

Uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola del Ecuador

Use of chemical fertilizers in the promotion of agricultural production in Ecuador



Silvia Gicela Saucedo Aguiar

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, ssaucedo@uteq.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0003-0992-6742>

León Benigno Arguello Nuñez

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador, larguello@uteq.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-2472-5570>

Segundo F. Vilema Escudero

Universidad ECOTEC, Samborondón, Ecuador, svilema@ecotec.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-1768-0300>

Miguel Ruiz Martínez

Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador, miruiz@espol.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-8317-8490>



<https://www.doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1531>

Resumen

El presente estudio evalúa el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola del Ecuador, un país donde la agricultura desempeña un papel crucial

tanto en el desarrollo económico como en la seguridad alimentaria. A través de un análisis estadístico de datos de las 23 provincias ecuatorianas, se explora cómo el uso

intensivo de fertilizantes afecta la productividad agrícola y el medio ambiente. La investigación revela que, aunque los fertilizantes químicos aumentan la productividad de cultivos clave como la papa y la naranjilla, su uso excesivo provoca serios problemas de contaminación del suelo y el agua, afectando negativamente la biodiversidad y la salud humana. El marco teórico revisa estudios previos que destacan tanto los beneficios como las limitaciones del uso de fertilizantes químicos. La metodología empleada incluye una regresión lineal para examinar la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento agrícola, controlando variables como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad. Los resultados muestran un efecto negativo significativo del uso de fertilizantes en el fomento agrícola, sugiriendo que la dependencia de estos insumos puede llevar a una “trampa de fertilizantes”, donde los agricultores deben seguir invirtiendo en fertilizantes para mantener la productividad, resultando en una espiral de endeudamiento y pobreza. El estudio concluye que, para asegurar el fomento agrícola a largo plazo, es crucial adoptar prácticas más sostenibles, como la integración de fertilizantes orgánicos y químicos, y mejorar la capacitación de los agricultores en el manejo adecuado de estos insumos. Estas recomendaciones proporcionan una base para la formulación de políticas agrícolas que equilibran la prosperidad económica con la conservación ambiental en el Ecuador.

Palabras claves: fomento agrícola, fertilizantes químicos, desarrollo local

Abstrac

This study assesses the impact of chemical fertiliser use on agricultural development in Ecuador, a country where agriculture plays a crucial role in both economic development and food security. Through a statistical analysis of data from Ecuador's 23 provinces, it explores how intensive fertiliser use affects agricultural productivity and the environment. The research reveals that although chemical fertilisers increase the productivity of key crops such as potatoes and naranjilla, their excessive use causes serious

soil and water contamination problems, negatively affecting biodiversity and human health. The theoretical framework reviews previous studies that highlight both the benefits and limitations of chemical fertiliser use. The methodology employed includes a linear regression to examine the relationship between fertiliser use and agricultural development, controlling for variables such as agricultural development, associativity and rurality. The results show a significant negative effect of fertiliser use on agricultural development, suggesting that dependence on these inputs can lead to a “fertiliser trap”, where farmers must continue to invest in fertiliser to maintain productivity, resulting in a spiral of indebtedness and poverty. The study concludes that, to ensure long-term agricultural development, it is crucial to adopt more sustainable practices, such as the integration of organic and chemical fertilisers, and to improve the training of farmers in the proper management of these inputs. These recommendations provide a basis for the formulation of agricultural policies that balance economic prosperity with environmental conservation in Ecuador.

Key words: agricultural promotion, chemical fertilisers, local development

INTRODUCCIÓN

La agricultura es un pilar fundamental para la economía y la subsistencia en Ecuador, desempeñando un papel crucial tanto en el desarrollo económico como en la sostenibilidad ambiental del país [1]. Este sector ha sido históricamente una fuente principal de empleo y sustento para una gran parte de la población rural, contribuyendo significativamente al PIB nacional y siendo una base esencial para la seguridad alimentaria [2]. La importancia de la agricultura se refleja no solo en la producción de alimentos, sino también en la exportación de productos agrícolas que han fomentado el crecimiento económico durante décadas [3]. En las últimas décadas, la agricultura en Ecuador ha enfrentado diversos desafíos y transformaciones [4]. Las políticas económicas y comerciales, junto con las fluctuaciones en los precios globales y los impactos climáticos, han influido en la dinámica del sector agrícola, afectando tanto la producción como los ingresos de los agricultores [1]. A pesar de estos desafíos, la agricultura sigue siendo una actividad vital para la mayoría de las comunidades rurales, muchas de las cuales dependen de la agricultura de subsistencia y las prácticas agroecológicas para su sustento diario [5]. Además, la conservación de la agrobiodiversidad y la implementación de prácticas agrícolas sostenibles han ganado relevancia, destacando el papel de la agricultura no solo en la economía, sino también en la preservación del patrimonio cultural y la biodiversidad del país [6]. Las iniciativas de agricultura de conservación y agroforestería, por ejemplo, han mostrado potencial para mejorar los ingresos de las familias campesinas al tiempo que mitigan los efectos de la degradación ambiental [7].

En la producción agrícola del Ecuador, el uso intensivo de fertilizantes químicos presenta diversos problemas y desafíos. La aplicación excesiva de estos insumos agrícolas no solo contamina los suelos y cuerpos de agua, sino que también afecta negativamente la biodiversidad y la salud humana [8]. La contaminación por pesticidas y fertilizantes en cuencas hidrográficas

como la del río Guayas es un ejemplo claro, donde se ha observado una presencia significativa de residuos de pesticidas y fertilizantes en el agua, afectando la calidad biológica de los ecosistemas acuáticos [9]. Además, la dependencia de fertilizantes químicos ha generado una serie de problemas económicos y sociales [10]. Muchos agricultores, especialmente los pequeños productores, enfrentan altos costos de producción debido a la necesidad constante de estos insumos para mantener la productividad [11]. Esto crea una “trampa de fertilizantes”, donde los agricultores deben seguir invirtiendo en fertilizantes para evitar la disminución de los rendimientos, lo que a menudo resulta en una espiral de endeudamiento y pobreza [12]. Otro desafío significativo es la falta de conocimiento y capacitación adecuada sobre el manejo seguro y eficiente de fertilizantes y pesticidas [13]. La sobreutilización y la aplicación incorrecta de estos productos químicos pueden llevar a problemas de salud tanto para los agricultores como para las comunidades cercanas [14]. En estudios realizados en la región andina de Ecuador, se ha documentado un uso excesivo de pesticidas en la producción de papa, lo que ha resultado en problemas de salud y ambientales [15]. Finalmente, el cambio climático y la variabilidad climática también plantean desafíos adicionales para la producción agrícola sostenible [16]. La necesidad de adaptar las prácticas agrícolas para mitigar y adaptarse a estos cambios es crucial para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo [17].

Los fertilizantes químicos son ampliamente utilizados para mejorar la productividad agrícola, especialmente en cultivos como la papa y la naranjilla, donde se ha demostrado que incrementan los rendimientos agrícolas de manera considerable [18]. Sin embargo, su uso excesivo y descontrolado puede llevar a problemas como la erosión del suelo y la contaminación del agua, lo que compromete la sostenibilidad a largo plazo del sistema agrícola [19]. El Ecuador, con su variada topografía y diversidad de climas, enfrenta desafíos

únicos en la gestión de fertilizantes químicos [20]. Las prácticas agrícolas intensivas en regiones como la Amazonía ecuatoriana han llevado a una dependencia significativa de estos insumos para mantener y aumentar la productividad [21]. Sin embargo, estudios recientes destacan la necesidad de políticas claras y coherentes que aborden tanto la productividad agrícola como la conservación ambiental, promoviendo el uso responsable de fertilizantes químicos para evitar la degradación del suelo y otros impactos negativos [22]. La justificación de este estudio radica en la urgencia de comprender mejor los efectos del uso de fertilizantes químicos en la agricultura ecuatoriana, identificando prácticas que maximicen los beneficios económicos sin comprometer la salud del ecosistema. Esto es especialmente relevante en un país donde la agricultura es un pilar fundamental de la economía y la seguridad alimentaria [23]. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio busca analizar el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola en Ecuador.

MARCO TEÓRICO

El uso de fertilizantes químicos ha sido una práctica extendida en la agricultura para incrementar la productividad de los cultivos [19]. Diversos estudios han examinado los efectos de estos insumos sobre la producción agrícola y el medio ambiente [10], [17]. En este sentido, la literatura destaca tanto los beneficios como las limitaciones del uso continuo de fertilizantes químicos en la agricultura [18]. Investigaciones han demostrado que los fertilizantes químicos aumentan significativamente la productividad agrícola al mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas. Por ejemplo, el uso de fertilizantes nitrogenados ha sido clave en el aumento de los rendimientos de cultivos como el trigo y el arroz [24]. Sin embargo, el uso excesivo e indiscriminado de estos fertilizantes puede llevar a la degradación del suelo y a problemas ambientales, como la contaminación del agua por nitratos [25]. Además, la integración de

fertilizantes químicos con enmiendas orgánicas, como el estiércol, ha mostrado ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la productividad de los cultivos como la salud del suelo [26]. Estudios han encontrado que la combinación de fertilizantes químicos con orgánicos no solo aumenta los rendimientos agrícolas, sino que también mejora la capacidad de retención de carbono en el suelo y la eficiencia del uso de nitrógeno [27]. Por otro lado, la sustitución parcial de fertilizantes químicos por formas orgánicas ha mostrado ser una práctica sostenible que puede reducir los impactos ambientales negativos asociados con la fertilización química intensiva [28]. Esta estrategia no solo mejora la salud del suelo y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede ser económicamente beneficiosa para los agricultores. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H1**: El uso de fertilizantes químicos tiene un efecto positivo significativo en el fomento productivo agrícola en Ecuador.

La participación de cooperativas agrícolas es un mecanismo importante que puede ayudar a reducir el uso de fertilizantes y pesticidas químicos, mejorando así la sostenibilidad de la producción agrícola. La membresía en cooperativas agrícolas aumenta significativamente la probabilidad de que las granjas familiares reduzcan el uso de fertilizantes y pesticidas, al tiempo que mejora el rendimiento económico por unidad de estos productos químicos [29]. Otro estudio sugiere que la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos puede mejorar la eficiencia del uso de nitrógeno y aumentar la productividad agrícola a través de la acumulación de carbono orgánico en el suelo [30]. Esto no solo reduce la cantidad de fertilizantes químicos necesarios, sino que también mejora la salud del suelo a largo plazo [27]. Además, los servicios socializados de producción agrícola verde y las redes sociales locales pueden moderar el uso de fertilizantes químicos. Los servicios y redes pueden promover significativamente la reducción del uso de fertilizantes entre los agricultores, apoyando así un desarrollo agrícola más sostenible [31]. La adopción de estrategias integradas de manejo de nutrientes

también se ha demostrado efectiva [28]. La integración de fertilizantes orgánicos y químicos no solo aumenta la productividad agrícola, sino que también mantiene la calidad del suelo [32]. La aplicación combinada de fertilizantes orgánicos y químicos aumenta significativamente la productividad del suelo en comparación con el uso exclusivo de fertilizantes químicos [19]. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H2**: El desarrollo local agrícola modera la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento productivo agrícola.

La asociatividad, entendida como la colaboración entre agricultores a través de cooperativas y redes sociales, puede facilitar la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles [33]. Por ejemplo, la pertenencia a cooperativas agrícolas se asocia con una reducción en el uso de fertilizantes químicos, ya que estas organizaciones promueven prácticas agrícolas más seguras y sostenibles [29]. Adicionalmente, las redes sociales en las áreas rurales fomentan el intercambio de conocimientos y experiencias sobre la reducción del uso de fertilizantes, promoviendo una agricultura más verde [31]. La ruralidad, que se refiere a las características y condiciones del entorno rural, también juega un papel significativo [34]. En áreas rurales, el acceso limitado a tecnologías avanzadas y recursos

financieros puede restringir la adopción de prácticas agrícolas sostenibles [35]. Sin embargo, las políticas que promueven el uso de servicios socializados de producción verde han demostrado ser efectivas para reducir el uso de fertilizantes químicos en contextos rurales [36]. Además, el tamaño de las explotaciones agrícolas y la estructura del empleo en estas áreas influyen en el uso de fertilizantes, con estudios que muestran que un mayor tamaño de las explotaciones está asociado con una menor intensidad en el uso de fertilizantes debido a economías de escala [18]. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis **H3**: La asociatividad y la ruralidad moderan la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento productivo agrícola.

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Para analizar la relación entre el uso de los fertilizantes y el fomento de la productividad agrícola en el Ecuador, se utiliza información de las 23 provincias del país, considerando varias fuentes de información y año. En la tabla 1 se muestra las variables de estudio utilizadas para comprobar las hipótesis y se plantea la siguiente ecuación de regresión lineal.

TABLA 1
Variables de estudio

Código	Descripción	Medida	Fuente
USO	Uso de fertilizantes: Porcentaje de unidades agrícolas que utilizan fertilizantes químicos	Logaritmo natural	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. INEC (2022)
FOMENTO	Fomento agrícola: Gasto provincial en proyectos de fomento agrícola	Logaritmo natural	Censo de Información Ambiental Económica en GADs. INEC (2022)
DESARROLLO	Desarrollo agrícola: Valor Agregado Bruto del sector agrícola	Logaritmo natural	Cuentas Regionales - Banco Central del Ecuador (2022)
ASOCIA	Asociatividad: Número de asociaciones agrícolas registradas	Logaritmo natural	Catastro de asociaciones. SEPS (2022)
RURALIDAD	Ruralidad: Población ubicada en zonas rurales	Logaritmo natural	Proyecciones poblacionales - Instituto Nacional de estadísticas y Censo (2022)

$$FOMENTO_i = \beta_0 + \beta_1 USO_i + \beta_j \sum_{j=2}^n X_i + \epsilon \quad (1)$$

En la ecuación 1 se muestra el modelo estadístico planteado, donde, $FOMENTO_i$ es la variable dependiente (Fomento Agrícola en la provincia i). USO_i es la variable independiente (Uso de Fertilizantes Químicos en la provincia i). $\sum_{j=2}^k X_i$ es un conjunto de variables de control en la provincia i (Desarrollo local, asociatividad y ruralidad). $\beta_0, \beta_1, \beta_j, \beta_k$ son los coeficientes de regresión que representan la relación entre las variables. Y ε es el término de error, que captura la variación no explicada por las variables independientes.

RESULTADOS

La Tabla 2 presenta las estadísticas descriptivas de las variables estudiadas: uso de fertilizantes (uso), fomento agrícola (fomento), desarrollo agrícola (desarrollo), asociatividad (asocia) y ruralidad (ruralidad) para las 23 provincias de Ecuador. Cada variable está expresada en su logaritmo natural para facilitar la interpretación y análisis estadístico. La media de “uso” es $-9,86E+08$ con una desviación estándar de $8,56E+08$, indicando una gran variabilidad en el uso de fertilizantes entre las provincias. “Fomento” tiene una media de $1,17E+09$ y una desviación estándar de $4,24E+08$, sugiriendo diferencias significativas en el gasto en proyectos agrícolas. “Desarrollo” muestra una media de $1,40E+09$, reflejando el valor agregado bruto del sector agrícola, mientras que “asocia” y “ruralidad” presentan medias de $4,98E+09$ y $1,09E+09$, respectivamente, indicando la presencia de asociaciones agrícolas y la población rural. Estas estadísticas proporcionan una visión general de la distribución y dispersión de las variables clave en el estudio.

TABLA 2
Estadísticas Descriptivas

Variable	N	Media	Desv. Est.
USO	23	-9,86E+08	8,56E+08
FOMENTO	23	1,17E+09	4,24E+08
DESARROLLO	23	1,40E+09	1,88E+09
ASOCIA	23	4,98E+09	1,62E+09
RURALIDAD	23	1,09E+09	4,54E+08

La Tabla 3 presenta los resultados de los modelos de regresión lineal que evalúan el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola en Ecuador, incorporando variables de control como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad. Los resultados están organizados en cuatro modelos progresivos, cada uno añadiendo variables adicionales para evaluar su influencia en la relación principal.

En el Modelo 1, se observa que el uso de fertilizantes químicos (USO) tiene un coeficiente negativo y significativo ($-0,192$, $p < 0,01$), indicando que a medida que aumenta el uso de fertilizantes químicos, el fomento agrícola disminuye. Este hallazgo sugiere que el uso intensivo de fertilizantes podría estar asociado con efectos adversos que contrarrestan los beneficios esperados en la productividad agrícola.

El Modelo 2 incorpora la variable de desarrollo agrícola (DESARROLLO), aunque no muestra un efecto significativo en el fomento agrícola ($-0,00451$), lo que sugiere que el valor agregado bruto del sector agrícola no tiene una influencia directa notable en la relación estudiada. Sin embargo, la inclusión de esta variable no altera significativamente el impacto negativo del uso de fertilizantes químicos, cuyo coeficiente permanece en $-0,192$ ($p < 0,01$).

En el Modelo 3, se añade la variable de asociatividad (ASOCIA), la cual muestra un coeficiente positivo,

aunque no significativo (0,00737). Este resultado indica que la presencia de asociaciones agrícolas podría tener un efecto moderador positivo en la relación entre el uso de fertilizantes y el fomento agrícola, alineándose con estudios previos que sugieren que la cooperación entre agricultores puede mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las prácticas agrícolas [29]. A pesar de esto, el coeficiente del uso de fertilizantes disminuye ligeramente a -0,262 ($p < 0,01$), manteniendo su significancia.

Finalmente, el Modelo 4 incluye la variable de ruralidad (RURALIDAD), con un coeficiente negativo y no significativo (-0,0117). La adición de esta variable refuerza la robustez del modelo, mostrando que la distribución de la población rural no tiene un impacto significativo en el fomento agrícola. Sin embargo, el coeficiente del uso de fertilizantes se vuelve aún

más negativo (-0,324, $p < 0,01$), subrayando la relación adversa entre el uso intensivo de fertilizantes químicos y el desarrollo agrícola.

Estos resultados respaldan la hipótesis H1, que plantea un efecto positivo significativo del uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola, aunque con una dirección negativa, implicando que el exceso de fertilizantes podría estar perjudicando la sostenibilidad agrícola. La falta de significancia de las variables de control en los modelos sugiere que factores adicionales, posiblemente no considerados en este estudio, podrían estar influyendo en esta relación. Esto coincide con la literatura que destaca la necesidad de una gestión equilibrada de insumos agrícolas para evitar efectos adversos en el medio ambiente y la economía agrícola [27], [28].

TABLA 3
Uso de Fertilizantes y Fomento Agrícola

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
USO	-0,192*	-0,192*	-0,262*	-0,324*
	(0,102)	(0,102)	(0,138)	(0,173)
DESARROLLO				-0,0451
				(0,0360)
ASOCIA			0,0737	0,0860
			(0,0720)	(0,0788)
RURALIDAD			-0,112	-0,117
			(0,0968)	(0,102)
Constante	9,851e+08***	9,851e+08***	6,712e+08	6,167e+08
	(1,715e+08)	(1,715e+08)	(4,808e+08)	(5,119e+08)
Observaciones	23	23	23	23
R-cuadrado	0,150	0,150	0,230	0,258

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el uso de datos agregados a nivel provincial puede ocultar variaciones importantes a nivel de finca o comunidad, lo que limita la capacidad de generalizar los hallazgos a todas las áreas rurales

de Ecuador. Además, la dependencia de encuestas y censos oficiales puede introducir sesgos relacionados con la precisión de los datos reportados por los agricultores y las entidades gubernamentales. Otra limitación significativa es la falta de control sobre variables externas no incluidas en el modelo, como las prácticas de

manejo agrícola específicas, las condiciones climáticas locales y el acceso a mercados, que pueden influir en la relación entre el uso de fertilizantes y la productividad agrícola. La naturaleza transversal del estudio impide establecer relaciones causales definitivas, sugiriendo la necesidad de estudios longitudinales que examinen estos efectos a lo largo del tiempo.

Para futuras investigaciones, se recomienda un enfoque más granular que incluya datos a nivel de finca y análisis de caso en diversas regiones del país. Además, sería beneficioso investigar el impacto combinado de diferentes prácticas agrícolas sostenibles y su interacción con el uso de fertilizantes químicos. Estudios experimentales que evalúen intervenciones específicas podrían proporcionar información valiosa para el desarrollo de políticas agrícolas más efectivas y sostenibles, contribuyendo a una mejor comprensión del equilibrio entre productividad y sostenibilidad en la agricultura ecuatoriana.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación ha examinado el impacto del uso de fertilizantes químicos en el fomento agrícola del Ecuador. A través del análisis de datos provenientes de las 23 provincias del país, se ha constatado que el uso intensivo de estos insumos presenta efectos adversos tanto a nivel económico como ambiental. Los resultados obtenidos demuestran que, aunque los fertilizantes químicos contribuyen al aumento de la productividad agrícola a corto plazo, su uso excesivo y descontrolado genera una serie de problemas significativos, incluyendo la degradación del suelo, la contaminación del agua y la disminución de la biodiversidad.

Las estadísticas descriptivas y los modelos de regresión lineal indican que el uso de fertilizantes químicos tiene una relación negativa con el fomento agrícola, lo cual sugiere que, a largo plazo, estos insumos pueden perjudicar al fomento del sector agrícola. Además, se ha observado que variables como el desarrollo agrícola, la asociatividad y la ruralidad

moderan esta relación, aunque con un impacto menor en comparación con el uso directo de fertilizantes.

En base a estos hallazgos, se recomienda la implementación de políticas agrícolas que promuevan el uso responsable y sostenible de fertilizantes químicos. Una estrategia efectiva podría ser la integración de fertilizantes orgánicos con químicos, lo cual no solo mejora la productividad sino también la salud del suelo. Además, es crucial fortalecer la capacitación de los agricultores en el manejo adecuado y seguro de estos insumos, fomentando prácticas agrícolas más sostenibles.

Asimismo, se sugiere promover la formación de cooperativas agrícolas y redes sociales en áreas rurales, lo cual ha demostrado ser efectivo en la reducción del uso de fertilizantes químicos y en la mejora del fomento agrícola. Estas cooperativas pueden facilitar el acceso a recursos, conocimientos y tecnologías que permitan a los agricultores adoptar prácticas más sostenibles.

Finalmente, es esencial desarrollar políticas de apoyo financiero y técnico que incentiven a los agricultores a adoptar prácticas agrícolas sostenibles, asegurando así la preservación del medio ambiente y la prosperidad económica a largo plazo del sector agrícola en Ecuador.

REFERENCIAS

- [1] R. H. Arjona, J. Piñeiros, M. Ayabaca, y F. H. Freire, «Climate change and agricultural workers' health in Ecuador: occupational exposure to UV radiation and hot environments.», *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 2016, Accedido: 1 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Climate-change-and-agricultural-workers%27-health-in-Arjona-Pi%C3%B1eiros/1a-5265095d191a2df9caa2eebbe71b05600113e5>
- [2] G. M. Scobie, V. Jardine, y D. D. Greene, «The importance of trade and exchange rate policies for agriculture in Ecuador», *Food Policy*, vol. 16, n.o 1, pp. 34-47, feb. 1991, doi: 10.1016/0306-9192(91)90075-U.
- [3] V. Q. Rosales, R. B. Leverone, M. M. Ortega, y M. S. Honores, «Characterization and importance of the agricultural sector in the Ecuadorian economy», *Journal of Namibian Studies : History Politics Culture*, vol. 33, pp. 3028-3037, may 2023, doi: 10.59670/jns.v33i.937.
- [4] K. S. Alcívar, J. M. Quezada-Campoverde, S. Barrezueta-Unda, V. J. Garzón-Montealegre, y H. Carvaja-Romero, «Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 – 2019», *Polo del Conocimiento*, vol. 6, n.o 3, p. 2430, mar. 2021, doi: 10.23857/pc.v6i3.2522.
- [5] R. Intriago, R. G. Amézcuca, E. Bravo, y C. O'Connell, «Agroecology in Ecuador: historical processes, achievements, and challenges», *Agroecology and Sustainable Food Systems*, vol. 41, pp. 311-328, 2017, doi: 10.1080/21683565.2017.1284174.
- [6] C. Bastidas y H. Rueda, «Practices that contribute to promoting and appreciating Andean crops and identity in Cotacachi, Ecuador», 2016, doi: 10.4324/9780203130599-19.
- [7] A. Nguema, G. W. Norton, J. Alwang, D. B. Taylor, V. Barrera, y M. Bertelsen, «Farm-level economic impacts of conservation agriculture in Ecuador», *Experimental Agriculture*, vol. 49, n.o 1, pp. 134-147, ene. 2013, doi: 10.1017/S0014479712001044.
- [8] A. C. Arafet y R. C. Acosta, «Desarrollo agrícola sostenible para optimizar la productividad a través del buen manejo del suelo en Benguela-Angola», *Environmental Sciences and Practices*, vol. 2, n.o 1, Art. n.o 1, may 2024, Accedido: 24 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mlsjournals.com/Environmental-Science-Practices/article/view/2426>
- [9] A. Deknock et al., «Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador)», *The Science of the total environment*, vol. 646, pp. 996-1008, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.185.
- [10] A. A. Cuadras-Berrelleza et al., «Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa», *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, vol. 12, n.o 8, pp. 1401-1414, dic. 2021, doi: 10.29312/remexca.v12i8.2704.
- [11] W. G. Ramírez-Sande, «Situación actual de la producción y rentabilidad de los pequeños productores de banano en la zona de Los Ríos», bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2023, 2023. Accedido: 24 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/15124>
- [12] C. Crissman, D. Cole, y F. Carpio, «Pesticide Use and Farm Worker Health in Ecuadorian Potato Production», *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 76, pp. 593-597, 1994, doi: 10.2307/1243670.
- [13] J. P. Rijal, R. Regmi, R. Ghimire, K. D. Puri, S. Gyawaly, y S. Poudel, «Farmers' Knowledge on Pesticide Safety and Pest Management Practices: A Case Study of Vegetable Growers

- in Chitwan, Nepal», *Agriculture*, vol. 8, n.o 1, Art. n.o 1, ene. 2018, doi: 10.3390/agriculture8010016.
- [14] S. M. Demi y S. R. Sicchia, «Agrochemicals Use Practices and Health Challenges of Smallholder Farmers in Ghana», *Environ Health Insights*, vol. 15, p. 11786302211043033, ene. 2021, doi: 10.1177/11786302211043033.
- [15] V. Barrera, G. Norton, J. Alwang, M. Mauce-ri, y D. Singaña, «Los límites de la productividad del cultivo de papa en Ecuador entre 2017 y 2018», 2021, doi: 10.37066/RALAP.V25I1.416.
- [16] F. Vilema y H. Mendoza, «Capacidad Terri- torial de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en el Ecuador», *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, vol. 1, n.o 1, pp. 15-27, sep. 2014.
- [17] E. Grigorieva, A. Livenets, y E. Stelmakh, «Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review», *Climate*, vol. 11, n.o 10, Art. n.o 10, oct. 2023, doi: 10.3390/ cli11100202.
- [18] W. Viera, A. Díaz, C. Caicedo, A. Suárez, y Y. Vargas, «Key Agronomic Fertilization Practices That Influence Yield of Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) in the Ecuadorian Amazon», *Agronomy*, vol. 11, n.o 2, Art. n.o 2, feb. 2021, doi: 10.3390/agronomy11020310.
- [19] C. Vasco, B. Torres, E. Jácome, A. Torres, D. Eche, y C. Velasco, «Use of chemical fertilizers and pesticides in frontier areas: A case study in the Northern Ecuadorian Amazon», *Land Use Policy*, 2021, doi: 10.1016/J.LANDUSE- POL.2021.105490.
- [20] R. A. Mihai, E. J. Melo Heras, V. A. Terán Maza, I. A. Espinoza Caiza, E. A. Pinto Valdi- viezo, y R. D. Catana, «The Panoramic View of Ecuadorian Soil Nutrients (Deficit/Toxi- city) from Different Climatic Regions and Their Possible Influence on the Metabolism of Important Crops», *Toxics*, vol. 11, n.o 2, p. 123, ene. 2023, doi: 10.3390/toxics11020123.
- [21] F. Posso, J. Sigüencia, y R. Narváez, «Residual biomass-based hydrogen production: Poten- tial and possible uses in Ecuador», *Internat- ional Journal of Hydrogen Energy*, 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.09.235.
- [22] V. Mosquera et al., «Conservation Agricul- ture Increases Yields and Economic Returns of Potato, Forage, and Grain Systems of the Andes», *Agronomy Journal*, 2019, doi: 10.2134/agronj2019.04.0280.
- [23] Y. Vargas et al., «Contribution of Agrofores- try Systems in the Cultivation of Naranjilla (*Solanum quitoense*) Grown in the Amazon Region of Ecuador», *Applied Sciences*, 2022, doi: 10.3390/app122010637.
- [24] S. Yang et al., «Crop yield, nitrogen uptake and nitrate-nitrogen accumulation in soil as affec- ted by 23 annual applications of fertilizer and manure in the rainfed region of Northwestern China», *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 76, pp. 81-94, 2006, doi: 10.1007/s10705- 006-9042-x.
- [25] J. Antle y S. Capalbo, «Measurement and Evaluation of the Impacts of Agricultural Chemical Use: A Framework for Analysis», pp. 23-57, 1995, doi: 10.1007/978-94-011- 0647-4_2.
- [26] A. Iqbal et al., «Manure combined with chemi- cal fertilizer increases rice productivity by improving soil health, post-anthesis biomass yield, and nitrogen metabolism», *PLOS ONE*, vol. 15, n.o 10, p. e0238934, oct. 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0238934.
- [27] G. Pan et al., «Combined inorganic/organic fertilization enhances N efficiency and increa- ses rice productivity through organic carbon accumulation in a rice paddy from the Tai Lake region, China», *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 131, pp. 274-280, 2009, doi: 10.1016/J.AGEE.2009.01.020.

- [28] Q. Tang, A. Cotton, Z. Wei, Y. Xia, T. Daniell, y X. Yan, «How does partial substitution of chemical fertiliser with organic forms increase sustainability of agricultural production?», *The Science of the Total Environment*, vol. 803, p. 149933, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149933.
- [29] T. Liu y G. Wu, «Does agricultural cooperative membership help reduce the overuse of chemical fertilizers and pesticides? Evidence from rural China», *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, pp. 7972-7983, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-16277-0.
- [30] A. Iqbal *et al.*, «Organic Manure Coupled with Inorganic Fertilizer: An Approach for the Sustainable Production of Rice by Improving Soil Properties and Nitrogen Use Efficiency», *Agronomy*, vol. 9, n.o 10, Art. n.o 10, oct. 2019, doi: 10.3390/agronomy9100651.
- [31] C. Yang, H. Zeng, y Y. Zhang, «Are Socialized Services of Agricultural Green Production Conducive to the Reduction in Fertilizer Input? Empirical Evidence from Rural China», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, 2022, doi: 10.3390/ijerph192214856.
- [32] A. Blackman y M. A. Naranjo, «Does eco-certification have environmental benefits? Organic coffee in Costa Rica», *Ecological Economics*, vol. 83, pp. 58-66, nov. 2012, doi: 10.1016/j.ecolecon.2012.08.001.
- [33] E. Espinoza y Y. Arteaga, «Diagnóstico de los Procesos de Asociatividad y la Producción de Cacao en Milagro y sus sectores aledaños / Diagnosis of the Process of Partnership and Cocoa Production and Milagro surrounding areas», *CIENCIA UNEMI*, vol. 8, n.o 14, Art. n.o 14, ago. 2015, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol8iss14.2015pp105-112p.
- [34] I. Bąk, K. Wawrzyniak, y M. Oesterreich, «The Impact of Transformational Changes on the Socio-Economic Conditions of the Rural Population. An Example of Poland», *Agriculture*, 2021, doi: 10.3390/agriculture11050403.
- [35] L. E. Bain y O. A. Adeagbo, «There is an urgent need for a global rural health research agenda», *Pan Afr Med J*, vol. 43, p. 147, 2022, doi: 10.11604/pamj.2022.43.147.38189.
- [36] I. Buele, P. Vidueira, J. L. Yagüe, y F. Cuesta, «The Participatory Budgeting and Its contribution to Local Management and Governance: Review of Experience of Rural Communities from the Ecuadorian Amazon Rainforest», *Sustainability*, vol. 12, n.o 11, Art. n.o 11, ene. 2020, doi: 10.3390/su12114659.

Recibido: 20/12/2023

Aprobado: 08/01/2024

