REVMIC Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea

Artículo original. Vol. 5 - Nro. 1, **pp. 194 - 211**. Enero 2027. E-ISSN: 2960-8015

Dinámica espacio-temporal de la superficie sembrada de soja *(Glycine max L.)* en el cantón Babahoyo, Ecuador, mediante análisis geoespacial

Spatiotemporal Dynamics of the Soybean *(Glycine max L.)* Planted Area in the Babahoyo Canton, Ecuador, Using Geospatial Analysis

https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v5.n1.a254

Roberto Johan Barragan Monrroy [1]

[1] **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**
rbarraganm@uteq.edu.ec
Quevedo, Ecuador

¿Como citar?

Barragan Monrroy, R. J. (2027). Dinámica espacio-temporal de la superficie sembrada de soja (Glycine max L.) en el cantón Babahoyo, Ecuador, mediante análisis geoespacial. *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, *5*(1), 194-211. https://doi.org/10.58995/redlic.rmic.v5.n1.a254

Recibido: 22-06-2026
Aceptado: 29-10-2026
Publicado: 01-01-2027

Nota del editor
REDLIC se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mensajes publicados y afiliaciones institucionales.

Editorial
Red Editorial Latinoamericana de Investigación Contemporánea (REDLIC)
www.editorialredlic.com

Fuentes de financiamiento
La investigación fue realizada con recursos propios

Conflictos de interés
No presentan conflicto de intereses.

Este es un artículo de acceso abierto, bajo licencia Creative Commons (CC BY 4.0) de Atribución 4.0 Internacional

Resumen

La estimación de la superficie sembrada constituye una herramienta esencial para el monitoreo de la producción agrícola y la planificación territorial. El objetivo de este estudio fue analizar la dinámica espacio-temporal de la superficie sembrada de soja (Glycine max L.) en el cantón Babahoyo, Ecuador, mediante análisis geoespacial, durante el período 2016–2022. Se utilizaron datos geoespaciales oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, correspondientes a archivos vectoriales (shapefiles), que fueron procesados mediante sistemas de información geográfica en ArcGIS 10.8 para delimitar y cuantificar las áreas cultivadas. Los resultados evidenciaron variaciones interanuales en la superficie sembrada, registrándose el menor valor en 2017 (4 041,67 ha) y el mayor en 2019 (8 054,87 ha). La distribución espacial mostró una concentración del cultivo en las zonas norte, noroeste, centro y sureste del cantón. Estos resultados proporcionan información relevante para el monitoreo del cultivo, la planificación agrícola y la gestión sostenible del territorio en el cantón Babahoyo.

Palabras clave: *Glycine max*; análisis geoespacial; sistemas de información geográfica; uso del suelo; agricultura.

Abstract

Estimating the area under cultivation is an essential tool for monitoring agricultural production and land-use planning. The objective of this study was to analyze the spatiotemporal dynamics of the area under soybean (Glycine max L.) cultivation in the Babahoyo canton, Ecuador, using geospatial analysis, during the 2016–2022 period. Official geospatial data from the Ministry of Agriculture and Livestock were used, consisting of vector files (shapefiles), which were processed using geographic information systems in ArcGIS 10.8 to delineate and quantify the cultivated areas. The results revealed year-to-year variations in the planted area, with the lowest value recorded in 2017 (4,041.67 ha) and the highest in 2019 (8,054.87 ha). The spatial distribution showed a concentration of the crop in the northern, northwestern, central, and southeastern areas of the canton. These results provide relevant information for crop monitoring, agricultural planning, and sustainable land management in the canton of Babahoyo.

Keywords: *Glycine max*; geospatial analysis; geographic information systems; land use; agriculture.

1. Introducción

La agricultura desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2024), por lo que disponer de información precisa sobre la distribución espacial y temporal de los cultivos constituye un requisito

indispensable para la planificación agrícola y la gestión eficiente del territorio. En este contexto, la estimación de la superficie sembrada permite evaluar la dinámica de los sistemas productivos, apoyar la formulación de políticas públicas y mejorar los procesos de monitoreo de la producción agrícola (Du et al., 2023). Durante los últimos años, la percepción remota y los sistemas de información geográfica (SIG) han experimentado un notable desarrollo gracias a la disponibilidad de imágenes satelitales de alta resolución y al uso de algoritmos de aprendizaje automático (Teixeira et al., 2023), permitiendo generar cartografía agrícola con elevados niveles de precisión y reduciendo significativamente los costos y tiempos asociados a los levantamientos tradicionales en campo (Zhu et al., 2026; Wu et al., 2026).

La soja (Glycine max L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, principalmente por su aporte de proteínas y aceites. Su aprovechamiento es bastante amplio, ya que se utiliza tanto en la alimentación humana como en la elaboración de productos destinados a la producción pecuaria y a la industria alimentaria (Toomer et al., 2023). Además de su relevancia económica, la soja desempeña un papel importante en los sistemas agrícolas al contribuir a la fijación biológica de nitrógeno y favorecer la conservación de la fertilidad del suelo mediante esquemas de rotación de cultivos (Martín & López, 2017; Liu et al., 2022; Mao et al., 2018). A partir de estas características, resulta importante conocer cómo ha variado la superficie sembrada con soja a través de los años y en qué zonas se concentra el cultivo. Este tipo de información ayuda a entender los cambios que se presentan en la actividad agrícola y en el uso del suelo (Kebede et al., 2024).

En los últimos años, la percepción remota ha demostrado ser una herramienta muy útil para identificar y estimar la superficie sembrada con soja (Tufail et al., 2025). Por ejemplo, Zhu et al. (2026) diseñaron un índice espectral específico a partir de imágenes Sentinel-2 que permitió delimitar este cultivo con mayor precisión. Por su parte, Wu et al. (2026) incorporaron técnicas de inteligencia artificial junto con mecanismos de atención para automatizar la identificación de las áreas cultivadas. Asimismo, Tufail et al. (2025) encontraron que el uso de imágenes obtenidas en diferentes momentos del ciclo agrícola, combinado con algoritmos de clasificación, facilita la diferenciación de los cultivos frente a otros tipos de cobertura del suelo.

En Ecuador existen antecedentes sobre la estimación de la superficie sembrada de soja. El Ministerio de Agricultura y Ganadería ha utilizado imágenes satelitales para identificar las zonas de cultivo y estimar la superficie sembrada, incluyendo a Los Ríos entre las provincias monitoreadas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2023). Sin embargo, varios de los estudios que emplean herramientas más recientes de análisis geoespacial se han realizado en otros contextos agrícolas y a escalas distintas. A esto se suma que, en el país, la información disponible suele presentarse para períodos o ciclos agrícolas específicos. Por esta razón, resulta de interés reunir estos registros y analizarlos a través del tiempo, con el fin de conocer cómo ha cambiado la superficie sembrada de soja a escala cantonal, particularmente en Babahoyo.

En Ecuador, el cultivo de soja se desarrolla principalmente en la región Costa y representa una actividad importante para muchos pequeños y medianos productores (Painii-Montero et al., 2020). De acuerdo

con la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria, en el primer período de 2022 se registraron 3 857 ha sembradas de soja. De este total, 1 713 ha se ubicaron en la provincia de Los Ríos, es decir, el 44,40 % de la superficie registrada en el país. En esta provincia, Babahoyo ocupó el segundo lugar con cerca de 576 ha sembradas, un dato que muestra la presencia que tiene este cultivo en la actividad agrícola del cantón (Calahorrano et al., 2022). En Babahoyo, reunir y analizar la información disponible de varios años permitiría tener una visión más clara de estos cambios y contar con información útil para la planificación agrícola y la toma de decisiones en el territorio.

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la superficie sembrada de soja (Glycine max L.) en el cantón Babahoyo, Ecuador, durante el período 2016–2022, a partir del procesamiento y análisis de información geoespacial oficial de SIGTIERRAS/MAG mediante sistemas de información geográfica (SIG).

2. Materiales y métodos

2.1. Tipo de estudio

La investigación correspondió a un estudio observacional, retrospectivo y de enfoque cuantitativo, basado en el análisis de información geoespacial secundaria. El estudio tuvo un alcance descriptivo, orientado a estimar y analizar la evolución espacio-temporal de la superficie sembrada de soja (Glycine max L.) en el cantón Babahoyo durante el período 2016–2022, de acuerdo con los principios de los diseños de investigación cuantitativa descritos por Creswell y Creswell (2023).

2.2. Área de estudio

El estudio se desarrolló en el cantón Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador (Figura 1), una de las zonas donde se concentra la producción de soja en el país (Calahorrano et al., 2022). Las condiciones propias de esta zona favorecen el desarrollo del cultivo de soja y de otros cultivos transitorios como el arroz y el maíz, que forman parte de la actividad agrícola del cantón (Painii-Montero et al., 2020).



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

2.3. Fuentes de información

La información geoespacial se obtuvo del Geoportal SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023), administrado por la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA). Se trabajó con archivos vectoriales (shapefiles) correspondientes a las estimaciones oficiales de superficie sembrada de cultivos transitorios entre 2016 y 2022. Los archivos fueron organizados de acuerdo con el año y el período agrícola indicado por el MAG, diferenciando el primer período, asociado a la época lluviosa, y el segundo, correspondiente a la época seca. Para el análisis se utilizaron los registros disponibles en cada período, respetando la clasificación establecida en la información original.

Los archivos originales reunían información de distintos cultivos transitorios de todo el país y estaban definidos en el sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zona 17S. Como el estudio se centró únicamente en la soja cultivada en Babahoyo, se depuró esta información y se conservaron solo los polígonos correspondientes a este cultivo dentro de los límites del cantón.

2.4. Procesamiento de la información geoespacial

El procesamiento de la información geoespacial se realizó en ArcGIS Desktop 10.8 (Esri, 2020). Los archivos vectoriales fueron revisados y organizados para su análisis, trabajando bajo el sistema de referencia WGS 84 / UTM Zona 17 S (EPSG:32717), utilizado para el procesamiento y cálculo de las superficies en el área de estudio.

Los shapefiles utilizados corresponden a información oficial previamente generada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la estimación de superficies sembradas. Para la elaboración de estos productos, el MAG empleó imágenes satelitales como parte del proceso de identificación y delimitación de las áreas cultivadas (Aguilar et al., 2019). En este estudio no se procesaron directamente imágenes satelitales, sino que se trabajó con los archivos vectoriales disponibles en SIGTIERRAS/MAG, a partir de los cuales se seleccionó y analizó la información correspondiente al cultivo de soja en el cantón Babahoyo.

Inicialmente, se incorporó la capa oficial de límites administrativos del cantón Babahoyo y se aplicó la herramienta Clip para extraer únicamente la información correspondiente al área de estudio. Posteriormente, se efectuó una depuración temática de la base cartográfica mediante la selección de los polígonos clasificados como cultivo de soja, eliminando los registros asociados a arroz, maíz y otros cultivos transitorios presentes en los shapefiles originales.

Una vez obtenida la cartografía específica del cultivo, se calculó el área de cada polígono utilizando la herramienta Calculate Geometry Attributes, expresando los resultados en hectáreas. Posteriormente, las superficies individuales fueron consolidadas para estimar la superficie sembrada por período agrícola y por año, mientras que la superficie acumulada se obtuvo mediante la suma de las superficies anuales registradas entre 2016 y 2022.

Con el propósito de facilitar la interpretación espacial de los resultados, se incorporaron capas cartográficas complementarias correspondientes a la red hidrográfica, red vial, centros poblados, límites administrativos y sombreado del relieve (Hillshade) (Instituto Geográfico Militar, 2017).

Finalmente, se elaboraron mapas temáticos para cada uno de los períodos agrícolas analizados, así como un mapa de síntesis que integra la distribución espacial del cultivo durante todo el período de estudio. Todos los productos cartográficos incluyeron los elementos cartográficos fundamentales, tales como sistema de coordenadas, escala gráfica, orientación norte y leyenda.

Con el propósito de complementar el análisis de la evolución temporal, se calculó la variación porcentual interanual de la superficie sembrada mediante la siguiente expresión:

$$\text{Variación interanual \%} = \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} \times 100 \quad (1)$$

Donde S_t corresponde a la superficie sembrada del año de análisis y S_{t-1} a la superficie registrada el año inmediatamente anterior.

2.5. Análisis de datos

2.5.1. Análisis descriptivo

Las superficies estimadas fueron organizadas en una base de datos para analizar la evolución temporal de la superficie sembrada de soja durante el período 2016–2022. Inicialmente, se aplicó estadística descriptiva para determinar la superficie sembrada por ciclo agrícola, por año y para el período de estudio en su conjunto.

2.5.2. Análisis inferencial

Para el análisis estadístico se consideraron las superficies sembradas de soja registradas en los períodos agrícolas correspondientes a los años comprendidos entre 2016 y 2022, utilizando la información disponible para cada período de siembra. Los datos fueron organizados por año con el propósito de evaluar las variaciones de la superficie sembrada durante el período de estudio. Inicialmente, se aplicó la prueba de Shapiro–Wilk para evaluar la distribución de los datos y, a partir de sus resultados, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para comparar las superficies sembradas entre los años evaluados. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0{,}05$ (Chicco et al., 2025).

Resultados

3.1. Evolución de la superficie sembrada de soja durante el período 2016–2022

Se estimó la superficie sembrada correspondiente al primer y segundo período agrícola de cada año entre 2016 y 2022. La Tabla 1 presenta la superficie estimada en hectáreas para cada ciclo agrícola, así como el total anual obtenido a partir de la información geoespacial oficial procesada en el presente estudio. Es importante señalar que los shapefiles oficiales correspondientes al primer período agrícola de 2016 no contenían registros del cultivo de soja.

Tabla 1. Superficie estimada de siembra de soja en el cantón Babahoyo durante el período 2016–2022.

Año	Primer período (ha)	Segundo período (ha)	Total anual (ha)
2016	–	4 798,88	4 798,88
2017	149,91	3 891,76	4 041,67
2018	617,19	4 798,00	5 415,19
2019	745,56	7 309,31	8 054,87
2020	894,51	3 865,66	4 760,17
2021	982,77	3 909,41	4 892,18
2022	575,85	4 352,31	4 928,16

Nota. (–) indica ausencia de registros para el primer período de 2016. Fuente: elaboración propia a partir de datos del MAG (2023)

La superficie sembrada de soja presentó una marcada variación interanual durante el período analizado. El mayor valor se registró en 2019, con una superficie total estimada de 8 054,87 ha, mientras que el menor correspondió a 2017, con 4 041,67 ha. En términos generales, el segundo período agrícola concentró la mayor proporción de la superficie sembrada en todos los años evaluados, superando ampliamente al primer período. Posteriormente, entre 2020 y 2022, la superficie cultivada mostró un comportamiento relativamente estable, con valores comprendidos entre 4 760,17 y 4 928,16 ha, lo que evidencia una disminución de las fluctuaciones observadas en los años posteriores al máximo registrado.

Con el fin de complementar el análisis de la evolución temporal, se determinó la variación porcentual interanual de la superficie sembrada para cada año del período de estudio. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variación porcentual interanual de la superficie sembrada de soja en el cantón Babahoyo durante el período 2016–2022.

Año	Superficie anual (ha)	Variación interanual (%)
2016	4 798,88	—
2017	4 041,67	-15,78
2018	5 415,19	33,98
2019	8 054,87	48,74
2020	4 760,17	-40,90
2021	4 892,18	2,77
2022	4 928,16	0,74

Nota. (—) indica que no aplica el cálculo para 2016 por ser el año inicial de análisis. Los valores positivos representan un aumento de la superficie sembrada respecto al año anterior, mientras que los valores negativos indican una disminución. Fuente: elaboración propia a partir de datos del MAG (2023).

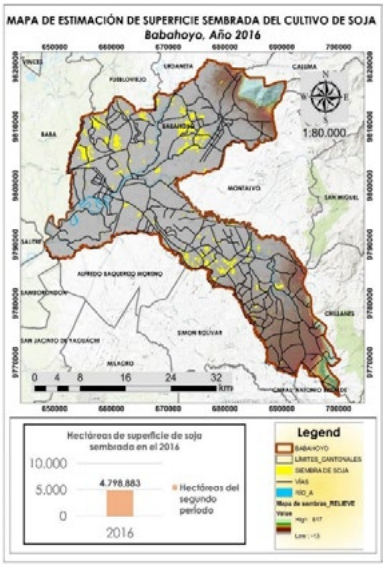
La variación interanual evidenció cambios importantes en la superficie sembrada durante el período analizado. El mayor incremento se registró entre 2018 y 2019, con un aumento del 48,74 %, mientras que la reducción más pronunciada ocurrió entre 2019 y 2020, cuando la superficie sembrada disminuyó un 40,90 %. En contraste, durante 2021 y 2022 las variaciones fueron inferiores al 3 %, lo que refleja una tendencia hacia la estabilización de la superficie cultivada después de las fluctuaciones registradas en los años anteriores.

En conjunto, los resultados muestran que la superficie sembrada de soja experimentó una fase de crecimiento hasta 2019, seguida por una disminución importante en 2020 y una posterior estabilización durante los dos últimos años del período de estudio, manteniéndose el predominio del segundo período agrícola como el principal ciclo de producción en el cantón Babahoyo.

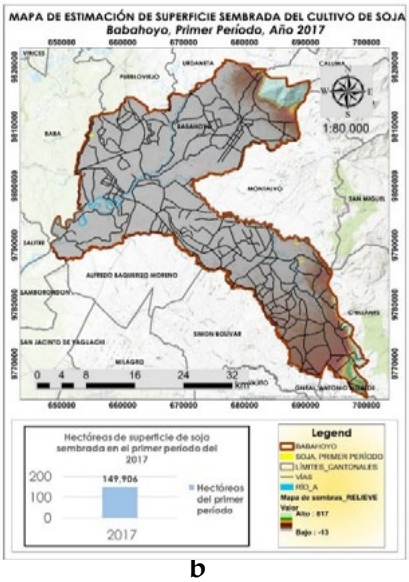
3.2. Distribución espacial de la superficie sembrada

Como se observa en los mapas de la Figura 2, las áreas sembradas de soja se concentraron principalmente en los sectores norte, noroeste, centro y suroriental del cantón Babahoyo. Además, el cultivo se localizó en sectores similares durante varios de los años evaluados, lo que evidencia la recurrencia espacial de estas áreas.

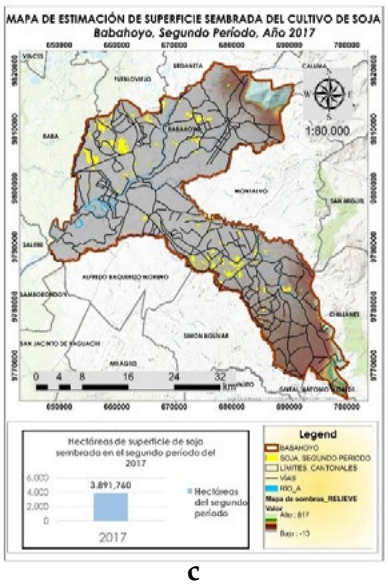
Al comparar los dos períodos agrícolas de cada año, se observó que el segundo período agrícola anual presentó una mayor continuidad espacial y una mayor extensión de los polígonos cultivados, mientras que el primer período agrícola mostró superficies más reducidas y una distribución más fragmentada. Este comportamiento coincide con los resultados obtenidos en el análisis temporal, donde el segundo período agrícola registró sistemáticamente las mayores superficies sembradas. La Figura 2 permite identificar estos patrones de distribución para cada uno de los períodos evaluados.


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Año 2016
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el 2016
4.798.883
2016
Hectáreas del segundo período
Legend

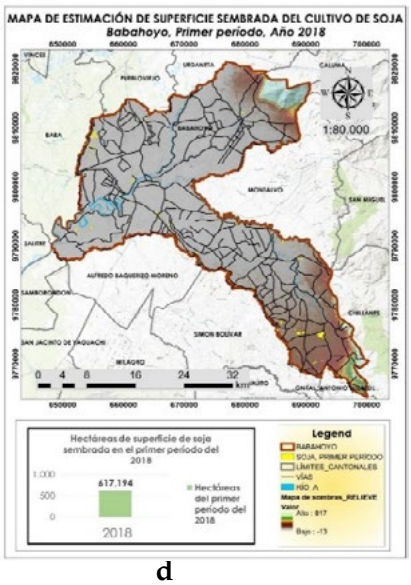
a


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Primer Período, Año 2017
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el primer período del 2017
149.906
2017
Hectáreas del primer período
Legend

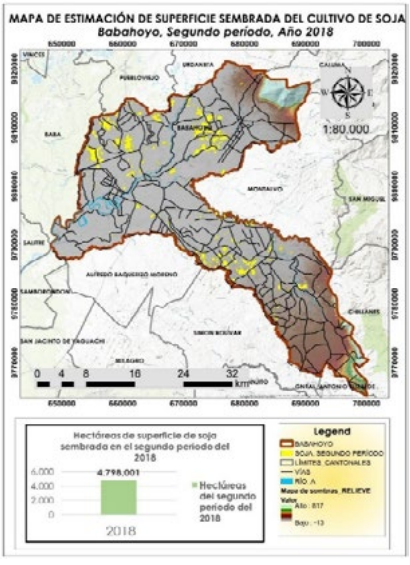
b


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Segundo Período, Año 2017
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el segundo período del 2017
3.891.760
2017
Hectáreas del segundo período
Legend

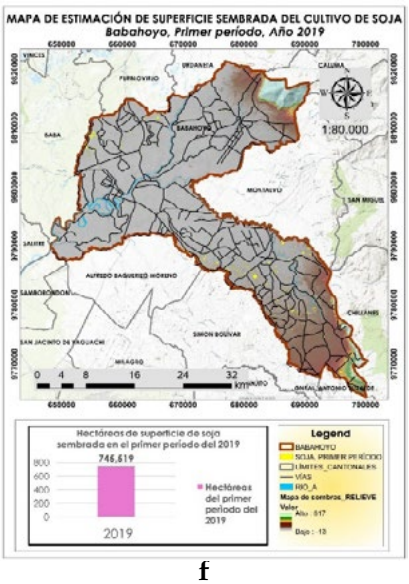
c


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Primer período, Año 2018
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el primer período del 2018
617.194
2018
Hectáreas del primer período del 2018
Legend

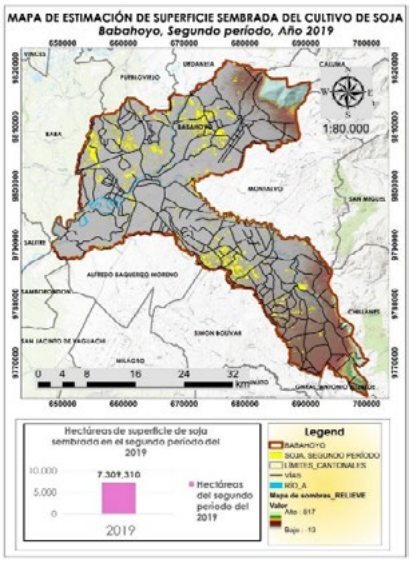
d


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Segundo período, Año 2018
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el segundo período del 2018
4.798.001
2018
Hectáreas del segundo período del 2018
Legend

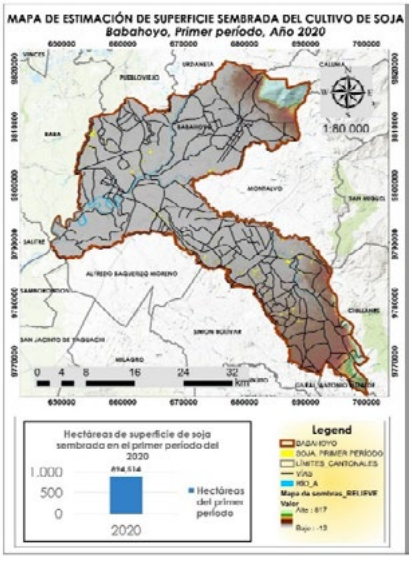
e


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Primer período, Año 2019
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el primer período del 2019
746.619
2019
Hectáreas del primer período del 2019
Legend

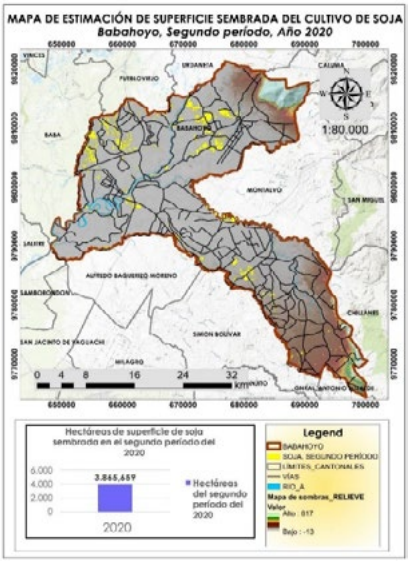
f


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Segundo período, Año 2019
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el segundo período del 2019
7.309.310
2019
Hectáreas del segundo período del 2019
Legend

g


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Primer período, Año 2020
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el primer período del 2020
894.614
2020
Hectáreas del primer período
Legend

h


MAPA DE ESTIMACIÓN DE SUPERFICIE SEMBRADA DEL CULTIVO DE SOJA
Babahoyo, Segundo período, Año 2020
1:80.000
Hectáreas de superficie de soja sembrada en el segundo período del 2020
3.845.659
2020
Hectáreas del segundo período del 2020
Legend

i

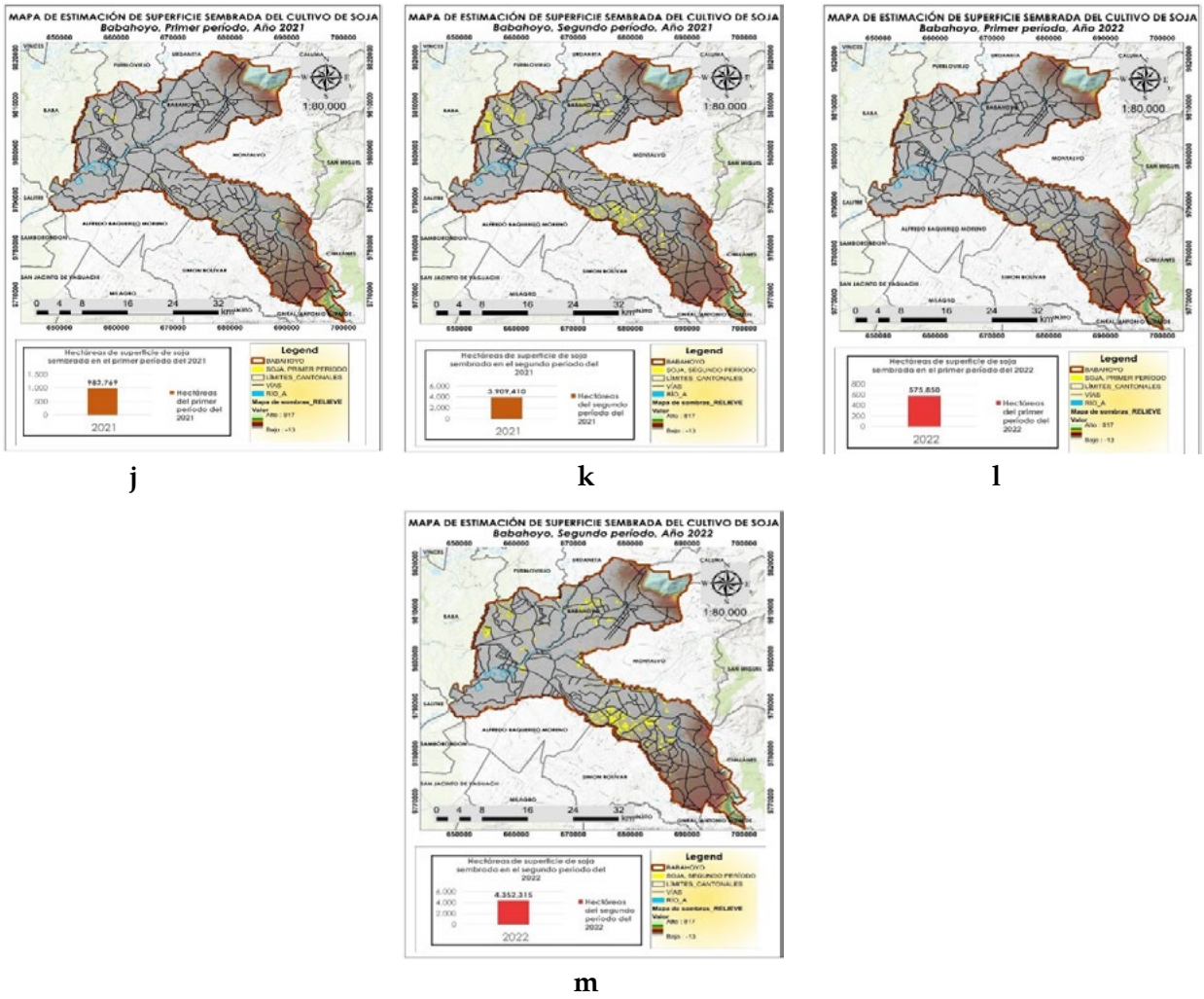


Figura 2. Distribución espacial de la superficie sembrada de soja en el cantón Babahoyo durante el período 2016–2022. Fuente: elaboración propia a partir de datos del MAG (2023).

3.3. Patrón espacial de la superficie sembrada de soja durante el período 2016–2022

Al sumar las superficies sembradas registradas anualmente entre 2016 y 2022, se obtuvo una superficie acumulada de 36 891,12 ha, considerando que una misma área pudo registrar presencia del cultivo en más de un año del período analizado. La representación integrada permitió visualizar el comportamiento espacial global del cultivo, identificando las áreas que concentraron la mayor ocupación agrícola a lo largo del período de estudio.

En la Figura 3 también se pueden apreciar los cambios en la extensión y distribución de las áreas sembradas entre los diferentes años, con una mayor presencia del cultivo en los sectores norte, noroeste, centro y suroriental del cantón, mientras que otras zonas presentaron una participación

reducida de áreas cultivadas. La comparación visual de las capas correspondientes a cada año muestra que las áreas sembradas se concentran en sectores similares durante varios de los años analizados. En conjunto, el mapa síntesis proporciona una visión integrada de la distribución espacial del cultivo de soja durante el período 2016–2022, permitiendo identificar las áreas de mayor ocupación agrícola y facilitando la interpretación del comportamiento espacial del cultivo a escala cantonal.

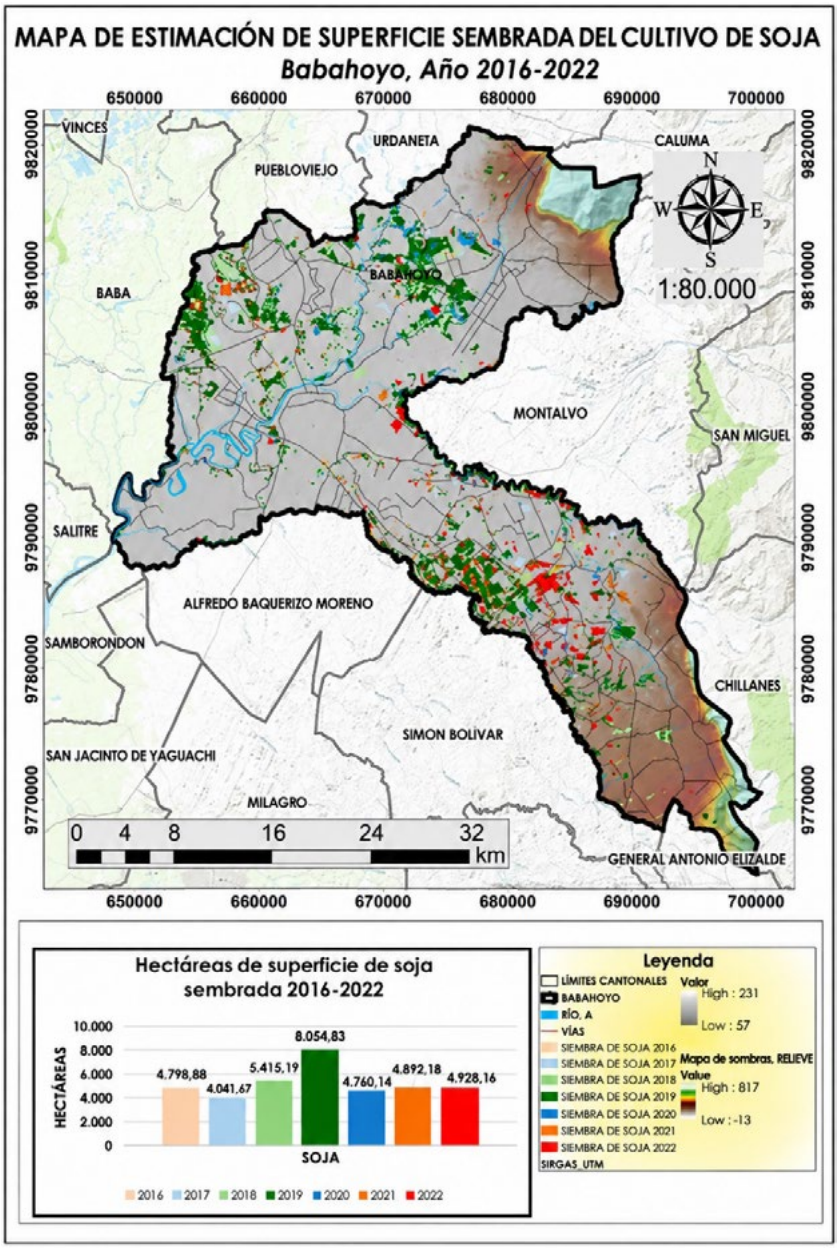


Figura 3. Patrón espacial integrado de la superficie sembrada de soja en el cantón Babahoyo durante el período 2016–2022. Fuente: elaboración propia a partir de datos del MAG (2023).

3.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó considerando las superficies sembradas de soja registradas en los períodos agrícolas comprendidos entre 2016 y 2022. La prueba de Shapiro–Wilk mostró que los datos no presentaron una distribución normal ($p = 0,0206$), por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis para comparar las superficies sembradas entre los años evaluados. El resultado obtenido ($H = 6,00$; $p = 0,999$) indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los años analizados. Aunque se observaron variaciones en la superficie sembrada a lo largo del período de estudio, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística de acuerdo con la prueba aplicada.

4. Discusión

La superficie sembrada de soja en el cantón Babahoyo presentó una dinámica variable entre 2016 y 2022, con etapas de reducción, crecimiento y una mayor estabilidad hacia el final del período. Liu et al. (2026) encontraron un comportamiento similar al analizar áreas sembradas de soja en otros territorios, donde también identificaron procesos de expansión y contracción a través del tiempo.

La reducción observada al inicio de la serie coincidió con un período de menor actividad del cultivo a nivel nacional. El Banco Central del Ecuador (2017) reportó una disminución de la superficie sembrada y de la producción de soja, mientras que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2018) registró una reducción de la superficie cosechada. Aunque se trata de indicadores diferentes, ambos antecedentes muestran que la disminución encontrada en Babahoyo ocurrió en un momento en el que la actividad sojera también atravesaba cambios a escala nacional.

Esta situación cambió durante los años siguientes, cuando la superficie sembrada aumentó hasta alcanzar su mayor extensión en 2019. La expansión observada representa una mayor ocupación del territorio por este cultivo y muestra que la participación de la soja dentro de la actividad agrícola del cantón puede modificarse de manera importante entre años. González et al. (2020) también describieron cambios en la producción de soja en la región Costa durante el 2019. Este comportamiento podría estar relacionado con diferentes condiciones productivas y económicas que influyen sobre las decisiones de siembra.

Dentro de este marco, Liu et al. (2026) señalan que la dinámica de las áreas sembradas de soja puede estar relacionada con factores como la mecanización, la disponibilidad de riego, los insumos, la mano de obra y las condiciones económicas. La importancia de estos factores cambia según el territorio, por lo que no necesariamente explican lo ocurrido en Babahoyo. Sin embargo, muestran que las variaciones de la superficie sembrada pueden responder a la combinación de diferentes condiciones y no a un solo factor.

La reducción más marcada de la serie ocurrió en 2020, en un contexto marcado por la pandemia de COVID-19. En Ecuador, Barrionuevo (2020) documentó afectaciones de la pandemia sobre el sector agropecuario, entre ellas dificultades relacionadas con la comercialización, la logística, el acceso al crédito y la provisión de insumos. Estas condiciones pudieron formar parte del escenario en el que se produjo la reducción observada en Babahoyo; sin embargo, también pudieron intervenir factores

productivos, económicos, climáticos o de mercado.

Hacia el final de la serie se observó una mayor estabilidad de la superficie sembrada. Para este período, Calahorrano et al. (2022) estimaron cerca de 5 540 ha de soja en Babahoyo mediante imágenes satelitales y técnicas de clasificación supervisada, un valor próximo a las superficies registradas en el presente estudio. Las diferencias entre las estimaciones pueden estar relacionadas con las fuentes de información y los procedimientos utilizados para delimitar las áreas cultivadas.

Las variaciones encontradas entre años forman parte de una dinámica que también ha sido observada en estudios realizados en otros territorios. Huang et al. (2024) señalan que el comportamiento de los cultivos puede cambiar entre regiones y períodos productivos debido a diferencias ambientales, variedades cultivadas y prácticas de manejo. En Babahoyo, la sucesión de períodos de expansión, reducción y posterior estabilidad muestra precisamente la importancia de trabajar con varios años de información. Analizar un solo período podría llevar a interpretar como permanente una situación que, al observar la serie completa, resulta ser temporal.

Otro hallazgo importante fue la marcada diferencia entre los dos períodos agrícolas. El segundo período concentró la mayor parte de la superficie sembrada durante los años evaluados, mientras que el primero tuvo una participación mucho menor. Esta concentración muestra que la dinámica anual de la soja en Babahoyo está estrechamente relacionada con el período en el que se realiza la siembra y que el total anual, por sí solo, no refleja completamente este comportamiento.

La cartografía permitió complementar este análisis desde una perspectiva espacial. A partir de la comparación visual de los mapas, se aprecia que las áreas sembradas aparecen en sectores similares durante varios de los años evaluados. Dentro de este hallazgo, Zhang et al. (2025) encontraron que las áreas sembradas de soja pueden presentar agrupaciones dentro del territorio agrícola y diferencias en la forma y distribución de las parcelas. En Babahoyo se observa un patrón similar, con una distribución que no es uniforme y con sectores donde la presencia del cultivo aparece con mayor frecuencia en los mapas. Esto muestra que los cambios en la superficie total también tienen una expresión territorial, ya que las áreas sembradas se expanden o reducen dentro de zonas específicas del cantón.

En términos generales, la dinámica de la soja en Babahoyo estuvo marcada por tres aspectos principales: las variaciones de la superficie sembrada entre años, la concentración de la siembra en el segundo período agrícola y la presencia recurrente del cultivo en determinados sectores observada a partir de la cartografía. Estos resultados coinciden con estudios que resaltan la utilidad de integrar información temporal y espacial para analizar la evolución de los cultivos (Feng et al., 2023; Huang et al., 2024; She et al., 2024; Shen et al., 2025; Zhang et al., 2025).

Una de las principales limitaciones del estudio fue la dependencia de información geoespacial secundaria, cuya disponibilidad y características están sujetas a las capas oficiales utilizadas. Tampoco se realizaron verificaciones de campo ni se incluyeron variables productivas, económicas, climáticas o de mercado que permitieran profundizar en las causas de los

cambios observados. Futuras investigaciones podrían incorporar estas variables y complementar el análisis cartográfico con información de campo.

En conjunto, el análisis de los siete años permitió comprender que la evolución de la soja en Babahoyo no estuvo determinada únicamente por los cambios en la superficie sembrada. La concentración de la siembra en el segundo período agrícola y su distribución dentro del cantón también fueron elementos importantes de esta dinámica. Esta información aporta una base para continuar el seguimiento del cultivo y profundizar en los factores relacionados con sus cambios temporales y espaciales.

5. Conclusiones

La superficie sembrada de soja en el cantón Babahoyo cambió a lo largo del período 2016–2022. Se presentaron años de crecimiento y otros de reducción, mientras que hacia el final del período los cambios fueron menores. A pesar de estas variaciones, el análisis inferencial no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los años estudiados.

La mayor parte de la superficie sembrada de soja se concentró en el segundo período agrícola, correspondiente a la época seca, comportamiento que se repitió durante los años analizados y que muestra que esta siembra en Babahoyo se desarrolla principalmente durante esta época.

Se observa que el cultivo de soja tuvo mayor presencia en los sectores norte, noroeste, centro y suroriental del cantón. Estas zonas aparecen en varios de los años estudiados, aunque la extensión sembrada no siempre fue la misma. Esto permitió reconocer los sectores donde la soja tuvo una presencia más frecuente durante el período analizado.

En general, los resultados muestran que la dinámica de la soja en Babahoyo no depende únicamente de cuánto se siembra cada año, sino también del período agrícola y de cómo se distribuyen las áreas sembradas dentro del cantón. La información obtenida puede servir como referencia para dar seguimiento al cultivo y para realizar nuevos estudios que ayuden a entender mejor los factores que están relacionados con estos cambios.

6. Contribución de los autores

RJBM: Recolección de datos, análisis de resultados, discusión, revisión final y elaboración del manuscrito.

Referencias

Aguilar, D., Álava, D., Burbano, J., Calahorrano, O., Garcés, A. L., Jácome, D., Pijal, A. B., Simbaña, B., & Yépez, R. (2019). *Estimación de superficie sembrada de arroz (Oryza sativa L.), maíz amarillo duro (Zea mays L.) y soya (Glycine max) del primer período (época lluviosa) año 2018, en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Loja y El Oro.* Ministerio de Agricultura y Ganadería. https://fliphtml5.com/ijia/seet/Estimacion_Superficie_Sembrada_de_Arroz%2C_Maiz_Amarillo_Duro_y_Soya_2018/3/

Banco Central del Ecuador. (2017). *Reporte de coyuntura sector Agropecuaria* (No. 90-II). Dirección Nacional de Síntesis Macroeconomica. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNo-

tas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201702.pdf

Barrionuevo J., N. (2020). *Análisis de coyuntura de impactos de la pandemia del coronavirus en el agro ecuatoriano, con énfasis en pequeños productores.* Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). https://lac-conocimientos-sstc.ifad.org/en/w/an%C3%A1lisis-de-coyuntura-de-impactos-de-la-pandemia-del-coronavirus-en-el-agro-ecuatoriano-con-%C3%A9nfasis-en-peque%C3%B1os-productores

Calahorrano, O., Collaguazo, J., Enríquez, M., Leiva, D., Palacios, F., Pijal, A. B., Simbaña, B., Villarreal, W., Yépez, R., & Zurita, M. (2022). *Estimación de superficie sembrada de los cultivos de arroz (Oryza sativa L.), maíz amarillo duro (Zea mays L.) y soya (Glycine max) del primer período (época lluviosa) año 2022, en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Loja, El Oro, Cotopaxi, Bolívar y Cañar*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. https://fliphtml5.com/wtae/irct/basic

Chicco, D., Sichenze, A., & Jurman, G. (2025). A simple guide to the use of Student's t-test, Mann-Whitney U test, Chi-squared test, and Kruskal-Wallis test in biostatistics. *BioData Mining, 18*, 56. https://doi.org/10.1186/s13040-025-00465-6

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3784840

Du, Z., Yu, L., Chen, X., Li, X., Peng, D., Zheng, S., Hao, P., Yang, J., Guo, H., & Gong, P. (2023). An operational assessment framework for near real-time cropland dynamics: Toward sustainable cropland use in Mid-Spine Belt of Beautiful China. *Journal of Remote Sensing, 3*, Article 0065. https://doi.org/10.34133/remotesensing.0065

Esri. (2020). *ArcGIS Desktop* 10.8 [Software]. Environmental Systems Research Institute. https://www.esri.com

Feng, F., Gao, M., Liu, R., Yao, S., & Yang, G. (2023). A deep learning framework for crop mapping with reconstructed Sentinel-2 time series images. *Computers and Electronics in Agriculture, 213*, 108227. https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108227

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2024). *The state of food and agriculture 2024: Value-driven transformation of agrifood systems*. FAO. https://doi.org/10.4060/cd2616en

González, B. B., Barragán Monrroy, R., Simba Ochoa, L., & Rivero Herrada, M. (2020). Influencia de las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Centro Agrícola, 47*(4), 54-64. http://cagricola.uclv.edu.cu

Huang, X., Vrieling, A., Dou, Y., Belgiu, M., & Nelson, A. (2024). A robust method for mapping soybean by phenological aligning of Sentinel-2 time series. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 218*(Part B), 1–18. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2024.10.015

Instituto Geográfico Militar. (2017). *Geoportal del Instituto Geográfico Militar del Ecuador*. https://www.geoportaligm.gob.ec/geoinformacion/

Kebede, E. A., Abou Ali, H., Clavelle, T., Froehlich, H. E., Gephart, J. A., Hartman, S., Herrero, M., Kerner, H., Mehta, P., Nakalembe, C., Ray, D. K., Siebert, S., Thornton, P., & Davis, K. F. (2024). Assessing and addressing the global state of food production data scarcity. *Nature Reviews Earth & Environment, 5*(4), 295–311. https://doi.org/10.1038/s43017-024-00516-2

Liu, L., Chen, X., Hao, L., Zhang, G., Jin, Z., Li, C., Yang, Y., Rao, J., & Chen, B. (2022). Traditional fermented soybean products: Processing, flavor formation, nutritional and biological activities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62*(7), 1971–1989. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1848792

Liu, W., Li, S., Cao, J., Xie, J., Dong, J., Han, J., Mei, Q., Yin, L., Zhang, H., Zhou, H., & Tao, F. (2026). Uncovering the spatiotemporal evolution and driving mechanisms of soybean planting area in China from 2000 to 2022. *Journal of Integrative Agriculture, 25*(5), 2121–2138. https://doi.org/10.1016/j.jia.2025.07.021

MAG. (2018). Rendimientos de soya en el Ecuador 2017. *En Ministerio de Agricultura y Ganadería* (Vol. 2017). https://fliphtml5.com/ijia/xnxn/basic

Mao, F., Nan, G., Cao, M., Gao, Y., Guo, L., Meng, X., & Yang, G. (2018). The metal distribution and the change of physiological and biochemical process in soybean and mung bean plants under heavy metal stress. *International Journal of Phytoremediation, 20*(11), 1113–1120. https://doi.org/10.1080/15226514.2017.1365346

Martín, C., & López, A. M. (2017). Beneficios de la soja en la salud femenina. *Nutrición Hospitalaria, 34*, 36–40. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7632333

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Geoportal del Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica* (SIGTIERRAS) [Base de datos geoespacial]. http://www.sigtierras.gob.ec/geoportal/

She, B., Hu, J., Huang, L., Zhu, M., & Yin, Q. (2024). Mapping soybean planting areas in regions with complex planting structures using machine learning models and Chinese GF-6 WFV data. *Agriculture, 14*(2), 231. https://doi.org/10.3390/agriculture14020231

Shen, Y., Zhang, X., Tran, K. H., Ye, Y., Gao, S., Liu, Y., & An, S. (2025). Near real-time corn and soybean mapping at field-scale by blending crop phenometrics with growth magnitude from multiple temporal and spatial satellite observations. *Remote Sensing of Environment, 318*, 114605. https://doi.org/10.1016/j.rse.2025.114605

Teixeira, I., Morais, R., Sousa, J. J., & Cunha, A. (2023). Deep learning models for the classification of crops in aerial imagery: A review. *Agriculture, 13*(5), 965. https://doi.org/10.3390/agriculture13050965

Tufail, R., Tassinari, P., & Torreggiani, D. (2025). Deep learning applications for crop mapping using multi-temporal Sentinel-2 data and red-edge vegetation indices: Integrating convolutional and recurrent neural networks. *Remote Sensing, 17*(18), 3207. https://doi.org/10.3390/rs17183207

Toomer, O. T., Oviedo, E. O., Ali, M., Patino, D., Joseph, M., Frinsko, M., Vu, T., Maharjan, P., Fallen, B., & Mian, R. (2023). Current agronomic practices, harvest & post-harvest processing of soybeans (Glycine max)—A review. *Agronomy, 13*(2), 427. https://doi.org/10.3390/agronomy13020427

Wu, H., Wan, X., Qian, R., Ruan, C., Zhao, J., & Wang, C. (2026). Integrating SimAM attention and S-DRU feature reconstruction for Sentinel-2 imagery-based soybean planting area extraction. *Agriculture, 16*(6), 693. https://doi.org/10.3390/agriculture16060693

Zhang, H., Peng, D., Dou, C., Lou, Z., Zhang, X., Yu, L., Song, K., Zhang, Y., Hu, J., Zhang, S., Li, Y., Liu, S., Zhang, Y., & Peng, H. (2025). Enhancing early-season soybean identification through optical and SAR time-series integration. F*rontiers in Plant Science, 16*, 1656628. https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1656628

Zhu, X., Wang, Y., Zhao, A., & Li, D. (2026). NSII: A novel soybean identification index based on Sentinel-2 imagery for accurate and efficient soybean mapping. *Frontiers in Plant Science, 17*, Article 1788686. https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1788686

Copyright (c) 2027. Roberto Johan Barragan Monrroy.

Este es un artículo de acceso abierto, bajo licencia Creative Commons (CC BY 4.0) de Atribución 4.0 Internacional