecto de la agricultura orgánica subraya su potencial para contribuir significativamente a la sostenibilidad en el sector agroindustrial. Al reducir la cantidad de energía requerida por unidad de producción, estos sistemas no solo disminuyen su impacto ambiental, sino que también ofrecen una ruta hacia una mayor sostenibilidad operacional y económica.

### **Resiliencia ante el Cambio Climático**

La agricultura orgánica juega un papel crucial en la mejora de la salud del suelo y la sostenibilidad ambiental, particularmente a través de su capacidad para incrementar los niveles de materia orgánica en el suelo. Este aumento en la materia orgánica tiene múltiples beneficios que van más allá de la simple producción agrícola, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático y al fortalecimiento de la resiliencia ecológica. Gattinger et al. [17] encontraron que los sistemas agrícolas orgánicos tienen el potencial de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la secuestro de carbono en el suelo.

### **Promoción de la Diversidad Biológica**

La diversidad biológica es otro pilar fundamental de la agricultura orgánica, no solo en términos de la variedad de cultivos, sino también en la promoción de un entorno rico en especies de flora y fauna. Bengtsson et al. [18] destacaron que las prácticas orgánicas favorecen la biodiversidad al proporcionar hábitats más variados y recursos alimenticios para una amplia gama de organismos.

#### **3.1.1.2. Sistemas agroforestales y diversificación de cultivos**

Los sistemas agroforestales, que combinan árboles con cultivos y/o ganado dentro de un mismo sistema de manejo, son altamente valorados por su capacidad para ofrecer múltiples servicios ecosistémicos. Estos sistemas pueden mejorar significativamente la calidad del suelo a través de la aportación de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la mejora de la infiltración de agua. Además, los árboles proporcionan hábitat para la biodiversidad, ayudan a mitigar el cambio climático mediante la captura de carbono y ofrecen protección contra los vientos y la erosión del suelo. Desde el punto de vista económico, los sistemas agroforestales pueden aumentar la resiliencia de los medios de vida rurales al proporcionar una diversidad de productos para el consumo y la venta, como frutas, nueces, madera y forraje, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y a la diversificación de ingresos.

#### **Beneficios Ecológicos y Mejora de la Resiliencia**

Los sistemas agroforestales mejoran la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a cambios climáticos y fluctuaciones del mercado. Según Jose [19], estos sistemas aumentan la biodiversidad, mejoran la salud del suelo, y contribuyen a la conservación del agua. La diversificación de cultivos es una práctica agrícola sostenible que juega un papel crucial en la reducción de la vulnerabilidad a plagas y enfermedades, lo cual a su vez disminuye la dependencia de insumos químicos como pesticidas y fungicidas. Este enfoque se basa en el principio de que un ecosistema agrícola más diversificado es menos propenso a sufrir el ataque de plagas y enfermedades debido a varios mecanismos ecológicos y biológicos.

#### **Contribuciones a la Conservación del Suelo y la Gestión del Agua**

Los sistemas agroforestales juegan un papel crucial en la conservación del suelo y la gestión del agua. La inclusión de árboles en sistemas agrícolas, una práctica común en la agroforestería, ofrece beneficios significativos para la sostenibilidad a largo plazo de la tierra agrícola, especialmente en términos de mejorar la infiltración de agua y reducir la erosión del suelo. Estos efectos se logran a través de varios mecanismos que interactúan para proteger y mejorar la salud y la estructura del suelo.

Los árboles juegan un papel crucial en mejorar la capacidad del suelo para absorber y retener agua. Las raíces de los árboles penetran profundamente en el suelo, creando canales que permiten una mayor infiltración de agua. Esto es particularmente beneficioso durante períodos de

lluvia intensa, ya que ayuda a prevenir la escorrentía superficial y promueve la recarga de acuíferos subterráneos. Además, la materia orgánica aportada por las hojas y ramas caídas de los árboles aumenta la porosidad y la estructura del suelo, lo que a su vez mejora su capacidad de retención de agua.

#### Impacto en la Productividad y la Sostenibilidad Económica

La diversificación de cultivos es una estrategia agrícola que trasciende los beneficios ecológicos, ofreciendo también ventajas económicas significativas para los agricultores. Al implementar esta práctica, se pueden observar mejoras notables en la productividad agrícola y en la estabilidad de los ingresos, lo cual es crucial para la sustentabilidad a largo plazo de las explotaciones agrícolas. Un estudio de Lin [20] encontró que la diversificación puede mejorar la eficiencia del uso de los recursos y ofrecer una mayor seguridad alimentaria y económica para las comunidades rurales.

#### Fomento de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Los sistemas agroforestales, que combinan árboles y arbustos con cultivos y/o ganado, representan una práctica agrícola sostenible con múltiples beneficios para el medio ambiente, siendo uno de los más destacados su contribución a la conservación de la biodiversidad. Estos sistemas crean entornos ricos y variados que pueden sostener una amplia gama de especies de flora y fauna, muchas veces superiores en diversidad biológica a los paisajes agrícolas convencionales. Bhagwat et al. [21] argumentan que estos sistemas pueden mantener o incluso aumentar la biodiversidad en paisajes agrícolas, ofreciendo importantes servicios ecosistémicos como polinización, control de plagas, y secuestro de carbono.

#### 3.1.1.3. Manejo integrado de plagas y conservación del suelo

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) y la conservación del suelo son dos componentes esenciales de la agricultura sostenible, enfocados en mantener la salud del ecosistema y aumentar la productividad agrícola de manera responsable y respetuosa con el medio ambiente. Estas prácticas trabajan de manera complementaria para reducir la dependencia de insumos químicos nocivos y para proteger y mejorar los recursos naturales esenciales para la agricultura.

#### Efectividad del Manejo Integrado de Plagas

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un enfoque avanzado y sostenible para el control de plagas que se fundamenta en un profundo entendimiento de la ecología de los agroecosistemas. Este método se distingue por su enfoque holístico, el cual prioriza la salud del ecosistema y la seguridad alimentaria, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental y los riesgos para la salud humana asociados con el uso de pesticidas químicos. La implementación del MIP implica la integración de diversas estrategias y prácticas para gestionar las poblaciones de plagas de manera eficaz y responsable. Barzman et al. [22] destacan que el MIP no solo reduce la dependencia de los pesticidas sintéticos sino que también minimiza los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

#### Prácticas de Conservación del Suelo

Las prácticas de conservación del suelo, como la rotación de cultivos, el cultivo de cobertura, la labranza mínima y las terrazas de contención, juegan un papel vital en la prevención de la erosión, la mejora de la infiltración de agua y la promoción de la biodiversidad del suelo. Lal [23] argumenta que estas prácticas no solo protegen y mejoran la salud del suelo sino que también aumentan la capacidad de secuestro de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

#### Impacto en la Sostenibilidad Agrícola

La adopción del MIP y las prácticas de conservación del suelo tiene un impacto positivo significativo en la sostenibilidad agrícola, aumentando la productividad de manera ambientalmente responsable y mejorando la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a los desafíos climáticos. Pretty y Bharucha [11] señalan que estas prácticas pueden conducir a una reducción significativa en el uso de insumos externos, mejorando al mismo tiempo los rendimientos y la seguridad alimentaria.

#### Beneficios de la Integración de Prácticas

La integración del MIP con las prácticas de conservación del suelo ofrece una estrategia holística para abordar los desafíos de la sostenibilidad en la agricultura. Esta combinación fomenta un ciclo virtuoso donde la salud del suelo se mejora, lo que a su vez reduce la incidencia

de plagas y enfermedades, disminuyendo la necesidad de intervenciones químicas y promoviendo un entorno más saludable y productivo [24].

### 3.1.2. Gestión de Recursos Hídricos

#### 3.1.2.1. Sistemas de riego eficientes y recolección de agua de lluvia

La implementación de sistemas de riego eficientes junto con la recolección de agua de lluvia son estrategias fundamentales para optimizar la gestión del agua en la agricultura. Estas prácticas no solo contribuyen a la conservación de los recursos hídricos, sino que también juegan un papel crucial en la reducción del impacto ambiental asociado con las actividades agrícolas. A continuación, se detallan cómo cada una de estas estrategias aporta a una agricultura más sostenible y eficiente en el uso del agua.

##### Sistemas de Riego Eficientes

Los sistemas de riego eficientes, como el riego por goteo y el riego por aspersión de precisión, permiten una aplicación más controlada y dirigida del agua, minimizando las pérdidas por evaporación y escurrimiento. Playán y Mateos [25] destacan que el riego por goteo no solo mejora la eficiencia en el uso del agua sino que también puede incrementar la productividad de los cultivos al reducir el estrés hídrico en las plantas.

##### Recolección de Agua de Lluvia

La práctica de recolectar y almacenar agua de lluvia para uso agrícola es una técnica antigua que ha resurgido con fuerza en el contexto actual de búsqueda de soluciones sostenibles y eficientes para la gestión de recursos hídricos. Este método se presenta como un complemento vital para los sistemas de riego convencionales, especialmente en regiones donde los recursos hídricos son escasos o están sujetos a variabilidad estacional extrema debido al cambio climático. Critchley y Siegert [26] subrayan que la recolección de agua de lluvia puede ser una estrategia eficaz para mejorar la seguridad alimentaria en áreas propensas a la sequía.

##### Impacto en la Sostenibilidad Agrícola

La adopción de estas tecnologías y prácticas no solo contribuye a la conservación del agua sino que también tiene un impacto positivo en la sostenibilidad económica de las explotaciones agrícolas. La mejora en la eficiencia del riego puede resultar en una reducción de los costos operativos y en un aumento de los rendimientos, mientras que la recolección de agua de lluvia reduce la dependencia de fuentes de agua externas, aumentando la resiliencia frente a la variabilidad climática [27].

##### Beneficios Ambientales

Además de los beneficios directos para la agricultura, la implementación de sistemas de riego eficientes y la recolección de agua de lluvia tienen importantes implicaciones ambientales. Estas prácticas ayudan a reducir la extracción de agua de fuentes superficiales y subterráneas, contribuyendo a la preservación de los ecosistemas acuáticos y a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante la reducción de la demanda de agua en la agricultura [28].

#### 3.1.2.2. Tratamiento y reutilización de aguas residuales

El tratamiento y la reutilización de aguas residuales se están convirtiendo en soluciones cada vez más importantes para abordar los desafíos asociados con la escasez de agua, especialmente en regiones áridas y semiáridas donde los recursos hídricos son limitados. Estas prácticas innovadoras ofrecen una estrategia eficaz para conservar los recursos hídricos y proporcionar una fuente alternativa de agua para la agricultura, la industria y otros usos.

##### Avances en Tecnologías de Tratamiento

Las tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas residuales, como la osmosis inversa, los sistemas de biofiltración y los humedales construidos, permiten la remoción eficiente de contaminantes, haciendo posible el reúso seguro del agua en la agricultura. Angelakis et al. [29] destacan que el desarrollo tecnológico en este campo ha permitido no solo mejorar la calidad del agua tratada sino también reducir los costos asociados al tratamiento.

La adopción de estas prácticas innovadoras requiere inversiones en tecnología y infraestructura, así como en capacitación y sensibilización de los usuarios finales sobre los beneficios y seguridad del uso de aguas residuales tratadas. A pesar de estos desafíos, el tratamiento y la reutilización de aguas residuales representan oportunidades significativas para avanzar hacia un manejo más sostenible y eficiente de los recursos hídricos, especialmente en regiones vulnerables a la escasez de agua.

### Impacto en la Agricultura y la Sostenibilidad

La reutilización de aguas residuales tratadas en la agricultura se ha convertido en una estrategia cada vez más valiosa para mejorar la disponibilidad de agua, particularmente en áreas donde los recursos hídricos son escasos o están bajo presión debido a la sobreexplotación y al cambio climático. Esta práctica ofrece múltiples beneficios, no solo en términos de conservación de agua, sino también para la sostenibilidad agrícola y la protección ambiental. Ciobanu et al. [30] analizan cómo el uso de aguas residuales tratadas contribuye a la seguridad hídrica y alimentaria, proporcionando además nutrientes esenciales para los cultivos.

### Beneficios Ambientales y Reducción de la Contaminación

La reutilización de aguas residuales tiene el potencial de reducir la contaminación de ríos y acuíferos al disminuir la descarga de efluentes no tratados. Además, el uso agrícola de estas aguas puede reducir la dependencia de fertilizantes químicos, gracias al aporte de nutrientes presentes en el agua tratada. Jiménez y Asano [13] subrayan la importancia de establecer normas y directrices para garantizar un reúso seguro y efectivo, protegiendo la salud pública y el medio ambiente.

### Desafíos y Perspectivas Futuras

A pesar de los beneficios, la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización de aguas residuales enfrenta desafíos, incluyendo la necesidad de inversión en infraestructura, la gestión de riesgos para la salud y la aceptación pública. Sin embargo, la creciente presión sobre los recursos hídricos y la necesidad de prácticas agrícolas más sostenibles hacen del reúso de aguas residuales una estrategia cada vez más relevante para el futuro de la sostenibilidad en el sector agroindustrial [31].

#### 3.1.3. Energías Renovables y Eficiencia Energética

##### 3.1.3.1. Uso de energía solar, eólica y biomasa

La transición hacia energías renovables representa una estrategia fundamental para combatir el cambio climático y promover una producción agrícola e industrial más sostenible. La dependencia histórica de los combustibles fósiles ha contribuido significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero y al agotamiento de los recursos naturales. Sin embargo, la adopción de fuentes de energía renovable como la solar, eólica y la biomasa ofrece un camino prometedor hacia la reducción del impacto ambiental y la mejora de la sostenibilidad en el sector agroindustrial.

##### Energía Solar en el Agroindustrial

La energía solar, aprovechada a través de sistemas fotovoltaicos y térmicos, desempeña un papel crucial en la generación de electricidad y calor para diversas operaciones dentro del sector agroindustrial, contribuyendo de manera significativa a la sostenibilidad y eficiencia energética de estas actividades. Estos sistemas no solo reducen la dependencia de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero, sino que también ofrecen soluciones económicas y ecológicas para el manejo energético en el ámbito agrícola e industrial. De acuerdo con Mekhilef et al. [32], la energía solar no solo es viable para la irrigación y el procesamiento de alimentos sino que también puede contribuir significativamente a reducir los costos energéticos.

Los sistemas fotovoltaicos convierten la luz solar directamente en electricidad mediante el uso de paneles solares compuestos por células fotovoltaicas. Esta electricidad puede utilizarse para alimentar una amplia gama de operaciones agroindustriales, desde el bombeo de agua para sistemas de riego hasta el funcionamiento de maquinaria y equipos de procesamiento de alimentos. La flexibilidad y escalabilidad de la tecnología fotovoltaica la hacen adecuada tanto para pequeñas granjas como para grandes operaciones agroindustriales. Además, los sistemas fotovoltaicos pueden instalarse en terrenos no cultivables o integrarse en estructuras existentes, como techos de invernaderos y edificios de procesamiento, maximizando el uso del espacio disponible y reduciendo los costos energéticos.

##### Energía Eólica en el Sector Agrícola

La energía eólica, capturada mediante turbinas eólicas, ofrece una solución eficiente y sostenible para satisfacer las necesidades energéticas de las granjas, incluyendo el bombeo de agua y diversas necesidades eléctricas. Este tipo de energía renovable se ha convertido en una opción cada vez más popular para el sector agrícola debido a su bajo impacto ambiental y su capacidad para reducir los costos de operación a largo plazo. Chen [31] destaca que, en áreas

con recursos eólicos adecuados, las turbinas eólicas pueden ser una solución efectiva para mejorar la autosuficiencia energética de las operaciones agrícolas.

#### Biomasa como Fuente de Energía Renovable

La biomasa, obtenida de residuos agrícolas y subproductos de la industria agroalimentaria, puede ser transformada en biocombustibles, biogás y bioelectricidad. Según Scarlat et al. [33], la utilización de biomasa no solo ayuda a gestionar los residuos de manera sostenible sino que también proporciona una fuente de energía renovable que puede ser utilizada en procesos de producción y calefacción.

#### Impacto en la Reducción de Emisiones y Sostenibilidad

La integración de energías renovables en el sector agroindustrial tiene un impacto significativo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Además, estas tecnologías ofrecen una ruta hacia la sostenibilidad energética, reduciendo la dependencia de energía externa y fomentando la resiliencia económica de las comunidades rurales [34].

### 3.2. Responsabilidad Ambiental y Certificaciones

#### 3.2.1. Certificaciones y Sellos de Sostenibilidad

##### 3.2.1.1. Certificaciones orgánicas y de comercio justo

Las certificaciones orgánicas y de comercio justo representan dos de los sistemas de certificación más influyentes en el ámbito de la sostenibilidad agroindustrial. Mientras que las certificaciones orgánicas se centran en la producción agrícola sin el uso de insumos químicos sintéticos, las certificaciones de comercio justo se enfocan en asegurar condiciones comerciales equitativas y en promover mejoras en las condiciones laborales.

#### Impacto de las Certificaciones Orgánicas

Las certificaciones orgánicas verifican que los productos han sido cultivados siguiendo prácticas agrícolas que respetan los ciclos naturales y minimizan el impacto humano sobre el medio ambiente. Willer y Lernoud [35] destacan que el mercado de productos orgánicos ha crecido significativamente, respondiendo a la demanda de los consumidores por alimentos producidos de manera sostenible. La certificación orgánica no solo mejora la biodiversidad y la salud del suelo, sino que también puede ofrecer precios premium a los productores.

#### Beneficios de las Certificaciones de Comercio Justo

Las certificaciones de comercio justo buscan mejorar las condiciones de vida de los productores y trabajadores en países en desarrollo, asegurando que reciban un precio justo por sus productos y promoviendo la inversión en proyectos comunitarios. Raynolds et al. [36] señalan que el comercio justo también enfatiza la transparencia y la trazabilidad en la cadena de suministro, contribuyendo a un mayor empoderamiento de los productores y una distribución más equitativa de los beneficios.

#### Sinergias entre Certificaciones Orgánicas y de Comercio Justo

La combinación de certificaciones orgánicas y de comercio justo representa una poderosa herramienta para promover la sostenibilidad ambiental, la equidad social y el desarrollo económico. Nicholls y Opal [37] argumentan que esta sinergia puede maximizar los beneficios tanto para los productores como para los consumidores, alineando la producción agrícola con principios éticos y ambientales.

#### Desafíos y Oportunidades

A pesar de los beneficios, la adopción de estas certificaciones enfrenta desafíos, incluyendo los costos de certificación y la necesidad de cumplir con estándares específicos. Sin embargo, las tendencias del mercado indican una oportunidad creciente para productos certificados, ya que los consumidores están cada vez más informados y preocupados por el impacto ambiental y social de sus compras [38].

### 3.3. Impacto en el Turismo Sostenible

#### 3.3.1. Atracción de Turismo mediante Prácticas Sostenibles

##### 3.3.1.1. Valorización de productos locales y experiencias auténticas

El interés por los productos locales y las experiencias auténticas refleja una demanda creciente por parte de consumidores y turistas que buscan conexiones más profundas con los lugares que visitan, priorizando la calidad, el origen y la historia detrás de los productos y servicios que consumen.

#### Impulso a la Economía Local

La valorización de productos locales beneficia directamente a las economías regionales, al promover la venta directa de productos agrícolas, artesanales y otros bienes producidos localmente. Tregear [39] destaca que los sistemas de alimentos locales y los mercados de agricultores no solo ofrecen oportunidades económicas para los productores locales, sino que también fomentan la creación de empleo en las comunidades.

#### Promoción de la Sostenibilidad Ambiental

La preferencia por productos locales y experiencias auténticas apoya prácticas agrícolas y de producción sostenibles, reduciendo la huella de carbono asociada con el transporte de larga distancia de alimentos y bienes. Willer y Lernoud [35] argumenta que esto contribuye a la conservación de los recursos naturales y promueve la biodiversidad al incentivar la producción diversificada y adaptada a las condiciones locales.

#### Fortalecimiento de la Identidad Cultural

La valorización de lo local y lo auténtico juega un papel crucial en la preservación y celebración de la identidad y las tradiciones culturales. Throsby [40] señala que el turismo cultural y la demanda de experiencias auténticas pueden incentivar la conservación del patrimonio material e inmaterial, reforzando el sentido de pertenencia y orgullo entre las comunidades locales.

#### Desafíos y Estrategias de Marketing

La promoción efectiva de productos locales y experiencias auténticas requiere estrategias de marketing innovadoras que resalten la calidad, el origen y los valores éticos y sostenibles asociados con estos productos y servicios. Pike y Page [41] sugieren que el storytelling y el marketing digital son herramientas poderosas para comunicar la autenticidad y el valor único de las experiencias locales a un público global.

## 4. Discusión

La integración de energías renovables en el sector agroindustrial representa una estrategia clave para abordar los desafíos ambientales y económicos actuales. Como se ha discutido anteriormente, la adopción de fuentes de energía limpia y sostenible, como la energía solar, eólica y biomasa, ofrece múltiples beneficios, incluyendo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático [33].

La implementación de sistemas fotovoltaicos y térmicos, así como turbinas eólicas, en las operaciones agrícolas e industriales permite la generación de electricidad y calor de manera eficiente y ambientalmente amigable [1]. Esto no solo reduce la dependencia de los combustibles fósiles, sino que también disminuye las emisiones asociadas con su uso. Además, la utilización de biomasa y biogás provenientes de residuos agrícolas y forestales ofrece una alternativa renovable para la producción de energía, reduciendo aún más las emisiones de gases de efecto invernadero [38].

La integración de estas tecnologías en el sector agroindustrial no solo tiene un impacto positivo en la reducción de emisiones, sino que también ofrece beneficios adicionales, como la diversificación de fuentes de ingresos para los agricultores, la mejora de la seguridad energética y la creación de empleo en las comunidades rurales [25]. Además, al reducir la huella de carbono de las operaciones agrícolas e industriales, se contribuye a la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

A pesar de estos beneficios, es importante reconocer que la transición hacia un modelo energético más sostenible en el sector agroindustrial puede enfrentar desafíos, como los costos iniciales de inversión, la disponibilidad de tecnología adecuada y los marcos regulatorios [30]. Sin embargo, con el apoyo adecuado de políticas gubernamentales, incentivos financieros y programas de capacitación, estas barreras pueden ser superadas, permitiendo así una adopción más amplia de las energías renovables en el sector agroindustrial.

En conclusión, la integración de energías renovables en el sector agroindustrial es fundamental para avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente [21]. Esta transición no solo beneficia a las operaciones individuales de las granjas y las industrias, sino que también contribuye de manera significativa a la mitigación del cambio climático y la protección del medio ambiente a nivel global.

## 5. Conclusión

La integración de energías renovables en el sector agroindustrial ofrece una solución prometedora para abordar los desafíos ambientales y económicos que enfrenta la agricultura moderna. A lo largo de esta discusión, hemos destacado cómo la adopción de fuentes de energía limpia y sostenible, como la energía solar, eólica y biomasa, puede proporcionar una serie de beneficios significativos.

En primer lugar, la implementación de tecnologías renovables en las operaciones agrícolas e industriales permite una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático. Esta reducción se logra al disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, que son una de las principales fuentes de emisiones en el sector.

Además de los beneficios ambientales, la integración de energías renovables también conlleva ventajas económicas y sociales. Por ejemplo, la diversificación de las fuentes de energía puede ayudar a mejorar la seguridad energética de las explotaciones agrícolas, reduciendo su dependencia de los precios volátiles de los combustibles fósiles. Asimismo, la adopción de tecnologías renovables puede generar nuevas oportunidades de empleo en el sector, especialmente en áreas rurales donde se encuentran muchas explotaciones agrícolas.

Aunque existen desafíos en la transición hacia un modelo energético más sostenible, como los costos iniciales de inversión y los marcos regulatorios, estos pueden superarse con el apoyo adecuado de políticas gubernamentales y programas de incentivos. Es fundamental que los gobiernos, las empresas y la sociedad en su conjunto trabajen juntos para promover la adopción de energías renovables en el sector agroindustrial y avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente.

**Contribución de autores:** Los autores participaron en todos los apartados del manuscrito.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Jones, M.L. *Sustainable Event Management*; Routledge, 2017;
2. Horlings, L.G.; Marsden, T.K. Towards the Real Green Revolution? Exploring the Conceptual of a New Ecological Modernisation of Agriculture That 'feed the World'. *Glob. Environ. Change* **2011**, *21*, 441–452.
3. El Bilali, H.; Strassner, C.; Ben Hassen, T. Sustainable Agri-Food Systems: Environment, Economy, Society, And. *Sustainability* **2021**, *13*, 6260.
4. UNWTO *Measuring the Sustainability of Tourism – Learning from Pilots*; 2022;
5. Gibbs, D. Sustainability Entrepreneurs, Ecopreneurs and the Development of a sustainable Economy. *Greener Manag. Int.* **2006**, 63–78.
6. Wilson, C.; Tisdell, C. Why Farmers Continue to Use Pesticides despite Environmental, Health and Sustainability Costs. *Ecol. Econ.* **2001**, *39*, 449–462.
7. Hardy, A.; Beeton, R.J.S.; Pearson, L. Sustainable Tourism: An Overview of the Concept and Its position in Relation to Conceptualisations of Tourism. *J. Sustain. Tour.* **2002**, *10*, 475–496.
8. Hall, C.M. Framing Behavioural Approaches to Understanding and Governing Tourism Consumption: Beyond Neoliberalism, "nudging" and "green Growth"? *J. Sustain. Tour.* **2013**, *21*, 1091–1109.
9. Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. The Adaptation and Mitigation Potential of Traditional in a Changing Climate. *Clim. Change* **2017**, *140*, 33–45.

10. Intergovernmental Panel on Climate Change *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Summary Policymakers and Technical Summary: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; 2011;
11. Pretty, J.; Bharucha, Z. Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* **2015**, *6*, 152–182.
12. Molden, D.; Oweis, T.; Steduto, P.; Bindraban, P.; Hanjra, M.A.; Kijne, J. Improving Agricultural Water Productivity: Between Optimism And. *Agric. Water Manag.* **2010**, *97*, 528–535.
13. Jimenez, B.; Asano, T. Water Reuse: An International Survey of Current Practice, issues and Needs. *Water Intell. Online* **2015**, *7*, 9781780401881–9781780401881.
14. Levine, A. *Energy efficiency in agriculture: An overview of energy audits on farms*; 2012;
15. Reganold, J.P.; Wachter, J.M. Organic Agriculture in the Twenty-First Century. *Nat. Plants* **2016**, *2*.
16. Pimentel, D.; Hepperly, P.; Hanson, J.; Douds, D.; Seidel, R. Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and conventional Farming Systems. *Bioscience* **2005**, *55*, 573.
17. Gattinger, A.; Muller, A.; Haeni, M.; Skinner, C.; Fliessbach, A.; Buchmann, N.; Mäder, P.; Stolze, M.; Smith, P.; Scialabba, N.E.–H.; et al. Enhanced Top Soil Carbon Stocks under Organic Farming. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2012**, *109*, 18226–18231.
18. Bengtsson, J.; Ahnström, J.; Weibull, A.–C. The Effects of Organic Agriculture on Biodiversity and Abundance: A Meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* **2005**, *42*, 261–269.
19. Jose, S. Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits: An Overview. *Agrofor. Syst.* **2009**, *76*, 1–10.
20. Lin, B.B. Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive for Environmental Change. *Bioscience* **2011**, *61*, 183–193.
21. Bhagwat, S.A.; Willis, K.J.; Birks, H.J.B.; Whittaker, R.J. Agroforestry: A Refuge for Tropical Biodiversity? *Trends Ecol. Evol.* **2008**, *23*, 261–267.
22. Barzman, M.; Bärberi, P.; Birch, A.N.E.; Boonekamp, P.; Dachbrodt-Saaydeh, S.; Graf, B.; Hommel, B.; Jensen, J.E.; Kiss, J.; Kudsk, P.; et al. Eight Principles of Integrated Pest Management. *Agron. Sustain. Dev.* **2015**, *35*, 1199–1215.
23. Lal, R. Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability* **2015**, *7*, 5875–5895.
24. FAO *The future of food and agriculture – Trends and challenges*; 2017;
25. Playán, E.; Mateos, L. Modernization and Optimization of Irrigation Systems to Increase Productivity. *Agric. Water Manag.* **2006**, *80*, 100–116.
26. Critchley, W.; Siegert, K.; Chapman, C. *Water Harvesting*; 1991;
27. Kijne, J.; Barker, R.; Molden, D. *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities For*. CABI Publishing: Wallingford, Inglaterra, 2003;
28. Postel, S.L. Entering an Era of Water Scarcity: The Challenges Ahead. *Ecol. Appl.* **2000**, *10*, 941.
29. Angelakis, A.N.; Marecos Do Monte, M.H.F.; Bontoux, L.; Asano, T. The Status of Wastewater Reuse Practice in the Mediterranean: Need for Guidelines. *Water Res.* **1999**, *33*, 2201–2217.
30. Ciobanu, R.; Teodosiu, C.; Almeida Cecilia M V B and Agostinho, F.; Giannetti, B.F. Sustainability Analysis of a Municipal Wastewater Treatment plant through Emery Evaluation. *Sustainability* **2022**, *14*, 6461.
31. Chen, M.–H.; Lin, Y.–T. A Case Study of Wind Farm Re-Powering. In Proceedings of the 2023 IEEE 5th Eurasia Conference on Biomedical Engineering, Healthcare and Sustainability; MDPI: Basel Switzerland, 2023.
32. Mekhilef, S.; Saidur, R.; Safari, A. A Review on Solar Energy Use in Industries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2011**, *15*, 1777–1790.
33. Scarlat, N.; Dallemand, J.–F.; Monforti-Ferrario, F.; Nita, V. The Role of Biomass and Bioenergy in a Future Bioeconomy: Policies and Facts. *Environ. Dev.* **2015**, *15*, 3–34.
34. Goldemberg, J.; Teixeira Coelho, S. Renewable Energy—Traditional Biomass vs. Modern Biomass. *Energy Policy* **2004**, *32*, 711–714.
35. Willer, H.; Lernoud, J. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019*; FiBL & IFOAM, 2019;
36. Raynolds, L.T.; Murray, D.; Heller, A. Regulating Sustainability in the Coffee Sector: A Comparative of Third-Party Environmental and Social Certification. *Agric. Human Values* **2007**, *24*, 147–163.
37. Nicholls, A.; Opal, C. *Fair Trade: Market-Driven Ethical Consumption*; SAGE Publications: Thousand Oaks, CA, Estados Unidos de América, 2005;
38. Jaffee, D. *Brewing Justice: Fair Trade Coffee, Sustainability, and Survival*; University of California Press: Berkeley, CA, Estados Unidos de América, 2014;
39. Tregear, A. Progressing Knowledge in Alternative and Local Food Networks: Critical Reflections and a Research Agenda. *J. Rural Stud.* **2011**, *27*, 419–430.
40. Throsby, D. *Economics and Culture*; Cambridge University Press: Cambridge, Inglaterra, 2000;

41. Pike, S.; Page, S.J. Destination Marketing Organizations and Destination Marketing: A Analysis of the Literature. *Tour. Manag.* **2014**, *41*, 202–227.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>