

IMPACTO DE LA AGROINDUSTRIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN ECUADOR

IMPACT OF AGRIBUSINESS ON ECONOMIC DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN ECUADOR

	¹ Daysi Lorena Caiza López *	dl.caizal@uea.edu.ec
	² Jimmy Fredy Shiguango Grefa	jf.shiguangog@uea.edu.ec
	³ Elsa Flor Ordoñez Bravo	eordonez@uea.edu.ec
	⁴ Marco Andrés Quishpe Mejía	mquishpem5@unemi.edu.ec

^{1,2,3} Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo, Ecuador.

⁴ Universidad Estatal de Milagro, Posgrado, Milagro, Ecuador.

E-mail: * dl.caizal@uea.edu.ec

RESUMEN

La agroindustria en Ecuador es un pilar económico, que representa cerca del 8% del Producto Interno Bruto y genera empleo a nivel nacional. No obstante, su expansión genera importantes desafíos ambientales, ya que las prácticas agrícolas intensivas afectan la biodiversidad y los recursos naturales. Este estudio analizó el impacto de la agroindustria en el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental del país, proponiendo recomendaciones para políticas más equilibradas. Se utilizó un diseño no experimental y descriptivo-correlacional, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Se realizó una revisión sistemática de literatura en bases de datos académicas, seleccionando estudios relevantes entre 2014 y 2024, y se complementaron con datos de fuentes gubernamentales. La investigación evidenció que, aunque la agroindustria contribuye significativamente a la economía, también presenta riesgos ambientales considerables. Se identificaron problemas como la contaminación del agua y la degradación del suelo, atribuibles al uso intensivo de agroquímicos. Además, la distribución de beneficios económicos es desigual, afectando a pequeños productores. Se requiere implementar políticas que equilibren el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental. Es esencial promover prácticas agrícolas sostenibles, mejorar el acceso a financiamiento para pequeños productores y adoptar tecnologías limpias. Fomentar un enfoque integral permitirá asegurar la sostenibilidad del sector agroindustrial en Ecuador, beneficiando tanto la economía como el medio ambiente a largo plazo.

Palabras clave: Agroecología, Economía circular, Manejo de recursos, Innovación tecnológica.

ABSTRACT

The agroindustry in Ecuador is a key economic pillar, accounting for approximately 8% of the Gross Domestic Product and generating employment nationwide. However, its expansion presents significant environmental challenges, as intensive agricultural practices impact biodiversity and natural resources. This study analyzes the impact of the agroindustry on the country's economic development and environmental sustainability, proposing recommendations for more balanced policies. A non-experimental, descriptive-correlational design was employed, combining quantitative and qualitative methods. A systematic literature review was conducted using academic databases, selecting relevant studies from 2014 to 2024, and was complemented with data from governmental sources. The findings indicate that while the agroindustry significantly contributes to the economy, it also poses considerable environmental risks. Issues such as water pollution and soil degradation, largely due to the intensive use of agrochemicals, were identified. Additionally, the unequal distribution of economic benefits disproportionately affects small producers. There is an urgent need for policies that balance economic development with environmental sustainability. Promoting sustainable agricultural practices, improving access to financing for small producers, and adopting clean technologies are essential steps. Encouraging a comprehensive approach will help ensure the long-term sustainability of Ecuador's agroindustrial sector, benefiting both the economy and the environment.

Keywords: Agroecology, Circular economy, Resource management, Technological innovation.

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria en Ecuador ha emergido como un sector clave en la economía nacional, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) y generando empleo en diversas regiones del país. Según el Banco Central del Ecuador, este sector representa aproximadamente el 8% del PIB, lo que demuestra su importancia económica y su impacto en la generación de empleo y en las exportaciones del país (1). En términos de valor agregado bruto, el sector ha mostrado un crecimiento continuo y se mantiene como un componente clave de la economía nacional, impulsado principalmente por la producción y exportación de productos como banano, cacao y café; los cuales también registraron un incremento en volumen exportado durante los últimos años. Sin embargo, el crecimiento de la agroindustria también plantea desafíos importantes en términos de sostenibilidad ambiental, dado que prácticas agrícolas intensivas pueden llevar a la degradación de los recursos naturales y a la pérdida de biodiversidad.

En Ecuador, se ha vinculado la producción agrícola intensiva con varias repercusiones medioambientales, como la deforestación, la disminución de la biodiversidad y la degradación del suelo y del agua. Estos impactos adversos son especialmente destacados en cultivos como el plátano, cuyo cultivo aporta de manera significativa a la huella de carbono y al uso de agua, agravando los retos medioambientales en el país (2). Pese a los intentos por la sostenibilidad, un porcentaje considerable de la producción continúa apoyándose en prácticas tradicionales que agudizan estos efectos adversos, lo que resalta la imperiosa necesidad de progresar hacia modelos de producción más sustentables.

El gobierno de Ecuador ha establecido políticas en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la finalidad de impulsar una producción más consciente y estimular el cambio hacia una economía sustentable. No obstante, investigaciones recientes indican que, pese a que hay un marco jurídico que respalda el desarrollo sostenible en la agroindustria, la aplicación efectiva de estas políticas continúa siendo restringida y se topa con obstáculos como la escasez de recursos y el limitado acceso a mercados especializados para productos certificados (3,4). Además, la escasa adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la agroforestería y la agricultura de conservación, limita tanto los beneficios potenciales para el medio ambiente como la rentabilidad a largo plazo (5).

Una de las estrategias prometedoras en la agroindustria

de Ecuador ha sido la agroforestería, especialmente en la producción de cacao en la Amazonía de Ecuador, esta práctica ha demostrado ser provechosa en cuanto a eficiencia energética y disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (6). El cultivo de cacao mediante sistemas agroforestales ha posibilitado optimizar el rendimiento ambiental sin poner en riesgo considerable la rentabilidad, al mismo tiempo que favorece la preservación de los ecosistemas locales.

A su vez, en el marco de la bioeconomía circular, se han investigado tecnologías de refinación de segunda generación destinadas a disminuir los desechos y fomentar prácticas de cero residuos, lo que abre la vía a modelos industriales más sostenibles y competitivos a nivel mundial (7). Sin embargo, el actual modelo económico continúa enfrentando retos estructurales, tales como el acceso restringido a servicios financieros y la fragilidad de los productores de pequeña escala, quienes a menudo son marginados de las ganancias económicas producidas por las grandes cadenas de valor. Estos impedimentos complican la implementación de prácticas sustentables entre los agricultores de pequeña escala, que son vitales para la sostenibilidad de la industria y la conservación de los recursos naturales.

El propósito de este estudio es analizar el impacto de la agroindustria en el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental de Ecuador, formulando recomendaciones para políticas que fomenten un desarrollo equilibrado y sostenible. Se espera que los hallazgos de este estudio enriquezcan el debate sobre la transición hacia sistemas de producción más sostenibles y equitativos, promoviendo un enfoque integral que beneficie tanto a la economía como al medio ambiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio empleó un diseño de investigación no experimental y descriptivo-correlacional para analizar el impacto de la agroindustria en el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental de Ecuador. Se optó por un enfoque mixto dado la complejidad de la temática, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Además, se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo los lineamientos PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

La revisión sistemática de literatura se realizó mediante búsquedas exhaustivas en las principales bases de datos científicas: Scopus, Web of Science y Google Scholar.

La estrategia de búsqueda se centró en publicaciones del período 2014-2024, empleando una combinación estructurada de palabras clave vinculadas a cuatro ejes temáticos principales: agroindustria, desarrollo económico, sostenibilidad ambiental y Ecuador.

Para la selección de los estudios se aplicaron criterios rigurosos de inclusión y exclusión, considerando:

- La relevancia y pertinencia temática en relación con los objetivos de investigación
- El rigor metodológico y la calidad de los hallazgos presentados
- La vigencia y actualidad de los datos y conclusiones
- La tipología documental, priorizando artículos originales y revisiones sistemáticas
- El marco temporal establecido (2014-2024)

Para robustecer el análisis y obtener una perspectiva más integral, se incorporaron datos de fuentes institucionales gubernamentales oficiales como:

- Banco Central del Ecuador (BCE)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP)

Estos datos incluyeron series temporales económicas, indicadores ambientales y estadísticas sectoriales, los cuales permitieron complementar la visión cualitativa con una perspectiva numérica sobre la evolución y el estado actual del sector.

Para la recolección y organización sistemática de la información, se emplearon dos instrumentos principales:

Matriz de extracción de datos

- Estructura: se diseñó una matriz de extracción de datos semiestructurada para registrar sistemáticamente información clave de cada artículo, como autor, año de publicación, metodología, resultados principales y conclusiones.
- Validación: validada por dos expertos en el tema para garantizar su fiabilidad y consistencia.

Guía de análisis documental

- Propósito: sistematización del proceso de extracción de información de fuentes oficiales

- Componentes: categorías predefinidas para clasificación de datos según variables de estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del impacto de la agroindustria en Ecuador revela una intrincada conexión entre su aporte económico y los retos medioambientales. Aunque el sector es vital para la economía nacional, la investigación muestra que el desarrollo económico promovido por la agroindustria presenta considerables peligros de deterioro ambiental, especialmente a causa de prácticas de agricultura intensiva.

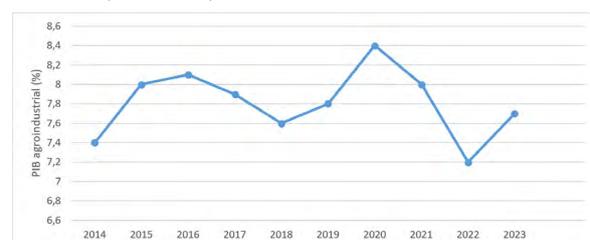
Impacto económico de la agroindustria en Ecuador

En Ecuador, la agroindustria, es un elemento esencial del Producto Interno Bruto y de las exportaciones. No solo estos cultivos producen ingresos considerables, sino que también generan puestos de trabajo en zonas rurales, brindando estabilidad económica a las comunidades locales. No obstante, de acuerdo con investigaciones recientes, aún existen retos significativos en la repartición justa de las ganancias económicas. La cadena de valor beneficia excesivamente a las grandes compañías, mientras que los productores de pequeña escala se encuentran con restricciones en su acceso a financiación y mercados competitivos (8).

Contribución de la agroindustria al PIB

En la Figura 1, se muestra la evolución del PIB agroindustrial de Ecuador desde 2014 hasta 2023. Se observa que el porcentaje del PIB agroindustrial ha fluctuado a lo largo de estos años, con un rango aproximado entre el 7% y el 8%. Después de alcanzar su punto más alto en 2019, el indicador ha experimentado un descenso gradual hasta llegar a alrededor del 7.5% en 2023. Esta información permite analizar la importancia relativa de la agroindustria en la economía ecuatoriana y su desempeño a lo largo del tiempo.

Figura 1. Contribución del sector agroindustrial al PIB de Ecuador (2014-2023).



Fuente: Elaboración propia de los autores basada en datos del Banco Mundial (2024).

Exportaciones agroindustriales

La industria florística ha demostrado una significativa expansión en el mercado global, estableciéndose como uno de los cimientos de la economía agroindustrial. A pesar de que las exportaciones de flores han sido temporalmente impactadas por la pandemia, han mostrado una recuperación paulatina, lo que resalta la capacidad de resistencia del sector frente a retos mundiales (9). Además, los cultivos más relevantes en términos de exportación son el banano, cacao y café. En 2022, estos productos generaron ingresos superiores a los \$3,000 millones, con el banano a la cabeza como el principal producto de exportación no petrolero del país (10).

En 2023, las exportaciones de bienes agroindustriales llegaron a 8,400 millones de dólares, en contraste con las importaciones que ascendieron a 1,300 millones, lo que generó un excedente comercial de 7,100 millones de dólares (11). Los principales productos agroindustriales de exportación de Ecuador fueron liderados por los camarones, el banano, y el cacao. La exportación de camarones aumentó un 23%, consolidándose como uno de los productos más relevantes en el sector. El banano, tradicionalmente fuerte en exportaciones ecuatorianas, también registró un crecimiento notable del 14% durante el mismo año. Asimismo, el cacao experimentó un incremento del 35% en comparación con años anteriores, impulsado por la demanda internacional de este producto de alta calidad (12).

También en el año 2023, los productos en auge como la pitahaya y la uvilla adquirieron relevancia, experimentando incrementos del 73% y 174% respectivamente, fomentando la diversificación de las exportaciones de Ecuador en la industria de frutas exóticas. Estos hallazgos evidencian el robustecimiento de Ecuador en el mercado mundial de productos agroindustriales, principalmente debido a convenios comerciales recientes y la creación de nuevas vías de exportación hacia mercados como el asiático (13).

Generación de empleo y distribución del ingreso

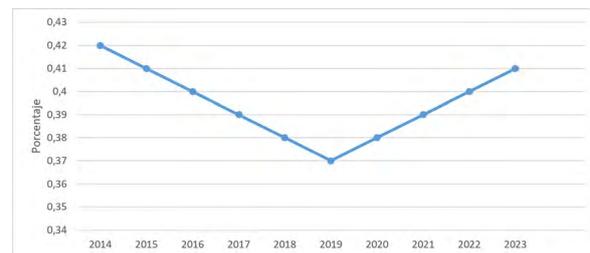
El sector agroindustrial representa una importante fuente de trabajo, particularmente en zonas rurales, contribuyendo a disminuir la pobreza y elevar el estándar de vida de las comunidades. Específicamente, las plantaciones de bananas y cacao demandan un alto número de trabajadores, lo que ha simplificado el acceso a la actividad laboral para miles de individuos en áreas rurales (14). Esta tendencia ha impulsado un constante flujo de dinero en estas zonas, produciendo

ingresos que favorecen la economía local y robustecen el consumo interno. El efecto del trabajo producido por la agroindustria es significativo, pues fomenta un crecimiento económico inclusivo, favoreciendo a las comunidades más desprotegidas del país.

Según la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) en 2023, la agricultura y las actividades relacionadas ocupan un papel crucial en la economía rural de Ecuador, representando aproximadamente el 30% del empleo rural y generando más de 1.5 millones de puestos de trabajo directos e indirectos (15).

En la Figura 2, se muestra la evolución del índice de Gini, un indicador que mide la desigualdad en la distribución del ingreso, en el contexto de la agroindustria en Ecuador. Es notable que ha disminuido gradualmente desde 2014, pasando de 0.42 a 0.41 en 2023, lo que indica una mejora en la distribución del ingreso en este sector durante el período analizado.

Figura 2. Índice de Gini en el sector agroindustrial de Ecuador (2014-2023).



Fuente: Elaboración propia de los autores basada en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023).

Impacto ambiental de la agroindustria en Ecuador

En Ecuador, la agroindustria, particularmente en áreas de producción intensiva como el plátano, el cacao y otros productos de exportación, ha provocado importantes impactos ambientales. Las prácticas de agricultura comercial abarcan el empleo masivo de productos químicos, la producción de desechos y la explotación intensiva de los recursos naturales, lo que repercute de manera adversa en la calidad del suelo, el agua, el aire y la biodiversidad de la nación.

Contaminación del agua

La contaminación hídrica representa uno de los impactos ambientales más críticos asociados al sector agroindustrial ecuatoriano. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería en 2023, aproximadamente el 30% de los recursos hídricos del país presentan

niveles significativos de contaminación derivados de las actividades agropecuarias intensivas. Esta problemática se origina principalmente por el uso intensivo de agroquímicos, cuyos residuos se lixivian hacia los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Al respecto, la situación es particularmente alarmante en las zonas de alta producción agrícola, donde la concentración de pesticidas y fertilizantes en los ecosistemas acuáticos excede los límites permisibles, comprometiendo tanto la integridad ecológica como la salud de las poblaciones humanas circundantes (16).

La descarga de aguas residuales provenientes de las operaciones agroindustriales también contribuye de manera significativa a la contaminación del agua. Frecuentemente, las industrias agroalimentarias carecen de sistemas adecuados para el tratamiento de estos efluentes, lo que provoca la emisión de contaminantes directamente a los cuerpos de agua. Esta situación se agrava en las zonas rurales, donde la infraestructura para la purificación de aguas es escasa o inexistente (17).

Un aspecto crítico es la presencia de metales pesados como plomo, cadmio y mercurio en los recursos hídricos. Estos contaminantes, liberados por actividades agroindustriales, tienen la capacidad de bioacumularse en la cadena alimenticia, afectando tanto a la fauna acuática como a los consumidores finales (18). En la provincia de Manabí, documentaron cómo la gestión inadecuada de aguas residuales ha impactado negativamente en la biodiversidad local y elevado los riesgos sanitarios en comunidades cercanas (19).

La aplicación de pesticidas y abonos en plantaciones extensivas, como las de plátano y arroz, es uno de los principales factores de contaminación del agua en Ecuador. En una investigación llevada a cabo en la cuenca del río Guayas, se descubrió que el 60% de las estaciones de muestreo tenían restos de pesticidas, lo que perjudicaba la calidad de las aguas superficiales. Los productos identificados comprenden cadusafos y butacloro, que a menudo se vinculan con la producción de bananas y arroz. Se hallaron estos contaminantes en niveles que exceden los límites permitidos y están asociados con elevados niveles de amonio, lo que indica una utilización combinada de pesticidas y fertilizantes en las zonas agrícolas (20).

La concentración de agroquímicos en los cuerpos acuáticos no solo pone en riesgo la calidad del agua para consumo, sino también la biodiversidad acuática y la salud de las personas. Una investigación realizada en los ríos de Ecuador reveló que diversos ríos, incluyendo el Guayas y el Machángara, poseen

altos niveles de *E. coli* y otros coliformes, además de contaminantes químicos y metales pesados como el cobre y el zinc, producto de prácticas agrícolas y la ausencia de un tratamiento apropiado de las aguas residuales (21). Estos contaminantes constituyen un peligro considerable para la salud, particularmente en comunidades que se apoyan en estos recursos acuáticos para el consumo doméstico y actividades de ocio.

Las consecuencias en la salud pública son evidentes: se ha documentado un incremento en enfermedades gastrointestinales y otras patologías asociadas a la calidad degradada del agua (22). Esta problemática constituye un desafío urgente que requiere atención inmediata por parte de las autoridades sanitarias y ambientales del Ecuador.

Degradación y contaminación del suelo

La erosión del suelo en las zonas agrícolas de Ecuador es un factor clave en la degradación del suelo. En las pendientes de la región andina, el cultivo de maíz ha exacerbado esta situación, provocando erosión severa y pérdida de materia orgánica, lo cual reduce la fertilidad del suelo y aumenta la vulnerabilidad de estas áreas a deslizamientos de tierra (23). Adicionalmente, en el cantón de Yaguachi, el problema de la salinidad del suelo es considerable, reduciendo la productividad de las cosechas de arroz a causa de un incremento en la conductividad eléctrica del suelo y una mala calidad del agua para el riego (24).

En los cultivos de arroz en Guayas, los niveles de cadmio (Cd) y plomo (Pb) no superan los límites sugeridos. Sin embargo, un elevado porcentaje de cadmio se halla en la fracción soluble del suelo, lo que indica que podría ser absorbido con facilidad por las plantas y, en consecuencia, integrarse en la cadena alimenticia (25). Igualmente, en la producción de cacao, la elevada capacidad de absorción de cadmio en los terrenos de Ecuador supone un peligro para la producción sostenible de este producto, dado que el cadmio presente en los granos supera los niveles permitidos en ciertas áreas, impactando tanto a los productores como a los consumidores (26).

Otro elemento que ha intensificado el deterioro de los terrenos en Ecuador es la ampliación de la frontera agrícola, particularmente en áreas de bosque tropical y ecosistemas vulnerables. La transformación de bosques y humedales en zonas de cultivo ha provocado la reducción de la cobertura de vegetación, la reducción de la materia orgánica y la modificación de los ciclos biogeoquímicos, lo que ha impulsado los

procesos de erosión y desertificación en ciertas áreas del país (27).

Emisiones de gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son los causantes del cambio climático, un suceso que impacta de forma notable a los ecosistemas y a las comunidades humanas. De acuerdo con algunos estudios, la agroindustria de Ecuador produce un porcentaje considerable de emisiones de gases de efecto invernadero debido al empleo intensivo de recursos agrícolas, manejo ineficaz de recursos y transporte de productos hacia los mercados globales. Las principales fuentes de estas emisiones fueron los productos agrícolas utilizados (37.7%), el consumo de energía eléctrica (13.3%) y el uso de combustibles fósiles (10.95%) (28). Adicionalmente, Ecuador ha ratificado su compromiso con objetivos internacionales de disminución de emisiones a través de tratados como el Acuerdo de París. Esto ha provocado un aumento en el interés por detectar las fuentes de emisión más esenciales en su industria agrícola e instaurar tecnologías y prácticas más sustentables.

Ecuador se posiciona como el tercer principal exportador de cacao a nivel global. La industria agropecuaria del cacao en la nación también aporta de manera considerable a las emisiones de gases de efecto invernadero. En un estudio de la cadena de producción, se detectó que las emisiones varían entre 2.49 y 2.82 kg de CO₂eq/kg de cacao. Las fases de producción agrícola (66.5%) y de transporte (15%) son las más ricas en emisiones, destacando las fases de producción agrícola (66.5%) y de transporte (15%). El banano representa otra de las principales exportaciones agrícolas de Ecuador. Un estudio reciente estimó que la huella de carbono del banano convencional es de 1.28 kg de CO₂eq por kilogramo de fruta, mientras que la del banano orgánico es ligeramente menor (1,12 kg de CO₂eq/kg). Los fertilizantes químicos y el transporte son los principales contribuyentes a estas emisiones. Conjuntamente, la producción tecnificada tiende a generar mayores emisiones debido al uso intensivo de insumos como fertilizantes y sistemas de riego. Sin embargo, la implementación de prácticas orgánicas ha mostrado potencial para reducir la huella de carbono en esta cadena productiva.

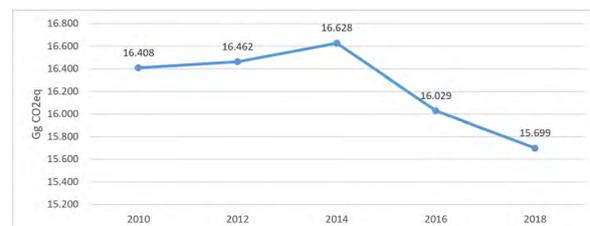
Las zonas andinas de Ecuador, que se caracterizan por la prevalencia de cultivos como la papa, la leche y los productos de subsistencia, enfrentan desafíos únicos. Una investigación que analizó las emisiones agrícolas en estas áreas determinó que la aplicación excesiva de fertilizantes y la ausencia de rotación de cultivos

contribuyen a una elevada emisión de gases de efecto invernadero, además de provocar problemas como la erosión del terreno (29).

Según el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI) del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador (MAATE), el sector agrícola representa aproximadamente el 36% de las emisiones totales de GEI del país. Las principales fuentes de estas emisiones en la agroindustria incluyen la deforestación, el uso de fertilizantes nitrogenados, la gestión del estiércol y la producción de cultivos como el cacao y el banano.

En la Figura 3, se muestra la evolución del G/G CO₂eq (emisiones de gases de efecto invernadero) a lo largo de los años 2010, 2012, 2014, 2016 y 2018. Se observa que los valores fluctúan a lo largo de este período, con un pico en 2014 de 16,628 G/G CO₂eq y un descenso posterior hasta llegar a 15,699 G/G CO₂eq en 2018. Esto sugiere que ha habido esfuerzos por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los últimos años, aunque aún queda trabajo por hacer para lograr una disminución sostenida y significativa. La imagen proporciona una perspectiva general de la tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero en este período, lo cual es relevante para comprender los desafíos y avances en la lucha contra el cambio climático.

Figura 3. Emisiones GEI del sector Agricultura (2010-2018).



Fuente: Elaboración propia de los autores basada en datos del MAATE (2022).

Por otro lado, en la Tabla 1 se presenta un desglose detallado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por categorías, subcategorías y tipos de gases expresados en Gg en el año 2018. Los datos muestran que la categoría Cultivo de estiércol es la que genera la mayor cantidad de emisiones, con un 63.81% del total. Dentro de esta, la fermentación entérica es la actividad más relevante, aportando el 60.97% de las emisiones totales. Por otro lado, las Fuentes agregadas y fuentes de emisión No CO₂ de la tierra representan el 36.20% de las emisiones, siendo las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados la subcategoría más significativa con el 24.36%.

Tabla 1. Distribución de emisiones de GEI correspondiente al año 2018 por categorías, subcategorías y tipos de gases expresados en Gg (gigagramo).

Categoría	Subcategorías	Emisiones de GEI Gg CO ₂ -eq	Porcentaje (%)
Fuentes agregadas y fuentes de emisión No CO ₂ de la tierra	Quema de biomasa en tierras de cultivo	21.97	0.14
	Aplicación de cal (encalado)	47.08	0.30
	Aplicación de urea	186.77	1.19
	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados	3,823.23	24.36
	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	1,065.67	6.79
	Emisiones indirectas de N ₂ O de la gestión de estiércol	106.72	0.68
	Cultivo de estiércol	430.03	2.74
	Sub total	5,681.48	36.20
Cultivo de estiércol	Fermentación entérica	9,572.64	60.97
	Gestión de estiércol	445.32	2.84
	Sub total	10,017.96	63.81
	TOTAL	15,699.44	100

Fuente: Elaboración propia de los autores basada en datos del MAATE (2022).

Gestión de residuos sólidos

La producción agroindustrial de Ecuador produce una gran cantidad de desechos, lo que constituye una oportunidad para la creación de soluciones sustentables. De acuerdo con investigaciones, se calcula que anualmente se generan cerca de 2,200 millones de kilogramos de residuos, los cuales se distinguen por su elevado contenido de materiales lignocelulósicos y almidón (30). Estas características transforman estos desechos en un recurso posible para la producción de bioplásticos y otros materiales de origen biológico, que podrían sustituir a los plásticos tradicionales provenientes del petróleo.

No obstante, a pesar de este potencial, hay varios retos que restringen la utilización eficaz de estos recursos. La ausencia de infraestructura apropiada y de tecnologías de valorización constituye un impedimento significativo. En la actualidad, muchos de estos desechos agroindustriales acaban siendo descartados o mal utilizados, lo que implica una pérdida de oportunidades para crear valor añadido y aportar a una economía más circular y sustentable.

En áreas concretas como el cantón Machala, los desechos agroquímicos provenientes de la producción de bananas representan un reto considerable. La administración ineficiente de estos residuos ha

provocado contaminación en el suelo, agua y aire, con peligros vinculados a la salud de las personas. A través de tácticas como cuestionarios y análisis situacionales, se han establecido planes para optimizar la recolección y destino final de estos desechos, respetando las regulaciones medioambientales (31).

El sector agroindustrial de Ecuador, especialmente las industrias de flores y producción de bananas, produce una gran cantidad de desechos plásticos, lo que supone un reto ambiental significativo (32). Estos plásticos, empleados en diferentes usos como empaquetado, invernaderos y sistemas de riego, acaban acumulando y contaminando el medio ambiente cuando finalizan su ciclo de vida. La ausencia de sistemas eficaces de recolección, reciclaje y manejo de estos desechos plásticos intensifica la situación. Numerosos de estos residuos acaban en terrenos, ríos y mares, lo que favorece el deterioro de los ecosistemas y la polución de los recursos acuáticos.

Estrategias y recomendaciones

El éxito de la agroindustria en Ecuador estará condicionado a una estrategia unificada que fusione: innovación tecnológica, capacitación continua y políticas públicas beneficiosas. Estas tácticas promoverán un desarrollo económico inclusivo y simultáneamente asegurará la sostenibilidad del

medio ambiente a largo plazo. Considerando tanto el desarrollo económico como la sostenibilidad ambiental, se proponen las siguientes estrategias y recomendaciones para abordar los desafíos de la agroindustria en Ecuador:

Promover la transición hacia una agricultura sostenible

- Promover la implementación de prácticas agroecológicas tales como la agroforestería, la agricultura sustentable y la producción orgánica.
- Promover la utilización eficaz de recursos, la disminución de agroquímicos y la gestión conjunta de plagas y enfermedades.
- Impulsar la investigación y evolución de tecnologías ecológicas para la industria agroalimentaria.

Optimizar la administración de recursos acuáticos y el control de la contaminación

- Poner en marcha sistemas de gestión de aguas residuales agroindustriales.
- Controlar y supervisar la aplicación de agroquímicos para evitar la polución de cuerpos de agua.
- Fomentar métodos de irrigación eficaz y reciclaje de agua en las actividades agroindustriales.

Potenciar la economía circular y el aprovechamiento de desechos

- Implementar infraestructura y tecnologías destinadas al reciclaje y uso de desechos agroindustriales.
- Promover el estudio y creación de bioplásticos y otros bioproductos basados en residuos.
- Establecer estímulos y normativas que fomenten la reducción, reutilización y reciclaje de desechos.

Disminuir la liberación de gases de efecto invernadero

- Fomentar el uso eficiente de energías renovables en las actividades agroindustriales.
- Es fundamental respaldar la implementación de estrategias de gestión de suelos y estiércol que disminuyan las emisiones de metano y óxido nítrico.
- Implementar sistemas de compensación de carbono y programas de estímulo para la reducción de emisiones.

Potenciar la equidad e inclusión en la cadena de valor

- Promover la disponibilidad de pequeños y medianos productores de servicios financieros, ayuda técnica y mercados especializados.
- Fomentar sistemas de acreditación y etiquetas de

sostenibilidad que favorezcan a los productores de la zona.

- Promover la conversación y la implicación de las comunidades en las decisiones relacionadas con el desarrollo agroindustrial.

Optimizar el marco normativo y la gobernabilidad

- Implementar y fortalecer las regulaciones medioambientales y de aprovechamiento de recursos naturales en el sector agroindustrial.
- Garantizar la implementación eficaz de las normativas mediante un sistema de vigilancia y penalizaciones.
- Fomentar la colaboración entre instituciones y la articulación entre los distintos participantes del sector.

5. CONCLUSIONES

El análisis del impacto de la agroindustria en Ecuador revela una relación compleja entre su aporte económico y los desafíos ambientales que enfrenta. La agroindustria se consolida como un sector clave para el desarrollo del país, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB), la generación de empleo y las exportaciones. Sin embargo, persisten desigualdades en la distribución de los beneficios económicos, afectando especialmente a los pequeños productores, quienes enfrentan dificultades en el acceso a financiamiento y mercados competitivos.

Desde el punto de vista ambiental, la expansión agroindustrial ha provocado efectos adversos, entre ellos la contaminación del agua, la degradación del suelo y el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero. La aplicación intensiva de agroquímicos ha deteriorado la calidad del agua, con impactos negativos tanto en la biodiversidad como en la salud humana. Asimismo, la deforestación asociada con la ampliación de la frontera agrícola ha reducido la cobertura vegetal y alterado los ciclos biogeoquímicos, exacerbando la erosión del suelo y la pérdida de fertilidad. En términos de emisiones de carbono, las prácticas agrícolas tradicionales generan altos niveles de contaminación, destacando la necesidad de adoptar estrategias más sostenibles y tecnológicamente avanzadas.

Ante estos desafíos, se hace imprescindible la implementación de políticas públicas que fomenten un equilibrio entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. Es fundamental promover modelos de producción agroindustrial más eficientes y responsables, incorporando tecnologías limpias,

el manejo sostenible de los recursos naturales y la diversificación de cultivos. Asimismo, se recomienda fortalecer el acceso de los pequeños productores a créditos y mercados internacionales, garantizando una distribución más equitativa de los beneficios generados por el sector.

Finalmente, se sugiere profundizar en futuras investigaciones que aborden el impacto de la agroindustria desde una perspectiva integral, considerando enfoques interdisciplinarios que permitan desarrollar estrategias de mitigación y adaptación frente a los efectos ambientales. Solo a través de un enfoque equilibrado e inclusivo será posible garantizar la sostenibilidad del sector agroindustrial en Ecuador, asegurando su contribución al bienestar económico y ecológico del país en el largo plazo.

6. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal Amazónica y a la Universidad Estatal de Milagro.

7. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este documento manifiestan no presentar ningún conflicto de intereses.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Banco Central del Ecuador. Cuentas nacionales trimestrales. 2023. Resultados del IV trimestre del 2023. Series Original y Ajustada, encadenadas de volumen con año de referencia 2018. Disponible en: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/informacioneconomica/cuentasnacionales/ix_cuentasnacionalestrimestrales.html#
2. Elbehri A, Calberto G, Staver C, Hospido A, Skully D. Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador. Organización De Las Naciones Unidas Para la Agricultura y La Alimentación (FAO). 2015; Disponible en: <https://n9.cl/92217>
3. Requelme N, Afonso A. The Alignment between Agricultural Policy and the SDGs: Zero Hunger and Responsible Production and Consumption in Ecuador. el 15 de noviembre de 2023; Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su152215985>
4. Moreno-Miranda C, Pilamala A, Molina I, Cerda-Mejía L, Moreno-Miranda R, Rama D. An Assessment Of Emerging Networks In The Fruit Sector: The Case Of Inca Berry In Ecuador. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 2020;20(1).
5. Vasconcellos Fernández NA. Agricultura ecuatoriana en medio de la pandemia. Efectos de la política pública en el productor agrícola. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*. 2023;(261). Disponible en: <https://doi.org/10.24197/reeap.261.2023.15-37>
6. Caicedo-Vargas C, Pérez-Neira D, Abad-González J, Gallar D. Assessment of the environmental impact and economic performance of cacao agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon region: An LCA approach. *Science of the Total Environment* [Internet]. 2022;849. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157795>
7. Orejuela-Escobar LM, Landázuri AC, Goodell B. Second generation biorefining in Ecuador: Circular bioeconomy, zero waste technology, environment and sustainable development: The nexus. Vol. 6, *Journal of Bioresources and Bioproducts*. 2021.
8. Acosta D, Bazurto F, Zambrano J, Panchana A. Environmental and Socioeconomic Drivers Influencing Agriculture Development among Smallholder Farmers in Ecuador. *Environmental Research, Engineering and Management*. 2023;79(4).
9. Poveda LM. Sector florícola ecuatoriano y afectación en mercado internacional a causa del covid19. *South Florida Journal of Development* [Internet]. el 28 de julio de 2021;2(3):4609–21. Disponible en: <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-061>
10. Veliz K, Chico-Santamarta L, Ramirez AD. The Environmental Profile of Ecuadorian Export Banana: A Life Cycle Assessment. *Foods*. 2022;11(20).
11. Banco Central del Ecuador. Informe de resultados de comercio exterior [Internet]. 2023. Disponible en: https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/ComercioExterior/informes/ResultCE_012023.pdf
12. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. Boletín de cifras de mayo de 2023. 2023. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/05/VFBoletinComercioExteriorMayo2023.pdf>
13. La Hora. Las exportaciones de productos agrícolas y agroindustriales aumentaron 13% en 2023. 2024; Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/pais/exportaciones-productos-agricolas-agroindustriales-aumentaron-2023/>

14. Álvarez Vásquez CA, Morán Chilán JH, Baque Sánchez ER. Impacto de la COVID-19 en el desarrollo económico de los micro empresarios de la ciudad de Jipijapa. 3C Empresa Investigación y pensamiento crítico. el 18 de diciembre de 2020;53–65.
15. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Pobreza y pobreza extrema por Ingresos. 2023. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-por-ingresos/>
16. Diéguez Santana K. Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador. Prospectiva. el 13 de febrero de 2020;18(1). Disponible en: <https://doi.org/10.15665/rp%20.v18i1.2101>
17. Herrera-Morales GC, Cabezas-Andrade LD. El impacto ambiental en la contaminación del agua en el Ecuador. Ingenium et Potentia [Internet]. 2022;4(7). Disponible en: <https://doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1865>
18. Pabón Guerrero SE, Benítez Benítez R, Sarria Villa RA, Gallo Corredor JA. Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. Entre ciencia e ingeniería. 2020;14(27).
19. Mendoza I, Rivera M, Vera J. El uso de indicadores multidimensionales de sostenibilidad turística. Una aplicación para la gestión de espacios naturales protegidos en la provincia de Manabí (Ecuador). Revista interamericana de ambiente y turismo. 2021;17(1).
20. Deknock A, De Troyer N, Houbraken M, Dominguez-Granda L, Nolivos I, Van Echelpoel W, et al. Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador). Science of the Total Environment. 2019;646.
21. Vinuesa D, Ochoa-Herrera V, Maurice L, Tamayo E, Mejía L, Tejera E, et al. Determining the microbial and chemical contamination in Ecuador's main rivers. Sci Rep. 2021;11(1).
22. Freire R del P, Pino-Vallejo M, Andrade P, Mejía A. Evaluación de la calidad del agua del río Chambo en época de estiaje utilizando el índice de calidad del agua ICA-NSF. Perfiles. 2020;1(23).
23. Kravchenko R, Flores M. On the effect of corn crops on soil erosion in the area of Latacunga, Ecuador. International scientific journal "Inter-nauka". el 31 de diciembre de 2018;(22).
24. Medina-Litardo RC, García-Bendezú SJ, Carrillo-Zenteno MD, Perez-Almeida I, Hasang-Moran E. Salinity of soil and irrigation water on rice productivity in the canton of San Jacinto de Yaguarachi, Ecuador. Agrociencia. 2022;56(7).
25. Ochoa M, Tierra W, Tupuna-Yerovi DS, Guanoluisa D, Otero XL, Ruales J. Assessment of cadmium and lead contamination in rice farming soils and rice (*Oryza sativa* L.) from Guayas province in Ecuador. Environmental Pollution. 2020;260.
26. Argüello D, Chavez E, Laurysen F, Vanderschueren R, Smolders E, Montalvo D. Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. Science of the Total Environment. 2019;649.
27. Viteri-Salazar O, Toledo L. The expansion of the agricultural frontier in the northern Amazon region of Ecuador, 2000–2011: Process, causes, and impact. Land use policy [Internet]. diciembre de 2020;99:104986. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104986>
28. Guallasamin Constante K, Simón-Baile D. Huella de carbono del cultivo de rosas en Ecuador comparando dos metodologías: GHG Protocol vs. PAS 2050/ Carbon footprint of the cultivation of roses in Ecuador comparing two methodologies: GHG Protocol vs. PAS 2050. Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales. 2018;(24).
29. Cayambe J, Iglesias A. The cost of mitigating greenhouse gas emissions in farms in Central Andes of Ecuador. Spanish Journal of Agricultural Research. el 22 de abril de 2020;18(1). Disponible en: <https://doi.org/10.5424/sjar/2020181-13807>
30. Riera MA, Maldonado S, Palma R. Residuos agroindustriales generados en Ecuador para la elaboración de bioplásticos. Revista Ingeniería Industrial [Internet]. el 30 de enero de 2018;17(3):227–46. Disponible en: <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.13>
31. García R, Machado L, Minuche J. Plan de gestión ambiental de desechos sólidos en la Empresa productora de banano, Herederos Coronel, del Cantón Machala, Ecuador. Universidad y Sociedad. 2017;9(1).
32. Cadena F, Aldás MB, Aguilar AD, Inga A, Cando D. Technical possibilities for recycling plastics from agribusiness. Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology. el 1 de noviembre de 2021;37(4):378–93. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/147776062111019420>