
Agricultura sostenible en la producción de papa en Sesquilé, Colombia: una revisión de prácticas, beneficios y desafíos

Sustainable agriculture in potato production in Sesquilé, Colombia: a review of practices, benefits, and challenges

Sonia Lizarazo¹

Angi Carolina Moreno Morales²

Juanita Jaramillo Peña²,

Brayan Alexander Cruz Calle²

Juan Camilo Cardona Castaño³

¹Facultad de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Santo.

²Estudiante de Administración de Empresas

³ Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro.

E Mail: sonializarazo@usta.edu.co

Lizarazo, S.; Moreno Morales, A.C.; Jaramillo Peña, J.; Cruz Calle, B.A.; Cardona Castaño, J.C.(2025). Agricultura sostenible en la producción de papa en Sesquilé, Colombia: una revisión de prácticas, beneficios y desafíos *Revista Estudios Ambientales*, 13 (2), 88 – 106.

Recibido: 20/07/2025 - **Aceptado:** 18/11/2025 – **Publicado:** 31/12/2025

RESUMEN

El cultivo de papa en el municipio de Sesquilé (Cundinamarca, Colombia) representa una actividad clave para la seguridad alimentaria y el sustento económico de numerosas familias rurales. No obstante, enfrenta múltiples desafíos que comprometen su sostenibilidad a largo plazo. Este artículo presenta una revisión narrativa y analítica de literatura académica, informes institucionales y datos técnicos, con el propósito de examinar las prácticas sostenibles implementadas en la región, sus beneficios e implicaciones, y los principales obstáculos estructurales que limitan su adopción. La información fue organizada en tres categorías: prácticas sostenibles, impactos socioeconómicos y desafíos estructurales. Además, se integraron representaciones gráficas (figuras y tablas) que ilustran la distribución varietal, el comportamiento del precio, y los medios estratégicos para avanzar hacia una agricultura sostenible. Los resultados

evidencian que, si bien existen conocimientos sobre buenas prácticas agrícolas, su adopción sigue siendo limitada debido a barreras como el bajo acceso a capacitación, la débil asociatividad, la escasa apropiación de tecnologías emergentes y la falta de planificación territorial con enfoque agricultura sostenible. Se concluye, los sistemas agrícolas sostenibles en Sesquilé requiere una estrategia articulada que combine formación técnica, innovación tecnológica, fortalecimiento organizativo y políticas públicas incluyentes.

PALABRAS CLAVES: cadena de valor; campesino; desarrollo rural; precios de la papa; productores.

ABSTRACT

Potato cultivation in the municipality of Sesquilé (Cundinamarca, Colombia) is a key activity for food security and the economic livelihood of many rural families. However, it faces multiple challenges that threaten its long-term sustainability. This article presents a narrative and analytical review of academic literature, institutional reports, and technical data to examine the sustainable practices implemented in the region, their benefits and implications, and the main structural barriers limiting their adoption. The information was organized into three thematic categories: sustainable practices, socioeconomic impacts, and structural challenges. In addition, figures and tables were used to illustrate varietal distribution, price trends, and strategic pathways toward more sustainable agricultural systems. The results indicate that although knowledge of good agricultural practices exists, adoption remains limited due to factors such as restricted access to training, weak farmer organizations, limited use of emerging technologies, and the absence of territorial planning aligned with sustainable agriculture principles. The study concludes that achieving sustainable agricultural systems in Sesquilé requires an integrated strategy combining technical training, technological innovation, organizational strengthening, and inclusive public policies.

KEYWORDS: value chain; peasant; rural development; potato prices; producers.

INTRODUCCIÓN

La transición hacia una agricultura sostenible en contextos rurales como el municipio de Sesquilé, Cundinamarca, Colombia no depende únicamente de la

voluntad del productor ni de la disponibilidad de conocimientos técnicos. En realidad, se encuentra condicionada por una serie de desafíos estructurales que dificultan la implementación y consolidación de prácticas agroecológicas, comercialización

justa, innovación tecnológica y gestión colectiva del territorio (Guerrero-Aboytes et al., 2022).

Entre estos desafíos destacan de la agricultura sostenible: el limitado acceso a capacitación especializada, la escasa cobertura de asistencia técnica, la debilidad de las organizaciones de base, la baja apropiación de tecnologías emergentes, y la falta de planificación rural con enfoque agroambiental. Estas condiciones limitan no solo la productividad, sino la capacidad de adaptación de los agricultores a los cambios del mercado, el clima y las políticas públicas (Lozano et al., 2022).

El problema prototípico de la investigación giró en torno a la pregunta ¿cuáles son las prácticas, beneficios y desafíos, que tiene la agricultura sostenible de producción de papa en el municipio Sesquilé? El cuestionamiento buscó desvelar la articulación de la agricultura sostenible y su impacto en el territorio. Esta investigación se justifica por varios aspectos y teniendo en cuenta los estudio de (Flores-Villamil et al., 2018; Muñoz-González et al., 2024): primero, la exploración del tema. Segundo, la necesidad establecer como se encuentra documentado la investigación en términos de los productos locales y tercero, apertura el debate académico sobre la agricultura sostenible en la región.

Esta revisión documental tuvo como fin el analizar las oportunidades estratégicas y los medios de acción que permitan superar las barreras estructurales que enfrentan los pequeños productores de papa en Sesquilé para avanzar hacia un modelo de producción agrícola sostenible, articulando dimensiones técnicas, sociales, tecnológicas y territoriales. Diversos estudios, Jiménez Aliaga et al. (2022), coinciden en que para superar estas barreras es necesario construir rutas de acción que combinen la formación técnica, el desarrollo organizativo, el acceso a herramientas tecnológicas y la promoción de políticas locales orientadas a la sostenibilidad integral.

La agricultura sostenible a nivel del cultivo de papa no solo depende de las dinámicas de mercado, también de una sólida institucionalidad y de la cooperación interinstitucional entre los productores. Esta colaboración genera mecanismos de actuación a nivel local, lo que significa que los desafíos relacionados con la producción y la sostenibilidad del cultivo de papa están estrechamente vinculados al agenciamiento institucional y al reconocimiento de los actores involucrados. Para lograr un desarrollo local comunitario cohesionado, es fundamental trabajar conjuntamente, integrando a todos los actores en un proceso colaborativo que fortalezca la sostenibilidad del cultivo y promueva el bienestar de las comunidades.

REVISIÓN DE LITERATURA

Según FEDEPAPA (2023), las cifras proporcionadas en la figura 1, el departamento de Cundinamarca fue, en 2023, el principal productor de papa en Colombia, representando el 39% de la producción total anual del país. Dentro de este departamento, el municipio de Sesquilé se destaca como el tercer municipio con mayor producción, alcanza la cifra del 20 % de la producción toral del departamento, aunque enfrenta retos significativos en cuanto a la agricultura sostenible de papa, como lo son: la falta de apoyos económicos a los campesinos, el cambio climático y la falta de financiamiento para remplazar los agroquímicos en los cultivos y transitar a una producción limpia y con mínimos impactos al ambiente.

La sostenibilidad agrícola ha dejado de ser una aspiración idealista para convertirse en una necesidad estratégica frente a los límites ecológicos, las desigualdades rurales y los desafíos alimentarios globales. Su abordaje implica comprender el sistema agroalimentario como una red compleja de relaciones entre lo ecológico, lo social, lo económico y lo territorial (Cerroblanco Vázquez et al., 2025). En este sentido, el

marco teórico que sustenta esta revisión se apoya en cinco ejes conceptuales interrelacionados: sostenibilidad agrícola,

agroecología, cadenas de valor sostenibles, agricultura digital y gobernanza territorial.

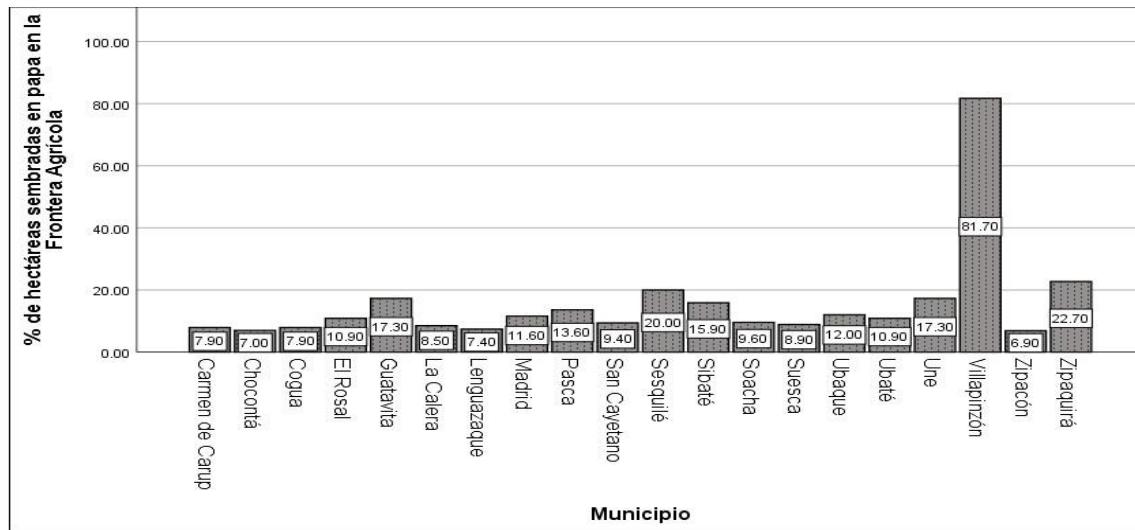


Figura 1. Municipios productores de papa en el departamento de Cundinamarca- Colombia.

Fuente: FEDEPAPA, 2023; FNFP, 2023

Más allá de la productividad: la sostenibilidad en agricultura se concibe como la capacidad de los sistemas agroproductivos para mantenerse en el tiempo sin agotar los recursos naturales ni comprometer el bienestar de las futuras generaciones. Esta sostenibilidad no solo refiere a la eficiencia técnica, sino también a la resiliencia ecológica y la equidad social (Dönmez et al., 2024). Un sistema agrícola sostenible conserva el suelo, mantiene la biodiversidad, reduce la dependencia de insumos externos, garantiza ingresos justos a los productores y aporta a la seguridad alimentaria. En contextos rurales como Sesquilé, lograr sostenibilidad implica enfrentar limitaciones estructurales como la escasa planificación del uso del suelo, la alta fragmentación productiva y la dependencia de prácticas convencionales que deterioran el ecosistema agrícola (Rehman et al., 2022a).

La agricultura sostenible una base para la integración: plantea como una alternativa sistémica para reconfigurar la forma de producir, distribuir y consumir alimentos con el mínimo impacto ambiental, con base en principios ecológicos y justicia social. No se trata únicamente de una técnica, sino de una ciencia aplicada, una práctica productiva y una propuesta política que valora el conocimiento local, la diversidad cultural y la autonomía alimentaria (Muhie, 2022). Desde esta perspectiva, el suelo no es solo un sustrato, sino un organismo vivo que debe ser protegido; las semillas no son mercancías, sino patrimonio biológico; y los agricultores no son ejecutores, sino protagonistas del diseño de sus sistemas productivos (Fuhrmann-Aoyagi et al., 2024). La agricultura sostenible promueve ciclos cerrados, sin desperdicios, donde se reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos, se

recupera materia orgánica y se restaura la funcionalidad del paisaje agrícola.

Cadena de valor agrícola sostenible: el concepto de cadenas de valor sostenibles se refiere a la necesidad de articular los eslabones de producción, transformación y comercialización bajo criterios de sostenibilidad ambiental, viabilidad económica y responsabilidad social. según, O'Connell (1992), lo define como un enfoque que mejora la competitividad sin sacrificar el equilibrio ecológico ni los derechos de quienes participan en la cadena. En el caso del cultivo de papa, esto implica no solo producir más, sino hacerlo mejor: con trazabilidad, reducción de pérdidas postcosecha, generación de valor agregado en origen y fortalecimiento de la asociatividad campesina. Un eslabón débil en la cadena —como la falta de infraestructura de acopio o la informalidad comercial— afecta la viabilidad del sistema completo (Hurtado et al., 2022).

Gobernanza territorial y políticas rurales: por último, la gobernanza territorial es un componente esencial para sostener cualquier transición agrícola. Implica la participación de productores, instituciones públicas, centros de investigación y comunidades en la planificación del uso del suelo, la distribución de incentivos, la gestión del agua y la protección de la biodiversidad (Tahat et al., 2020). En ausencia de políticas locales con enfoque agroecológico, el desarrollo rural tiende a reproducir lógicas extractivas y verticales que desconocen la diversidad cultural y ecológica del territorio. Diseñar planes de desarrollo rural participativo permite anticipar conflictos, mejorar la eficiencia institucional y empoderar a los agricultores como actores estratégicos del desarrollo (Huang & Huang, 2023).

METODOLOGÍA

Tipo de estudio:

El presente artículo se desarrolló mediante la modalidad de investigación documental,

de tipo narrativo-analítica, orientada a examinar las prácticas, los beneficios y los desafíos estructurales asociados a la sostenibilidad en el cultivo de papa en el municipio de Sesquilé (Cundinamarca). Este enfoque metodológico permitió integrar y analizar conocimientos técnicos, científicos e institucionales de diferentes fuentes, con el fin de construir una visión contextualizada del estado actual del sistema productivo local.

Zona de estudio:

Se escogió el municipio de Sesquilé, Cundinamarca, debido a su potencial para el desarrollo de la agricultura sostenible en la producción de papa y considerando los estudios FEDEPAPA (2023; Moreno & Ortega-Ramírez, 2025). Además, es el tercer productor de papa en el departamento de Cundinamarca. Otro motivo importante es la influencia que tiene la Universidad Santo Tomás en materia de producción sostenible en el sector rural y su impacto en el municipio con los productores de papa. Otros argumentos incluyen la exploración de nuevos nichos académicos y de investigación para la academia, los cuales pueden ser impactados a través de políticas públicas, generando así una incidencia social en estas áreas que están alejadas de los centros poblados y de las capitales (Figura 2). Las siguientes actividades fueron fundamentales para el desarrollo metodológico documental de la investigación, ya que permitieron un proceso de identificación a través de bases de datos, así como la revisión de posturas de organismos internacionales y nacionales, además de revistas especializadas que contribuyen al interés temático y al objeto de estudio de la investigación.

Características básicas de Sesquilé: el municipio, ubicado en el Departamento de Cundinamarca, se encuentra a unos 2.600 metros sobre el nivel del mar, lo que lo hace propicio para el cultivo de papa. Hace parte de la zona de influencia de la laguna de Guatavita. La economía municipal está

orientada principalmente al turismo cultural, gracias a la presencia del Parque Arqueológico de Sesquilé y a diversas rutas relacionadas con la leyenda de El Dorado. También es importante la actividad agrícola,

especialmente la producción de papa. El municipio tiene una población de 6.829 habitantes y está localizado a 55 km de la ciudad de Bogotá

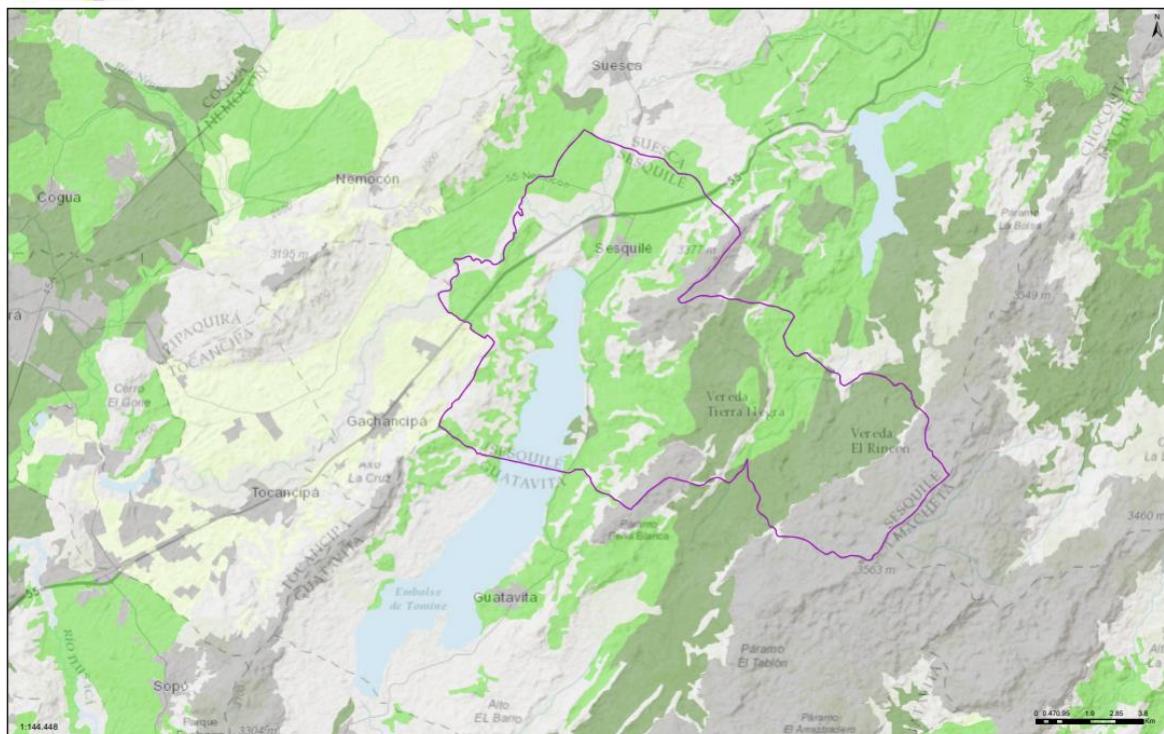


Figura 2. Mapa físico de Sesquilé. Tomado de UPRA Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
<https://sipra.upra.gov.co/territorial/predominancia-municipio>

Recolección de la información en materia documental: para la recopilación de información, se consultaron fuentes secundarias seleccionadas entre los años 2016 y 2024, priorizando documentos relevantes provenientes de:

- *Bases de datos académicas:* Scopus, Redalyc, Scielo y Google Scholar.
- *Organismos internacionales y nacionales:* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Unidades Municipales de Asistencia Técnica

Agropecuaria (UMATA) y Federación Colombiana de Productores de Papa (FEDEPAPA).

- *Revistas especializadas* en agricultura, sostenibilidad rural, economía agrícola y ciencia del suelo. Se incluyeron estudios de caso, artículos originales, informes técnicos y reportes estadísticos. Los criterios de inclusión fueron: pertinencia temática, rigurosidad técnica, enfoque agroecológico y aplicabilidad al contexto colombiano. Se excluyeron fuentes duplicadas, documentos sin respaldo institucional o con fecha anterior a 2016 sin relevancia actual.

Matriz de análisis causa-efecto:

En cuanto a los beneficios y los aspectos desafiantes, se utilizó una matriz de análisis causa-efecto, la cual ya ha sido empleada en investigaciones por Cardona-Castaño et al., (2024a). En esta matriz se establecen los problemas centrales y se analiza cómo el cultivo de papa puede contribuir a la agricultura sostenible. La información fue clasificada en tres categorías analíticas que estructuran los resultados: prácticas sostenibles en el cultivo de papa, beneficios e implicaciones socioeconómicas y desafíos estructurales para la transición sostenible.

Análisis de la información estadística:

Se realizó un análisis estadístico descriptivo sobre la información de la producción de papa en Colombia en los últimos años. Además, se elaboró un gráfico de *series de tiempo* con los datos recolectados en la documentación sobre los precios en el período de 2011 a 2024. Posteriormente, se llevó a cabo una proyección del comportamiento de los precios mediante un *modelo ajustado de proyección* con el *Modelo ARIMA (Media Móvil Integrada Autorregresiva)* 0-189 1-0, lo que permitió observar la tendencia de crecimiento de los precios. La información fue 190 procesada en el Software SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel documental: se encontraron 10 artículos que resultaron fundamentales para comprender el tema de la agricultura sostenible enfocada en la producción de papa. Estos artículos, obtenidos en *Google Scholar*, dejan claro los retos que enfrenta el sistema productivo. El sistema productivo de papa en Colombia permite identificar cómo este cultivo está articulado a un sistema local con una base importante en el consumo de los hogares colombianos. También se encontró información relevante en los boletines de consumo y producción emitidos por la Federación Colombiana de Productores de Papa. Estos documentos

contribuyeron al análisis del comportamiento del mercado y de la producción en el país. Asimismo, se complementó la revisión con información del Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP).

De este proceso emergieron tres enfoques principales:

- ✓ Enfoque institucional: la producción de papa en Colombia se sostiene sobre un engranaje institucional sólido que permite observar variaciones, gestión y patrones de consumo a nivel nacional a través de dichas instituciones. Este enfoque muestra avances en política pública hacia una agricultura sostenible del cultivo de papa.
- ✓ Enfoque de agricultura sostenible: considera estrategias que minimicen el uso de agroquímicos que pueden afectar el suelo, así como la promoción de procesos comunitarios y participativos alrededor del cultivo de papa.
- ✓ Enfoque de desarrollo comunitario: analiza cómo el cultivo de papa en Colombia se ha desarrollado desde la base local, con énfasis en formas de autogestión. El sector papero también impulsa la construcción de espacios de participación orientados a mantener la producción y sostener el mercado nacional.

De tal manera, la investigación mostró el problema central de la producción de papa en el municipio de Sesquilé, el cual tiene que ver con una baja adopción de prácticas para el manejo del cultivo. Otro elemento que se halló, es la bajas asistencia técnica y el mejoramiento continuo en los productos, asociado a escasos niveles de inversión en las comunidades campesinas que trabajan con dicho cultivo. La investigación, da cuentas como los desafíos son la fragmentación productiva y falta de cohesión en las comunidades campesinas

Los presentes hallazgos examinan la perspectiva de agricultura sostenible del cultivo de papa desde las prácticas, beneficios y desafíos.

Prácticas sostenibles en el cultivo de papa
Se identificaron como prácticas relevantes el uso de semilla certificada, la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas

(MIP), la fertilización racional basada en análisis de suelo, y el uso de coberturas vegetales para conservación hídrica y del suelo la tabla 1. Sin embargo, su adopción es baja entre los productores de Sesquilé, principalmente por la ausencia de asistencia técnica continua y el escaso acceso a formación agroecológica.

Tabla 1. Matriz de análisis causa-efecto: limitaciones para la sostenibilidad en Sesquilé

Causas	Problema central	Efectos
Uso inadecuado de agroquímicos		Degradación del suelo y contaminación de fuentes hídricas.
Escasa asistencia técnica y limitada capacitación		Bajo nivel de innovación y escasa eficiencia productiva.
Desconocimiento sobre agricultura sostenible		Persistencia de sistemas agrícolas insostenibles y poco resilientes
Falta de organización y asociatividad	Baja adopción de prácticas sostenibles en la producción de papa en Sesquilé	Dificultades logísticas y aumento en los costos de comercialización.
Limitado acceso a tecnologías		Escasa capacidad de adaptación a demandas del mercado.
4.0		
Ausencia de políticas locales integrales		Estancamiento del desarrollo rural y pérdida de competitividad del cultivo de papa.

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en (FEDEPAPA 2023).

La información que se presenta, son las principales causas identificadas en el análisis sobre la limitada adopción de prácticas sostenibles en el cultivo de papa en Sesquilé. Su elaboración se basa en la información reportada por FNFP (2024) y en la interpretación contextual realizada a partir de la revisión documental.

Uso inadecuado de agroquímicos: se examinó el uso de agroquímicos, analizado desde la perspectiva de la Ley 822 de 2003, que regula el control, el registro y la venta de ciertos productos agroquímicos. Asimismo, se examinó si los campesinos y productores de papa tenían un conocimiento claro sobre la importancia de disminuir el uso de agroquímicos que afectan el suelo y, en consecuencia, el futuro de la producción. El uso intensivo y mal gestionado de fertilizantes sintéticos y plaguicidas en la producción de papa en Colombia ha sido identificado como un factor de degradación ambiental y pérdida de fertilidad de los suelos. En estudios realizados por Marín et al. (2013), se evidenció que más del 70% de los pequeños productores no realizan calibraciones en el uso de insumos, lo que aumenta la contaminación difusa en cuencas hidrográficas.

Escasa asistencia técnica y limitada capacitación: la limitada cobertura de asistencia técnica en regiones rurales como Sesquilé impide la transferencia de tecnologías limpias y prácticas de manejo agroecológico. Según la FAO (2021), esta brecha se agrava cuando los programas institucionales carecen de continuidad o de enfoques participativos centrados en el productor. Además, Rehman et al. (2022b), señalan que la ausencia de acompañamiento técnico contribuye a que los agricultores reproduzcan prácticas tradicionales, sin evaluación de impacto ni criterios de eficiencia.

Desconocimiento sobre agricultura sostenible:

El bajo nivel de conocimiento sobre conceptos clave de sostenibilidad, como manejo de suelos, rotación de cultivos o control biológico, dificulta las acciones hacia una agricultura sostenible. Según, Hrustek (2020), enfatiza que la sostenibilidad requiere no solo técnicas, sino un cambio de paradigma que vincule conocimiento tradicional, ciencia agronómica y prácticas regenerativas.

Dispersión geográfica de los cultivos:

La atomización de las parcelas productivas en Sesquilé limita el aprovechamiento de economías de escala, el acceso conjunto a insumos o servicios, y la implementación de infraestructura compartida. Esto está relacionado con el fenómeno de minifundismo, que afecta la eficiencia del sistema agroalimentario, como plantea (Vargas Diaz et al., 2022).

Falta de organización y asociatividad:

La escasa asociatividad reduce la capacidad de negociación frente a compradores y limita el acceso a financiamiento colectivo, certificaciones o mercados de alto valor. Según Fedepapa (2025), menos del 20% de los productores de papa en Cundinamarca están integrados en asociaciones o cooperativas formalmente constituidas. Esto impide la conformación de cadenas de valor eficientes, como lo evidenció también la FAO en su modelo SAVE (2021).

Limitado acceso a tecnologías 4.0:

La transición hacia la agricultura digital y de precisión requiere conectividad, inversión inicial y formación técnica. Sin embargo, según O'connell (1992), el 85% de los agricultores encuestados no utilizan ninguna herramienta de monitoreo remoto o trazabilidad, lo que reduce su capacidad de

responder a estándares de sostenibilidad exigidos por el mercado.

Ausencia de políticas locales integrales: Los gobiernos locales tienen un papel clave en la planificación territorial sostenible, pero en muchos municipios como Sesquilé no se han implementado planes de ordenamiento rural con enfoque agroecológico. La falta de integración entre la política agrícola, ambiental y de desarrollo rural perpetúa un enfoque extractivo de la producción, contrario a lo planteado por (FAO, 2021). Desde la sostenibilidad, la producción de papa en Sesquilé está condicionada por limitaciones estructurales y sistémicas que van desde el acceso al conocimiento técnico hasta la gobernanza territorial. Superar estas barreras exige una articulación entre actores institucionales, organizaciones de productores y alianzas científicas que favorezcan la innovación inclusiva. De igual forma, también se logra identificar la producción de papa durante el año 2024, de acuerdo con la figura 3.

Se evidencia una clara concentración productiva en torno a dos variedades

comerciales: Superior y Diacol Capiro, que en conjunto representan la mayor proporción del volumen de papa cultivado en el municipio de Sesquilé durante el primer semestre de 2024. Estas variedades superan ampliamente en rendimiento a otras como Parda Pastusa, Pastusa Suprema e ICA Única. La variedad Superior, con un rendimiento promedio por hectárea de 15 a 20 toneladas bajo condiciones convencionales, ha sido promovida por su ciclo corto (alrededor de 110 días), resistencia relativa al tizón tardío y aceptación en el mercado fresco nacional (Fedepapa, 2023). Este predominio responde también a su buena adaptación a suelos altos y a la rentabilidad en rotaciones cortas, lo cual es atractivo para pequeños productores con capital limitado. Según la variedad Superior es frecuentemente elegida por su “plasticidad agronómica” y por tener bajos requerimientos tecnológicos para alcanzar rendimientos aceptables. Esto la convierte en la opción preferida en municipios con baja asistencia técnica.

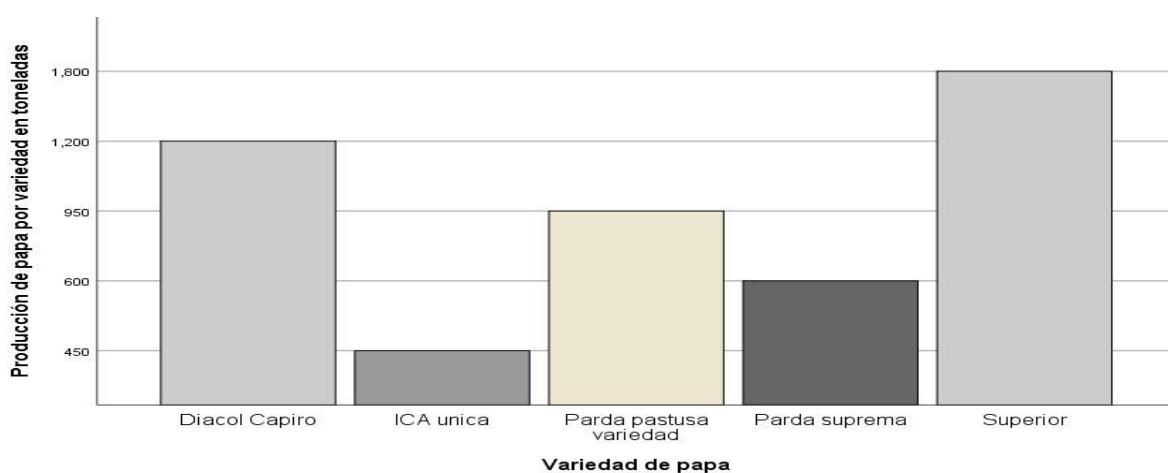


Figura 3. Producción de papa por variedad - Sesquilé (Primer semestre 2024). Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en (FEDEPAPA 2023).

La variedad industrial Diacol Capiro, por su parte, ha sido reconocida por su calidad culinaria, firmeza, y rendimiento promedio de hasta 25 toneladas/ha bajo manejo tecnificado (Betancur et al., 2023). En Sesquilé, esta variedad ocupa el segundo lugar en volumen de producción, siendo preferida tanto para consumo fresco como para transformación agroindustrial básica. Su popularidad está relacionada con el comportamiento comercial estable y el mayor tamaño de los tubérculos, lo que la hace más competitiva en plazas mayoristas como Corabastos.

La Parda Pastusa, de ciclo largo y alto contenido de materia seca, históricamente ha sido usada en mercados locales y para transformación (ej. papa salada, papa criolla). Sin embargo, su susceptibilidad a enfermedades y su baja resistencia al manejo postcosecha han reducido su participación en la producción actual (FAO, 2021). Similar comportamiento presenta la Pastusa Suprema y la ICA Unica, aunque esta última es reconocida por su calidad organoléptica. La presencia reducida de estas variedades en la gráfica sugiere un proceso de homogeneización del material genético cultivado, lo cual puede generar riesgos frente a plagas y al cambio climático. El predominio de las variedades como Superior y Capiro puede generar riesgos de vulnerabilidad fitosanitaria, al reducir la diversidad genética del sistema de producción. Vasco-Leal et al. (2018), advierte que la erosión de la diversidad varietal es una de las causas principales de inestabilidad de

los agroecosistemas ante enfermedades y eventos climáticos extremos. En este contexto, la sostenibilidad de la producción de papa en Sesquilé toma relevancia y demanda el fortalecimiento de bancos de semilla, de tal manera que no dependa de otros productores, sino que se pueda diversificar las variedades y diseñar estrategias de rotación con cultivos andinos complementarios.

Desafíos para la adopción de sistemas sostenibles:

Entre los principales obstáculos se encuentran la fragmentación productiva, la debilidad de las organizaciones campesinas, la escasa cobertura de asistencia técnica y la baja apropiación de tecnologías 4.0. A pesar de la disponibilidad de sensores, sistemas de monitoreo y herramientas de trazabilidad, su uso es limitado en el municipio, como se expresa en la figura 4. Además, la falta de planes territoriales con enfoque agroecológico limita la planificación colectiva. La figura 4 muestra un comportamiento altamente volátil en el precio promedio de la papa en Cundinamarca durante el periodo de 2011 al 2024. El análisis de esta serie temporal, permite reflexionar sobre varias dinámicas estructurales del mercado, especialmente relacionadas con la estacionalidad de la oferta, la atomización de la producción, y la vulnerabilidad comercial de los pequeños productores frente a intermediarios y condiciones de mercado.

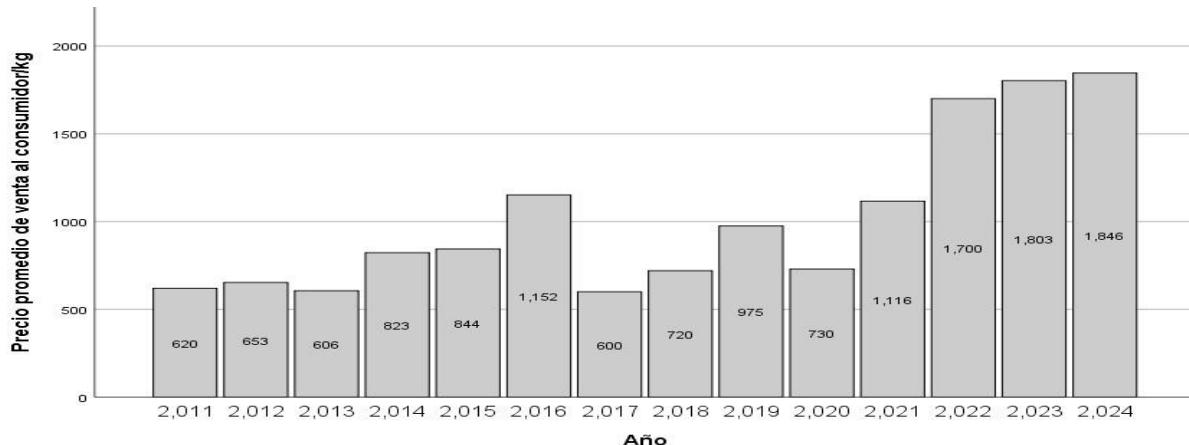


Figura 4. Comportamiento del precio de la papa- 2011 a 2024. Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en (Barrientos et al., 2014; FNFP, 2023, 2024).

El análisis de la estacionalidad de la producción mostró una tasa de crecimiento en el periodo observado del 197%. Los estudios de Betancur et al. (2023), revelan que esto relacionado con la finalización de la cosecha principal del ciclo agrícola de fin de año. Este fenómeno coincide con lo reportado por Fedepapa (2023), donde se señala que los meses de menor cosecha nacional, conocidos como “ventanas de escasez”, generan alzas pronunciadas debido al desbalance entre oferta y demanda. Este comportamiento ha sido documentado en múltiples regiones productoras, donde las oscilaciones de precio no responden exclusivamente a costos de producción o mejora de calidad, sino a dinámicas especulativas provocadas por agentes comerciales con mayor capacidad de almacenamiento (Cuaspud et al., 2023). Uno de los hallazgos más preocupantes que se infiere de esta figura es la inestabilidad de ingresos para los productores. Como afirma la FAO (2021), esta vulnerabilidad se ve acentuada cuando no existen mecanismos de asociatividad que permitan negociar precios

mínimos, programar la cosecha o acceder a contratos de compra anticipada. En este contexto, el precio como único regulador del sistema resulta ser insuficiente para garantizar sostenibilidad. De ahí que se recomiende complementar los sistemas de precios con instrumentos de política pública como seguros agrícolas, ruedas de negocio campesinas y sistemas de información de mercado actualizados.

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, el comportamiento de los precios debe evaluarse no sólo por sus variaciones absolutas, sino por su impacto directo en la planificación financiera de los agricultores. Los anterior, enfatiza Tahat et al. (2020) y Cardona-Castaño et al. (2024b), que la soberanía alimentaria también implica estabilidad en los ingresos de quienes producen los alimentos, lo que requiere mercados más justos y menos especulativos. Siendo así, una tendencia cíclica de precios como se refleja en la figura 2, con picos especulativos y caídas abruptas, que reflejan las fallas estructurales del sistema de comercialización de la papa. Esta volatilidad

compromete la sostenibilidad económica del sistema agrícola local, especialmente para los pequeños productores de Cundinamarca que carecen de mecanismos de protección. A futuro, se hace necesario construir instrumentos de gestión de riesgos de mercado y promover circuitos cortos de comercialización que favorezcan la equidad en la cadena.

Proyección del precio de la papa a 2030:

La Figura 5 y Tabla 2 mostraron, a través de series temporales, el precio de venta al consumidor por kilogramo en el período de análisis desde 2011 con proyección al 2030. Se observan tres fluctuaciones notables que tienden al incremento. Sin embargo, tanto el límite superior de confianza (UCL) como el límite inferior de confianza (LCL) muestran una variabilidad esperada con los datos recolectados de la documentación obtenida. A

pesar de esto, hay un nivel de incertidumbre en cómo estas fluctuaciones pueden continuar. En cuanto a la línea de predicción, se encuentra una tendencia al crecimiento, y los intervalos de confianza se alejan uno de otro a medida que avanza el tiempo. Esto indica que el precio de la papa será fluctuante y con altos niveles de incertidumbre.

Lo que aquí se puede destacar es cómo la agricultura sostenible puede generar reversiones en el costo de consumo y compra de la papa por parte de los consumidores. La agricultura sostenible puede enfocarse en buenas prácticas para reducir el valor de producción, lo cual podría ser beneficioso, pero también una limitación si la tendencia al alza continúa marcada, ya que el producto podría volverse menos accesible para la población. Esto es especialmente relevante sabiendo que la papa es uno de los insumos básicos alimentarios de los hogares colombianos.

Tabla 2. Ajuste del modelo para la dinámica de precios

Estadístico de ajuste	Media	Mínimo	Máximo	5	10	25	50	75	90	95	Percentil
				5	10	25	50	75	90	95	
R cuadrado estacionaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.220 E-16										
R cuadrado	.610	.610	.610	.610	.610	.610	.610	.610	.610	.610	.610
RMSE	285.2 97										
MAPE	23.63 9										

MaxAPE	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7
	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
MAE	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9	201.9
	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
MaxAE	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3	646.3
	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08
BIC normalizado	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia con datos procesados en el software SPSS. Donde; *R cuadrado* (R^2): Coeficiente de determinación. Mide la proporción de la varianza en la variable dependiente que es predecible a partir de la variable independiente. *R cuadrado estacionaria*: Similar al *R cuadrado*, pero aplicado a una serie de tiempo. *RMSE* (*Root Mean Square Error*): Raíz del error cuadrático medio. *MAPE* (*Mean Absolute Percentage Error*): Error porcentual absoluto medio. *MaxAPE* (*Maximum Absolute Percentage Error*): Error porcentual absoluto máximo. *MAE* (*Mean Absolute Error*): Error absoluto medio. *MaxAE* (*Maximum Absolute Error*): Error absoluto máximo. Representa el mayor error absoluto encontrado en el conjunto de datos. *BIC* normalizado (*Bayesian Information Criterion*): Criterio de Información Bayesiano. Se utiliza para la selección de modelos entre una clase finita de modelos. Un valor más bajo indica un modelo preferido.

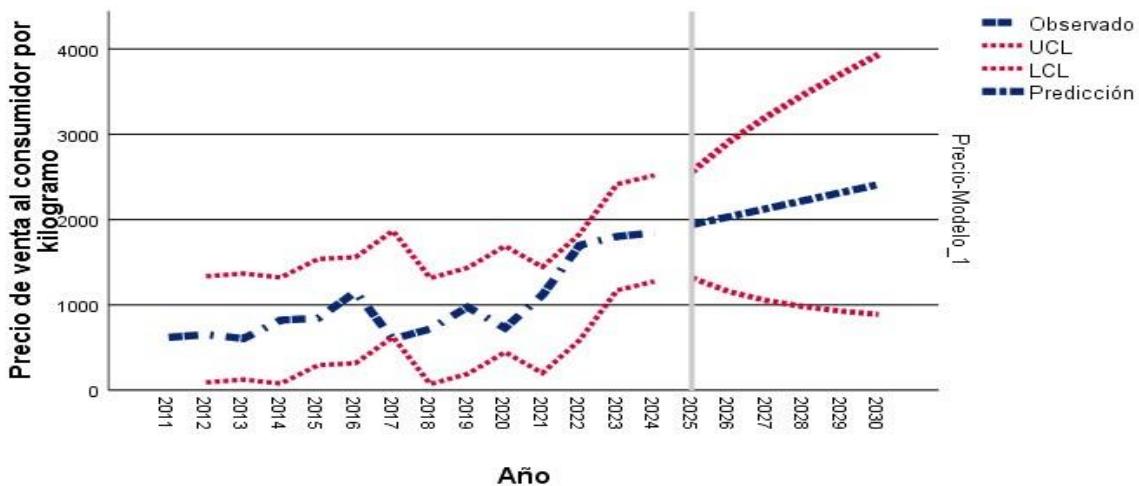


Figura 5. Modelo de proyección de precios al 2030, con base en el periodo (2011-2024). Fuente: elaboración propia con datos obtenidos en (Barrientos et al., 2014; FNFP, 2023, 2024). Los datos fueron procesados en el software SPSS.

De tal manera, el precio de la papa está regulado por unas dinámicas de comercio tanto local como nacional. La actividad se ha visto afectada en los últimos años según Barrientos et al. (2014), por variables como el cambio climático. Esta investigación no dista dicho planteamiento, pero, encuentra que la inflación, los monopolios y falta de una política pública dirija al sector económico consolide la agricultura sostenible y reduzca las limitaciones, como lo fue, la variabilidad de los precios y la sostenibilidad de la producción de la papa.

Desafíos estructurales para la transición sostenible: la adopción de prácticas sostenibles en la agricultura no depende únicamente del conocimiento técnico ni de la voluntad individual de los productores, sino de un conjunto de condiciones estructurales que configuran su entorno productivo y socioeconómico (Tabla 3). En municipios

como Sesquilé, donde predomina la agricultura familiar de pequeña escala, los desafíos asociados a la sostenibilidad están ligados a factores como la débil institucionalidad, la fragmentación del tejido organizativo, el acceso desigual a la tecnología, y la escasa articulación con mercados formales. Estos desafíos estructurales limitan la capacidad de los agricultores para planificar a largo plazo, asumir riesgos en la innovación o implementar mejoras orientadas a la sostenibilidad agroambiental.

Con base en el análisis se propone una hoja de ruta basada en medios estratégicos para superar las limitaciones estructurales previamente identificadas. Estos medios se agrupan en tres grandes ejes: 1. Fortalecimiento de capacidades productivas, 2. Tecnologías e innovación, y 3. Gobernanza territorial.

Tabla 3. Oportunidades y medios para fortalecer la sostenibilidad agrícola local

Medios propuestos	Objetivo operativo	Impacto esperado
Capacitación técnica en sostenibilidad	Superar los obstáculos técnicos y de conocimiento	Mayor eficiencia productiva y menor dependencia de insumos externos
Fortalecimiento de asistencia técnica y tecnologías emergentes	Reducir pérdidas productivas y mejorar decisiones agronómicas	Incremento en rendimientos y sostenibilidad a largo plazo
Implementación de tecnologías 4.0 (sensores, monitoreo, trazabilidad)	Optimizar insumos y procesos productivos	Reducción de costos y mejora en la trazabilidad
Promoción de modelos de asociatividad	Consolidar oferta y mejorar logística compartida	Mejora en acceso a mercados y aumento del ingreso neto del productor

Diseño de planes territoriales sostenibles	Planificar producción colectiva con enfoque agroecológico	Cohesión productiva y eficiencia en comercialización
Difusión de casos de éxito y estímulos	Motivar adopción sostenible	Mayor participación y apropiación de modelos sostenibles
Vinculación con programas gubernamentales	Apoyar institucionalmente la transición	Acceso a recursos técnicos y económicos para sostenibilidad

Presenta una síntesis de los medios estratégicos que podrían facilitar la transición hacia sistemas más sostenibles, con base en revisión documental y FAO (2021), acompañados de los impactos esperados en la dinámica agrícola local

Fortalecimiento de capacidades y saberes locales

La capacitación técnica en sostenibilidad es uno de los pilares fundamentales para impulsar prácticas productivas respetuosas del entorno. En estudios desarrollados por Betancur et al. (2023), se evidencia que los agricultores que acceden a procesos formativos constantes son más propensos a adoptar tecnologías limpias, realizar análisis de suelos y optimizar el uso de insumos, lo cual impacta directamente en la rentabilidad del cultivo. Sin embargo, esta formación debe ir acompañada de asistencia técnica constante, que permita adaptar los conocimientos a la realidad agroecológica del territorio. Como plantea Fuhrmann-Aoyagi et al. (2024), los procesos de transición agroecológica no pueden replicarse mecánicamente, sino que requieren construcción colectiva con los productores, basada en el diálogo de saberes.

Tecnología 4.0 para el agro: accesible y contextualizada: la implementación de tecnologías de agricultura de precisión y trazabilidad es una oportunidad para mejorar la eficiencia, reducir pérdidas y acceder a

mercados exigentes. Según, Cuaspud et al. (2023) señalan que, en la cadena de la papa, la trazabilidad sigue siendo un factor diferenciador para garantizar calidad e inocuidad, especialmente en mercados urbanos y cadenas de supermercados. No obstante, el acceso desigual a estas tecnologías genera una nueva brecha entre productores tecnificados y campesinos sin conectividad o infraestructura básica. Por ello, su adopción debe ir acompañada de procesos de formación, subsidios iniciales, y validación participativa de su pertinencia en contextos rurales.

Asociatividad como herramienta de escala y negociación: la promoción de modelos asociativos es otra estrategia clave para enfrentar la fragmentación del sistema productivo. Como lo ha planteado la FAO (2021 y 2023), las asociaciones permiten mejorar la escala productiva, reducir costos de comercialización y acceder a mercados formales con mejores precios. En el caso de Sesquilé, donde más del 70% de los productores trabajan de forma individual, la asociatividad no solo representa una oportunidad económica, sino también un mecanismo para fortalecer el tejido social rural. La asociatividad permite, además, estructurar planes territoriales de desarrollo agroecológico, que optimicen el uso del suelo, la rotación de cultivos y el aprovechamiento de recursos comunes como

agua, semillas o infraestructura de post cosecha.

Políticas públicas locales con enfoque territorial: el diseño de planes de desarrollo rural con enfoque agroecológico representa una herramienta para transitar hacia sistemas sostenibles. Según Gliessman (2016), la sostenibilidad agroalimentaria no puede alcanzarse sin una planificación territorial que equilibre las dimensiones productiva, ambiental y sociocultural. Estos planes deben incluir componentes de incentivos verdes, apoyo a mercados campesinos y fortalecimiento del relevo generacional.

CONCLUSIONES

La sostenibilidad en la producción de papa en Sesquilé enfrenta una combinación de limitaciones técnicas, sociales y estructurales que comprometen su estabilidad a largo plazo. El análisis de las prácticas sostenibles revela que, aunque existe conocimiento sobre el uso racional de insumos, el manejo del suelo y la rotación de cultivos, su aplicación en campo sigue siendo baja, especialmente por la falta de acompañamiento técnico y recursos adecuados.

En cuanto a los beneficios e implicaciones socioeconómicas, se identifica que la adopción de enfoques sostenibles mejora la productividad, la salud del agroecosistema y el acceso a mercados responsables. No obstante, la implementación de estas prácticas implica asumir costos iniciales que los pequeños productores, en muchos casos, no están en capacidad de cubrir sin apoyo institucional y asociativo.

Por último, el análisis de los desafíos estructurales permite evidenciar que la sostenibilidad no puede lograrse únicamente desde lo técnico. Factores como la baja asociatividad, la falta de planificación territorial, la debilidad de la gobernanza rural y el limitado acceso a tecnologías emergentes son barreras persistentes. Para avanzar, se requieren estrategias integradas que articulen capacitación, innovación, organización productiva y políticas públicas con enfoque agroecológico.

La sostenibilidad en Sesquilé no es una meta aislada, sino un proceso de transición que debe ser acompañado por todos los actores del sistema agroalimentario: productores, instituciones, centros de conocimiento y consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrientos, J. C., Rondón D., C., & Melo, S. E. (2014). Comportamiento de precios de las variedades de papa Parda Pastusa y Diacol Capiro en Colombia (1995-2011). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 272-286.
- Betancur Betancur, L. M., Tabares Giraldo, D. E., Montoya Pérez, A., & Garzón González, G. (2023). Prácticas sostenibles en el cultivo de papa. *Revista Colombiana de Ciencias Agrarias*, 40(2), 150–162. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v40n2.100598>
- Cardona-Castaño, J. C., Castaño-Martínez, C. A., & Lizarazo-Hernández, S. P. (2024a). INNOVATION OPPORTUNITIES IN MARKET SQUARES. *Revista Politécnica*, 20(40), Article 40. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n40a9>

Cardona-Castaño, J., Lima-Vargas, Á., Lamprea-Zona, M., Morales-Ruano, J., Cardona-Castaño, J., Lima-Vargas, Á., Lamprea-Zona, M., & Morales-Ruano, J. (2024b). Acompañamiento para la gestión del componente ambiental de las actividades de una organización en Armenia (Quindío), Colombia. *Estudios de la Gestión*, 16. <https://doi.org/10.32719/25506641.2024.16.8>

Cerroblanco-Vazquez, V., Vasco-Leal, J. F., & Contreras-Medina, D. I. (2025). Innovación y Tecnología para una Agricultura Mexicana Sostenible: Un estudio cualitativo. *RANRevista Academia & Negocios*, 11(1), 1-15.

Cuaspud, H., Tucanes, S., & Ortiz, J. (2023). Dinámicas de comercialización y valor agregado en la cadena de la papa. *Agroindustria Hoy*, 12(3), 89–101. <https://doi.org/10.22199/issn.2027-7205-12-3-10>

Díaz, A., Rodríguez, L., & Morales, G. (2022). Agricultura digital: oportunidades y barreras en el agro colombiano. *Revista AgroTIC*, 6(1), 45–58. <https://doi.org/10.31434/agrotic.v6n1.2022>

Dönmez, D., Isak, M. A., İzgü, T., & Şimşek, Ö. (2024). Green Horizons: Navigating the Future of Agriculture through Sustainable Practices. *Sustainability*, 16(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/su16083505>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Marco de Cadenas de Valor Agrícolas Sostenibles (SAVE)*. <http://www.fao.org/sustainable-agricultural-value-chains/es>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2023). *La transformación digital de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. <https://doi.org/10.4060/cc4542es>

Federación Nacional de Productores de Papa (FEDEPAPA) (2023). *Regional Cundinamarca*. 7. <https://fedepapa.com/home/wp-content/uploads/2024/10/Regional-Cundinamarca.pdf>

Flores-Villamil, M. Á., Méndez-Gallegos, S. de J., García-Herrera, E. J., Amante-Orozco, A., Gómez-González, A., Cabral-Arellano, F. J., & Vasco-Leal, J. F. (2018). Plantas silvestres del centro-norte de México con potencial para la producción de aceite. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(7), 1363-1376.

Fondo Nacional para el Fomento de la Papa (FNFP). (2023). *Boletín Quincenal No. 175*. 8. <https://repositorio.fedepapa.com//handle/20.500.14460/232>

Fondo Nacional para el Fomento de la Papa (FNFP). (2024). *Boletín Quincenal No. 191*. 191(9). <https://repositorio.fedepapa.com//handle/20.500.14460/248>

Fondo Nacional para el Fomento de la Papa (FNFP). (2025). *Boletín Quincenal No. 219. Producción de papa; Costos agrícolas; Rendimientos agrícolas*. <https://repositorio.fedepapa.com//handle/20.500.14460/348>

Fuhrmann-Aoyagi, M. B., Miura, K., & Watanabe, K. (2024). Sustainability in Japan's Agriculture: An Analysis of Current Approaches. *Sustainability*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/su16020596>

Gliessman, S. R. (2016). Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(3), 187–201. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>

Guerrero-Aboytes, A. K., Vasco-Leal, J. F., Vivanco-Vargas, M., Díaz-Calzada, M. E., & Rayas, F. S. (2022). Innovaciones tecnológicas con prácticas sustentables para las pymes del sector agroindustrial en México. *Contexto*, 11(1). <https://sophia.ugca.edu.co/index.php/contexto/article/view/1367>

Hrustek, L. (2020). Sustainability Driven by Agriculture through Digital Transformation. *Sustainability*, 12(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/su12208596>

Huang, T., & Huang, Q. (2023). Research on Agricultural and Rural Public Governance and Sustainable Development: Evidence from 2350 Data. *Sustainability*, 15(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/su15107876>

Hurtado, C. A. S., Totaitive, I. A. S., & Cuervo, R. E. S. (2022). Evaluación de la sostenibilidad de cultivos de papa (páramo de Gámeza, Boyacá, sector Daita, Colombia). *Revista Mutis*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.21789/22561498.1769>

Jiménez Aliaga, R., De los Ríos-Carmenado, I., San Martín Howard, F., Calle Espinoza, S., & Huamán Cristóbal, A. (2022). Integration of the Principles of Responsible Investment in Agriculture and Food Systems CFS-RAI from the Local Action Groups: Towards a Model of Sustainable Rural Development in Jauja, Peru. *Sustainability*, 14(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su14159663>

Lozano, J. A. S., Núñez, L. C., Vargas, M. V., Gallegos, S. de J. M., & Leal, J. F. V. (2022). Strategic and competitive advantages of the agricultural sector in Querétaro, Mexico. *Agro Productividad*. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/2099>

M. Tahat, M., M. Alananbeh, K., A. Othman, Y., & I. Leskovar, D. (2020). Soil Health and Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 12(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su12124859>

Marin, M. A., Cotes, J. M., & Gil, J. F. (2013). Incidencia visual de síntomas asociados a enfermedades virales en cultivos de papa de Colombia. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), Article 2.

Moreno, D. G., & Ortega-Ramírez, A. T. (2025). Diagnóstico de las Condiciones del Cultivo de Papa en el Municipio de Chocontá, Colombia y su Relación con la Sostenibilidad. *Revista EIA*, 22(44), Article 44. <https://doi.org/10.24050/reia.v22i44.1756>

Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100446. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>

Muñoz-González, A. E., Vivanco-Vargas, M., Bravo-Vinaja, Á., Méndez-Gallegos, S., & VascoLeal, J. F. (2024). Knowledge management for small-scale agricultural producers: A thematic proposal for strengthening rural economic units. *Agro Productividad*, 17(4), 151166.

O'connell, P. F. (1992). Sustainable Agriculture-a Valid Alternative. *Outlook on Agriculture*, 21(1), 5-12. <https://doi.org/10.1177/003072709202100103>

Rehman, A., Farooq, M., Lee, D.-J., & Siddique, K. H. M. (2022a). Sustainable agricultural practices for food security and ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(56), 84076-84095. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23635-z>

Rehman, A., Farooq, M., Lee, D.-J., & Siddique, K. H. M. (2022b). Sustainable agricultural practices for food security and ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(56), 84076-84095. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23635-z>

Vargas Díaz, R. E., Wilches Ortiz, W. A., Espitia Malagón, E. M., Vargas Diaz, R. E., Wilches Ortiz, W. A., & Espitia Malagón, E. M. (2022). Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>

Vasco-Leal, J. F., Mosquera-Artamonov, J. D., Hernandez-Rios, I., Mendez-Gallegos, S. D. J., Perea-Flores, M. D. J., Peña-Aguilar, J. M., & Rodriguez-Garcia, M. E. (2018). Physicochemical characteristics of seeds from wild and cultivated castor bean plants (*Ricinus communis* L.). *Ingeniería e Investigación*, 38(1), 24-30.